

A. MONTALDO

CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA

IICA

CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA

Alvaro Montaldo





54-54
1934



CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA

This One



CHT4-5DW-Z7KS

CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA

Alvaro Montaldo



**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA
AGRICULTURA
San José, Costa Rica
1984**

© Alvaro Montaldo
© para esta edición, IICA, 1984

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin permiso del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.

Levantado de texto: LEVANTEX S.A.
Diseño de la cubierta: José Segura

Editoras de la obra: Matilde de la Cruz y Fanny De La Torre P.
Editor de la Serie: Julio Escoto B.

IICA
LME

Montaldo, Alvaro
Cultivo y mejoramiento de la papa / Alvaro Montaldo. — San José, Costa Rica : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1984.

706 p. ; 22 cm — (Serie de Libros y Materiales Educativos / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura ; no. 54)

ISBN 90-9039-045-X

1. Papas — Cultivo. 2. Papas — Mejoramiento selectivo. I. Título. II. Serie.

AGRIS F00; F30



Dewey 633.491

Serie de Libros y Materiales Educativos No. 54

Este libro fue publicado por el Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola —CIDIA— del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura —IICA—. La Serie de Libros y Materiales Educativos tiene como fin contribuir al desarrollo agrícola del continente americano.

San José, Costa Rica, 1984

CONTENIDO

	Pág.
Indice de Figuras	v
Indice de Cuadros	xiii
Agradecimientos	xxiii
Introducción	xxv
Capítulo 1. Historia y Origen	7
Historia	9
Origen	23
Bibliografía	31
Capítulo 2. Botánica	37
Organigrafía de la planta	39
Taxonomía y valor agronómico de las papas	40
Problemas por investigar	84
Bibliografía	85
Capítulo 3. Composición química y utilización	95
Composición química	97
Valor nutritivo	105
Industrialización	114
Alimentación animal	128
Recomendaciones generales sobre bovinos	132
Problemas por investigar y esquemas por desarrollar	134
Bibliografía	135
Capítulo 4. Clima, Suelos y Fertilizantes	139
Clima	141
Temperatura	148
Suelos	188
Fertilizantes	196
Elementos fertilizantes mayores	197
Problemas por investigar	229
Bibliografía	231

Capítulo 5. Cultivo	239
Preparación del suelo	241
Siembra	244
Tamaño de la semilla	254
Labores de cultivo	256
Cosecha	273
Problemas por investigar	291
Bibliografía	293
Capítulo 6. Producción de semilla	299
Semillas	301
Pureza varietal	302
Tratamiento de las semillas	311
Selección de semillas para la siembra	320
Métodos para evaluar la sanidad de la semilla	329
Conclusiones	339
Problemas de recontaminación de semilla de papa	341
Producción de semilla de papa en la América Latina	342
Problemas por investigar	347
Bibliografía	353
Capítulo 7. Genética y Mejoramiento	357
Primeras investigaciones	359
Principales aspectos de la genética y el mejoramiento de la papa con especial referencia a la América Latina	361
Resistencia a enfermedades y plagas	377
Mejoramiento	392
Problemas por investigar	414
Bibliografía	415
Capítulo 8. Competidores bióticos	433
Enfermedades fungosas y bacterianas	435
Principales enfermedades	440
Tizón	440
Bacteriosis	449
Enfermedades de ocurrencia regional	451
Alternariosis	451
Rizoctonosis	453
Sarna común	455
Sarna polvorienta	456
Pata negra	459
Fusariosis	461
Marchitez o esclerotiniosis	462

Septoriosis	463
Otras enfermedades	463
Enfermedades virosas. Investigaciones y descubrimientos con respecto a virosis de la papa en América Latina	463
Principales virosis	467
Virus Y	471
Virus A	471
Tubérculo puntudo	473
Virosis de ocurrencia regional	474
Plagas	475
Plagas más importantes	477
Daños a la parte aérea	477
Daños a la parte aérea y subterránea	486
Daños en la parte subterránea	491
Problemas por investigar	508
Bibliografía	509
Capítulo 9. Almacenamiento	525
Cambios químicos y fisiológicos	527
Pudriciones de las papas en almacenamientos	531
Tipos de almacenamiento	532
Problemas por investigar	543
Bibliografía	545
Capítulo 10. Aspectos económicos	547
Producción mundial de papas	549
Producción americana de papas	551
Perú	557
Brasil	562
Argentina	566
Colombia	572
Bolivia	576
Chile	580
Venezuela	590
Estados Unidos de Norteamérica	597
Tipos de producción de acuerdo a las unidades de explotación	599
Comercialización	602
Organismos de comercialización	602
Destino de la producción	605
Costos y precios	613
Comercio exterior	620

Cuantificación y tendencias de las importaciones y/o exportaciones	620
Situación de las papas dentro del Acuerdo de Cartagena . .	625
Problemas por investigar y esquemas por desarrollar . . .	629
Bibliografía	631
Indice de Autores	633
Indice de Materias	645

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Sgo 73044. E. Pisano y J. Venturelli 1705. <i>Solanum infundibuliforme</i> Phil. Prov. Antogasta. Depto. El Loa. Quebrada de Amincha, al pie del cerro Aucanquilcha; en suelo granítico y arenoso; en lugares algo húmedos con suelo vegetal; tiene pequeños tubérculos. 3 800 – 4 000 msnm. 15-1-1943	59
2. Sgo. 60449. C. Muñoz 3422. <i>Solanum maglia</i> Schlechtd. Prov. Coquimbó. Depto. Ovalle. Desembocadura del Río Limarí. En sitios arenosos; anual, tuberosa; tubérculos hasta de 3 cm de diámetro 10-9-1942	71
3. Sgo 73040. Alvaro Montaldo 67. <i>Solanum tuberosum</i> L. Variedad Cacho. Prov. Chiloé. Depto. Castro: Localidad Cucao. Cultivada en suelos franco-arenosos en las huertas de las casas. 20 msnm. 5-3-1941	74
4. Proceso esquemático de fabricación de almidón (Planta industrial mediana), (según Mallea y Duprat, 1951)	126
5. Proceso esquemático de fabricación de dextrina, (según Mallea y Duprat, 1951)	127
6. Número de estolones por planta obtenido en ocho cosechas quincenales en cuatro localidades	159
7. Número de estolones por planta obtenido en ocho cosechas quincenales en cuatro localidades	160
8. Número de estolones por planta obtenido en ocho cosechas quincenales en cuatro localidades	161

9. Peso de los tubérculos por planta obtenido en seis cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. Maracay. Altitud: 450 m 164
10. Influencia de las localidades en el peso medio de un tubérculo en diversas épocas de cosecha 165
11. Influencia de las localidades en el peso medio de un tubérculo en diversas épocas de cosecha 166
12. Peso de los tubérculos por planta obtenido en ocho cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. El Laurel. Altitud: 1 360 m 168
13. Peso de los tubérculos por planta obtenido en ocho cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. Bajo Seco. Altitud: 1 500 m 169
14. Influencia de las localidades en el peso de un tubérculo en diversas épocas de cosecha 172
15. Peso de los tubérculos por planta obtenido en ocho cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. Bajo seco. Altitud: 2 000 m 173
16. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en Maracay a 450 msnm y 24.5°C de temperatura. (Los nombres que aparecen en mayúscula y subrayados son los que se han tomado como base de comparación en el texto).
1.—**SEBAGO**, 2.—**RED PONTIAC**, 3.—**ALPHA**, 4.—**Atleet**,
5.—**Débora**, 6.—**Desirée**, 7.—**Mentor**, 8.—**MULTA**, 9.—**Nascor**,
10.—**PATRONES**, 11.—**Radosa**, 12.—**Spartaan**,
13.—**TOMBOLA**, 14.—**Rebeca**, 15.—**Donata**, 16.—**Format**,
17.—**MERIDEÑA**, 18.—**ARBOLONA**, 19.—**50-6-2**,
20.—**Guadalupe**, 21.—**52-6-2**, 22.—**54-448-5**, 23.—**MONSE-
RRATE**, 24.—**Multa nacional**, 25.—**F-6151**, 26.—**Arka**.
27.—**Humalda** 174
17. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en El Laurel a 1 360 msnm y 18.5°C de temperatura 175
18. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en Bajo Seco a 1 500 msnm y 18.5°C de temperatura 176

19.	Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en Bajo Seco a 2 000 msnm y 16.5°C de temperatura	177
20.	Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en Maracay a 450 msnm y 24.5°C de temperatura	178
21.	Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en El Laurel a 1 360 msnm y 19.5°C de temperatura	179
22.	Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en Bajo Seco a 1 500 msnm y 18.5°C de temperatura	180
23.	Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en Bajo Seco a 2 000 msnm y 16.5°C de temperatura	181
24.	Influencia de las localidades y de las épocas de cosecha en el contenido en sólidos totales de los tubérculos de nueve variedades de papas	184
25.	Papa cultivada en un suelo con deficiencia de calcio (Cortésia FUSAGRI)	202
26.	Efecto de exceso de boro en la papa	205
27.	Intoxicación de un cultivo de papa por exceso de manganeso. Hacienda El Pantano, Nirgua, Venezuela	208
28.	Nitrógeno. Parte aérea	222
29.	Nitrógeno. Parte subterránea	222
30.	Fósforo. Parte aérea	223
31.	Fósforo. Parte subterránea	224
32.	Potasio. Parte aérea	224
33.	Potasio. Parte subterránea	225
34.	Máquina abonadora de papa de dos surcos. Nótese que el fertilizante va colocado en dos bandas laterales en ambas paredes del surco. Santa Cruz, Venezuela	227

35. Preparación de un suelo para cultivar papas, mediante rastreos 242
36. Surcado, de un suelo ya mullido, mediante cultivadoras, para posteriormente sembrar papas en forma manual 246
37. Siembra de papas en surcos en forma manual. Distribución del fertilizante y de la semilla 247
38. Máquina sembradora-abonadora de papas de una hilera . . 248
39. Máquina sembradora-abonadora de papas de dos hileras . . 249
40. Aplicación de herbicidas de preemergencia en papas 264
41. Estado de un papal tratado con herbicida en la Región Baja de Venezuela, Hacienda La Cuarta, Laguna de Tacarigua . . 265
42. Defoliación de precosecha de un campo con cultivo de papa, en forma mecanizada 272
43. Máquina cosechadora-arrancadora de papas de molinete radial (Cortesía FUSAGRI) 277
44. Máquina cosechadora-arrancadora de papas de molinete radial en acción (Cortesía FUSAGRI) 278
45. Máquina cosechadora de papas de dos hileras 279
46. Aspecto de un campo cosechado con máquina (Cortesía E. Pérez) 280
47. Recolección manual de papas 281
48. Máquina cosechadora-recogedora y semiseleccionadora conjunto con carro recolector en acción 282
49. Ubicación conveniente del tubérculo sembrado en la sección del camellón 284
50. Seleccionadora de papa de rodillos 288
51. Seleccionadora de papas de alvéolos (Cortesía FUSAGRI) . 289

52. Detalles de la máquina seleccionadora de papas de alvéolos 290
53. Hoja de papa. Nótese una ligera sobreposición de las hojuelas 304
54. Desinfección húmeda de trozos de papa-semilla 315
55. Papa-semilla en buen estado fisiológico. Al tubérculo de la izquierda se le ha eliminado el brote apical rompiendo la dominancia y provocando la brotación lateral; tubérculo de la derecha con dominancia apical 321
56. Detalle de un brote 321
57. Inspección para eliminación de plantas enfermas durante el cultivo de papas 325
58. Plantas de papas para la obtención de material para cultivo de esquejes 335
59. Esquejes herbáceas provenientes de una planta de papa para su reproducción 336
60. Enraizamiento de esquejes de papa 337
61. Plantas de papa provenientes de esquejes, transplantadas a maceteros individuales en condiciones de ser llevadas al campo. Previamente se han tratado con frío para darles 'endurecimiento' 338
62. Precauciones en semillero de papas contra contaminaciones llevadas por los operadores. Empleo obligatorio de botas de plástico desinfectadas al entrar en la finca papera 341
63. Síntomas de tizón causado por el hongo *Phytophthora infestans* en papa. Nótese las manchas húmedas irregulares . 443
64. Aspersión de fungicidas contra el tizón. Obsérvese el gran número de hileras que cubre la máquina y los callejones especiales para el paso del tractor 444
65. Ataque del hongo *Alternaria solani* a una planta de papa. Obsérvese las pústulas secas y de forma concéntrica 452

66. Tubérculos atacados de sarna polvorienta de la papa causada por el hongo *Spongospora subterranea*. Se observa también esclerocios negros del hongo *Rhizoctonia solani* 457
67. Planta de papa marchita por inicio de ataque del bacterio causante de la pata negra *Erwinia carotovora* 460
68. Planta de papa con ataques severos de pata negra 460
69. Planta de papa afectada por el virus del enrollamiento de la hoja 467
70. Al centro-izquierda, papas atacadas de mosaico benigno o suave debido al virus A. Las plantas tienen menor desarrollo y aspecto clorótico 472
71. Control de plagas con insecticidas mediante bombas de espalda. Este procedimiento es recomendado en huertas caseras o para combatir focos de ataque de una plaga . . . 478
72. Control de plagas con insecticidas de aplicación aérea. Es el procedimiento más económico y eficaz en grandes plantaciones 479
73. Tubérculo de papa atacado por larvas del gorgojo de los Andes, *Premnotrypes vorax* 488
74. Cultivo de papa de la región alta de Venezuela, Andes, atacado por el nematodo del quiste *Glodobera rostochiensis*. Obsérvese el gran número de fallas de plantas . . . 495
75. Detalle de las raíces de una planta atacada de *Glodobera rostochiensis* 496
76. Obsérvese los quistes junto a las raíces de una planta de papa atacada por *Glodobera rostochiensis* 497
77. Otro detalle del ataque del nematodo del quiste 498
78. Acción de los nematicidas D-D y Nemagón en el control del nematodo del nudo de la papa 500

79. Acción del inhibidor de brotación CICP en papas para el consumo a la temperatura ambiente de 25°C, en la región baja de Venezuela	537
80. Perú. Regiones productoras de papas	560
81. Papa, Perú. Superficie, producción y rendimiento medio . .	561
82. Brasil. Regiones productoras de papas	564
83. Papa, Brasil. Superficie, producción y rendimiento medio .	565
84. Argentina. Regiones productoras de papas	569
85. Papa, Argentina. Superficie, producción y rendimiento medio	571
86. Colombia. Regiones productoras de papas	574
87. Papa, Colombia, Superficie, producción y rendimiento medio	575
88. Bolivia. Regiones productoras de papas	577
89. Papa, Bolivia. Superficie, producción y rendimiento medio	579
90. Chile. Regiones productoras de papas	581
91. Papa, Chile. Superficie, producción y rendimiento medio. .	582
92. México. Regiones productoras de papas	585
93. Papa, México. Superficie, producción y rendimiento medio	586
94. Ecuador. Regiones productoras de papas	588
95. Papa, Ecuador. Superficie, producción y rendimiento medio	589
96. Venezuela. Regiones productoras de papas	592
97. Papa, Venezuela. Superficie, producción y rendimiento medio	594

98. Papa, Uruguay. Superficie, producción y rendimiento medio	596
99. Papa. Canales de mercadeo	604

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pág.
1. Resumen. Valor agronómico de algunos clones en las especies de papa indicadas	80
2. Composición de la papa (1 000 g) comparada con otros cultivos de raíces y tubérculos y con los principales cereales (Wu y Flores, 1961)	98
3. Contenido en materia seca total y almidón de 14 variedades de papas chilenas (Montaldo, 1956)	100
4. Contenido en materia seca total y almidón de 10 variedades de papas colombianas (Bechara y Rodríguez, 1967) . .	101
5. Porcentaje de proteína cruda (N x 6.25) en base húmeda de tubérculos de papa con cáscara y sin cáscara (Rodríguez, Herrera y Estrada, 1968)	102
6. Contenido de aminoácidos esenciales de las variedades de papa Ccompis (gr. andígena x gr. tuberosum). (9 x 100 g de N), comparada con los requerimientos indicados por FAO .	103
7. Constituyentes minerales del tubérculo de papa (valores externos) (Lampitt y Goldenberg, 1940)	104
8. Capacidad de diversos alimentos para producir grasa corporal en humanos (Brown, 1959)	106
9. Nutrimientos en diversas raciones de papas (Watt y Merrill, 1951)	107
10. Producción promedio mundial de calorías comestibles por hectárea y por día de ciclo en las tuberosas y cereales más importantes	109

11. Producción fácilmente lograda de calorías comestibles por hectárea y por día de ciclo en tuberosas y cereales 110
12. Soluciones de sal común (o glicerina) con pesos específicos de 1 055 a 1 110 (a 20°C) y sus correspondientes valores de almidón y materia seca total. 112
13. Clases de calidad culinaria de los tubérculos de acuerdo a su peso específico, contenido en materia seca total y almidón 113
14. Cantidad de trigo total que podría ser reemplazada por papas en la elaboración del pan 115
15. Efecto del contenido en azúcar sobre la intensidad del color desarrollado por hojuelas de papas fritas a 166°C (Burton, 1966) 121
16. Tolerancia a plaguicidas venenosos en tubérculos de papas a la cosecha. Según la Administración de Alimentos y Drogas, Departamento de Salud de los Estados Unidos. En ppm (Horst, 1959) 122
17. Rendimiento en tubérculos de tamaño comercial (sobre 30 gramos) y contenido en almidón de 14 variedades de papas en tres localidades en Venezuela (Montaldo, 1961) 125
18. Número de unidades de peso de otros alimentos que pueden reemplazar 10 unidades de peso de papas en una ración balanceada (Potato, 1971) 128
19. Relaciones de mantenimiento y de 1 kg de ganancia de peso vivo por cabeza y por día para bovinos de carne (en kg) 129
20. Raciones de mantenimiento para vacas de lechería de 500-550 kg 130
21. Raciones para vacas de mantenimiento y de producción de 5 litros de leche 131
22. Climas para producción de papas, con especial referencia a Latinoamérica (Papadakis, 1975) 142

23. Rendimiento de variedades de papas en Venezuela (<i>S. tuberosum</i>), en ocho localidades situadas a diversas altitudes (Montaldo, 1968; Mittelholzer, 1963) ton/ha	149
24. Datos climatológicos de las localidades estudiadas	150
25. Producción de follaje por planta (g) obtenido en cosechas quincenales	153
26. Número de tallos por planta obtenido en cosechas quincenales	155
27. Peso de la parte subterránea por planta (g) obtenido en cosechas quincenales	156
28. Número de estolones por planta obtenido en cosechas quincenales	157
29. Largo promedio de los estolones (cm) obtenido en cosechas quincenales	162
30. Peso de los tubérculos por planta (g) obtenido en cosechas quincenales	163
31. Número de tubérculos por planta obtenido en cosechas quincenales	170
32. Peso medio de un tubérculo (g) obtenido en cosechas quincenales	171
33. Contenido en sólidos totales y almidón en los tubérculos en cosechas sucesivas (porcentajes)	183
34. Suelos para papas, correlacionados con los órdenes de la 7a. aproximación (USDA, 1960)	189
35. Rendimiento de diversas variedades de papa en asociación con otros cultivos en camellones dobles (camas). ton/ha (Cultivos asociados, 1975)	192
36. Parcela de rotación de papa (7 años). Porcentaje promedio de la superficie de los tubérculos de papa cubiertos por lesiones de sarna común debida a <i>Streptomyces scabies</i> . Índice de sarna (Wright y Bishop, 1955)	195

37. Porcentaje de tubérculos de papa en la cosecha al 7° año, aptos para el mercado (menos de 5 % de índice de sarna) y rendimiento en ton/ha (Wright y Bishop, 1955) 195
38. Efecto de la adición de micronutrientes a la abonadura de la papa en suelos del Valle de Paraíba (Nobrega y Gargantini, 1965). Producción en ton/ha 203
39. Efecto de varias deficiencias minerales en el rendimiento en papas cultivadas en arena (Smith y Nash, 1937) 204
40. Deficiencia de boro en papa en suelo orgánico (Hiroce, Gallo y Nobrega, 1971) 206
41. Ensayo de tres elementos en papa en cuatro localidades . . 212
42. Ensayos de fertilizantes en papa N P K en tres dosis, resultados de 5 años. Estación Experimental Centinela, Chile. Rendimiento ton/ha (Letelier y Montaldo, 1954) 213
43. Rendimientos promedios en tubérculos de papa en ensayos de abonos en dos localidades. ton/ha (Luzuriaga, 1965) . . 214
44. Resultado del abonamiento en papa en la zona baja venezolana. Altitud 450 msnm; temperatura media 24.5°C; ciclo de 90 días (Hidalgo y Pérez, 1965) 217
45. Cultivos comerciales de papa con posibles deficiencias en N, P, K, según la composición de los pecíolos (Lora R., 1964) 219
46. Cultivos comerciales de papa en estado nutricional aceptable respecto a N, P, K, según composición de los pecíolos (Lora R., 1964) 219
47. Nitrato (NO₃) en folíolos y pecíolos de la papa, N en ppm de materia seca (Gallo, Coelho y Nobrega, 1965) 220
48. Fosfato (PO₄) en folíolos y pecíolos de la papa, P en ppm de materia seca (Gallo, Coelho y Nobrega, 1965) 221
49. Rendimiento medio en tubérculos de experimento comparando tres métodos de aplicación de fertilizantes en papa (Widdowson, Penny y Williams, 1967). ton/ha 226

50. Características de funcionamiento de las sembradoras de papas. Hectáreas por día (Servicio Shell, 1967)	250
51. Costo de siembra de papas. En US\$ por hectárea (Servicio Shell, 1967)	251
52. Cantidad de semilla de papa para una hectárea en ton, con diversas densidades de siembra	253
53. Porcentaje de agua aprovechable, número de riegos y días de intervalo entre riego en cultivo de papa, La Molina, Perú (Bravo, Vargas y Alvim, 1960)	260
54. Herbicidas en papas para la región central de Venezuela, según el Servicio Shell para el Agricultor (1967)	263
55. Efecto de hormonas en el rendimiento y sólidos totales en la papa (Brasher, 1960)	273
56. Florescencia y producción de bayas en 23 variedades de papas en cuatro localidades; cultivo de estación húmeda. Maracay, Venezuela (Montaldo A., 1968)	274
57. Productividad en kg/ha entre diversas modalidades de cosechas obtenidas para el Estado Aragua, Venezuela, comparadas con valores de Estados Unidos	283
58. Rendimiento en prueba de semilla brotada y desbrotada <i>versus</i> verdeada y sin verdear, en ton/ha (Montaldo, 1950) .	313
59. Productos químicos, forma de aplicación, dosis en gramos por 100 kg de semilla cortada, porcentaje de plantas falladas y rendimiento en ton/ha de diferentes tratamientos de desinfección. Balcarce, Argentina (Garese y Calderoni, 1960)	314
60. Control de enfermedades a través de selección clonal (Hardie, 1970)	327
61. Exigencias de diversas categorías de semillas (Constantinescu, 1968)	328

62. Superficie y producción de semilla de papa certificada (El Baz, 1974)	346
63. Obtención de haploides en México (Pérez, 1964)	365
64. Relaciones interespecíficas de compatibilidad en cruces en angiospermas y excepciones en el género <i>Solanum</i> (Maag y Keller, 1973)	368
65. Segregantes por albinismo en una población de cuatro especies de papa, después de una autofecundación (Estrada, 1960)	375
66. Interrelación de razas fisiológicas de <i>P. infestans</i> y genotipos del huésped: <i>S. tuberosum</i>	379
67. Razas fisiológicas de <i>P. infestans</i> determinadas en América (adaptado de Bazán, 1967)	382
68. Segregación cromosómica y cromatídica al retrocruzar o autofecundar posibles genotipos heterocigotas tetraploides (Burham, 1945)	400
69. Rendimiento de la papa 'Argentina', susceptible al tizón en un experimento de aspersiones con 200 g de maneb en 200 litros de agua a diferentes períodos y niveles de lluvia (Castañón, 1964)	445
70. Fungicidas, nombre común, formulación, dosis por hectárea	448
71. Cosecha de 150 plantas sanas y 150 plantas enfermas de enrollamiento. Rendimiento total en tubérculos y cantidad de tubérculos producidos (Calderón y Cappelletti, 1967) .	468
72. Cosecha de 150 plantas sanas y 150 plantas enfermas de enrollamiento. Rendimiento y número de tubérculos por planta (Calderón y Cappelletti, 1967)	469
73. Plaguicidas, nombre común, nombre comercial, categoría toxicológica, grupo químico y observaciones	502

74. Evaporación estimada de tubérculos ventilados a diferentes intensidades (Burton, 1963)	530
75. Porcentaje de pérdida de peso total durante el período de almacenamiento (Barclay y McNair, 1974)	534
76. Inhibidores de brotación de las papas	538
77. Ensayo de conservación de papa – consumo, variedad <i>Red Pontiac</i> a la temperatura ambiente (20°C) y humedad relativa de 90 % en Rancho Grande, Estado Aragua, Venezuela. Observaciones de papas podridas y brotadas en porcentaje en diversos períodos (Montaldo y Sánchez, 1963) .	539
78. Contenido en azúcares libres (reductores y no reductores), (Revetti <i>et al.</i> , 1970)	541
79. Papa Principales países productores del mundo (con excepción de América Latina). Superficie, producción y rendimiento medio. Promedio 1961-1965 y año 1975 (FAO, 1976)	550
80. Papa. Superficie, producción y rendimiento medio en América Latina. Promedio 1961-1965 y año 1975 (FAO, 1975)	553
81. Producción en calorías anuales por los principales cultivos en Latinoamérica ($\times 10^6$). Se indica el total de calorías anuales producidas por cada país y el porcentaje correspondiente a cada cultivo	554
82. Calorías totales consumidas por habitante/año y calorías por habitante/año aportadas por la papa, en Latinoamérica	556
83. Papa, Perú. Regiones de producción; en porcentaje. Año 1971 (Graber, 1974)	558
84. Papa, Perú. Superficie (S) ($\text{ha} \times 10^3$). Producción (P) ($\text{ton} \times 10^3$) y rendimiento medio (R) (ton/ha), por regiones. Años 1960-1971 (Graber, 1974)	559
85. Papa, Perú. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973, 1975)	562

86. Papa, regiones de producción de Brasil. (En porcentajes) (Drummond, 1975) 563
87. Papa, Brasil. Superficie producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975) 563
88. Papa. Regiones de producción en Argentina (valores aproximados en porcentajes, INIA, 1965) 568
89. Papa, Argentina. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975) 570
90. Papa, Colombia. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975) 573
91. Papa, Bolivia. Regiones de producción (Guzmán, 1975) . . 576
92. Papa, Bolivia. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975) 578
93. Papa, Chile. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1974-1976) 580
94. Papa, México. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975) 584
95. Papa, Ecuador. Producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975) 590
96. Papa, Venezuela. Regiones de producción. En porcentaje (Año 1972) (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) 591
97. Papa, Venezuela. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1974) 593
98. Papa, Uruguay. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1974) 595
99. Papa. Estados Unidos de Norteamérica. Superficie, producción y rendimiento medio por estados, temporada 1975 (USDA, 1976) 598

100. Papa. Argentina. Distribución de las unidades de explotación según su tamaño. S.E. Prov. de Buenos Aires. Años 1964-1965 (INTA, 1965) 600
101. Papa. Venezuela. Distribución de las unidades de explotación según tamaño. Cosecha estación seca. Año 1972 (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) 601
102. Papa, Bolivia. Distribución de las unidades de explotación según producción (Guzmán, 1975) 602
103. Toneladas y época de llegada al Mercado Nacional de Papas (Argentina) desde las principales regiones. Promedio 20 años (Santos, 1972) 603
104. Papa, Venezuela. Grado de autoabastecimiento (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) 607
105. Papa, Venezuela. Consumo *per capita* (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) 608
106. Papa, Perú. Producción, importación de harina, consumo total y consumo *per capita* (Graber, 1974) (ton x 10³) . . . 609
107. Papa, Perú. Producción total, uso en la finca y porcentaje de la producción total consumido en la finca, por regiones. Año 1970 (Graber, 1974) (ton x 10³) 610
108. Papa, Estados Unidos. Destino de la producción (ton x 10³) (USDA, 1976) 611
109. Papa, Estados Unidos. Número de plantas procesadoras de hojuelas y toneladas de tubérculos utilizados por regiones (año 1975) (USDA, 1976) 612
110. Papa, Colombia. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa para semilla en el Departamento de Boyacá. Año 1972 (Rodríguez, 1975) 614
111. Papa, Colombia. Costo de producción por hectárea de cultivos de papa para semilla en diferentes departamentos. Año 1973 (ICA, 1973) 615

112. Papa, Argentina. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa para consumo en la Región Sureste de la Provincia de Buenos Aires. Año 1970. (Santos, 1972) (en US\$ dólares) 616
113. Papa, Venezuela. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa, Región Baja, Estación Seca. Año 1972 (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) (en US\$ dólares) 617
114. Papa, Brasil. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa. Año 1975 (Drummond, 1975) (en US\$ dólares) . . . 618
115. Papa. Precios de producción en diversos países 618
116. Papa, Bolivia. Precios de venta al mayor en el mercado de La Paz (US\$/ton) (Guzmán, 1975) 619
117. Papa, Perú. Precio de venta en el mercado de Lima. (US\$/ton) (Graber, 1974) 619
118. Papa. Precios de venta al mayor (US\$/ton) (FAO, 1976) . . . 619
119. Papa. Países importadores de América Latina (FAO, 1975) 621
120. Papa. Precios de importación (US\$/ton) (FAO, 1976) . . . 622
121. Papa. Países exportadores de América Latina (FAO, 1976) 624
122. Papa. Precios de exportación (US\$/ton) (FAO, 1976) . . . 625
123. Papa. Régimen arancelario en el Acuerdo de Cartagena comparado con los gravámenes en los países del área andina 628

AGRADECIMIENTOS

El autor manifiesta su reconocimiento a los colegas Nelson Estrada y Carlos Ochóa, del Centro Internacional de la Papa, Lima, con quienes diseñó hace 10 años las líneas generales de esta obra para una publicación conjunta que por diversas causas no se realizó.

Queda en deuda con el Dr. Karl Silberschmidt (O.E.P.D.) quien colaboró con un borrador sobre aspectos históricos de las enfermedades de virus en las papas.

Agradece a los Sres. Atilio Calderoni, F.J. Quintana y J. Santos, de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, de Balcarce, Argentina, y a A. Contreras y P. Montaldo, de la Universidad Austral de Chile (Valdivia), a Fernando Mujica, de la Cátedra de Fitopatología de la Universidad de Chile (Santiago), a Nelson Estrada, Julia Guzmán, Lauro Luján, Edmundo Pérez y David Thurston, de la Estación Experimental de Tibaitatá, Instituto Colombiano Agropecuario (Bogotá), y a J.S. Niederhauser y S. Delgado, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, de México, la información bibliográfica proporcionada, así como algunas fotografías que ilustran la obra.

Igual agradecimiento hace al Dr. Jesús María Silva Calvo, Director de la Fundación Servicio para el Agricultor, Cagua, Venezuela, por haber facilitado material fotográfico, y a los Sres. Martín Hruskovec y Salvador Urbina, fotógrafos, de la Facultad de Agronomía de

Maracay; a sus colegas de la Cátedra de Raíces y Tubérculos de la Universidad Central de Venezuela: José Luis Sánchez, José R. Barrios, Rubén D. Guillén y Francisco Quintero, por sus críticas y constantes aportes, lo mismo que a los auxiliares de investigación, Sérbulo Azuaje y Gelindo Mansuti.

También desea manifestar su agradecimiento al Profesor F.A. Krantz (Q.E.P.D.) de la División de Horticultura de la Universidad de Minnesota, al exjefe del Programa Nacional de Papas, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Dr. F.J. Stevenson, al Dr. K.O. Muller, pionero en los trabajos de resistencia debida a hipersensibilidad al hongo *Phytophthora infestans*, al Dr. J.G. Hawkes, Jefe del Departamento de Botánica de la Universidad de Birmingham, al Dr. D. Correll, investigador de la Fundación Texas, al Dr. R.V. Akeley, de la Universidad de Maine, Estados Unidos, y al Dr. H.W. Howard, Jefe del Programa de Papas, del Instituto de Mejoramiento de Plantas, de Cambridge, con quienes tuvo oportunidad de trabajar y discutir aspectos relacionados con el cultivo de la papa. Manifiesta su admiración y agradece su constante amistad epistolar a los Dres. S.M. Bukasov, S.W. Juzepczuk, y V.S. Lechnovitz, del Instituto Vavilov de Leningrado.

Por último, expresa su aprecio y agradecimiento a la Srta. Matilde de la Cruz, ex-Editora de Textos y Materiales Educativos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, quien durante 10 años ha estimulado la redacción de este trabajo.

Además, desea rendir un homenaje póstumo a tres investigadores pioneros del cultivo de la papa, los Dres. Martín Cárdenas, de la Universidad de San Simón, Cochabamba (Bolivia), Karl Silberschmidt, del Instituto Biológico, de Sao Paulo (Brasil), y Fernando Mujica, de la Cátedra de Fitopatología, de la Universidad de Chile (Santiago).

INTRODUCCIÓN

Este texto trata sobre el cultivo de la papa en Latinoamérica. El tema es sencillo, ya que la papa es una planta alimenticia originaria de América, donde es posible encontrarla a través de gran parte de su territorio y donde la mayoría de los campesinos, agricultores o agrónomos han tenido algún contacto con ella.

La propiedad de la planta para adaptarse a diversas condiciones de temperatura, fotoperiodismo, suelos, entre otros, y de producir desde los 80 ó 90 días en adelante, ha hecho que se le haya estudiado intensamente, en especial fuera de América, y que hoy aparezca junto al trigo y al maíz con los mayores antecedentes bibliográficos.

Las investigaciones agronómicas latinoamericanas sobre la papa surgieron a fines de la década de 1930, con trabajos en Argentina, Chile y Perú, a los que siguieron Brasil y Colombia y posteriormente México, Ecuador y Venezuela, entre los principales productores.

El aspecto botánico se estudió desde los comienzos del siglo pasado, y aún antes, pero no fue sino hasta que aparecieron los trabajos de los genetistas rusos S.M. Bukasov y S. Juzepczuk que se comprendió en toda su amplitud el valor del germoplasma que encierra la sección *Tuberarium* del género *Solanum* para el mejoramiento de la papa cultivada.

El objeto de este texto es el de servir como guía a los estudiantes de agronomía y de ciencias naturales, a

los Ingenieros Agrónomos y a otros estudiosos del agro americano, sobre los problemas que confronta la papa, para lo cual se han arreglado las materias en diversos capítulos. En **Historia y Origen**, se analiza el aspecto histórico del cultivo en América, hasta donde es posible, de acuerdo a la investigación escrita y arqueológica.

Aunque la historia de la papa puede trazarse en el centro de origen del Lago Titicaca (Perú-Bolivia) y en el Norte del Perú hasta diez siglos atrás, gracias a la ayuda del Carbono-14, no ocurre lo mismo en Chile (Chiloé), otro centro de origen, por escasez de manifestaciones arqueológicas de los habitantes de esa región.

Sobre el origen de la papa se analizan las teorías existentes. En el aspecto de **Botánica** se exponen los antecedentes de la sección *Tuberarium*, del género *Solanum* y de las series que comprende de acuerdo a los taxónomos Bitter, Rydberg, Juzepczuk y Bukasov, Hawkes, Cárdenas, Correll, Brucher y Ochóa. Se adopta la recomendación de Bukasov de 1971 en cuanto a retirar de la sección *Tuberarium* las series *Juglandifolia* y *Etuberosa*, ya que sus representantes no producen tubérculos ni estolones, y también a la subsección *Basarthrum*.

Respecto a las series no hay consenso entre los autores, por lo que se adoptan 18 series y se indica, en cada caso, las otras en que las han subdividido diversos estudios.

El problema taxonómico más discutido está en la serie *Tuberosa*, donde se encuentran las papas cultivadas. De acuerdo al genetista Dodds, con las papas cultivadas se está frente a una sola especie grande y variable: *Solanum tuberosum*, con tres niveles de ploidía: ploidía 2X: *Solanum tuberosum* grupo *stenotomum* (que a su vez comprende los subgrupos *ajanhuiri*, *goniocalyx* y *stenotomum*) y *Solanum tuberosum* grupo *phureja*; ploidía 3X: *Solanum tuberosum* grupo *chaucha*, y ploidía 4X: *Solanum tuberosum* grupo *tuberosum* y *Solanum tuberosum* grupo *andigena*.

En todo el texto se usa el nuevo concepto taxonómico-genético de Dodds, que también es sustentado por el taxónomo norteamericano Donovan Correll.

De cada especie de papa se ha hecho una breve descripción, señalándose su valor agronómico.

En el **Capítulo 3, Composición Química y Utilización**, se discute sobre la composición química, el valor nutritivo, la calidad culinaria, las posibilidades de industrialización y el empleo de la papa en la alimentación animal. Se hace ver el alto grado de industrialización alcanzado por la papa en Norteamérica y Europa, donde se elabora más del 50 % de la producción.

En el **Capítulo 4, Clima, Suelos y Fertilizantes** se ha expuesto los antecedentes ya existentes. Para la clasificación de los climas para producción de papa se ha seguido lo propuesto por Papadakis.

En cuanto a **Métodos Culturales** se dan amplios antecedentes sobre las diversas prácticas, tanto manuales como mecánicas, señalándose sus ventajas y problemas. El **Capítulo 6 Producción de Semilla**, es amplio, ya que se considera que el éxito del cultivo depende de la calidad de la semilla empleada y que gran parte de la que llega del exterior no corresponde al tipo solicitado, por manejos dolosos en este negocio. Se recalca la necesidad de producir localmente semilla, y en los casos que sea necesario recurrir a la importación y ejercer un estricto control de calidad.

En el **Capítulo 7, Genética y Mejoramiento**, se indican los estudios genéticos realizados y los objetivos y métodos de mejoramiento que deben adoptarse de acuerdo a las circunstancias de cada situación.

En el **Capítulo 8** se discute los **Competidores Bióticos** desde el punto de vista agronómico, es decir cómo reconocer y prevenir las enfermedades y plagas de las papas.

Respecto a **Almacenamiento**, se indican los cambios químicos y fisiológicos en las papas almacenadas y las diversas estructuras para conservar los tubérculos.

Sobre **Aspectos Económicos**, se analizan los problemas de producción, comercialización, costos, precios y de comercio exterior en Latinoamérica.

Se señala la posibilidad que existe de mejorar la productividad de este cultivo, cuyos rendimientos medios son muy bajos, como en Perú con 6.5, Brasil 9.0, Argentina 12.1, Colombia 10.6, Bolivia 5.7 ton/ha, comparados con 47.6 para Suiza, 39.0 para Bélgica y 28.0 ton/ha para Estados Unidos.

Se enfatiza el poco consumo que se hace de la papa en Latinoamérica, donde sólo en Perú y Bolivia aporta el 16.7 y 16.3% del total de calorías anuales producidas por los cultivos alimenticios. En otros países del área, con alta población en regiones frescas y frías, como Colombia y Ecuador, la papa sólo aporta el 4.7 y 5.0% del total de calorías.

Lo anterior es más grave al hacer el balance del total de calorías producidas por los cultivos alimenticios para las poblaciones de los diversos países y que sólo sobrepasa la tasa de 3 000 cal/habitante/día en Brasil, Argentina, Cuba y Paraguay, mientras que Perú, Colombia y Venezuela están bajo el 50% de este nivel.

Se considera que la población de Latinoamérica, que llega a 324 155 000 habitantes, incluyendo el Caribe, necesita urgentemente mejorar tanto su dieta energética como proteica.

La dieta energética puede fácilmente mejorarse a base de una mayor área y de una mejor productividad de la papa en las regiones de clima frío y fresco de las poblaciones de los Andes y del Sur de Chile y Argentina, y a base de yuca o mandioca, batata, maíz y arroz en las poblaciones de las regiones tropicales bajas, húmedas y calientes.

La dieta proteica puede mejorarse indirectamente a base de la transformación de los carbohidratos provenientes de la papa y la yuca a través de su paso por monogástricos como aves y cerdos.

La población humana obtendrá un mejoramiento sustancial en la ingestión de proteínas, elevando el consumo de carne de pollo, carne de cerdo y huevos a 6 kg, 5 kg y 200 unidades *per capita* anual, respectivamente, lo que representa cerca de tres veces lo utilizado actualmente. Este valor es casi la mitad del consumo de dichos productos en las poblaciones de los países desarrollados.

Para 6 kg de carne de pollo se necesitan 16.2 kg de alimento, con conversión alimenticia de 2.7. Para 5 kg de carne de cerdo se requiere 19.0 kg de alimento con conversión alimenticia de 3.8. Para 200 huevos se exige 36.5 kg de alimento para gallinas ponedoras con conversión alimenticia de 2.20 (por docena de huevos). Los requerimientos de proteína de la población total de Latinoamérica son de 23 241 913 ton de alimento para el consumo animal.

1. Si 14 % de este alimento lo compone harina de tubérculos de papa y 6 % harina de maní, algodón, pescado o *Canavalia ensiforme*, se tiene: 14 % de harina de tubérculo de papa = 3 253 866 ton. La superficie de producción requerida será de 1 084 622 ha, considerando un rendimiento de 15 ton/ha y un contenido de 20 % de materia seca total. El 6 % de harina de maní, algodón, *Canavalia* sp. o pescado = 1 394 514 ton.

2. Si 35 % lo compone harina de raíz de yuca = 8 134 665 ton, la superficie de producción requerida es de 813 466 ha, considerando una producción de 30 ton/ha y 33 % de materia seca total. Para 15 % de harina de follaje de yuca = 3 486 285 ton, la superficie de producción requerida es de 138 731 ha considerando 25 ton/ha de producción de follaje seco con 18 % de proteína. Lo expuesto anteriormente demuestra que si se desea mejorar las condiciones alimenticias de la po-

blación se necesita: aumentar la superficie o bien la productividad de las áreas en actual explotación para suplir la deficiencia de carbohidratos, ya sea a base de papas en las regiones templadas y frías, o de yuca, batata, maíz o arroz en las regiones bajas, calientes y húmedas, y, elevar el consumo de proteínas a base de un complemento de carne de aves, de porcinos y de huevos, disponiendo para el 70 % de estas raciones de: 1 084 622 ha adicionales de papas en tierras frescas y frías; 813 466 ha adicionales de yuca para raíz; y 138 731 ha adicionales de yuca para follaje en tierras calientes y húmedas y de suficiente harina de algodón, maní, pescado o *Canavalia ensiforme* para complemento de las raciones con papas. No podrá existir una eficiente producción animal mientras no se cuente con un excedente de producción vegetal.

El presente texto no pretende ser exhaustivo en la presentación y análisis de los problemas, lo que no sería posible por razones de espacio físico y por no tener la información disponible a mano o porque no exista. Sin embargo, el complemento del tema, con la consulta de la información indicada en la **Bibliografía Latinoamericana de Papas**, Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, y obra de este mismo autor, ayudará a comprender mejor dichos problemas.

El autor, a través de su participación en la Sociedad Latinoamericana de Fitotecnia (fundador) y de la Sociedad Latinoamericana de Investigadores en Papas (fundador) ha tenido oportunidad de conocer los problemas del cultivo en las diversas regiones de producción y de discutir sus soluciones con agrónomos y productores.

CAPÍTULO 1

HISTORIA Y ORIGEN

HISTORIA

Primeras referencias
Evidencias arqueológicas
Ceremonias, sacrificios y creencias
La papa fuera de América

ORIGEN

HISTORIA Y ORIGEN

HISTORIA

La papa era conocida en América desde hace 10 500 años (Engel, F. 1970); su domesticación y cultivo han ocurrido en fecha posterior. Lo cierto es que en este continente surgieron dos pueblos cuya alimentación básica fue la papa: los colla (Acosta, J., 1940), que habitaban los altiplanos junto al Lago Titicaca —cultura Tiahuanacu— y los araucanos, que vivían al sur del Río Bío — Bío, Chile (Medina, J.T., 1952). Este último pueblo no tuvo una evolución cultural comparable a la de los primeros.

Junto al cultivo de la papa surgió en Perú la primera agroindustria americana: la fabricación de la papa seca o *chuño*, que es una manera de conservar el tubérculo, aún en uso en esas regiones.

En el otro extremo de Sudamérica, en la costa caribeña de Colombia y Venezuela, la yuca o mandioca surgía como otro recurso primario alimenticio de pueblos de clima caluroso, con el *casabe* o *torta* como su correspondiente industria.

El maíz, por otra parte, jugaba un papel histórico en las regiones de clima templado y caluroso desde México hasta el Perú.

El viejo mundo no conocía la papa (*Solanum tuberosum*), yuca o mandioca (*Manihot esculenta*), batata o camote (*Ipomoea batatas*), achira (*Canna edulis*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), oca (*Oxalis tuberosa*), ullucu (*Ullucus tuberosus*), maca (*Lepidium meyenii*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), ají (*Capsicum* sp.), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Lycopersicum esculentum*), frijol (*Phaseolus* sp.), maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), maní (*Arachis hypogaea*), zapallo (*Cucurbita* sp.), papaya (*Carica papaya*), aguacate (*Persea americana*), lúcuma (*Lucuma* sp.), zapote (*Achras. Calocarpum* sp.), frutilla (*Fragaria chiloensis*), la chirimoya (*Annona cherimola*), la guanábana (*Annona muricata*), el caucho (*Castilla elástica*), la quina (*Cinchona* sp.), el tabaco (*Nicotiana tabacum*), la coca (*Erythroxylon coca*), el mate (*Ilex paraguariensis*), la vainilla (*Vanilla planifolia*), entre otros.

Cristóbal Colón y sus compañeros nunca supieron que en la 'ruta de las especias', habían descubierto el verdadero 'tesoro de las Indias': la papa.

Colón comunicó a los Reyes Católicos que había encontrado una ruta corta a la India y allí estaba la muestra, la preciada pimienta (*Piper officinarum*), representada equivocadamente por el ají (*Capsicum* sp.), y muchas otras plantas, animales y aun hombres de estas tierras ignotas.

El ají fue entregado a los jardineros reales, se le cuidó y reprodujo y pasaron años hasta que se supo era un 'impostor'.

Por otra parte, la papa —el tesoro de Indias— entró en forma oscura e igualmente se reprodujo en su nueva casa. La cultivó el campesino modesto, produjo cosechas generosas allí donde los cereales tradicionales: trigo, cebada, centeno o avena, por lo riguroso del clima lo hacían con dificultad. Dio confianza al campesino y así la agricultura y la vida fueron más placenteras en los países fríos de

latitudes extremas como Inglaterra, Escocia, Irlanda, Alemania, Holanda, Polonia y Rusia.

Pero en el año 1845 ocurrió la gran epifitia de tizón debida al hongo *Phytophthora infestans*, que mató a cientos de miles de consumidores de papa, por inanición, e hizo emigrar otros hacia nuevos horizontes.

De acuerdo con los historiadores de esta planta, la Revolución Industrial del Siglo XIX no hubiera sido posible sin el auxilio del bienestar alimenticio proporcionado por este tubérculo. Tampoco la invencible Alemania hubiera perdido la primera guerra mundial (1914–1918) si en el frente interno no hubiera faltado el cobre, principal componente del fungicida **caldo bordelés**, que dejó a los sembradores de papas sin protección contra el minúsculo hongo del tizón, e hizo que al faltar el tubérculo al ama de casa en Berlín decayera la moral del pueblo.

La historia triste de la papa es que fue llevada en el bagaje por el conquistador inglés, francés, alemán u holandés a Asia o Africa, como elemento de penetración y sumisión de pueblos calificados de ' primitivos ', y en los cuales había que dirigir su explotación.

Primeras Referencias

De acuerdo a Aguado (1946) el conquistador español Jiménez de Quesada conoció la papa en 1537, en los lindes de la confederación muisca, Colombia.

El cabildo de Santiago, Chile (Barros, D., 1930), presidido por el Gobernador Capitán Don Pedro de Valdivia, invocando siempre "el servicio de Dios nuestro Señor y de su Majestad", dispuso el 13 de Agosto de 1548: "Ninguna persona siembre en su solar, ni consienta sembrar a sus yanacunas, ni indias: maíz, ni frijoles, ni papas, ni zapallos, sino fuere cosa de hortalizas, so pena que le será arrancado y pagará tres pesos (de oro) de pena". Esto lo hacía el Capitán Valdivia con el objeto de arraigar a los pobladores españoles al país sureño y así obligarlos a sembrar sus chacras en las tierras repartidas, vecinas a la ciudad.

Valdivia (Gay, C., 1937) en carta dirigida al Monarca Carlos V dice que los indios se alimentaban con papas que iban a recoger a las colinas.

Francisco López de Gomara (1554) publicó en 1552 el libro **Historia General de las Indias** y al referirse a las papas escribió: "Los hombres viven en Collao (Cuzco) cien años o más; no tienen maíz y comen cierta raíz similar a las trufas que llaman papas".

Cieza de León, (1553) en su **Crónica del Perú** publicada en Sevilla en 1553, refiriéndose a las costumbres de Popayán (Colombia) dice: "En estas provincias hay de las mismas comidas y frutas que tienen las demás que quedan atrás, salvo que no hay de las palmas de los pixivaes: más cogen gran cantidad de papas, que son como turmas de tierra". Refiriéndose a Quito (Ecuador) anota: "De los mantenimientos naturales fuera del maíz, hay otros dos que se tienen por principal bastimento entre los indios; al uno llaman papas que es a manera de turmas de tierra, (testículos de tierra) el cual después de cocido queda tan tierno por dentro como castaña cocida; no tiene cáscara ni cuesco más que lo que tiene la turma de tierra; porque también nace debajo de la tierra como ella; produce esta fruta una hierba ni más ni menos que la amapola".

En la relación de Trujillo, Venezuela, escrita en 1578, de acuerdo a Arellano (1950) se mencionan las 'turmas' como uno de los principales alimentos de los cuicas y timotes.

En la relación de San Andrés Xunxi, Puruhá, en el Reino de Quito del año 1582, dice González Suárez (1908) que: "los indígenas del Chimborazo, cuando van a las chacaras de papas y están floridas, para entrar en ellas y quitarles las flores, azótanse primero los pies con ortigas y amortíguanselos; porque entienden, que si no hacen aquéllo, (las papas) no harán cepa abajo y se secarán".

El padre Acosta (1940) en su **Historia Natural y Moral de las Indias**, que apareció en 1590, observa respecto a la papa: "Otro extremo contrario es el que en otras partes de Indias quita el pan de trigo y de maíz, como es lo alto de la Sierra del Perú y las provincias que llaman del Collao, que es la mayor parte de aquel reino, donde la temporada es tan fría y tan seca que no da lugar a criarse trigo ni maíz, en cuyo lugar usan los indios otro género de raíces que llaman papas, que son a modo de turmas de tierra, y echan arriba una poquilla hoja. Estas papas cogen y déjanlas secar bien al sol, y quebrándolas hacen lo que llaman chuño que se conserva así por muchos días, y les sirve de pan, y es en aquel reino gran contratación

lo que este chuño para las minas de Potosí. Cómense también las papas así frescas, cocidas o asadas”.

Castellanos (1955) en sus *Elegías*, escritas en 1601 y publicadas en Madrid en 1886, al describir la papa, anota: “redondillas raíces que se siembran y producen un tallo con sus ramas y hojas y unas flores que aunque raras, de purpúreo color amortiguado; y a las raíces desta dicha hierba que será de tres palmas (60 cm) de altura, están asidas ellas de la tierra, del tamaño de un huevo más o menos, unas redondas y otras perlongadas; son blancas y moradas y amarillas, harinosas raíces de buen gusto, regalo de los indios bien acepto, y aun de los españoles golosina”.

El Inca Garcilaso de la Vega (1976) en su libro *Comentarios Reales*, que tratan del origen de los Incas, Reyes que fueron del Perú, de su idolatría, leyes y gobierno en paz y en guerra, de sus vidas y conquistas, y de todo lo que fue aquel Imperio y su República antes que los Españoles pasaran a él, publicado en Lisboa en 1609, dice respecto a la papa: “En toda la provincia llamada Colla, en más de ciento y cincuenta leguas de largo (825 km), por ser la tierra muy fría, no se da el maíz, cógese mucha quinua, que es como arroz, y otras semillas y legumbres que fructifican debajo de la tierra, y entre ellas hay una que llaman ‘papa’: es redonda y muy húmeda, y por mucha humedad dispuesta a corromperse presto. Para preservarla de corrupción la echan en el suelo sobre paja, que la hay en aquellos campos muy buena. Déjanla muchas noches al hielo, que en todo el año hiela en esa provincia rigurosamente, y después que el hielo la tiene pasada, como si la cocieran, la cubren con paja y la pisan con tiento y blandura, para que despiche la acuosidad que de suyo tiene la papa y la que el hielo le ha causado; y después de haberla bien exprimido, la ponen al sol y la guardan del sereno hasta que está del todo enjuta. De esta manera preparada, se conserva la papa por mucho tiempo y trueca su nombre y se llama *chuño*. Así pasaban toda la que se cogía en las tierras del sol y del inca, y las guardaban en los pósitos con las demás legumbres y semillas”.

Refiriéndose a las conquistas del gran Túpac Inca Yupanqui, anota: “De Casamarquilla, pasó a otro pueblo principal, llamado Papamarca, que quiere decir: pueblo de papas, porque son muy grandes las que allí se dan”.

En el capítulo “De las legumbres que se crían debajo de la tierra”, escribe: “Otras muchas legumbres que se crían debajo de la

tierra, que los indios siembran y los sirven de mantenimiento, principalmente en las provincias estériles de zara (de maíz, *Zea mays*). Tiene el primer lugar, lo que se llama papa, que les sirve de pan; cómenla cocida y asada, y también la echan en los guisados; pasada al hielo y al sol para que se conserve, como en otra parte dijimos, se llama chuñu. Hay otra que llama oca (*Oxalis tuberosa*); es de mucho regalo; es larga y gruesa, como el dedo de una mano, cómenla cruda porque es dulce y cocida y en sus guisados, y la pasan al sol para conservarla y sin echarle miel ni azúcar parece conserva, porque tiene mucho de dulce; entonces se llama caui. Hay otra semejante a ésta en el talle, más no es su gusto, antes contraria, porque toca en amargo y no se puede comer sino cocida, llamada añus (*Tropaeolum tuberosum*); dicen los indios que comida es contraria a la generativa; para que no les hiciese daño, los que se preciaban de galanes tomaban en una mano una varilla o un palillo mientras comían, y comida así decían que perdía su virtud y no dañaba. Yo les oí la razón y algunas veces ví el hecho, aunque daban a entender que lo hacían más por vía de donaire que no por dar crédito a la burlería de sus mayores”.

Torres de Mendoza (1868) al referirse a las papas en la Relación de Tunja (Colombia) fechada en 1610 dice: “siembranse a mano; las semillas son ellas mismas hechas pedacitos que tengan algún nudo por donde nazcan; el fruto (tubérculo) dan en la raíz, colgado como gamones (liliácea medicinal parecida a la cebolla), y cuando están maduras las arrancan y cogen, apartándolas de las raíces”.

En Vásquez de Espinoza (1948) se encuentra la primera relación detallada del cultivo de la papa en América, escrita en 1628 o 1629. Las referencias que hace van desde Quito en Ecuador, Perú, Alto Perú (Bolivia), Argentina, Paraguay y Chile, donde llega hasta la ciudad de Castro en la Isla Grande de Chiloé. Afirma en primer lugar que las papas son mejores que las trufas, y esto es mucho decir para un español que está catalogando un “alimento de indios”. Sobre Quito, anota: “el país tiene buen abastecimiento de trigo (planta introducida por los conquistadores), maíz y papa. En Chimbo cultivan papa y quinua” (*Chenopodium quinoa*).

Al referirse al Camino del Inca, que iba desde Pasto (Sur de Colombia) hasta el Río Maule (Chile), de 1 000 leguas (5 500 km) de largo con 20 pies (5.60 m) de ancho, dice que cada tres leguas hay apartamentos incásicos y almacenes de provisiones que contienen maíz, papas y otros alimentos para la gente de paz y guerra. Más adelante explica que hay otro Camino del Inca paralelo a la costa, a

la vista del mar, de 24 pies de ancho (6.80 m) con dos murallas laterales de adobes. Describe estos almacenes en Cajamarca, Chachapoyas, Jauja (Perú).

Al referirse a Recuay dice que su clima es muy frío e inclemente, por lo que sólo cultivan papa, lo mismo que en la Provincia de Collao. La provincia de Collaguas (Arequipa) es un distrito rico, con buena provisión de maíz, papas, carne y pescado.

En Castro Virreyña (Perú) cultivan papas, ocas (*Oxalis tuberosa*), macas (*Tropaeolum tuberosum*), y ullucus (*Ullucus tuberosus*). En la provincia de Huachos pagan los tributos en papas. En el distrito de Cuzco de la Provincia de Aymaraes y en la Provincia de Chumbivilca producen papa y otros cultivos como maíz.

En Cochabamba (Bolivia) hay campos de maíz, trigo y papas, lo mismo que en el Valle Chilón, cerca de Santa Cruz de la Sierra. En la ciudad de La Plata-Chuquisaca (ahora Sucre) se cultiva papas, oca (*Oxalis tuberosa*), yuca (*Manihot esculenta*), maní (*Arachis hypogaea*), garbanzos (*Cicer arietinum*), porotos (*Phaseolus vulgaris*) y lentejas (*Lens esculenta*).

En Atacama (Chile), tierra adentro del Puerto de Cobija (ahora Antofagasta), cultivan papas, vides (*Vitis vinifera*), trigo (*Triticum aestivum*) y otros. Todos estos cultivos son bajo riego: San Pedro de Atacama, Toconao, Chíuchú. En Omaguessa, Tucumán y en Córdoba (Argentina) cultivan papas y camotes (*Ipomoea batatas*).

De acuerdo al cura Vásquez, en San Juan de la Vera, al Sur de Paraguay, también se hace el cultivo de esta planta. El autor de este texto duda que sea papa de la especie *Solanum tuberosum* lo que informa el cronista colonial, y debe haber sido tubérculos de la especie silvestre rioplatense *Solanum commersonii*, de amplia difusión en esa zona. El cultivo de la papa no ha sido nunca importante en Paraguay, y en Uruguay sólo se introdujo en época tardía desde Las Islas Canarias (Africa), hacia 1775 (Berro, 1914). Vásquez luego se refiere al valle de Santiago (Chile) donde se hace algún cultivo de papas. Al referirse a Castro, la segunda ciudad de la Isla Grande de Chiloé, dice: "la región parece muy pobre debido a las últimas guerras. La tierra da abundantes cereales y lentejas". Es raro que el cronista no se haya referido a la papa, que ha sido tradicionalmente el principal alimento de Chiloé. En todo caso, la relación de Vásquez de Espinoza es de enorme valor.

Bernabé Cobo (1890) en su **Historia del Nuevo Mundo**, publicada en 1653, dice: "diferéncianse unas papas de otras en grandeza y sabor, las mayores son como un puño y de aquí para abajo hasta el tamaño de una avellana; pero las ordinarias son del grandor de un huevo de gallina. Hállanse de todos los colores, blancas, amarillas, moradas y rojas". Refiriéndose al chuño, observa Cobo: "es de tanta dura, que aunque se guarde muchos años, no se pudre, ni corrompe y los indios lo comen cocido en lugar de pan". Anota que papa (quichua) corresponde a amca en aymará.

Cortés y Larraz (1958) se refiere al cultivo de papas en Santa Catalina Sixa y en Santa María Ustatam, Quetzaltenango, Guatemala, hacia el año 1771. Fernández (1907) dice que la papa se cultivó tarde en Costa Rica, sólo a fines del siglo XVIII, cerca del Cartago. En Nueva España (México) sólo se daban las papas en el territorio chichimeca, de acuerdo a Fray Motolinía (1941).

Altolaquirre (1908) se refiere al cultivo de la papa en Venezuela hacia 1786 en las alturas de Duaca, Valle de Aroa y Chabasquén, El Tocuyo.

Dávila (1881) al describir la Provincia de los Yauyos (Perú) anota: "y en lo alto de las haldas, destos dichos ríos se siembran y cogen la semilla de las papas, que quieren tierra fría, pues uno de los mayores bastimentos que los indios tienen en esta dicha provincia, que son turmas de tierra . . . y la oja (oca) también se da con estas papas".

Frampton (1577) presenta una traducción al inglés de un trabajo de Nicolás Monardes, donde se hacen las primeras menciones de la papa en el nuevo mundo.

Squire (1878) informa sobre la alfarería y huacos que se encuentran en las tumbas de los períodos incásicos y preincásicos y dice que algunos tienen forma de papa.

McGovern (1927) menciona que cerca de Pisco, 20 millas al sur de la Península de Paracas (Perú) fue testigo de las excavaciones de Tello en tumbas de civilizaciones primarias. Se encontró algodón (*Gossypium hirsutum*), maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), yuca (*Manihot esculenta*) y restos de otras plantas desecadas.

Cook (1918) trata sobre la agricultura a grandes alturas en Perú y en especial del cultivo de las papas amargas que no pueden consumirse en estado fresco. En el Paso de la Raya, límite superior de la agricultura, el único cultivo asociado a la papa es la cañihua (*Chenopodium canihua*).

Los Aymará del altiplano del Lago Titicaca en Bolivia son los descendientes actuales de la tribu Colla. La Barre (1947) estima que los antecesores de los Colla son probablemente responsables de los grandes monumentos megalíticos preincaicos de la cultura Tiahuanacu. Un hecho interesante para etnólogos y botánicos es que la gran civilización prehistórica estaba basada en el cultivo de la papa y de otros tubérculos.

Para dar una idea de la gran familiaridad de los habitantes de esta región con el cultivo de la papa, La Barre presenta en detalle el sistema nativo aymará de nomenclatura de esta planta, en la cual es esencial (lingüísticamente hablando) una bien desarrollada taxonomía nativa. El autor hace doscientas nueve citas, en idioma aymará, de nombres de variedades basados en el uso de una palabra descriptiva para la variedad, con la adición de un adjetivo modificativo para distinguir las subvariedades por caracteres, como forma del tubérculo, grosor de las hojas, y otros. El término *chchoqhe* designa las variedades corrientes de papas, y el término *lukki*, las papas para helar y hacer *chuño*. La Barre estima que los aymarás son los primeros botánicos de las papas y que su vida hubiera sido imposible en las frías altiplanicies sin su producto.

El abate Molina (Molina, G.I., 1782) al describir la papa de Chile, dice: "En efecto se produce en todos sus campos en forma espontánea y en gran número".

La papa silvestre de Chile y Perú, dice Cronau (1892) es una planta muy insignificante. Los grandes y sabrosos tubérculos de diferentes clases de papas cultivadas que encontraron los españoles a su arribo a aquellas tierras hacen suponer necesariamente algunos siglos de cultivo esmerado de esta planta.

Krickeberg (1946) se refiere a las papas cultivadas en el Archipiélago de Los Chonos, Chile, 45° L.S. También menciona que este cultivo se difundió tardíamente en Argentina. Medina (1952) manifiesta que el *poñi* o papa era uno de los principales alimentos de los araucanos, que vivían al Sur del Río Bío — Bío.

Hawkes (1947) se refiere al significado de nombres de papas, en diversas lenguas sudamericanas:

Quechua = papa, ajsu, ocsu o akshu.
(Perú).

Chinchaysuyu = akkaro o kauri (Torres Rubio y Figueredo, (1754), aksu)
(Quito, Ecuador).

Aymará = chocke, cchoque, choque.
(Lago Titicaca) amka, amcca, amkha (Bertonio (1612), anka, amka y kea).

Colorados = pulu.
(Esmeralda, Ecuador)

Cayapa = pulyu.
(Esmeralda, Ecuador).

Chibcha = iomza, iomuy.
(Sabana de Bogotá).

Araucano = poñi (Febres (1765) y Medina (1952)).
(Sur de Chile)

Atacameño = chusli (Latham (1936)).
(Norte de Chile).

Chonos = aquina (Darwin (1951)).
(Extremo Sur de Chile).

Evidencias arqueológicas

Las primeras representaciones de la papa en huacos, (*) según Salamán (1937), ocurrieron en la costa norte del Perú en el período Proto-Chimu, lo que demostraría que la papa ya estaba domesticada

(*) Huaco o guaco, del quechua waco. Pieza de cerámica u otra materia que se depositaba llena de productos junto a los sepulcros de los antiguos peruanos.

en esas regiones en el Siglo II de la actual era. Según Tello, citado por Salamán, las representaciones de papas en los huacos y en las piezas de cerámica aparecen en las tumbas peruanas de los períodos siguientes, hasta el período Inca tardío. Salamán cree que pasaron varios siglos desde que la papa fue descubierta y cultivada en la sierra (montaña) hasta ser trasladada a la costa de Perú. Estima que el primer cultivo de la papa ocurrió hace unos 3 000 años.

Por su parte, Engel (1970) encontró papas fósiles en la Puna de Chilca, Perú, y demuestra mediante radio-carbón que éstas eran conocidas hacía ya 10 500 años por los aborígenes americanos.

El sur de Chile más allá del Río Bío – Bío (37° L.S.) no logró ser conquistado por los incas, y los españoles sólo hicieron incursiones y fundaron algunos pueblos en sus costas, como Imperial, Valdivia, Carelmapu o Ancud. Investigaciones recientes auxiliadas por el Cl_4 y citadas por la arqueóloga Mostny (1971), muestran que Chiloé ya estaba habitado 10 000 años A.C.; otras muestras arqueológicas de Chanchán y Queule, cerca de Valdivia, están fechadas en 1 000 años A.C. No hay representaciones arqueológicas de papas.

Los muiscas que habitaban en los actuales Departamentos colombianos de Cundinamarca, Boyacá y parte de Santander, poseían uno de los más altos grados de desarrollo y tenían orfebres especializados en Guatavita, lo mismo que ceramistas en Ráquira, Tinjacá y Sutamarchán y no se encuentra dentro de sus manifestaciones artísticas representaciones de la papa. Lo mismo ocurre con los chibchas que ocupaban otra parte del territorio neogranadino.

No se han encontrado en México, de acuerdo a Ugent (1968), evidencias etnobotánicas o representaciones fitomórficas de la papa. No hay ilustraciones de papas en ninguna de las copias existentes de los Códigos aztecas del siglo XVI.

Ceremonias, sacrificios y creencias

Salamán (1937) cita a Velasco, quien dice que ni el Rey de Quito, ni los Incas, ni los españoles pudieron suprimir las fiestas de las cosechas al sur del Ecuador, donde cien niños eran anualmente sacrificados. Agrega Salamán que las papas eran en esa región un cultivo importante y se presume que las ceremonias se dedicaban, a lo menos en parte, al éxito de la cosecha.

Clarence Wood, también citada por Salamán (1937) señala que hay tres ceremonias o sacrificios durante el cultivo y la cosecha de la papa en Perú, y son:

Cayacoy, en el mes de mayo, en que el campesino sembrador de papas invita a sus vecinos y quema en alcohol tres objetos: *velacay* (hojas de una planta medicinal), *hancuir* (grasa de llama) y *huallpo* (grasa de vicuña) y reza al 'tata' (dios) para que su cultivo esté protegido. Las cenizas se esparcen y después sigue un baile acompañado con bebidas.

Chucumayocali es una ceremonia más o menos similar realizada en el mes de agosto, época de abonar y aporcar. Se dice una misa en medio del campo y sigue la celebración con baile y bebidas.

También se tiene *Huncos Huncostil* o celebración de la cosecha. En ella los campesinos tratan de encontrar las papas más grandes y se las lanzan al dueño del sembrado, quien a su vez las lanza lo más lejos posible de manera que todo el campo pase así a producir papas grandes; la segunda parte de la ceremonia es de carácter religioso, para dar gracias a Dios con oraciones por la cosecha. Después vienen el baile y la fiesta, la que ocurre en octubre.

En la provincia de Arauco (Chile) es tradicional que, a la cosecha, las papas más grandes —llamadas *ayuntos*— se las lleve como regalía el trabajador voluntario de la *minga* (grupo de vecinos que colabora en la cosecha).

Chiloé es una tierra de superstición y brujería. Es corriente ver en los regueros de los sembrados de papa una piedra, llamada *millahuinllín*, con supuestos poderes mágicos para que el agua que va a las papas, con su contacto, ayude a producir una gran cosecha.

En las tumbas de los pequeños cementerios parroquiales chilotos, de Chacao, Quetalco, Chonchi, Dalcachue, Cucao, Curaco de Velez y otros, siempre se encuentran plantas de papas muy diversas, que se distinguen mejor cuando están en flor, por los vistosos colores: violeta, rojo, carmesí, blanco o combinadas con blanco. Estas papas han sido extraídas de siembras lejanas y enterradas de noche en el cementerio, para que al dueño del sembrado le vaya mal en su cosecha. Y dicen que siempre así ocurre.

Los brujos de Chiloé preparan brebaje para sus pacientes —que son numerosos— *con alhué-poñí* (alhué = brujo, poñi = papas) y todos los otros ingredientes comunes a la superstición americana.

La papa en la Francia del siglo XVII, fue prohibida por la Facultad de Medicina de París, pues decía el dictamen: “incita a Venus”. Lo cierto era que los franceses en su refinamiento se comían el fruto verdadero (baya o tomatina) que es de elevado contenido en solanina, glucósido muy venenoso. Los cerdos eran los favorecidos con los deliciosos tubérculos que quedaban bajo tierra.

Los campesinos, desde Maine en Estados Unidos hasta el extremo sur de Chile, siembran sus pequeños planteles de papa cuando la luna está en menguante y nunca en creciente. En esta forma dicen ellos que se obtienen plantas más vigorosas y mejores rendimientos.

Para el día de San Juan —cuando, según el decir popular, el diablo anda suelto— en los países del Sur lanzan tres papas debajo de la cama para extraer una de ellas a las 12 de la noche. Una papa está con cáscara, la otra a medio pelar y la otra pelada. Si se extrae la papa con cáscara el año será bueno y habrá suficiente dinero; la papa a medio pelar significa que el año vendrá regular y la papa pelada es signo de un año de pobreza y fracasos.

En Venezuela hacen esta misma prueba en igual ocasión, pero con diverso significado, la papa con cáscara significa que la persona se casará con un negro o negra (según sea el caso), la semipelada con un mulato, y la pelada con un blanco. Por último, en Chile, cuando pasa una mujer hermosa, el comentario de los varones es: “ ¡cosa papa! ”.

La papa fuera de América.

Parte importante en la historia de la papa y su introducción en Inglaterra se ha asignado hasta ahora al pirata Francis Drake.

Green (1877) lo describe así: “uno de los marinos más insignes que ha producido Inglaterra, hijo de un pobre vicario puritano, que había hermanado su puritanismo con su pasión por las aventuras”. “Vender negros en las colonias, matar españoles, saquear buques que cargaban oro, eran a juicio del joven marino, la obra del elegido de Dios”.

Drake (1854) fue el primer marino no español que atravesara el Estrecho de Magallanes, el 20 de Agosto de 1578; y entrara el 6 de septiembre en el Océano Pacífico. El 25 de Noviembre llegó a la Isla La Mocha, 38.5° L.S., y embarcó por primera vez papas, raíces y dos huanacos muy gordos. Regresó a Plymouth en 1580, después de dar la vuelta al mundo con papas y tabaco de las Indias (América).

Hawkes (1967) estima que Drake nada tuvo que ver con la introducción de la papa en Inglaterra, pues su arribo a Europa ocurrió mucho después de un año de su visita a La Mocha y un tubérculo de papa no pudo haber resistido tal travesía.

La introducción de la papa en Europa, según Hawkes (1967), se hizo primero a España alrededor de 1570, posiblemente como provisión de los barcos y de ahí pasó a Italia, Bélgica, Alemania y otros países. Otra ruta de introducción fue la efectuada por los ingleses a las Islas Británicas entre 1581 y 1596.

Salamán (1949), estima que la primera introducción de la papa a Europa debe haber sido de material de Perú o de Ecuador y no de Chile, como afirma Vavilov (1951). La razón que aduce es que las flotas de galeones hacían viajes sólo desde Cartagena de Indias en el Caribe, a Sevilla, y cualquier mercadería debía llegar hasta ese puerto. Si las papas hubieran sido de Chile, tendrían que haber hecho la travesía por mar desde Valparaíso al Callao en un mes o un mes y medio y de allí ser llevadas a otro barco de la flota mercante que hacía el viaje una vez al año entre Callao y Panamá. En Panamá las mercaderías eran trasladadas a lomo de mula por el istmo hasta Nombre de Dios, allí embarcadas a Cartagena y aquí reembarcadas en la flota de Sevilla.

Otra ruta que podían haber seguido las papas de Chile era la del Estrecho de Magallanes. La primera travesía del Estrecho desde el Pacífico hacia el Atlántico para seguir después a España fue hecha por el Capitán Superior Pedro Sarmiento Gamboa en la nave Nuestra Señora de la Esperanza, que dejó la boca Atlántica del Estrecho el 24 de Febrero de 1580, y la papa ya estaba en Europa.

No existía en ese tiempo la ruta terrestre Santiago, Mendoza, a través de la pampa, ya que Mendoza, San Juan y Tucumán estaban unidas a Santiago y a Lima.

ORIGEN

De Candolle (1883) afirma que durante el período del descubrimiento de América, el cultivo de la papa era practicado, con todas las apariencias de ser muy antiguo, en las regiones templadas de Chile hasta la Nueva Granada.

Nadie puede dudar, escribe, que la papa sea originaria de América; lo que se necesita es determinar de qué parte de este vasto continente. Es necesario saber, afirma, si la planta se encuentra en estado espontáneo y en qué localidades, y para lo cual hay que desechar dos posibles causas de error; una que confunde a la papa con especies vecinas del género *Solanum*; otra, que los viajeros se han podido equivocar sobre la calidad de las plantas espontáneas.

Agrega De Candolle hechos numerosos que muestran la espontaneidad de Chile.

En 1822 Caldeleugh, citado por Sabine (1824), remite a la Sociedad de Horticultura de Londres tubérculos de papa recogidos en las quebradas de los alrededores de Valparaíso y que los aborígenes llaman *malla* (silvestre). Los tubérculos de Valparaíso plantados en Londres produjeron la verdadera papa, según afirma Sabine (1824). En 1847, Lindley (1848) vuelve a certificar la identidad de esta planta con la papa común. Otra evidencia que aporta De Candolle es lo escrito por Darwin (1951) quien dice textualmente:

“La papa silvestre crece en abundancia en estas islas (Archipiélago de Los Chonos) en el suelo arenoso lleno de conchas a orillas del mar. La planta más alta que he visto tenía 4 pies (1.20 m) de altura. Los tubérculos son de ordinario pequeños; he encontrado algunos, sin embargo, de forma oval, que tenían dos pulgadas (5 cm) de diámetro; se parecen en todo a las papas inglesas y hasta tienen el mismo sabor; pero cuando se las hierva, se reducen mucho y tienen un gusto acuoso e insípido, aunque no amargo. No hay por qué dudar el que la papa sea indígena de estas islas. Se la encuentra, según Low, hasta los 50° de latitud sur, y los indios salvajes de estas regiones le dan el nombre de *aquinas*; los de Chiloé la denominan de otro modo. El profesor Henslow, que ha examinado las muestras desecadas que llevé a Inglaterra, sostiene que esas papas son idénticas a las descritas por Sabine, de Valparaíso, pero que forman una variedad que algunos botánicos consideran como diferente. Es de notar

que la misma planta se encuentra en las estériles montañas de Chile Central, donde no cae ni una gota de agua durante más de 6 meses, y en las húmedas selvas de estas islas meridionales”.

De Candolle cita un ejemplar de herbario recogido por Gay, atribuido a *Solanum tuberosum* por Dunal y que dice en su etiqueta de colección: “Al centro de las Cordilleras de Talcaehue y de Cauquenes, en los parajes que sólo visitan los botánicos y los geólogos”.

Gay (1974) insiste en la frecuencia de las papas silvestres en la Cordillera de Malvarcó, y en la Cordillera de los poñis (papas), en la Araucanía. Menciona para Chiloé 45 variedades, siendo las principales: Picumes, Pedames, Lingues, Niamcu, Nanulues, Coluna, Caimoavidanes, Curavoana, Quethipoñi, Uguilda, Voycañes, Chona, Liles, Patiru-poñi, Memichun, Quehuenbaca, Maoudi, Mechay, Pachacón, Vidoquín.

Cañas (1901) afirma: “Después de constantes investigaciones, de pacientes informaciones recogidas personalmente en nuestros repetidos viajes por las provincias de Concepción, Arauco, Malleco, Cautín, Llanquihue y Chiloé, nos creemos autorizados para establecer en forma indubitable, que la papa ha nacido en los bosques del Sur de Chile, que de allí era extraída por los aborígenes para su alimentación diaria, que allí la hallaron los conquistadores, y que allí se halla todavía silvestre, salvaje, porque en esas regiones están sin modificarse las condiciones de clima, de suelo, bajo las cuales tuvo su origen”.

Algunas menciones de Cañas, todas las cuales se refieren a la papa con tubérculos *Solanum tuberosum*, indican las siguientes localidades: la Isla, frente a Temuco (Cautín) donde los soldados que combatían a los araucanos en 1882 recogieron abundantes papas silvestres, así como aconteció en 1883 a 40 km más al sur, en las montañas que rodeaban el fuerte Freire. La Isla Doña Inés, donde según el capitán Señoret, mencionado por Cañas, los indios en años de escasez, recogían gran cantidad de papas silvestres. Sobre el Río Imperial y a 50 km de su desembocadura en la cordillera de la Costa entre Toltén y Corral, Cordillera de Chanchán, había gran cantidad de papas silvestres que hasta hoy subsisten, ya sea en forma cultivada como Toltena blanca, Toltena colorada, Pichilla blanca y Pichilla colorada. Otra localidad es el Lago Ranco, Valdivia, donde las papas silvestres dan tubérculos negros; el Lago Villarica (Cautín) donde los

tubérculos son de colores variados. En Carelmapu (Llanquihue) en el extremo sur del territorio firme, dice Cañas que después de los roces a fuego, método aún en uso para incorporar nuevas tierras al cultivo, aparecían gran cantidad de papas de las llamadas Guapa. Esta variedad aún hoy se conoce en Llanquihue y Chiloé. Maldonado (1897) cita varias localidades de Chiloé donde la papa es silvestre.

Vavilov (1951) considera que la papa cultivada tuvo dos centros de origen: el centro de origen de Chiloé, donde junto a la papa cultivada (*Solanum tuberosum*) están la madia (*Madia sativa*), el mango (*Bromus mango*) y la frutilla (*Fragaria chiloensis*) y el centro de origen Ecuador, Perú y Bolivia, donde están representadas la papa cultivada andina (*Solanum andigenum*), otras especies de papas endémicas, la oca (*Oxalis tuberosa*), la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), el ullucu (*Ullucus tuberosus*), la aricama (*Polymnia sonchifolia*), el ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), la achira (*Canna edulis*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y otras plantas útiles.

Para Vavilov el centro de origen de una especie cultivada está allí donde se encuentra una mayor variación en sus formas cultivadas y las especies silvestres correspondientes, así como un marcado endemismo fitogeográfico.

Latham (1936) manifiesta que a la llegada de los españoles los indígenas cultivaban la papa y se alimentaban con ella, especialmente en las poblaciones del altiplano (Perú-Bolivia) y en las del Sur de Chile, lugares donde no se produce bien el maíz. Menciona para papas el nombre de *chusli* en atacameño, *poñi* para las papas cultivadas y *malla* para las silvestres en araucano.

A propósito del origen de la papa cultivada, Wight (1916) dice: "Todas las informaciones sobre presencia de formas silvestres, de *S. tuberosum*, que he tenido oportunidad de trazar hasta un espécimen, ya sea viviente o preservado en un herbario, han probado ser especies diferentes. Así, en lo referente a material de herbario yo no he encontrado en ninguna de las principales colecciones europeas un solo espécimen de *Solanum tuberosum* colectado en un verdadero estado silvestre. Después de 150 años de intermitentes colecciones, no hay evidencia botánica que la especie está actualmente creciendo en su condición indígena original en ninguna parte".

El género, según Hawkes (1972) es uno de los más grandes del reino vegetal y su distribución es mundial, pero la concentración de

diversidad está en el continente americano, como ocurre con la familia *Solanacea*.

Cuatro de los seis subgéneros de *Solanum* son monocontinentales, habiendo dos de dispersión mundial (*Solanum*, *stellatipilum*). Aproximadamente el 75 % de las secciones y subsecciones de estas dos son, otra vez, monocontinentales. Esto agrega mucho peso a la hipótesis de que un número de géneros ampliamente expandido, incluyendo *Solanum*, pueda haber existido antes de la separación del continente Gondwana en el cretáceo, hace 100 millones de años.

Hawkes (1967) en otro trabajo manifiesta que la región del Lago Titicaca sería el centro de origen de la papa cultivada porque allí existe gran número de especies, lo mismo que de variedades cultivadas; allí habría nacido la agricultura más primitiva basada en el cultivo de la papa y otras plantas tuberosas, mientras que el maíz no se introdujo al cultivo sino más tardíamente.

Ugent (1968) al referirse a la papa en México dice que esta planta es de reciente introducción pero no se conoce en qué forma se realizó.

Bukasov (1970) manifiesta que el primer genocentro principal de las subsecciones sudamericanas de *Tuberarium* está localizado en los altiplanos adyacentes a Perú y Bolivia. El carácter dominante de las subsecciones *Andinum* y *Oriente* está concentrado allí. Un centro secundario sudamericano está en la costa del Pacífico de Chile y en las islas adyacentes. Las especies de la Subsección *Pacificum* se han desarrollado allí, incluyendo *Solanum tuberosum* L.

El segundo genocentro principal de especies silvestres de papa lo constituyen las dos subsecciones: *Arcticum* y *Stellatum* de las montañas de México.

Sykin (1971) se refiere al origen y a los ascendientes silvestres de las papas cultivadas de Chile, *Solanum tuberosum* L. Manifiesta que el centro de distribución de las variedades indígenas primitivas es el sur de Chile. Le sirve para afirmar lo anterior los trabajos de Darwin 1845, Cañas 1901, Juzepczuk 1937, Brücher 1958, Sykin 1968. Dice que todas las formas que se producen en las Islas de Chiloé y de Los Chonos y que crecen bajo condiciones naturales son —sin lugar a dudas— silvestres, ya que tienen estolones largos (hasta

90 cm) y tubérculos muy pequeños y sin gusto. Agrega: las similitudes morfológicas y citológicas entre las papas silvestres de Chile colectadas y descritas por varios naturalistas y las variedades indígenas primitivas demuestran su estrecha relación filogenética. La presencia de papas silvestres productoras de tubérculos en el casi inaccesible sur de Chile, alejado de colonias humanas, da clara evidencia de que estas formas de papa no se derivan del norte (del altiplano) y de que son indígenas.

La Araucanía y las Islas de Chiloé y de Los Chonos constituyen el segundo centro de desarrollo de la papa en el continente sudamericano. Desde el punto de vista de Vavilov, cumple con todos los requisitos y condiciones que caracterizan un 'geno-centro' y son: aislamiento geográfico y aislamiento climático natural del país, métodos rudimentarios de agricultura, el haberse originado otras plantas útiles en el área, gran diversidad de variedades indígenas primitivas y, finalmente, lo que es más importante y que ha sido claramente demostrado por Sykin (1971) es la presencia de papas silvestres productoras de tubérculos.

Brücher (1975) hace énfasis en que sólo hay un término taxonómico válido para los cultivares tetraploides, el legítimo nombre Lineano *Solanum tuberosum*, y que todos los otros nombres creados deben abandonarse. Establece que la Isla de Chiloé, o Chile, no debe considerarse como el centro de origen de la papa. Expediciones fitogeográficas realizadas por Brücher desde Chiloé hasta Venezuela lo convencen de que el concepto de Vavilov de 'Geno-Centro' no puede ser aplicado al origen y evolución del *Solanum tuberosum*. Estima que lo considerado como papa silvestre verdadera o papa indígena de Chiloé, no son sino introducciones de papas de fuentes andinas en épocas prehistóricas.

Hawkes (1972) dice que no existen barreras genéticas entre los tetraploides de los Andes y de Chile que se muestren en las pruebas de descendencias F2, y que las diferencias morfológicas y fitoperiódicas caracterizan mejor a dos subespecies que a dos especies. Manifiesta que parece que el complejo tetraploide se originó en los Andes Centrales y que fue diseminado por el hombre hacia el norte y el sur. Hacia el norte su dispersión se detuvo en Colombia y en las tierras bajas de América Central, pero hacia el sur las papas fueron llevadas a tierras bajas templadas del sur de Chile, y allí modificadas hacia condiciones de día largo. Las formas chilenas fueron separadas

de sus fuentes de Perú y Bolivia por el desierto de Atacama y las altas barreras montañosas secas del norte de Chile y Argentina.

Correll (1962) considera que el material más afín con la concepción Lineana de *Solanum tuberosum* se encuentra en la Isla de Chiloé y en el Archipiélago de los Chonos, sin que esto signifique que el *Solanum tuberosum* se originó en esa región.

Según Ross (1963) los *Solanum* de la Sección *Tuberarium* tienen dos centros de diversidad: los Andes de Bolivia y Perú y la región montañosa de México. Dentro de estos límites las formas cultivadas tienen su centro en la región andina, a más de 2 500 m de altitud.

Barros en su *Historia General de Chile* (1930) expresa que Túpac Inca Yupanqui, un ilustre guerrero, reinaba a mediados del siglo XV, probablemente de 1430 a 1470. Extendió el territorio incaico hasta Tucma o Tucumán y de allí marchó a la conquista del Sur hasta el Valle Chile (Valle del Río Aconcagua). Según este mismo historiador, los Incas sometieron todo el centro y el norte de Chile, llegando hasta el Río Bío — Bío (Lat. 37 S.). "Los indomables araucanos que vivían del otro lado de este río, más numerosos y compactos que los que habitaban las provincias del norte, desplegaron en esas circunstancias la heroica energía que los ha hecho famosos en la epopeya y en la historia, y supieron contener a los invasores".

Posteriormente a la muerte de Huayna Cápac, hijo del Inca Yupanqui, alrededor de 1520, fueron las tropas del Inca reducidas por los araucanos a las orillas del Río Maule (35° 30' L.S.), situación en que fueron encontrados años después por los españoles.

De acuerdo a Barros (1930), los incas hicieron aportes positivos a la agricultura de Chile al introducir el cultivo del maíz (*Zea mays*), llamado por ellos *zara*, el cultivo del poroto pallar o lunado (*Phaseolus lunatus*), llamado en quichua *purutu pallar* y en la lengua de Chile *degul* o *culhui*. Cita al cronista español González de Najera, quien dice: "El poroto (frijol) era planta de cultivo ordinario en Chile antes de la entrada de los españoles; había frijoles de varios colores...". Como animales domésticos introdujeron la llama (*Lama grama*) y domesticaron en Chile el Luán, rebautizado en quichua como huanaco (*Lunus huanachus*) y quizá el aporte más significativo para el centro y norte de Chile fue el riego de los campos cultivados mediante canales artificiales desde los ríos.

Antes de la llegada de los soldados incaicos, la alimentación de los chilenos estaba reducida a los productos de la caza, la pesca y a las pocas frutas y semillas que producía el país. Estas eran el pehuén o piñón (*Araucaria araucana*), cuyo fruto puede guardarse por casi un año, la frutilla (*Fragaria chilensis*), la papa (*Solanum tuberosum*), la avellana (*Gevuina avellana*), el madi o melosa (*Madi sativa*) y el mango —cereal de los araucanos— (*Bromus mango*).

Todos los antecedentes anteriormente expuestos tienen por objeto demostrar, y no por suposiciones, que los emisarios del Inca no tuvieron contacto con los nativos del extremo sur de Chile y Chiloé (43° L.S.), tierra de un pueblo indomable en que se producía la papa (*Solanum tuberosum*) y en que aún se encuentran formas primitivas.

Una prueba de la ausencia de emisarios del Inca en la Araucanía y Chiloé es que los habitantes de esas regiones conservan hasta hoy viva su lengua: el araucano. No ocurrió lo mismo con el *cunza* hablado por los habitantes del norte, o el *cancán* hablado en Chile central, de los cuales según Mostny (1971) sólo se poseen conocimientos rudimentarios pues fueron reemplazados por la lengua oficial, el *quichua*, llevado por el conquistador a todos los territorios sometidos.

Según Bird, citado por Mostny (1971), en los conchales de la Isla de Chiloé se han encontrado dos capas superpuestas; en la más antigua aparecen restos de una industria a base de guijarros con cuchillos o tajadores de piedra, y en la superior existen hachas cilíndricas y una cerámica tosca. El material de la capa baja se asemeja al hallado en Río Gallegos, Patagonia (Argentina), llamado 'riogalleguense', que ha sido fechado unos 10 000 años A.C. para su sitio tipo. Esto daría a la presencia del hombre en Chiloé una gran antigüedad, lapso que le habría permitido domesticar la papa.

Posiblemente haya habido un contacto, siglos antes de la dominación incaica, entre el habitante del altiplano (Lago Titicaca) y el de Chiloé, y la papa *Solanum tuberosum* haya sido transportada en alguno de los dos sentidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, J. Historia natural y moral de las Indias. México, Fondo de Cultura Económica, 1940. 638 p.
2. AGUADO, P. DE. (Fray). Historia de Santa Marta y Nuevo Reino de Granada. Madrid, Real Academia de la Historia, 1916. T.I, 866 p.
3. ALTOLAGUIRRE y DUVALE, A. DE. Relaciones geográficas de la Gobernación de Venezuela (1767—1768). Madrid, Real Soc. Geográfica, 1908. 350 p.
4. ARELLANO, A. (Edit.). Fuentes para la historia económica de Venezuela. Caracas, 3a. Conf. Interamericana de Agric. 1950. 224 p.
5. BARRE, W. LA. Potato taxonomy among the aymará indians of Bolivia. Acta Americana 5:83—103. 1947.
6. BARROS, D. Historia General de Chile. Santiago, Editorial Nascimento, 1930. T.I, 460 p.
7. BERRO, M.B. La agricultura colonial. Montevideo. Imprenta Artística, 1914. 351 p.
8. BERTONIO, L. Vocabulario de la lengua aymará. Iuli, Imprenta Francisco del Canto, 1612. 14 p.
9. BRÜCHER, H. Domestikation und Migration von *Solanum tuberosum* L. Kulturpflanze 23:11—74. 1975.
10. BUKASOV, S.M. Cytogenetics problems of evolution of the potato species of the Section *Tuberarium* (Dun.) Buk. Genus *Solanum*. Moscú, Academia 'Hayk', U.R.S.S., 1970. T.VI. N° 4, pp. 84—95.

11. CANDOLLE, A. DE. L'origine des plantes cultivées. Paris, Librairie Germer Bailliere et Cie., 1883. 377 p.
12. CAÑAS, A. La papa. Investigaciones sobre su origen, sus cultivos y las enfermedades y pestes que la atacan en Chile. Actes de la Société Scientifique du Chili (Santiago) 11:159–197. 1901.
13. CASTELLANOS, J. DE. Elegías de varones ilustres de Indias. Bogotá, Editorial ABC, 1955. 617 p.
14. CIEZA DE LEÓN, P. La crónica general del Perú. Lima, Librería e Imprenta Gil, 1924. 346 p.
15. COBO, B. Historia del Nuevo Mundo. Editorial Jiménez de la Espada. Sevilla, Sociedad de Bibliófilos Andaluces. 1890. T.I., 530 p.
16. COOK, O.F. Foot-plow agriculture in Perú. Washington DC., Smithsonian Institution, 1918. (Ann. Rept. Board of Regents). 46 p.
17. CORRELL, D.S. The potato and its wild relatives. Renner, Texas Research Foundation, 1962. 606 p.
18. CORTÉS Y LARRAZ, P. Descripción geográfica moral de la Diócesis de Goathemala. Guatemala, C.A. Tipográfica Nacional, 1958. T.I. 302 p., T. II. 304 p.
19. CRONAU, R. América. Leipzig, Abel und Müller, 1892. T. I. 110 p.
20. DARWIN, C. Viaje de un naturalista alrededor del mundo. Buenos Aires, Editorial El Ateneo, 1951. 333 p.
21. DÁVILA BRICEÑO, D. Descripción de la provincia de los Yauyos. *In*: Relaciones Geográficas de Indias. Madrid, Editorial Jiménez de la Espada, 1881. 216 p.
22. DRAKE, F. The World Encompassed. London, The Hakluyt Society, 1854. 147 p.

23. ENGEL, F. Exploration of the Chilca Canyon, Perú. Research Report, Current Anthropol. 11:55–58. 1970.
24. FEBRES, A. Arte de la lengua general del Reyno de Chile. Lima, Calle de la Encarnación, 1765. 682 p.
25. FERNÁNDEZ, L. Colección de documentos para la historia de Costa Rica. Barcelona, Imprenta Viuda de Luis Tasso, 1907. T. X., 591 p.
26. FRAMPTON, J. Joyful newes out of the newe founde worlde. *In*: London, N. Monardes Ed., 1577. 109 p.
27. GAY, C. Ensayo sobre agricultura de Chile. *In*: Historia Física y Política de Chile. Santiago, Talleres Gráficos del Instituto de Capacitación e Investigación de la Reforma Agraria, 1974. 443 p.
28. GONZÁLEZ SUÁREZ, F. Historia general de la República del Ecuador. Quito, Imprenta del Clero, 1809. T. I., 318 p.
29. GREEN, J.R. History of the english people. London, Macmillan Co., 1877. 734 p.
30. HAGEN, V.W. VON. El Imperio de los Incas. México, Editorial Diana, 1975. 262 p.
31. HAWKES, J.G. On the origin and meaning of South American indian potato names. Jour. Linnean Society (Botany) 53:205–250. 1947.
32. —————. The history of the potato. Jour. Royal Hort. Soc. 92(5):207–365. 1967.
33. —————. Evolucionary relationship in wild tuberbearing *Solanum* species. Symposia Biologica Hungarica 12:65–69. 1972.
34. —————. Evolution of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Symposia Biologica Hungarica 12:183–188. 1972.

35. KRICKEBERG, W. Etnología de América. México, Fondo de cultura económica, 1946. 498 p.
36. LATCHAM, R. La agricultura pre-colombiana en Chile y los países vecinos. Santiago, Ediciones Universidad de Chile, 1936. 336 p.
37. LINDLEY, J. Notes on the wild potato. Jour. Royal Hort. Soc. (London) 3:65–72. 1848.
38. LÓPEZ DE GOMARA, F. Historia general de las Indias. Zaragoza, 1946.
39. McGOVERN, W.M. Jungle paths and inca ruins. New York, The Century Co., 1927. 526 p.
40. MALDONADO, R. Estudios geográficos e hidrográficos sobre Chiloé. Santiago, Ministerio de Marina, 1897. 397 p.
41. MEDINA, J.T. Los aborígenes de Chile. Santiago, Imp. Universitaria, 1952. 432 p.
42. MOLINA, G.I. *Solanum tuberosum*. In: Saggio Sulla Storia Naturale del Chili. Bologna, 1782. 367 p.
43. MOSTNY, G. Prehistoria de Chile. Santiago, Editorial Universitaria, 1971. 185 p.
44. MOTOLINIA (o BENAVENTE), T. DE. (Fray). Historia de los indios de la Nueva España. México, Editorial Salvador Sánchez Hayhoe, 1941. 320 p.
45. ROSS, H. The importance of the potato gene centre for breeding and for the understanding of the origin of the cultivated potato. Genética Agraria (Pavia) 17:123–134. 1963.
46. SABINE, J. On the native country of the potatoe. Trans. Hort. Soc., London. 5:249–259. 1824.
47. SAFFORD, W.E. The potato of romance and reality. Jour. Heredity 16:113–126; 175–184; 217–230. 1925.

48. SALAMÁN, R.N. The potato in its early home. *Jour. Roy. Hort. Soc., London*, 62:61–76, 112–123; 153–162; 253–266. 1937.
49. ----- . The history and social influence of the potato. Cambridge, Cambridge University Press, 1949. 685 p.
50. SQUIRE, G. Perú. London, Macmillan, 1878. 264 p.
51. SYKIN, A.G. Zur Frage der Abstammung und der wildwachsenden Vorfahren chilenischer Kulturkartoffeln. *Pflanzenzüchtg*, 65: 1–14. 1971.
52. TORRES DE MENDOZA, L. Colección de documentos inéditos relativos al descubrimiento, conquista y colonización de las posesiones españolas en América y Oceanía. Madrid, 1868. T. IX., 584 p.
53. TORRES RUBIO Y FIGUEREDO, D. Arte y vocabulario de la lengua quichua general de los indios del Perú. Lima, Imprenta Plazuela de San Christoval, 1754. 218 p.
54. UGENT, D. The potato in Mexico: Geography and primitive culture. *Economic Botany* 22:108–123. 1968.
55. VASQUEZ DE ESPINOZA, A. (Fray). Compendio y descripción de las Indias Occidentales. Transcrito del manuscrito original por C.U. Clark. Washington DC, Smithsonian Institution, 1948. 801 p. (Misc. Coll. Vol. 108, Pub. 3646).
56. VAVILOV, N.I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Waltham, Mass., *Chronica Botanica*, 1951. 364 p.
57. VEGA, G. DE LA. Comentarios reales de los incas. Caracas, Biblioteca Ayacucho, 1976. 223 p.; T.I. pp. 155–173.
58. WIGHT, W.F. Origin, introduction and primitive culture of the potato. Washington DC, Potato Association of America, *Annual Proceedings*, 3rd., 1916., pp. 35–52.

CAPÍTULO 2

BOTÁNICA

ORGANOGRAFÍA DE LA PLANTA

TAXONOMÍA Y VALOR AGRONÓMICO DE LAS PAPAS

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

BOTÁNICA

ORGANOGRAFÍA DE LA PLANTA

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Posee un tallo principal, y a veces varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo. Los tallos son de sección angular, y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias.

Las hojas son alternas, igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspecto de simples, vienen después las hojas compuestas, imparipinadas con 3—4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden.

Las raíces se desarrollan principalmente en verticilo, en los nudos del tallo principal. Su crecimiento es primero vertical dentro de la capa de suelo arable, luego horizontal de 25–50 cm, y a veces, cuando el suelo lo permite, nuevamente vertical hasta 90 cm. La planta de papa posee un sistema radicular fibroso muy ramificado. La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gemosépalo lobulado; la corola es rotácea pentalobulada del color blanco al púrpura, con 5 estambres. Cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado, que producen polen a través de un tubo terminal; gineceo con ovario bilocular.

El fruto es una baya bilocular de 15–30 mm de diámetro, color verde, verde-amarillento o verde azulado. Cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas.

El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado. En la superficie posee yemas axilares en grupos de 3–5 y protegidas por hojas escamosas (ojos).

Una yema representa una rama lateral del tallo subterráneo. El tubérculo es un sistema morfológico ramificado; los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal del tubérculo (donde va inserto el estolón) hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes. La yema apical del extremo distal es la que primero se desarrolla y domina el crecimiento de todas las otras. A este fenómeno se le ha denominado 'dominancia apical'.

TAXONOMÍA Y VALOR AGRONÓMICO DE LAS PAPAS

La papa pertenece al género *Solanum* L., subgénero *Potatoe* (G. Don.) D'Arcy. El subgénero abarca varias secciones, las papas cultivadas y silvestres están ubicadas en la Sección *Petota* Dumort (Sección *Potatoe* (G. Don.) Walp., Sección *Tuberarium* (Dun) Bitt.) y Subsección *Potatoe* G. Don. (Subsección *Hyperbasarthrum* Bitt., Subsección *Tuberarium* Dun.) D'Arcy, 1972).

La Subsección *Potatoe* comprende 18 Series y son:

Juglandifolia D'Arcy
Etuberosa Buk. et Kameraz
Acaulia Buk. et Kameraz
Circaefolia Hawkes
Clara Grah. et Dion (Bulbocastana Corr.)
Conicibaccata Bitt. (Oxycarpa Rydb.)
Commersoniana Buk. (Glabrescencia, Buk, Tarijensa Corr.,
 Yungasensa Corr.)
Cuneolata Hawkes
Demissa Buk.
Ingaefolia Ochoa
Longipedicellata Buk. (Borealia Corr.)
Maglia Bitt. (Andigena Buk., Andreana Hawkes, Minutifoliola
 Corr., Transaequatorialia Buk., Vaviloniana Buk.)
Megistacroloba Card. et Hawkes (Alticola Buk.)
Morelliformia Hawkes
Piurana Hawkes
Polyadenia Corr.
Trifida Corr. (Cardiophylla Corr., Pinnatisecta Corr.)
Tuberosa Buk. et Kameraz

Se estima que un mejor conocimiento del material, tanto en su habitat natural, como en los diversos Bancos de Germoplasma actualmente existentes (México, Colombia, Perú, Chile y Argentina) desde el punto de vista taxonómico, quimotaxonómico, citogenético y genético, llevará posiblemente a la reducción de esta clasificación.

Juglandifolia D'Arcy

Plantas de tallos leñosos, con flores amarillas brillantes, sin estolones ni tubérculos; articulación del pedicelo sobre la base. Muy similares a *Lycopersicon* pero difieren por tener anteras sin el extremo estéril. Desde el norte de Chile hasta Centro América.

Hawkes (1956) no reconoce la recomendación de Correll (1952) de incluir *Demissa* y *Longipedicellata* dentro de *Tuberosa*. Correll (1962) revisó sus trabajos anteriores y trató las siguientes Series: *Juglandifolia* Rydb., *Etuberosa* Juz., *Morelliformia* Hawk., *Bulbocastana* Rydb., *Cardiophylla* Buk., *Pinnatisecta* Rydb., *Commersoniana* Buk., *Circaefolia* Hawks., *Conicibaccata* Bitt., *Piurana* Hawk., *Acaulia* Juz., *Demissa* Buk., *Longipedicellata* Buk., *Polyadenia* Buk., *Cuneolata* Hawk., *Megistacroloba* Card et Hawk., *Tuberosa* Rydb., y agregó: *Ingaefolia* Ochoa, *Minutifolia* Corr.,

Yungasensa Corr., *Vaviloniana* Buk., *Tarijensa* Corr., *Clara* Graham et Dionne, *Borealia* Corr., y *Transaequatorialia* Buk. Mantiene *Trifida* separada de *Pinnatisecta*, y reubicó a *Demissa* y *Longipedicellata* como Series diferentes a *Tuberosa*. Lo más importante de Correll es la nueva concepción de la Serie *Tuberosa* basada en los trabajos genéticos de Dodds (1962), que se trata en detalle al describir la Serie *Tuberosa*.

Ochóa (1962) publicó un estudio de las papas silvestres de Perú y se refirió a las Series: *Juglandifolia*, *Acaulia*, *Conicibaccata*, *Ingaefolia*, *Megistacroloba*, *Piurana* y *Tuberosa*, presentes en ese país. No considera las divisiones de *Tuberosa* en: *Tuberosa*, *Andigena*, *Transaequatorialia* y *Vaviloniana* propuestas por Bukasov y Kameraz (1959).

Bukasov (1971) en un trabajo presentado ese mismo año propuso un esquema ecológico-geográfico para la Sección *Tuberarium* revisada y que comprende solamente las especies productoras de tubérculos de la Sección *Hyperbasarthrum*.

Solanum brevidens

2n = 24. Herbácea, no tuberosa.

Plantas de gran tamaño, 4–5 m, follaje poco denso, color verde claro pubescente. Hojas compuestas, imparipinadas, con 4–6 pares de hojuelas. Flores de 1 cm de diámetro, abundantes, color azul violeta con bordes blancos; corola rotada; pedicelos articulados cerca de la base; frutos de 0.8–1 cm de diámetro, redondo-cónicos, color verde violeta. Crece en regiones lluviosas y frías de 0–600 msnm desde el Río Bío – Bío hasta la Isla de Chiloe, Chile, y sobrepasa a Argentina en la zona de los Lagos Nahuelhuapi y Huechulafquén (Montaldo y Sanz, 1962).

Montaldo y Rojas (1950) en material proveniente de semilla verdadera han encontrado que toda la descendencia era muy susceptible a *Phytophthora infestans*. Bukasov (1959) señala cierto material de semilla como inmune a las virosis provocadas por Y y A.

Morelliformia Hawkes

Plantas herbáceas pequeñas, tuberíferas, con hábito predominantemente epifítico. Hojas simples, flores estrelladas, blancas y

pequeñas. Bayas pequeñas con pocas semillas. Habita en bosques montañosos de México y Guatemala.

Solanum morelliforme

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En árboles en forma epifítica en bosques húmedos; México y Guatemala (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1958 y 1966).

Clara Grah. et Dion

Planta herbácea, tuberífera. Hojas simples, corola estrellada, anteras cortas y gruesas; bayas redondas. Nuevo México (USA), México y Guatemala.

Solanum bulbocastanum

2n = 24, 36. Herbácea, tuberífera.

En bosques, praderas o roqueríos. Altitud 2 000 msnm, Estados Unidos, México y Guatemala (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Clones resistentes a *Phytophthora infestans* (Black y Gallegly, 1957), (Umaerus, 1969 y 1970), (Zhukovskü, 1972). Resistentes a *Leptinotarsa decemlineata* (Bukasov, 1969), y a *Macrosiphum euphorbiae*, y *Empoasca fabae* (Radcliffe y Lauer, 1966 y 1968). De difícil hibridación.

Solanum clarum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En bosques nublados entre musgos, bajo juníperos y pinos. Altitud 3 100–3 800 msnm. Chiapas, México y N.O. Guatemala (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966).

Trifida Corr.

Plantas herbáceas altas tuberíferas. Hojas imparipinadas, oscuras y brillantes; flores estrelladas; frutos globosos. Norte y Centro de México y Estados Unidos.

Solanum cardiophyllum

$2n = 24, 36$. Herbácea, tuberífera.

Los tubérculos se comen. Habita en suelos rocosos y secos entre 1 600—2 600 msnm (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Posee clones resistentes a *Phytophthora infestans* (Zhukovskü, 1972) y *Leptinotarsa decemlineata* (Bukasov, 1969).

Solanum ehrenbergii

$2n = 24, 36$. Herbácea tuberífera.

Habita en áreas secas entre 1 500—2 000 msnm. Norte y Centro de México; de Hidalgo a Coahuila (Correll, 1962), (Hawkes, 1956); posee clones resistentes a *Phytophthora infestans* (Zhukovskü, 1972).

Solanum sambucinum

$2n = 24$. Herbácea, tuberífera.

Habita entre 2 000—2 300 msnm. Se le encuentra en Querétaro, México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966); posee clones resistentes a *Phytophthora infestans* (Zhukovskü, 1972). Según Hawkes (1947) la hibridación con esta Serie es difícil.

Solanum branchistotrichum

$2n = 24$. Herbácea, tuberífera.

En sitios frescos generalmente rocosos entre 1 500—2 100 msnm. México (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Rydberg, 1924).

Solanum jamesii

2n = 24, 36. Herbácea, tuberífera.

Se encuentra en sitios rocosos entre 1 400–2 900 msnm. Norte de México y Sur de Estados Unidos (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Comprende clones resistentes a *Leptinotarsa decemlineata* (Bukasov, 1969), (Zhukovskü), 1972) y a *Streptomyces scabies* (Radcliffe y Lauer, 1966).

Solanum pinnatisectum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En laderas rocosas, con pastos y en suelos de cultivo: entre 1 800–2 400 msnm. Estados Unidos, México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Comprende clones resistentes a *Phytophthora infestans* (Black y Gallegly, 1957), (Zhukovskü, 1972) y a *Empoasca* sp. (Radcliffe y Lauer, 1968).

Solanum stenophyllidium

Herbácea, tuberífera.

Alrededor de 2 200 m de altitud. En faldeos bajo cactáceas, euforbiáceas y leguminosas. México (Correll, 1962), (Hawkes, 1956).

Solanum trifidum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En las orillas de bosques de pinos sobre suelos volcánicos. Crece entre 2 200–2 400 msnm. México (Correll, 1962); comprende clones resistentes a *Leptinotarsa decemlineata* (Bukasov, 1969), y a *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae* (Radcliffe y Lauer, 1968).

Commersoniana Bukasov

Herbáceas, tuberíferas, tallo corto, hojas imparipinadas, hojuelas cortas y anchas; flores estrelladas. Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay.

Solanum chacoense

$2n = 24, 36$. Herbácea, tuberífera.

Desde casi el nivel del mar hasta más de 3 000 m de altitud, en diversos tipos de suelos.

Amplia distribución en Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia y Brasil (Bukasov, 1938 y 1971), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1965). Comprende clones resistentes a: *Alternaria solani* (Ross y Rowe, 1969), *Streptomyces scabies* (Reddick, 1939), *Erwinia carotovora* (Bukasov, 1969), virus X (Bukasov, 1969), (Cockerham, 1970), inmunidad a virus A (Bukasov, 1969), (Dodds, 1966), virus Y (Bukasov, 1969), (Cockerham, 1970), (Dodds, 1966). Tubérculo puntudo (Bagnall, 1912), y *Leptinotarsa decemlineata* (Brücher, 1974), (Bukasov, 1969), y heladas (Budykina, Drozdov, Sinel'Nikova, 1971).

Solanum commersonii

$2n = 24, 36$. Herbácea, tuberífera.

Desde el nivel del mar hasta 400 m de altitud, a lo largo de los ríos o en la pampa.

Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil (Brücher, 1975), (Bukasov, 1938 y 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1965). Comprende clones resistentes a: *Alternaria solani* (Ross y Rowe, 1969), *Streptomyces scabies* (Reddick, 1939), y *Leptinotarsa decemlineata* (Bukasov, 1969), (Torka, 1954). Resistente a heladas (Budykina, Drozdov y Sinel'Nikova, 1971), (Ross y Rowe, 1965 y 1967).

Solanum tarijense

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

Crece entre cactáceas en valles secos, entre 2 000–3 000 m de altitud, Sur de Bolivia y Norte de Argentina (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956). (Esta especie está localizada en la Serie *Tarijense* creada por Correll). Comprende clones resistentes a: *Alternaria solani* (Bukasov, 1969), (Ross y Rowe, 1969), *Erwinia carotovora* (Bukasov, 1969), y virus X (Bagnall, 1961), (Bukasov, 1969).

Solanum yungasense

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En bosques subtropicales de 1 100 a 1 900 m de altitud. Bolivia (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956).

Hawkes (1947) señala que *commersoniana* se cruza con facilidad con *S. tuberosum*, lo que demuestra su afinidad.

Circaefolia Hawkes

Herbácea, tuberífera, hojuelas pequeñas, siendo alargada la terminal. Corola blanca, estrellada, frutos angostos cónicos y puntiagudos. Bolivia.

Solanum capsicibaccatum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

Entre matorrales, a grandes altitudes, 2 000–4 000 msnm.

Cochabamba, Bolivia (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1954 y 1956). Comprende clones resistentes a *Globodera rostochiensis* (Bukasov, 1969).

Conicibaccata Bitter

Herbácea, tuberífera. Tallos huecos, hojas disectadas y hojuelas acuminadas; corola rotada o estrellada; frutos avooides a elipsoidales con el extremo aguzado. Norte, Centro y Sudamérica.

Solanum agrimonifolium

$2n = 48$. Herbácea tuberífera.

Crece en suelos orgánicos, arenosos o arcillosos en localidades altas y nubladas, entre 1 900–3 400 msnm. Sur de México y Guatemala (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966).

Solanum ayacuchense

Herbácea, tuberífera.

En lugares montañosos a 3 000 msnm. Centro del Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum buesii

Herbácea, tuberífera.

Se encuentra en suelos graníticos de 2 400–3 600 msnm. Centro y sur del Perú (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1962). Nombre vulgar: jaracca.

Solanum colombianum

$2n = 48$. Herbácea, tuberífera.

Especie con gran variabilidad morfológica, crece en regiones montañosas, desde Colonia Tovar, Venezuela, hasta Ecuador (Brücher, 1970), (Bukasov, 1971), (Correll, 1962).

Solanum chomatophilum

2n = 24. Herbácea, produce estolones pero no tubérculos.

En sitios recosos entre 3 000—4 000 msnm. Sur de Colombia, Ecuador y Norte de Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962); resistente a heladas (Ross y Rowe, 1965 y 1969).

Solanum huancabambense

Herbácea, tuberífera.

En regiones montañosas entre 1 800—3 000 msnm. Piura, Norte del Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum laxissimum

Herbácea, tuberífera.

En la orilla de bosques, 2 000—3 000 msnm. Cuzco, Huánuco, Junín, Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum moscopanum

2n = 72. Herbácea, tuberífera.

En praderas, pastizales, en bosques recién cortados o en campos de cultivo. Entre 3 000—3 400 msnm. Sur de Colombia (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956).

Solanum multiflorum

Herbácea, tuberífera.

A orilla de los ríos, entre arbustos, 2 700 msnm. Cuzco, Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum neovargasii

Herbácea, tuberífera.

Característica de regiones húmedas, 2 800 msnm. Junín, Perú (Ochóa, 1962).

Solanum otites

$2n = 24$

Herbácea, posiblemente tuberífera. En montañas entre 1 200–4 500 msnm. Mérida y Trujillo, Venezuela (Brücher, 1970), (Correll, 1962).

Solanum oxycarpum

$2n = 48$

Posiblemente tuberífera. En bosques húmedos entre 1 500–3 000 msnm. México, Honduras, Costa Rica y Panamá (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966).

Solanum pillahuatense

Herbácea, tuberífera.

En sitios boscosos, húmedos, 2 800 msnm. Cuzco, Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum santolalae

Herbácea, tuberífera.

En bosques húmedos de suelos orgánicos, 2 500–3 000 msnm. Cuzco, Perú (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1962).

Solanum tundalomense

Herbácea, tuberífera.

Ecuador (Ochóa, 1963). Gran resistencia a *Phytophthora infestans* (Ochóa, 1963).

Solanum villuspetalum

Herbácea, tuberífera.

En ruinas de Machupijchu. 2 500 msnm. Cuzco, Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum violaceimarmoratum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En áreas de matorrales y bosques nublados. 1 800—3 600 msnm. Sur de Perú y Bolivia (Bukasov, 1971), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1973).

Hasta ahora en esta serie se ha encontrado poco material de valor agronómico. Según Hawkes (1947) estas especies provienen de regiones muy húmedas y calurosas diversas a las de la mayoría de las papas silvestres, y pudieran ser de valor en mejoramiento hacia variedades de papas para regiones bajas, calientes y húmedas.

Piurana Hawkes

Herbácea, tuberífera. Hojas glabras y brillantes; corola grande, rotácea; frutos aovados con extremo aplanado. Colombia, Ecuador y Norte de Perú.

Solanum cantense

Herbácea, tuberífera.

En zonas montañosas. 2 800 msnm. Canta, Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum chiquidenum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

Crece entre arbustos en sitios rocosos. Altitud: 2 800–3 400 msnm. Norte de Perú (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum paucissectum

Herbácea, tuberífera.

Lugares altos y húmedos, alrededor de 3 000 msnm. Norte de Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum piurae

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

Crece entre 2 000–3 300 msnm. Norte de Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum yamobambense

Herbácea, tuberífera.

En matorrales a 3 100 msnm. Norte de Perú (Ochóa, 1962).

Acaulia Buk. et. Kameraz

Plantas herbáceas, bajas aparentemente sin tallo, arrossetadas, tuberíferas, hojas imparipinadas. Articulación del pedicelo poco notable. A grandes altitudes en praderas y bordes de bosques. Centro de Perú, Bolivia y N.O. de Argentina.

Solanum acaule

2n = 24, 36, 48, 72. Hierba tuberífera.

En sitios rocosos, en laderas, entre hierbas y musgos. Se encuentra a altitudes entre 3 500—4 600 msnm. Resiste hasta menos 8° C.

Perú, Bolivia, N.O. de Argentina (Brücher, 1970), (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1962). Clones con resistencia a virus X (Bagnall, 1972), (Bukasov, 1969), (Cockerham, 1970), (Dodds, 1966), *Erwinia carotovora* (Bukasov, 1969), y a heladas (Budykina, Drozdov, Sinel' Nikova, 1971), (Bukasov, 1969), (Dodds, 1966), (Firbas, 1962), (Firbas y Ross, 1961).

Según Hawkes (1947), las especies de la Serie *Acaulia* son resistentes a las heladas y se cruzan con la papa cultivada, *Solanum tuberosum*.

Ingaefolia Ochóa

Plantas herbáceas, altas, erectas o decumbentes, vigorosas. Tubérculos grandes y largos; corola rotácea. En bosques o montes arbustivos húmedos, entre 1 800—2 800 msnm.

Solanum ingaefolium

Herbácea, tuberífera. Frutos desconocidos.

En sitios montañosos. Entre 2 300—2 900 msnm. Piura, Perú (Ochóa, 1962).

Solanum raquialatum

Herbácea, tuberífera. Frutos desconocidos.

En bosques húmedos y suelos arcillosos. Desde 1 400—3 200 msnm. Piura, Perú (Correll, 1962), (Ochóa, 1962).

Solanum tuquerrense

2n = 48. Herbácea, tuberífera.

Se encuentra en regiones montañosas entre arbustos, a lo largo de los arroyos. 3 000–3 500 msnm. Nariño, Colombia y Ecuador (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956).

Demissa Bukasov

Plantas a veces arrosetadas, tuberíferas. Hojas imparipinadas; corola rotácea; bayas que no caen. Estados Unidos, México y Guatemala.

Solanum demissum

2n = 72. Herbácea tuberífera.

En bosques de pino húmedo entre 2 600–3 800 msnm. Noroeste de México a Guatemala (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Clones con resistencia a *Phytophthora infestans* (Black, Gallegly, 1957), (Dodds, 1960), (Niederhauser y Mills, 1953), (Umaerus y Stalhammar, 1969), (Umaerus, 1970), y en los siguientes híbridos interespecíficos (Umaerus y Stalhammar, 1969), descendencias con igual resistencia:

S. Demissum × *S. tuberosum* gr. stenotomun
 (*S. demissum* × *S. chacoense*) × *S. stoloniferum*
 (*S. demissum* × *S. tuberosum* gr phureja) × *S. tuberosum*
 (*S. demissum* × *S. soukupii*) × *S. tuberosum*
 (*S. demissum* × *S. soukupii*) × *S. stoloniferum*
 (*S. demissum* × *S. tuberosum* gr. stenotomum) × *S. stoloniferum*.

También han sido señalados ciertos clones resistentes a Virus Y (Cockerham, 1970), a *Leptinotarsa decemlineata* (Brücher, 1974), (Bukasov, 1969), a *Empoasca fabae* (Radcliffe y Lauer, 1968) y a heladas (Budykina, Drozdov y Sinel'Nikova, 1971).

Solanum huerreroense

2n = 72. Herbácea, tuberífera.

En bosques de pinos y encinas, entre 2 800—3 000 msnm. S.O. de México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Algunos clones resistentes al Virus del tubérculo puntudo (Bagnall, 1972), y a *Phytophthora infestans* (Black y Gallegly, 1957).

Solanum hougasii

2n = 72. Herbácea, tuberífera.

Se encuentra en bosques de pino a gran altura. 2 400—4 000 msnm. Centro Oeste de México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966). Clones resistentes a Virus Y + A (Cockerham, 1970).

Solanum iopetalum

2n = 72. Herbácea, tuberífera.

Se encuentra a grandes alturas en bosques de pinos, 1 700—3 200 m. Oeste, Centro y Sur de México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966).

Solanum leptosepalum

Especie poco conocida.

N.E. de México y posiblemente Estados Unidos (Correll, 1962), (Hawkes, 1966).

Solanum verrucosum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En bosques de coníferas a 2 400—3 200 msnm. N.E., Centro y Sur de México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966).

Hawkes (1966) indica que esta es la única especie diploide de la serie y que constituye una unión con la Serie *Tuberosa*. Clones con

resistencia a *Phytophthora infestans* (Abdalla y Hermsen, 1973), (Black y Gallegly, 1957), y a Virus X e Y (Abdalla y Hermsen, 1973).

Según Hawkes (1947) las especies de esta Serie se caracterizan por un alto grado de resistencia a *Phytophthora infestans*, a heladas y a *Leptinotarsa decemlineata*.

Longipedicellata Bukasov

Plantas con estolones largos, tuberíferas. Tallo hueco; hojas interruptas, pinadas, con hojuelas separadas; corola circular; frutos globosos. Crece a altitudes medianas. México Central, Sudeste de Estados Unidos.

Solanum fendleri

$2n = 48$.

Plantas delgadas algo arbustivas, con tubérculos pequeños. Crece en bosques o a campo abierto entre 1 600–3 500 msnm. Sudoeste de Estados Unidos y Noroeste de México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966).

Solanum hjertingii

$2n = 48$.

Posee hojas glabras. Crece en bosques de pinos y en terrenos cultivados. Noreste de México (Bukasov, 1971), (Hawkes, 1966). Clones con resistencia a *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae* (Radcliffe y Lauer, 1968).

Solanum papita

$2n = 48$. Tuberífera.

En suelos secos en bosques de coníferas. Desde 1 800–2 500 m. Noroeste de México (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966).

Solanum polytrichon

2n = 48. Tuberífera.

En suelos rocosos o bajo el bosque. Entre 1 500–2 400 msnm. Noroeste y Centronorte de México (Correll, 1962), (Hawkes, 1956). Posee clones con resistencia a *Phytophthora infestans* (Black y Gallegly, 1957), a Virus Y (Bukasov, 1969), y a heladas (Budykina, Drozdov, Sinel' Nikova, 1971).

Solanum stoloniferum

2n = 48. Herbácea, tuberífera.

Entre arbustos o bajo los árboles de coníferas, a lo largo de arroyos o en praderas altas. Desde 1 600–3 200 msnm.

Oeste, Centro y Sudeste de México (Bukasov, 1969 y 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1966). Clones con resistencia a: *Erwinia carotovora* 1969), *Phytophthora infestans* (Black y Gallegly, 1957), (Dodds, 1966), (Umaerus y Stalhammar, 1969), (Umaerus, 1970), e inmunidad a Virus A e Y (Bukasov, 1969), (Cockerham, 1970), (Dodds, 1966). También se han observado clones resistentes a heladas (Budykina, Drozdov y Sinel'Nikova, 1971), (Zhukovskü, 1972).

Todas las especies de esta Serie se hibridizan con *Solanum tuberosum* y la mayoría posee alta resistencia a *Phytophthora infestans*, aunque no inmunidad (Hawkes, 1947).

Polyadenia Corr.

Plantas altas, tuberíferas, con una densa cubierta de pelos glandulares de olor desagradable. Corola rotácea o rotácea-estrellada; bayas ovoides. México, en suelos secos y rocosos.

Solanum lesteri

2n = 24. Tuberífera.

En bosques montañosos húmedos. Sobre 2 000 m. Oaxaca, México (Bukasov, 1971), (Hawkes, 1966).

Solanum polyadenium

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

Tubérculos típicamente curvados. Crece en cerros calizos y en campos de lava entre 1 900–2 900 msnm. México Central, de Veracruz a Jalisco (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956 y 1966). Comprende clones resistentes a *Leptinotarsa decemlineata* (Black y Gallegly, 1957), (Umaerus y Stalhammar, 1969).

Cuneolata Hawkes

Plantas no muy altas, extendidas, tuberíferas. Hojas pinatífidas; corola rotácea. Norte de Perú y Puna de Atacama (Norte de Chile, Centro de Bolivia y N.O. de Argentina).

Solanum infundibuliforme (Ver Fig. 1)

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En suelos arcillosos y secos. Vegetación xerófila. En altitudes de 3 300–4 300 msnm. Chile, Bolivia y N.O. de Argentina (Brücher, 1970), (Bukasov, 1971), (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Montaldo, 1962), (Muñoz, 1959).

Nombre vulgar: aparuma (atacameño).

Bukasov y Kameraz (1959) indican éxitos en cruzamientos de *Solanum infundibuliforme* con *Solanum simplicifolium*, *Solanum goniocalyx* y *Solanum phureja*.

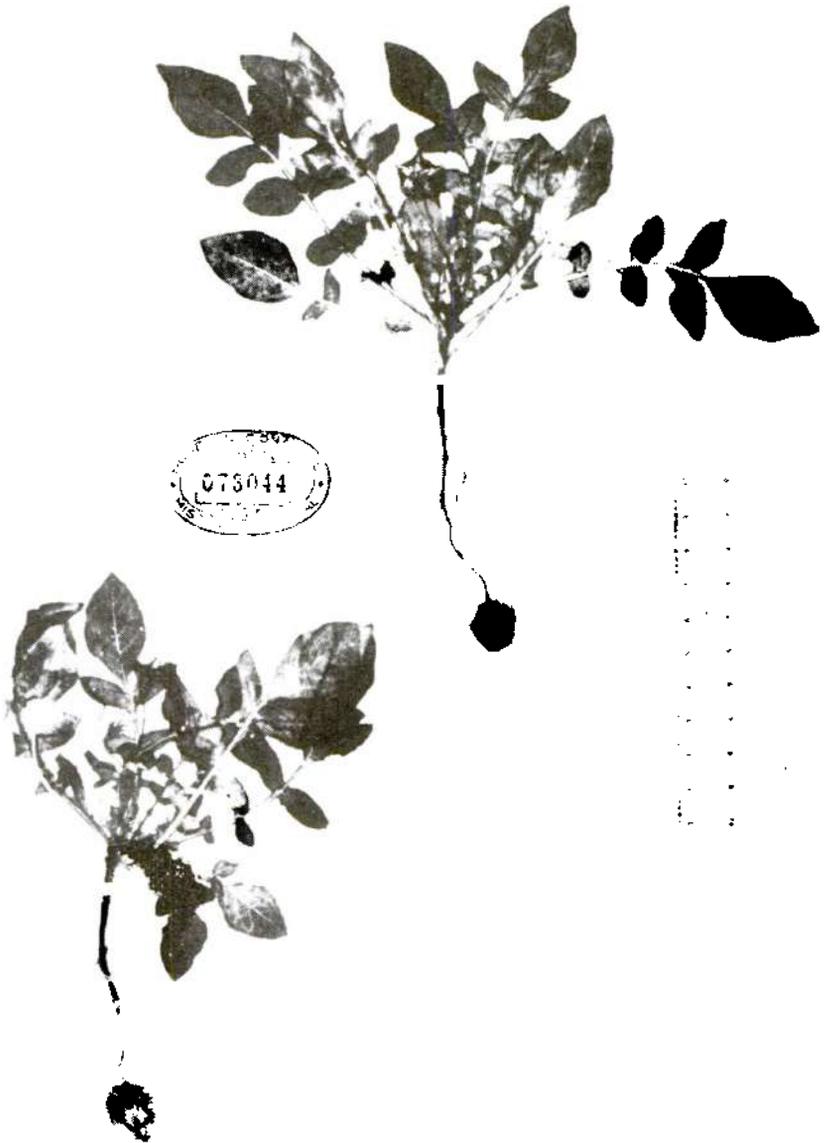


Fig. 1. Sgo. 73044. E. Pisano y J. Venturelli 1705. *Solanum infundibuliforme* Phil. Prov. Antofagasta. Depto. El Loa. Quebrada de Amincha, al pie del cerro Aucanquilcha; en suelo granítico y arenoso; en lugares algo húmedos con suelo vegetal; tiene pequeños tubérculos. 3 800–4 000 msnm. 15-1-1943.

Solanum blanco-galdosii

Herbácea, tuberífera.

En regiones subxerófitas y algo frías, de vegetación pobre, representada por algunas gramíneas y hierbas bulbíferas. Norte de Perú. (Ochóa, 1973).

Megistacroloba Cárdenas et Hawkes

Plantas tuberíferas pequeñas, arrosetadas. Hojuela terminal larga y hojuelas laterales reducidas; corola subestrellada. Crece en sitios o pastizales abiertos. Desde el Norte de Perú, Bolivia y N.O. de Argentina.

Solanum chavinense

Tuberífera.

Entre árboles y arbustos en las montañas a 3 500—4 200 msnm. Ancash y La Libertad, Perú (Correll, 1962).

Solanum megistacrolobum

2n = 24. Tuberífera.

En sitios rocosos cubiertos de pastos. Entre 2 700—4 100 msnm. Sur de Perú, Bolivia, N.O. de Argentina, Brücher (1970), Bukasov, (1971), Correll (1962), Hawkes (1956). Posee algunos clones con resistencia a algunos patotipos de *Globodera rostochiensis*, Bukasov (1969), Ross y Huijsman (1969), y a heladas, Budykina, Drozdov, Sinel'Nikova (1971), Ross y Rowe (1965 y 1966).

Solanum raphanifolium

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En faldeos rocosos cubiertos de pastos, en suelos sueltos volcánicos y en campos de cultivo, entre 2 800—3 800 msnm. Cuzco,

Perú, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956), Ochoa (1962).

Nombre vulgar: kkitapapa.

Presenta clones resistentes a heladas, Ross y Rowe (1965 y 1969), y/o intolerables al enrollamiento, Ross (1966).

Solanum sanctae-rosae

2n = 24. Tuberífera.

Suelos rocosos con pastos a 2 500- 3 900 msnm. Argentina, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956). Posee clones con resistencia a *Globodera rostochiensis* (ciertos patotipos), Bukasov (1969), Howard (1965), Ross y Huijsman (1969), y a heladas, Budykina, Drozdov, Sinel'Nikova (1971), Ross y Rowe (1965 y 1969).

Solanum sogarandinum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En sitios montañosos, 3 500 msnm. Norte de Perú, Bukasov (1971), Correll (1962), Ochoa (1962). Clones resistentes a heladas.

Solanum toralapanum

2n = 24. Tuberífera.

En faldas rocosas de los cerros, entre arbustos y pastizales. Puno, Perú; Cochabamba, Chuquisaca, Bolivia, Black y Gallegly (1957), Brücher (1965), Bukasov (1933).

Nombre vulgar: hampatupapa (Cochabamba).

Posee clones resistentes a *Alternaria solani*, Bukasov (1969).

Solanum boliviense

2n = 24. Tuberífera.

En faldas de cerros abiertos, cubiertas de grama, o arbustos, también junto a campos de cultivo. Entre 2 600–3 600 msnm. Bolivia y N.O. Argentina, Correll (1962), (1956).

Nombre vulgar: Qquita papa (Chuguisaca).

Clones con resistencia a heladas (Ross, 1965, 1969).

Solanum ureyi

Posiblemente tuberífera.

En suelos húmedos cubiertos de pastos. Cochabamba, Bolivia, Correll (1962).

Maglia Bitt. (Bitter, 1912)

Plantas tuberíferas.

Estolones largos y tubérculos generalmente pequeños. Corola rotada o estrellada, frutos globosos u ovoides que caen.

Solanum abbotianum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En regiones montañosas entre árboles y arbustos. Desde 2 900–3 900 msnm. Centro de Perú, Correll (1962), Ochoa (1962).

Solanum amabile

Herbácea, tuberífera.

Crece en regiones montañosas cubiertas de arbustos entre 2 500–3 700 msnm. Cuzco, Perú, Correll (1962), Ochoa (1962).

Solanum ambosinum

Herbácea, tuberífera.

En regiones altas montañosas desde 2 200–3 600 msnm. Huánuco, Centro de Perú, Correll (1962), Ochóa (1962).

Solanum andreanum

2n = 24. Arbustiva, tuberífera.

En regiones montañosas entre 2 200–2 900 msnm. Colombia y Ecuador, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956). Posee clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Ross y Huijsman (1969).

Solanum brevicaule

Tuberífera.

Crece entre arbustos o en campos con grama, entre 2 700–4 000 msnm. Bolivia y N.O. de Argentina, Correll (1962).

Solanum bukasovii

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

Crece entre arbustos o en lugares abiertos cerca de campos de cultivo entre 3 300–4 000 msnm. Centro y Sur de Perú, Bukasov (1971), Hawkes (1956), Ochóa (1962).

Solanum canasense

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En sitios rocosos bajo arbustos o montones de piedras en campos cultivados. Sur de Perú, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956).

Nombre vulgar: aracc-papa (Cuzco).

Presenta clones resistentes a heladas, Ross y Rowe (1965 y 1969). El cultivar *neohawkesii* se indica como resistente a *Globodera rostochiensis*, Momeni, Plaisted, Petersen y Harrison (1969).

Solanum candolleanum

$2n = 24$. Probablemente tuberífera.

En faldeos rocosos entre 2 700–3 500 msnm. Bolivia, Correll (1962).

Solanum chancayense

Herbácea, tuberífera.

En la formación de lomajes, secos, arenosos y pedregosos de la costa entre 150–400 msnm. Desde Lachay al N. de Lima hasta Trujillo, Perú, Correll (1962), Ochóa (1962).

Solanum doddsii

Probablemente tuberífera.

En bosques en suelos rocosos. Bolivia, Correll (1962).

Solanum gandarillasii

$2n = 24$. Arbustivo, tuberífero.

Es común en bosques de cactus-acacia-jatropha entre 2 000–3 000 msnm. Bolivia, Correll (1962). Presenta clones resistentes a la sequía, Ross y Rowe (1969).

Solanum gracilifrons

Herbácea, tuberífera.

Entre opuntias y lantanas en laderas y a lo largo de arroyos, entre 1 700—2 000 msnm. Centro de Perú, Correll (1962), Hawkes (1956), Ochoa (1962).

Solanum kurtzianum

2n = 24. Tuberífera.

En sitios rocosos con pastos o en suelos arcillosos entre 1 400—3 200 msnm. Argentina, Bolivia, Brücher (1970), Bukasov (1971), Correll (1962).

Presenta clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Bagnall (1972), Bukasov (1969), Howard (1965), Huijsman (1960), y a Virus X, Hawkes (1956).

Solanum gourlayii

2n = 24. Tuberífera.

En sitios rocosos asociado con acacia-cactus-bromeliáceas, a veces en campos cultivados. Entre 2 500—4 000 msnm. Perú, Bolivia, N.O. de Argentina, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956).

Posee clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Ross y Huijsman (1969).

Solanum lignicaule

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En faldeos con matorrales a 3 000—3 500 msnm. Cuzco, Sur de Perú, Bukasov (1971), Ochoa (1962).

Nombre vulgar: atoc-papa (Cuzco).

Solanum lobbianum

Tuberífero.

A la orilla de campos cultivados, en suelos rocosos y arenosos. Desde 3 000—4 200 msnm. Colombia, Perú, Correll (1962).

Solanum microdontum

Tuberífero.

En los bordes de bosques húmedos entre 1 300—3 500 msnm. Bolivia, Argentina, Correll (1962). Presenta clones resistentes a Virus Y, Bukasov (1969), y a heladas, Budykina, Drozdov, y Sinel'Nikova (1971).

Solanum medians

Herbácea, tuberífera.

Crece en la vegetación de loma de la costa de 600 a 3 200 msnm. Desde el norte de Lima hasta Tacna (Perú), Correll (1962), Hawkes (1956), Ochóa (1962).

Solanum multiflorum

Tuberífera.

Se encuentra en bosques junto a cursos de agua entre 2 200—2 700 msnm. Cuzco, Perú, Correll (1962), Ochóa (1962).

Solanum multiinterruptum

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En suelos cubiertos de pastos, en laderas rocosas entre arbustos y en bosques húmedos. Entre 3 000—3 800 msnm. Centro de Perú, Bukasov (1971), Correll (1962), Ochóa (1962). Presenta clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Howard (1965), y a heladas, Ross y Rowe (1965 y 1969).

Presenta clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Howard (1965), y a heladas, Ross y Rowe (1965 y 1969).

Solanum oplocense

2n = 24, 48. Tuberífera.

Entre pastos y arbustos en suelos areno-rocosos. Entre 2 700–3 800 msnm. Bolivia, N.O. de Argentina, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1965). Presenta clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Ross y Huijsman (1969).

Solanum orophilum

Probablemente tuberífero.

En laderas rocosas a 3 500 msnm. Perú, Correll (1962).

Solanum pascoense

Herbácea, tuberífera.

En quebradas y laderas de montañas. Alrededor de 3 500–3 600 msnm. Pasco, Perú. (Correll, 1962), (Ochóá, 1962).

Solanum paramoense

2n = 24. Tuberífera.

En páramos a 3 300 msnm.

Mérida, Venezuela (Correll, 1962). Nombre vulgar: papa brava, papa de puerco.

Solanum puberulofructum

Dudosamente tuberífera.

En suelos rocosos desde 1 900—2 900 msnm. Cajamarca, Argentina. (Correll, 1962).

Solanum pumilum

Herbácea, tuberífera.

En suelos rocosos, a lo largo de cursos de agua entre 3 500—4 000 msnm. Perú (Correll, 1962), (Hawkes, 1956), (Ochóa, 1962).

Solanum regularifolium

Arbustiva, tuberífera.

En faldeos entre matorrales alrededor de 2 150 msnm. Ecuador, Perú. (Correll, 1962).

Solanum romboideilanceolatum

Herbácea, tuberífera.

En suelos húmedos cubiertos de pastos, entre arbustos. Desde 2 900—3 500 msnm. Centro de Perú, Correll (1962), Hawkes (1956), Ochóa (1962).

Solanum simplicifolium

2n = 24. Semiarbustiva, tuberífera.

Entre arbustos y pastos, junto a arroyos y en los bordes de los bosques. Desde 1 100—3 400 msnm. Bolivia, Argentina, Brücher (1970), Correll (1962), Hawkes (1956). Posee clones resistentes a *Erwinia carotovora*, tubérculo puntudo, Bagnall (1972), y a *Globodera rostochiensis*, Bukasov (1969).

Solanum spegazzini

Dudosamente tuberífero.

En áreas montañosas entre 1 900–2 000 msnm. Catamarca, Argentina, Correll (1962).

Solanum soukupii

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En la umbría de la montaña, en suelos rocosos, a 3 800 msnm. Sur de Perú, Bolivia, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956), Ochóa (1962).

Solanum sparsipilum

2n = 24. Tuberífera.

En faldeos rocosos, suelos con pastizales, a lo largo de arroyos.

Crece entre 2 400–4 500 msnm. Perú, Bolivia, Bukasov (1971), Correll (1962), Hawkes (1956).

Nombre vulgar: attoc papa, Ppisco papa, aparuma, quipachoque.

Posee clones resistentes a virus X, Bagnall (1972), Cockerham (1970).

Solanum torrecillasense

2n = 24. Tuberífera.

En faldeos rocosos entre 2 700–3 000 msnm. Bolivia, Correll (1962).

Posee clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Ross y Huijsman (1969).

Solanum venturii

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En praderas húmedas. Desde 2 000—3 600 msnm. N.O. de Argentina, Correll (1962).

Solanum vernei

2n = 24. Herbácea, tuberífera.

En pastizales y en suelos rocosos a lo largo de arroyos, a la sombra de arbustos en bosques nublados. Desde 2 300—3 500 msnm. N.O. de Argentina, Brücher (1970), Bukasov (1971), Correll (1962).

Presenta clones resistentes a *Globodera rostochiensis*, Bukasov (1969), Ellenby (1954), Howard (1965), Lechnovitz (1958), Mai y Petersen (1952), Mayer, Plaisted y Harrison (1973), Ross y Huijsman (1969), a *Alternaria solani*, Bukasov (1969), a virosis, Bukasov (1969), y a heladas, Budykina, Drozdov, y Sinel'Nikova (1971), Ross y Rowe (1965 y 1969).

Solanum vidaurrei

Tuberífera.

En faldeos rocosos junto a *acacia*. De 2 200—2 800 msnm. Bolivia, Argentina, Correll (1962).

Solanum virgultorum

2n = 24. Arbustiva, tuberífera.

Crece entre arbustos en la ladera de la montaña. Desde 3 700—3 750 msnm. Bolivia, Correll (1962), Hawkes (1956).

Solanum maglia (ver Fig. 2)

2n = 24, 36. Herbácea, tuberífera.

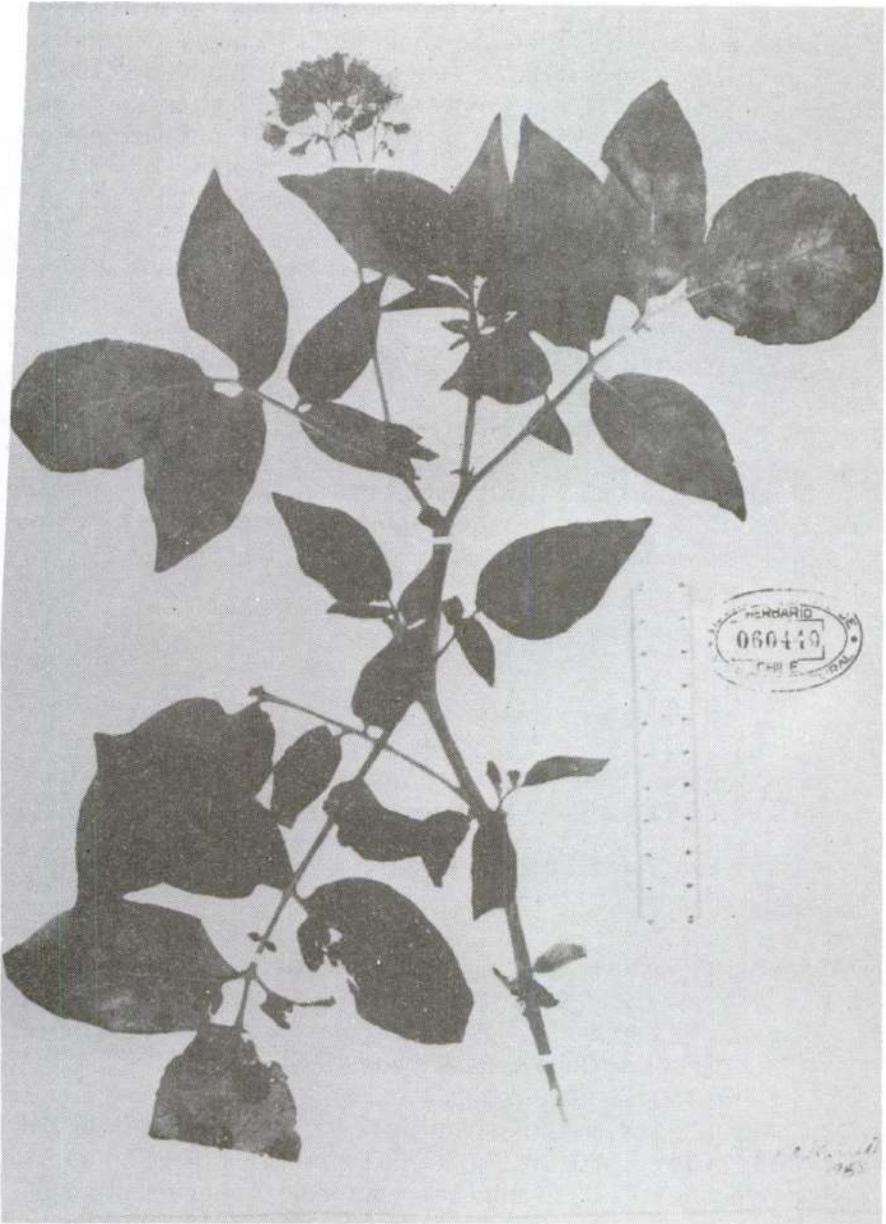


Fig. 2. Sg. 60449. C. Muñoz 3422. *Solanum maglia* Achlechtd. Prov. Coquimbo. Depto. Ovalle. Desembocadura del Río Limarí. En sitios arenosos; anual, tuberosa; tubérculos hasta de 3 cm de diámetro. 10-9-1942.

En suelos arenosos, por lo general a la orilla del mar. Desde Coquimbo a Valparaíso, Chile, y también en Mendoza, Argentina. Brücher (1970), Correll (1962), Hawkes (1956), Montaldo (1962), Muñoz y Pisano (1947). Bukasov y Kameraz (1959) en cruzamientos interespecíficos entre *Solanum maglia* ($2n = 24$) obtuvieron con *Solanum chacoense* ($2n = 24$), *Solanum kurtzianum* ($2n = 24$) y *Solanum tuberosum* ($2n = 48$). Con *Solanum maglia* ($2n = 36$) obtienen cruces con *S. chacoense* ($2n = 24$), *S. kurtzianum* ($2n = 24$), *S. simplicifolium* ($2n = 24$), *S. goniocalyx* ($2n = 24$ y 36), *S. phureja* ($2n = 24$) y *S. tuberosum* ($2n = 48$).

Según Webb (90) *Solanum maglia* (Brücher, Colección N° 39) tiene resistencia a infección a los virus A y X y resistencia a la marchitez causada por *Verticillium alboatrum*.

Montaldo y Rojas (1950) determinaron que *Solanum maglia* (Montaldo, Colección N° 367. Los Piqueros, Valparaíso) es muy susceptible a *Phytophthora infestans*.

Solanum oceanicum

$2n = 36$. Herbácea, tuberífera.

Crece entre pastos y quilas (*Chusquea quila*) en suelos volcánicos, trumaos. Desde 0 a 300 msnm. Chiloé, Chile, Brücher (1970).

Tuberosa Buk. et Kameraz (21)

Su habitat natural es el sistema andino desde Venezuela hasta N.O. de Argentina y el N. de Chile (Arica) a altitudes entre 2 000 y 3 500 msnm., y también en las tierras bajas de temperatura fresca ($11-13^{\circ}\text{C}$) del sur de Chile hasta el grado 45°S .

Comprende una serie poliploide: $2n (2x) = 24$, $2n (3x) = 36$, $2n (4x) = 48$, $2n (5x) = 60$, $2n (6x) = 72$. Desde la clasificación en Series de Rydberg (1924), su ampliación por mejor conocimiento debido a colecciones herborizadas más completas y colecciones vivas, realizadas por Bukasov y Juzepczuk (revisor, Juzepczuk, 1929). También en la Serie *Tuberosa* ha habido varias revisiones realizadas principalmente por Hawkes (1956), por los mismos investigadores soviéticos (Bukasov, 1971), por Correll (1962), por Dodds (en Correll,

1962) y por investigadores locales como: Cárdenas (1956, 1958), Vargas (1948), Ochóa (1953, 1958, 1962), Brücher (1963, 1965, 1970), Montaldo y Sanz (1962) y Contreras (1969).

Bukasov (1937) considera en la Serie *Tuberosa* las siguientes especies cultivadas de papas: *S. tuberosum*, *S. andigena*, *S. ajanhuiri*, *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. boyacense*, *S. kesselbrenneri*, *S. stenotomum*, *S. goniocalyx*, *S. riobambense*, *S. canasense*, *S. juzepczukii*, *S. chaucha*, *S. tenuifilamentum*, *S. mamilliferum*, *S. chocclo*, y *S. cuencanum*.

Hawkes (1956, 1972) reduce las especies cultivadas, pasando varias de ellas a la categoría de sinónimos. Lo más relevante es que considera a las dos principales especies de papas cultivadas, señaladas por Bukasov (1937): *Solanum tuberosum*, *sensu stricti* originaria de Chile, y *Solanum andigenum* de los Andes, como una sola especie con su nombre tradicional de *Solanum tuberosum*. Esta especie, Hawkes (1956) la subdivide en dos subespecies: *S. tuberosum* subespecie *andigena* de los Andes y *S. tuberosum* subespecie *tuberosum*, incluyendo aquí las papas de Chile y lo llamado 'papa europea'.

Otras especies cultivadas reconocidas por Hawkes (1956, 1972) son: *Solanum ajanhuiri* a la cual considera muy cercana, sino idéntica a *S. stenotomum*.

Solanum phureja, pasando a la categoría de sinónimo a: *S. rybinii*, *S. boyacense* y *S. kesselbrenneri*.

Solanum stenotomum dentro del cual considera como una subespecie a *S. goniocalyx*.

S. xjuzepczukii, considerándolo un híbrido natural de *S. acaule* x *S. stenotomum*.

S. x chaucha, considerando a *S. chocclo*, *S. mamilliferum* y *S. tenuifilamentum* como sinónimos.

Solanum curtilobum

Hawkes (1956) incluye en la Serie *Tuberosa* a un grupo de especies que llama *Tuberosa* Silvestre y que Bukasov (1959) las separa en las Series *Transaequatorialia* y *Vaviloniana* (*S. wittmackii*).



Fig. 3. Sgo. 73040. Alvaro Montaldo 67. *Solanum tuberosum* L. variedad cacho. Prov. Chiloé, Depto. Castro. Localidad Cucao. Cultivada en suelos franco-arenosos en las huertas de las casas. 20 msnm. 5-3-1941.

Correll (1962) reconoce en la Serie *Tuberosa* a *Solanum tuberosum* como una amplia especie y a las especies *Solanum maglia*, *Solanum weberbaueri*, *Solanum medians*, y *Solanum tacnaense* las mantiene en las Series *Transaequatorialia* y *Vaviloniana*.

A propósito de lo que se ha denominado fase silvestre de *Solanum tuberosum*, Correll (1962) considera que si existe actualmente algún material autóctono o ruderal que pueda estar asociado aún remotamente con el lectotipo lineano, o con la concepción de lo que el original o típico *Solanum tuberosum* pueda o haya podido ser, éste aparentemente sólo puede ser encontrado en el sur de Chile, para lo cual se apoya en los escritos de Bukasov (1971), Jusepczuk y Bukasov (1929), Wight (1916) y Brücher (1957, 1965).

Esto no necesariamente significa, de acuerdo a Correll (1962) que el *Solanum tuberosum* provino originalmente de Chile, o que está, o sólo fue encontrado allí, sino que en ese lugar la especie, probablemente a través de un aislamiento absoluto, mantuvo algo de sus características originales o a lo menos resistió exitosamente variaciones extremas para mantener su identidad a través de siglos. En contraste, en la región del Lago Titicaca y otras áreas andinas ha ocurrido a través de los años una pérdida de la individualidad y una mezcla general, tanto entre las plantas cultivadas como entre las silvestres. Igualmente, la introducción de cultivares mejorados tanto de Europa como de Estados Unidos y Canadá a ambas regiones, ha agregado más elementos de variación.

De acuerdo a Dodds (1962) con respecto a las papas cultivadas, se está frente a una especie: *Solanum tuberosum*, *sensu lato*, que contiene un gran número de cultivares, y dos híbridos: *S. x juzepczukii* [$4x$ (*S. acaule*) \times $2x$] y *S. x chaucha* ($4x \times 2x$). Esta clasificación la basa el autor citado en jerarquías de categorías, dentro de una sola especie, grande y variable.

Para Dodds (1962) la más importante categoría es la ploidía, con tres grados: ploidía $2x$, ploidía $3x$ y ploidía $4x$. Siguen en importancia, a la ploidía, los grupos. Sus nombres están basados en las 'antiguas' especies.

En algunos grupos se han creado subgrupos para distinguir el parecido entre clones muy semejantes. La última unidad es el cultivar o variedad.

Ploidía $2n = 24$

Comprende a lo clasificado por Bukasov (1937) y reconocido por Hawkes (1956) y otros investigadores como: *Solanum ajanhuiri*, *Solanum goniocalyx*, *Solanum stenotomum* y *S. phureja*. Todo este material Dodds (1962) lo divide en dos grupos: Stenotomum (ajanhuiri, goniocalyx y stenotomum) y grupo phureja. El primero de estos grupos se encuentra en Perú Central y Bolivia; el segundo desde Venezuela al Norte de Perú. Origen: de especies diploides desconocidas.

Ploidía $2n = 36$

Grupo chaucha. Los miembros de este grupo se consideran híbridos entre ploidía $2x$, Grupo Stenotomum, y tetraploides cultivados de Perú Central y Bolivia.

Ploidía $2n = 48$

En ploidía $4x$, Dodds considera dos grupos: Grupo andigena, para los tetraploides cultivados en los Andes, desde $10^{\circ}N$ hasta $25^{\circ}S$. Por lo general producen tubérculos de formas irregulares, de ojos profundos y de pulpa y cáscara pigmentada. Algunos miembros del grupo andigena se cultivan en muy pequeña extensión hasta Guatemala y México (*Solanum tuberosum* subespecie *andigena* Serie *Tuberosa* de Hawkes (1956); *Solanum andigena* Serie *Andigena* de Bukasov (1937). Su origen se debería a doblamiento cromosomal de los grupos stenotomum y phureja.

Grupo tuberosum (*Solanum tuberosum* subespecie *tuberosum*, Serie *Tuberosa* en Hawkes; *Solanum tuberosum*, Serie *Tuberosa* en Bukasov) son los tetraploides cultivados distribuidos en el mundo y especialmente cultivados en Chile, Europa y Norte América. Dodds (1962) estima que estas papas han evolucionado del grupo andigena a través de selección durante los últimos 300 años.

Ploidía $2n = 60$

S. x curtilobum, híbridos del grupo andigena $4x$ ($2n = 48$) y *S. x juzepczukii* $3x$ ($2n = 36$) de Perú Central y Bolivia.

Dodds (1962) propone retener la denominación colectiva de *S. x juzepczukii*, para un pequeño grupo de triploides, de Perú Central y Bolivia, que se cree sean híbridos entre *S. acaule* y un tetraploide cultivado.

Bukasov (1966) recomienda pasar a *S. x juzepczukii* y *S. x curtilobum* a la Serie *Acaulia* por su gran parecido morfológico con los otros miembros de dicha Serie.

Valor agronómico de la especie *Solanum tuberosum*

Ploidía $2x\ 2n = 24$

Grupo stenotomum

Se señala a diversos clones de *ajanhuiri* como resistentes a heladas, Firbas y Ross (1971) y a otros como resistentes a *Spongospora subterranea*, Torres, Gamarra y Nielsen (1972). También en clones de *goniocalyx* se ha encontrado resistencia a heladas, Firbas y Ross (1971).

Grupo phureja

Se ha señalado resistencia en diversos clones a: *Pseudomonas solanacearum*, Rowe y Sequeira (1970), Rowe, Sequeira y González (1972), Sequeira y Rowe (1969), Thurston y Lozano (1968). Resistencia a virus X, Bagnall (1972), *Alternaria solani*, Bukasov (1969), *Erwinia carotovora*, Bukasov (1969), *Phytophthora infestans*, Thurston, Heidrick y Guzmán (1962).

Ploidía $4x\ 2n = 48$

Grupo andigena

Resistencia a *Globodera rostochiensis*, a diversos patotipos, según como lo indican los autores citados:

CPC# 1595 de Oruro, Bolivia, Ellenby (1954), Howard (1965).

CPC# 1673 de La Paz, Bolivia, Cole y Howard (1957), Ellenby (1954), Howard (1965), Toxopeus y Huijsman (1953).

CPC# 1685 de Puno, Perú, Cole y Howard (1957), Ellenby (1954), Howard (1965), Toxopens y Huijsman (1953).

CPC# 1690 de Puno, Perú, Cole y Howard (1957), Ellenby (1954), Howard (1965), Toxopens y Huijsman (1953).

CPC# 1692 de Cochabamba, Bolivia, Ellenby (1954), Howard (1965).

Resistencia a *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*:

CPC 2775, Howard, Cole y Fuller (1970).

CPC 2802 y CPC 2805, Howard, Cole y Fuller (1970).

También se ha informado de clones con resistencia a: *Rhizoctonia solani*, Buriticá (1972) y a *Phitophthora infestans*, Thurston, Heidrick y Guzmán (1962).

Grupo tuberosum

Resistencia a algunos patotipos de *Globodera rostochiensis* en EBS## 2084 de Chile, Ross y Huijsman (1969).

#CPC = Commonwealth Potato Collection.

##EBS = Erwin Bauer Sortiment.

Resistencia a virus X, algunos cultivares, Ross y Rowe (1972).

Resistencia a virus Y, algunos cultivares, Ross y Rowe (1972).

Resistencia a virus A, algunos cultivares, Bagnall (1961), Ross y Rowe (1972).

Resistencia a enrollamiento, algunos cultivares, Calderoni y Cappelletti (1967), Ross y Rowe (1972).

Resistencia a *Spongospora subterranea*, algunos cultivares, Montaldo (1951), Mujica (1942).

Resistencia a *Streptomyces scabies*, algunos cultivares, Montaldo y Sanz (1962), Ross y Rowe (1972).

S. × curtilobum (5x) $2n = 60$

Resistencia a heladas, algunos cultivares, Bukasov (1966).

Resistencia a *Spongospora subterranea*, algunos cultivares, Torres, Gamarra y Nielsen (1972). *S. × juzepczukii* (3x).

CUADRO N° 1. Resumen. Valor agronómico de algunos clones en las especies de papa indicadas.

	Virus A	Virus X	Virus Y	Enrollamiento	Tubérculo punto	<i>P. infestans</i>	<i>S. subterranea</i>	<i>V. albostrum</i>	<i>S. acabies</i>	<i>A. solani</i>	<i>R. solani</i>	<i>E. carotovora</i>	<i>P. solanac.</i>	<i>L. deceml.</i>	<i>M. solanif.</i>	<i>M. persicae</i>	<i>E. fabae</i>	<i>G. rostoc.</i>	<i>G. pallida</i>	Heladas	Rendimiento	Seguía
CLARA:																						
<i>S. bulbocastanum</i>						+									+							
TRIFIDA:																						
<i>S. cardiophyllum</i>																						
<i>S. jamesii</i>						+																
<i>S. pinnatisectum</i>						+																
<i>S. trifidum</i>																						
COMMERSONIANA:																						
<i>S. chacoense</i>	+																					
<i>S. commersonii</i>		+																				
<i>S. tarijense</i>																						
CIRCAEFOLIA:																						
<i>S. capsicibacc.</i>																						

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

Efectuar una exhaustiva colección y hacer los correspondientes estudios taxonómicos, quimotaxonómicos, citogenéticos, genéticos y agronómicos de las especies silvestres y cultivadas de papas.

Formar en cada uno de los países del área andina y en el sur de Chile (Chiloé), Bancos de Germoplasma que incluyan todo el material que aún exista, tanto silvestre como cultivado. La medida anterior debe tomarse, para evitar la erosión o pérdida de material vegetal, debidos especialmente al reemplazo de los tipos cultivados por variedades mejoradas de Norteamérica y Europa, a la destrucción o desaparición del material silvestre por acción del hombre (integración de suelos vírgenes al cultivo) o de animales domésticos como ovejas, cabras, porcinos o vacunos.

Al efectuar la colección de material de especies y variedades de papas en el sitio de origen se deberá anotar, aparte de los datos taxonómicos y geográficos, la mayor información ecológica (clima, suelo) y efectuar una medición de la producción de tubérculos. En esta forma las observaciones de resistencia a la sequía entre otras, tendrán un valor comparativo entre rendimiento en tubérculos y adaptación al medio. Igualmente deberán anotarse las enfermedades y plagas presentes y, en lo posible, la intensidad del ataque.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABDALLA, M. N. F. y HERMSEN, J. G. T. An evaluation of *Solanum verrucosum* Schlechtd, for its possible use in potato breeding. *Euphytica* 22: 19–17. 1973.
2. BAGNALL, R. H. Hypersensibility to viruses A and X in Canadian and American potato varieties. *American Pot. Jour.* 38:192–202. 1961.
3. —————. Resistance to potato viruses M, S, X and spindle tuber virus in tuber-bearing *Solanum* species. *American Pot. Jour.* 49:342–348. 1972.
4. BITTER, G. *Solana nova vel minus cognita*. *Rep. Nov. Spec. Reg. Veg. (Berlín)* 11:349–394. 1912.
5. BLACK, W. y GALLEGLY, M. E. Screening of *Solanum* species for resistance to physiologic races of *Phytophthora infestans*. *American Pot. Jour.* 34:273–281. 1957.
6. BRÜCHER, H. IV. Die Serie *Tuberosa*. *Züchter* 27: 353–357. 1957.
7. —————. Untersuchungen über die *Solanum*—Cultivare der Insel Chiloé. *Z. Pflanzenzüch. (Berlín)* 49: 7–54. 1963.
8. —————. *Solanum oceanicum* spec. nov. Eine Wildkartoffel von der chilotischen Pazifik-Küste. *Rep. Spec. Nov. Reg. Veg. (Berlin)* 70:136–143. 1965.
9. —————. Chromosomenzahlen argentinischer, chilenischer und venezolanischer Wildkartoffeln. *Cytología* 35:153–170. 1970.

10. BRÜCHER, H. Dos especies tuberíferas de *Solanum* en el Paraguay y sus genes de resistencia contra plagas y enfermedades de la papa cultivada. Rev. Soc. Científica (Asunción) 14:1–21. 1974.
11. —————. Brasiliens Wildkartoffeln. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 88:399–410. 1975.
12. BUDYKINA, N. P., DROZDOV, S. N. y SINEL'NIKOVA, V. N. (Resistencia comparativa al frío de las especies silvestres de papa). Bull. Appl. Bot. Genet. and P. Breeding, Leningrado 46:63–69. 1971.
13. BUKASOV, S. M. (The cultivated plants of México, Guatemala and Colombia). Bull. Appl. Bot. Genet. and Plant Breeding. (Leningrado) Suppl. 47:141–226. 1930.
14. —————. The potatoes of South America and their breeding possibilities. Bull. Appl. Bot. Genet. and Plant (Leningrado) Suppl. 58:192. 1933.
15. —————. Potato. *In*: N. I. Vavilov. Theoretical bases of plant breeding. T. III. 1937. pp. 1–76.
16. —————. Interspecific hybridization in the potato. Bull. Acad. Sci. U.R.S.S. Ser. Biol. 2:711–732. 1938.
17. —————. The origin of potato species. Physis (Buenos Aires) 18:41–46. 1939.
18. —————. Die kulturarten der Kartoffel und ihre wildwachsenden Vorfahren. Z. Pflanzenzuch 55:139–164. 1966.
19. —————. Hacia el conocimiento del fondo genético de la papa. Leningrado, Instituto de Plantas Cultivadas de la U.R.S.S., 1969. 21 p.
20. —————. La papa, *In*: Flora de plantas cultivadas. Edit. P. M. Zhukovsky. Leningrado, Kolos Ed., 1971. 447 p. (En ruso)

21. BUKASOV, S. M. y KAMERAZ, A. J. (la base de la selección de la papa). Moscú, 1959. (Texto en ruso). 528 p.
22. BURITICÁ, P. Fuentes de la resistencia en papa (*Solanum tuberosum* a *Rhizoctonia solani*) Khün. Bogotá, 7a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas, 1972. pp. 6–7.
23. CALDERONI, A. V. y CAPPELLETTI, C. A. Control del virus del enrollado en variedades de papa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Maracay, 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. 1967. 13 p.
24. CÁRDENAS, M. Estudios de los grupos taxonómicos de las papas silvestres. Turrialba 6:59–66. 1956.
25. —————. Viaje de recolección de papas cultivadas en las regiones de Chojilla y Quime. Rev. Agric. (Cochabamba) 13:44–48. 1958.
26. —————, HAWKES, J. G. New and little know wild potato species from Bolivia and Perú. Jour. Linn. Soc., Bot. 53: 91–108. 1945.
27. COCKERHAM, G. Genetical studies on resistance to potato viruses X and Y. Heredity 25:309–348. 1970.
28. COLE, C. S. y HOWARD, H. W. The genetics of resistance to potato root eelworm of *Solanum tuberosum* sbsp andigenum, clone CPC 1960. Euphytica 6:242–246. 1957.
29. CONTRERAS, A. Análisis y a pauta de clasificación de clones de papa recolectadas en el sur de Chile. Valdivia, Univ. Austral, 1969. 140 p. (Fac. Agron., Tesis).
30. CORRELL, D. S. Section *Tuberarium* of the genus *Solanum* of North America and Central América. Washington, U.S.D.A., 1952. 243 p. (Monograph 11).
31. —————. The potato and its wild relatives. Renner, Texas Research Foundation, 1962. 606 p.
32. D'ARCY, W. G. Solanaceae Studies II: Typification of subdivisions of *Solanum*, Annals of Missouri Botanical Garden 59:262–278. 1972.

33. DODDS, K. S. Classification of cultivated potatoes. *In*: D. S. Correll, The potato and its wild relatives. Renner, Texas Research Foundation, 1962. pp. 517–539.
34. ----- . The evolution of the cultivated potato. *Endeavour* 25:83–88. 1966.
35. DUNAL, M. F. *Prodomus (Solanaceae)* 13(1):27–387. 1852. Paris.
36. ELLENBY, C. Tuber forming species and varieties of the genus *Solanum* tested for resistance to the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). *Euphytica* 3:195–202. 1954.
37. FIRBAS, H. Reaktion von Wildkartoffelarten unterschiedlicher Frostresistenz auf Kalteeninflüsse verschiedener Stärke und Daner. *Z. Pflanzenzuch* 48:101–105. 1962.
38. -----, y ROSS, H. Züchtung auf Frostresistenz bei der Kartoffel I. Über die Frostresistenz des Laubes von Wildarten und Primitivformen der Kartoffel und ihre Beziehung zur Höhenlage des Artareals. *Z. Pflanzenzuch* 45:259–299. 1961.
39. HAWKES, J. G. Potato collecting expeditions in México and South América. II. Systematic classification of the collection. Cambridge, Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics, 1944. 142 p.
40. ----- . Some observations on South American potatoes. *Ann. Appl. Biol. (London)* 34:622–631. 1947.
41. ----- . New *Solanum* species in sub-section *Hyperbathrum*. *In*. Bitter: *Ann. Mag. Nat. Hist. (London)* Ser. 12, 7:639–710. 1954.
42. ----- . A revision of the tuber-bearing *Solanums*. Pentlandfield, Scottish Plant Breeding Station, 1956. *Ann. Rept.* pp. 37–109.
43. ----- . The origin of *Solanum juzepczukii* Buk. and *Solanum curtilobum* Juz. et Buk. *Z. Pflanzenzuch.* 47:1–14. 1962.

44. HAWKES, J.G. Modern taxonomic work on the *Solanum* species of Mexico, and adjacent countries. *American Pot. Jour.* 43:81–103. 1966.
45. ————. Evolution of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. *Symposium Biol. Hung.* 12:183–188. 1972.
46. HOWARD, H. W. Potatoes. Root-eelworm (*Heterodera rostochiensis*). Cambridge, Plant Breeding Institute, 1965. (Rept. 1963–1964).
47. ————, COLE, C. S. y FULLER, J. M. Further sources of resistance to *Heterodera rostochiensis* Wool. in the andigena potatoes. *Euphytica* 19:210–216. 1970.
48. HUIJSMAN, C. A. Some data on the resistance against the potato-root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) in *Solanum kurtzianum*. *Euphytica* 9:185–190. 1960.
49. JUZEPCZUK, S. W. (Nuevas especies del género *Solanum* L. en el grupo *Tuberarium* Dun.) *Bull. Acad. Sci. U.R.S.S.* 2:295–331. 1937.
50. ————, y BUKASOV, S. M. (A contribution to the question of the origin of the potato). *Proc. U.S.S.R. Congr. Genet.* 3:604–606. 1929.
51. LECHNOVITCZ, W. Ergebnisse der Prüfungen von kartoffelarten auf resistenz gegen den kartoffel-nematoden (*H. rostochiensis*). *Nematoden Symposium, Tagungsbericht N° 20. Berlín, 1958.*
52. MAI, W. F. y PETERSEN, L. C. Resistance of *Solanum ballsii* and *Solanum sucrense* to the golden nematode, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Science (New York)* 116:224–225. 1952.
53. MAYER, M., PLAISTED, R. L. y HARRISON, M. L. Resistance to the potato nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. in clones derived from *Solanum vernei*. *American Pot. Jour.* 50:9–18. 1973.

54. MOMENI, D. A., PLAISTED, R. L., PETERSEN, L. C. y HARRISON, M. B. The inheritance of resistance to the golden nematode (*Heterodera rostochiensis*) in *Solanum famatinae* and *Solanum neohawkesii*. American Pot. Jour. 46:128–131. 1969.
55. MONTALDO, A. Fitomejoramiento para resistencia a la sarna polvorienta de la papa. Agric. Técn. (Santiago) 11:140–148. 1951.
56. -----, y ROJAS, E. DE Fitomejoramiento para resistencia al tizón de la papa. Agric. Técn. (Santiago) 10:66–73. 1950.
57. -----, y SANZ, C. Las especies de papas silvestres y cultivadas de Chile. Agric. Técn. (Santiago) 22:66–152. 1962.
58. MUJICA, F. Susceptibilidad de variedades de papas a la sarna polvorienta causada por *Spongospora subterranea*. Bol. San. Veg. (Santiago) 2:17–19. 1942.
59. MUÑOZ, C. Sinopsis de la flora de Chile. Santiago, Edic. Universidad de Chile, 1959. 840 p.
60. -----, y PISANO, E. Estudio de la vegetación y flora de los Parques Nacionales de Fray Jorge y Talinay. Agric. Técn. (Santiago). 7:162. 1947.
61. NIEDERHAUSER, J. S. y MILLS, R. W. Resistance of *Solanum* species to *Phytophthora infestans* in México. Phytopath. 43:456–547. 1953.
62. OCHÓA, C. Breve addenda a la sistemática de las papas subperuanas. Agronomía (Lima) 18:117–136. 1953.
63. -----. Expedición colectora de papas cultivadas de la cuenca del Lago Titicaca. I. Determinación sistemática y número cromosómico del material colectado. Lima, P.C.E.A. (La Molina), Inv. Papa N° 1., 1958. 18 p.
64. -----. Los *Solanum tuberíferos* silvestres del Perú, (Secc. *Tuberarium*, Sub-secc. *Hyperbasarthrum*) Lima, 1962, 297 p.

65. OCHOA, C. Un nuevo *Solanum* tuberífero del Ecuador. An. Cient. (Lima) 1 (1):106–109. 1963.
66. —————. Un nuevo *Solanum* tuberífero de la flora peruana. An. Cient. (Lima). 1(3):216–220. 1963.
67. —————. Nuevo *Solanum* tuberífero del Perú, An. Cient. (Lima). 2(2):148–151. 1964.
68. —————. Determinación sistemática y recuentos cromosómicos de las papas indígenas cultivadas en el centro del Perú. An. Científicos (Lima) 3(2):103–163. 1965.
69. —————. La serie tuberífera *Cuneolata* en el norte del Perú, An. Cient. (Lima) 11:157–160. 1973.
70. RADCLIFFE, E. B. y LAUER, F. I. A survey of aphid resistance in the tuber-bearing *Solanum* (Tour.) L. species. St. Paul, Univ. of Minnesota, 1966. Agric. Exp. St. Tech. Bull 253. 23 p.
71. —————, y —————. Resistance to *Myzus persicae* (Sulzer) *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) and *Empoasca fabae* (Harris) in the wild tuber-bearing *Solanum* (Tourn.) L. species. St. Paul, Univ. of Minnesota, 1968. (Agric. Exp. St., Tech. Bull, 259).
72. REDDICK, D. Scab immunity, American Pot. Jour, 16:71–75 1939.
73. ROSS, H. The use of wild *Solanum* species in German potato breeding of the past and today. American Pot. Jour. 43:63–80. 1966.
74. —————, y HUIJSMAN, C. A. Uber die Resistenz von *Solanum* (*Tuberarium*) Arten gegen europäische Rassen des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll). Theor. appl. Genet. (Berlín) 39:113–122. 1969. (ex. Der Züchter).
75. ROSS, R. W. y ROWE, P. R. Frost resistance among the *Solanum* species in the IR—a potato collection. American Pot. Jour. 42:177–185. 1965.

76. ROSS, R. W. y ROWE, P. R. Inventory of interspecific and intervarietal hybrid of tuber-bearing *Solanum* species. Madison, College of Agriculture, public. R. 1695, 1972. 40 p.
77. -----, y -----. Inventory of tuber-bearing *Solanum* species. IR-1. Potato Collection. Madison, College of Agriculture, Bull. 533, 1969. 68 p.
78. -----, y -----. Utilizing the frost resistance of diploid *Solanum* species. American Pot. Jour. 46:5-14. 1969.
79. -----, y -----, y SEQUEIRA, L. Inheritance of resistance to *Pseudomonas solanacearum* in *Solanum phureja*. Phytopath. 60:1 499-1 501. 1970.
80. ROWE, P. R., SEQUEIRA, L. y GONZÁLEZ, L. C. Additional genes for resistance to *Pseudomonas solanacearum* in *Solanum phureja*. Phytopath. 62:1 093-1 094. 1972.
81. RYDBERG, P. A. The section *Tuberarium* of the genus *Solanum* in México and Central América. Bull. Torrey Bot. Club (New York) 51:127-165, 168-223. 1924.
82. SEQUEIRA, L. y ROWE, P. R. Selection and utilization of *Solanum phureja* clones with high resistance to different strains of *Pseudomonas solanacearum*., American Pot. Jour. 46:451-462. 1969.
83. THURSTON, H. D., HEIDRICK, L. E. y GUZMÁN, J. Partial resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary within the Colección Central Colombiana. American Pot. Jour. 39:63-69. 1962.
84. -----, y LOZAÑO, T. J. C. Resistance to bacterial wilt of potatoes in Colombian clones of *Solanum phureja*. American Pot. Jour. 45:51-55. 1968.
85. TORKA, M. Die Kafferresistenz der Serie *Commersoniana* von *Solanum*. Zuchter 24:138-139. 1954.
86. TORRES, H., GAMARRA, F. y NIELSEN, L. Búsqueda de cultivares de papa resistentes a condiciones de campo a

Spongospora subterranea. Bogotá, 8a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1972. pp. 42–43.

87. TOXOPEUS, H. J. y HUIJSMAN, C. A. Breeding for resistance to potato root elworm. I. Preliminary data concerning the inheritance and the nature of resistance. *Euphytica* 2:180–186. 1953.
88. UMAERUS, V. y STALHAMMAR, M. Studies of field resistance to *Phytophthora infestans*. 3. Screening of *Solanum* species for field resistance to *P. infestans*. *Z. Pflanzenzüch.* 62:6–15. 1969.
89. —————, Studies of field resistance to *Phytophthora infestans*. 5. Mechanisms of resistance and applications to potato breeding. *Z. Pflanzenzüch.* 63:1–23. 1970.
90. UNIVERSITY OF WISCONSIN. Inventory of tuber bearing *Solanum* species. *Agric. Exp. Sta., Univ. Wisconsin, Bull.* 533. 1958. 20 p.
91. VARGAS, C. Las papas subperuanas. Cuzco, Univ. Nac., 1948. 164 p.
92. —————. Las papas subperuanas. II. Cuzco, Edit. Rosas, s. d. 66 p.
93. WIGHT, W. F. Origin, introduction and primitive culture of the potato, Washington, *Proc. 3er. An. Meeting Potato Assoc. America*, 1916. pp. 35–52.
94. ZHUKOVSKII, P. M. Especies tuberíferas de *Solanum* L. *Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alc.* 7(Supl. 3):75–93. 1972. (Trad. R. Mendoza).

CAPÍTULO 3

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y UTILIZACIÓN

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Estructura y composición de
un tubérculo
Carbohidratos
Proteína
Fibra
Minerales
Vitaminas
Grasa
Alcaloides

VALOR NUTRITIVO

Importancia alimenticia
La papa como productora de
calorías

CALIDAD CULINARIA

Concepto de calidad
Determinación de la calidad culinaria mediante el peso específico.

INDUSTRIALIZACIÓN

Deshidratación

Harinas

Cubos

Escamas

Gránulos

Hojuelas

Papas preheladas para freír

Tolerancia a plaguicidas venenosos

Almidón

Proceso esquemático de fabricación de almidón

Dextrina

Proceso esquemático de fabricación de dextrina.

Glucosa

ALIMENTACIÓN ANIMAL

Bovinos

Ovinos

Porcinos

Ensilaje de papas

PROBLEMAS POR INVESTIGAR Y ESQUEMAS POR DESARROLLAR

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y UTILIZACIÓN

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Estructura y composición del tubérculo

Un tubérculo de papa es un tallo subterráneo modificado para el almacenamiento de almidón.

La parte exterior del tubérculo se denomina periderma; enseguida viene una franja estrecha difícilmente visible a simple vista, la corteza; ambas secciones forman la cáscara. La médula o eje del tallo modificado se ramifica hacia los ojos o yemas del tubérculo.

El parénquima vascular de almacenamiento rellena los espacios entre la médula y la corteza, el cual contiene algunos cordones de floema. Este tejido está separado en dos porciones por el anillo vascular.

CUADRO N° 2. Composición de la papa (1 000 g) comparada con otros cultivos de raíces y tubérculos y con los principales cereales (Wu y Flores, 1961).

	Humedad g	Ribo flavina mg	Niacina mg	Tiamina mg	Vitamina C, mg	Vitamina A, U.I.	Hierro, mg	Calcio, mg	Grasa, g	Proteína, g	Carbohidratos g	Energía cal
Papa	780	0.3	14	1	100	Tz	7	80	1	20	189	760
Batata	700	0.5	6	1	230	5 000	1	340	4	13	273	1 140
Yuca	625	0.3	6	0.6	360	Tz	7	330	3	12	347	1 530
Ñames	726	0.2	4	1.3	30	Tz	13	140	2	20	243	1 040
Taro	725	0.3	9	1.5	50	Tz	11	230	2	19	232	1 040
Ocurno	695	0.3	7	1.3	50	Tz	8	140	3	17	300	1 330
Arracacha	735	0.4	35	0.6	180	1 900	9	250	1	10	327	990
Zanahoria	893	0.8	5	0.6	50	80 000	6	420	20	10	79	220
MAÍZ:												
Harina int.	120	1.1	20	4.5	na	4 500	23	210	43	95	729	3 630
Harina refinada	120	0.8	46	1.8	na	3 006	12	50	12	84	773	
TRIGO:												
Harina int.	120	1.0	46	4.1	na		40	360	23	122	778	3 440
Harina refinada	120	0.4	11	1.3	na	0	10	160	11	109	755	
Arroz paddy	130	4.5	46	3.3	na	0	14	150	18	75	767	3 520
Millo	130	0.3	16	0.8	na	0	9	100	7	67	787	3 550
Requerimiento adulto		1.2	15	1.2	25	2 500	8	500		65		2 500

int. = integral.

El tubérculo es aproximadamente 2% de cáscara, 75–85% de parénquima vascular de almacenamiento y 14–20% de médula.

El tubérculo de papa es un producto alto en humedad; por esta condición para que su consumo en estado fresco sea económico debe estar cerca de los centros de producción.

El contenido en riboflavina es bajo, y en vitamina A sólo tiene trazas. Si se considera la ración diaria de la mitad de una papa de 6.35 mm en aproximadamente 60 g, se verá que el aporte de riboflavina no llega a 0.02 mg.

Los contenidos en niacina, tiamina y vitamina C son algo superiores. En el aspecto de carbohidratos y proteínas la papa en forma seca, a nivel de 12% de humedad comparada con los cereales y con los otros cultivos de raíces y tubérculos, muestra un valor medio en carbohidratos y algo superior en proteínas. En este último punto es el cultivo de raíces y tubérculos el que junto al ñame (*Dioscorea alata*) tiene los más altos valores.

Carbohidratos

Los carbohidratos de la papa incluyen almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas.

Los almidones de la papa son amilosa y amilopectina en la proporción de 1:3, según Talburt y Smith (1959).

Quevedo (1959) estudió los caracteres analíticos en 24 variedades de papas cultivadas en La Molina, Perú. Los valores de peso específico, materia seca total y humedad variaron de 1 101; 30.72 y 69.28 para la variedad Cargamaca, a 1 055; 14.59 y 85.4 para Llanqueja, respectivamente.

En el caso de Cargamaca, del 30.72% de materia seca, 23.53% correspondió a almidón, 2.78% a proteína cruda, 0.18% a azúcares reducidos, 0.24% a Ca (CaO) y 0.16% a P (P_2O_5), además de 5.4 mg de vitamina C por 100 g de papa.

En la variedad Llanqueja, del 14.59% de materia seca, 10.5% correspondió a almidón, 1.83% a proteína cruda, 0.20% a azúcares reducidos, 0.26% a Ca, 0.22% a P, además de 7.4 mg de vitamina C

por 100 g de papa. Se puede apreciar la enorme diferencia en contenido de almidón y proteína que presentan las variedades de papas.

Se puede apreciar que el contenido en almidón de las papas es bastante variable y depende de las variedades. Los valores indicados en los Cuadros N°s. 3 y 4 indican variaciones que van desde 11.93 para Capiro en la Sabana de Bogotá, Colombia, a 18.00 % para la variedad Rosada 116 en la Estación Experimental Centinela en el Sur de Chile.

CUADRO N° 3. Contenido en materia seca total y almidón de 14 variedades de papas chilenas (Montaldo, 1956).

Variedad	Peso específico (*)	Materia seca total %	Contenido en almidón %
Huevo 30	1 093	22.96	16.41
Vaporina 31	1 083	20.85	14.42
Rosada chilota 116	1 080	20.21	13.82
Huevo 117	1 083	20.85	14.42
Corahila antigua 140	1 092	22.75	16.20
Chapeda colorada 142	1 082	20.64	14.22
Oropana 145	1 093	22.96	16.41
Corahila redonda 161	1 086	21.48	15.02
Andina 163	1 095	23.38	16.81
Corahila ovalada 175	1 090	22.23	15.81
Rosada 196	1 101	24.65	18.00
Coquiao 203	1 091	22.54	16.01
Castilla 211	1 086	21.48	15.02
Cunca C-8-2	1 090	22.33	15.81

(*) Se determinó mediante flotamiento en soluciones salinas el peso específico de los tubérculos; la materia seca total y el contenido en almidón se dedujo de acuerdo a la Tabla de Von Sheele.

CUADRO N° 4. Contenido en materia seca total y almidón de 10 variedades de papas colombianas (Bechara y Rodríguez, 1967).

Variedad	Materia seca total %	Contenido en almidón %
Cajicá	18.39	12.27
Tocana	20.30	14.22
Pintura Ojona	20.88	14.75
Argentina	21.24	15.09
Tuquerreña	21.49	15.29
Jabonilla	21.65	15.32
Pana Blanca	21.65	15.32
Parda Pastusa	22.90	16.41
Capiro	17.82	11.93
Puracé	18.67	12.66

Proteína

Bechara *et al* (1967) analizaron variedades de papas de la Colección Central Colombiana y encontraron valores de proteína desde 1.8 a 2.8 %. De acuerdo al Talburt y Smith (1959) el tubérculo de papa contiene 1–2% de nitrógeno total en el producto seco; de este nitrógeno 1/2 ó 1/3 está presente como proteína ($N \times 6.25$). Las proteínas de la papa son casi exclusivamente globulinas (tuberina).

Lang (1957) indicó que el tubérculo de papa es bajo en metionina y cistina. Rodríguez, Herrera y Estrada (1968) estudiaron el contenido en proteína cruda en: *Solanum tuberosum* gr. phureja, *Solanum tuberosum* gr. andigena, *Solanum tuberosum* gr. tuberosum y cruces de *S.t.* gr. tuberosum \times gr. andigena (Cuadro N° 5) producidas en la Sabana de Bogotá.

Los mayores valores en el contenido proteico corresponden a gr. andigena y están entre 2.80–3.20. El porcentaje promedio para la especie es 2.94. gr. phureja —la papa amarilla— presentó el menor porcentaje *Solanum tuberosum* de proteínas con valores extremos de 1.91 y 3.05 %. El porcentaje promedio para la especie es de 2.34 %.

Los clones de *S. tuberosum* gr. tuberosum y los cruces de gr. tuberosum \times gr. andigena presentaron un contenido en proteínas similar cuyo valor promedio varió sólo en 0.05 %. Según los autores,

CUADRO N° 5. Porcentaje de proteína cruda (N x 6.25) en base húmeda de tubérculos de papa con cáscara y sin cáscara (Rodríguez, Herrera y Estrada, (1968)).

NOMBRE	Porcentaje de proteínas			Diferen.	NOMBRE	Porcentaje de Proteínas			Diferen.
	con cáscara	sin cáscara				con cáscara	sin cáscara		
gr. phureja:					gr. tuberosum:				
Criolla rosada	1.91	1.22	0.69		Sebago	1.55	1.30	0.25	
Yema de huevo	1.92	1.72	0.20		Alpha blanca	2.55	2.65	0.10	
Manzana	2.00	1.85	0.15		Russet Burbank	2.55	2.40	0.15	
Reina	2.15	1.70	0.45		Saranac	2.62	2.49	0.13	
Chispa llama	2.25	2.13	0.12		Katahdin	2.70	2.83	0.13	
Tabaca negra	2.40	1.89	0.41		Branca Cascuda	2.85	2.53	0.32	
Piña	2.45	1.80	0.65		Kennebec	2.95	2.85	0.10	
Chauca	2.50	1.72	0.82		Ackersegen	2.95	2.54	0.41	
Papa amarilla	2.75	2.40	0.35		Pimpernel	3.12	3.35	0.23	
Papa roja	3.05	2.50	0.55		Vertifolia	3.80	3.50	0.30	
gr. andigena:					gr. tuberosum x gr. andigena:				
Argentina	2.80	2.75	0.05		57-875-1	1.70	1.97	0.27	
Chiar Imilla	2.86	2.57	0.29		55-300-1	2.23	2.22	0.01	
Tocana	2.90	2.57	0.38		55-314-1	2.40	2.39	0.01	
Salentuna	3.20	3.05	0.15		63-54-30	2.55	2.55	0.00	

el análisis estadístico mostró que únicamente existe diferencia significativa en gr. phureja entre contenido en proteína con y sin cáscara.

Bacigalupo (1972) mostró el resultado de análisis de un grupo de variedades peruanas de papas que dieron contenidos en materia seca que variaron de 20.0–32.9 %, y de proteína de 1.12–4.43 %. En algunas de estas variedades se determinó el contenido en aminoácidos.

CUADRO N° 6. Contenido en aminoácidos esenciales de las variedades de papa Ccompis (gr. andigena); Varena (mejorada); Mariva y Ticahuasi (gr. andigena x gr. tuberosum). (g x 100 g de N), comparada con los requerimientos indicados por FAO.

Aminoácidos	Ccompis	Varena	Mariva	Ticahuasi	Tabla de referencia de requerimiento FAO
Lisina	33.77	52.78	39.96	41.88	26.25
Treonina	17.18	34.28	21.69	24.04	17.50
Valina	22.93	54.68	28.19	32.32	13.75
Metionina	6.15	20.60	6.19	5.05	13.75
Isoleucina	21.79	39.79	20.18	25.39	31.25
Leucina	31.11	51.17	34.62	40.63	30.00
Fenilalanina	23.37	38.90	23.75	29.68	17.50

La comparación del contenido en aminoácidos esenciales del tubérculo de papa con el Patrón de Referencia de FAO muestra que la papa es alta en lisina, valina y fenilalanina, de contenido medio en treonina, y leucina; bajo en isoleucina y muy deficiente en metionina.

Lo anterior muestra que la papa, o productos de la papa, como harina para uso en la alimentación animal, adicionadas de harinas de ajonjolí o algodón, altas en metionina, mejora esta deficiencia. También la harina de papa es un buen suplemento debido al contenido en

lisina, en las raciones con plantas deficientes en este aminoácido como son el maíz, el sorgo, el mijo, entre otros. El nitrógeno no proteico de las papas comprende: asparragina, xantina, leucina, tirosina, y otros.

Fibra

De acuerdo a Burton (1966) el contenido en fibra de las variedades de papa tiene valores que fluctúan de 1–10% con un valor normal aproximado de 2–4% de materia seca. Bajo la denominación de fibra se incluye: fibra cruda, celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas.

Minerales

El tubérculo de papa contiene los siguientes minerales: potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azufre, silicio, aluminio, manganeso, cloro, otros; todos en muy pequeñas cantidades.

CUADRO N° 7. Constituyentes minerales del tubérculo de papa (valores extremos) (Lampitt y Goldenberg, 1940).

mg por 100 g, base seca		ppm, base seca	
P	43.0 – 605	Br	4.8–8.5
Ca	10 – 120	B	4.5–8.6
Mg	46 – 216	I	0.5–3.87
Na	0 – 332	Li	Trazas
K	1 394 – 2 825	As	0.35
Fe	3 – 18.5	Co	0.065
S	43 – 423	Ni	0.26
Cl	45 – 805	Mo	0.26
Zn	1.7 – 2.2		
Cu	0.6 – 2.8		
Si	5.1 – 17.3		
Mn	0.18 – 8.5		
Al	0.2 – 35.4		

Vitaminas

La papa es una buena fuente de vitamina C, regular de niacina y tiamina, y baja en vitamina A y riboflavina.

Grasa

El contenido en grasa de la papa es muy bajo y llega a 0.1 % del peso fresco.

Alcaloides

Los glicoalcaloides solanina y chaconina en dosis bajas son considerados constituyentes normales del tubérculo de papa. Sanford y Sinden (1972) han encontrado valores de glicoalcaloides que variaron entre 3.6–36.0 mg x 100 g de peso fresco con un contenido medio de 10 mg x 100 g. El alza del contenido en glicoalcaloides a 20 mg x 100 g de peso fresco por exposición al sol hace los tubérculos de papa amargos e inapropiados para el consumo. Existe la posibilidad de empleo de tipos con alto contenido en glicoalcaloides en el follaje de la planta, como fuentes de resistencia a plagas, especialmente a *Leptinotarsa decemlineata* y *Empoasca fabae*, aunque con ciertas limitaciones ya que como lo indica Scharze (1962) existe una alta correlación entre el contenido de glicoalcaloides en el follaje y en los tubérculos.

VALOR NUTRITIVO

Importancia alimenticia

La papa es un alimento de importancia primaria para los campesinos y habitantes de pueblos y ciudades del Sur de Chile, en la amplia región que va desde el Río Bío – Bío a Chiloé, y también para los que habitan las altiplanicies y terrenos inclinados cultivables andinos de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.

El cultivo es actualmente importante en área y producción en la región central de Chile, Sureste de la Provincia de Buenos Aires,

Argentina, zona de la costa del Perú, región sur del Brasil, pero no representa allí un elemento básico para la alimentación, como lo es en las regiones señaladas en el párrafo anterior.

En Estados Unidos, de acuerdo a Brown (1959), desde el año 1910 hubo una tendencia a reducir el consumo de papa; lo mismo ocurre en los países denominados 'desarrollados' del área europea; señala como razón más importante para esta disminución de consumo el que la alimentación con papas tendería a la obesidad de las personas debido a su alto contenido de almidón.

En el Cuadro N° 8 muestra que la papa es baja en calorías y que se necesita consumir 22.5 kg de tubérculos para producir 1 kg de grasa corporal, valor que es muy parecido al que da el consumo de maíz, arveja o durazno.

CUADRO N° 8. Capacidad de diversos alimentos para producir grasa corporal en humanos (Brown, 1959).

Alimento	Calorías x kg	kg de consumo para producir 1 kg de grasa corporal en humanos
Margarina	7 260	2 420
Mantequilla	7 260	2 420
Azúcar	3 960	4 180
Cereal (seco)	3 600	4 600
Pan	2 759	6 160
Hamburguesa	1 826	9 240
Bistec de res	1 826	9 240
Arvejas (heladas)	748	22 000
Maíz (enlatado)	770	22 000
Papa	760	22 500
Durazno (enlatado)	587	24 200
Leche	680	26 400
Espinaca	196	88 000
Frijol verde	183	92 400
Repollo	176	96 800
Lechuga	103	162 800

CUADRO N° 9. Nutrimientos en diversas raciones de papas (Watt y Merrill, 1951).

Nutrimientos	Media papa asada 6.35 cm	Media papa cocida c/ cáscara 6.35 mm	Media papa cocida y pelada. 6.35 mm	Papa frita 8 barras de 5 x 1, 3 x 1.3 cm	10 rodajas fritas (chips)	Requerimiento hombre adulto
Calorías	95	120	105	155	110	3 000
Proteínas g	2	3	3	2	1	70
Grasa g	Tz	Tz	Tz	8	7	—
C. Hid. g.	22	27	24	21	10	—
Ca mg	13	16	14	12	6	800
Fe mg	18	1.0	0.9	0.8	0.4	10
VITAMINAS						
A (U.I.)	20	30	20	20	10	5 000
B ₁ mg	0.11	0.14	0.12	0.07	0.04	1.5
B ₂ mg	0.05	0.06	0.04	0.04	0.02	1.8
Niacina mg	1.4	1.6	1.3	1.3	0.6	20
C mg	17	22	17	11	2	75

El Cuadro N° 9 muestra los nutrimentos proporcionados por varias raciones corrientes de papa. Se observa que el aporte de calorías, hierro y vitamina C es importante y que, por otra parte, los valores de grasa y vitamina A son muy bajos.

Se puede apreciar que la papa es un alimento bueno, barato y además de fácil producción, por lo que se deberá desarrollar dietas balanceadas a base de papa, lo mismo que alimentos procesados, especialmente para las comunidades donde el consumo de este tubérculo es tradicional y esencial para su subsistencia.

La papa como productora de calorías

El Cuadro N° 10 presenta la producción promedio mundial de calorías comestibles por hectárea y por día de ciclo vegetativo en los cereales y tuberosas más importantes, y en el cual se han tomado los rendimientos medios que da la estadística para cada uno de los cultivos (columna N° 1). La columna N° 2 indica las calorías por cada kilogramo de producto. La columna N° 3 se refiere a la porción comestible, es decir, que en cada caso se ha aplicado este porcentaje al rendimiento promedio y en esta forma se ha obtenido el rendimiento por porción comestible, cifra que multiplicada por el factor calorías/kg dado el valor calorías comestibles por hectárea, (columna N° 4). El ciclo vegetativo del cultivo es el que corresponde a condiciones promedio de América Latina. La cifra calorías por hectárea (columna N° 4) dividida por el número de días de ciclo del cultivo (columna N° 5) da las calorías por hectárea y por día producidas por cada uno de los cultivos comparados (columna N° 6). Tres de los cultivos de ciclo corto: maíz, trigo y papa, se realizan tanto en los trópicos como fuera de ellos. En las regiones templadas el cultivo se hace en la estación de verano astronómico, con días largos, altas temperaturas y cielos despejados, y por lo tanto con gran aporte de energía radiante.

Cuando al cultivo del maíz se le resta la producción de la faja maicera de Estados Unidos, logrado en verano de zona templada, el rendimiento medio del remanente (trópico) baja a 1.4 ton/ha, es decir, el maíz sólo produce en el trópico 34 000 calorías por día. Con la papa ocurre algo similar ya que su cultivo no sólo va a las zonas templadas sino que aun penetra en las frías. Se aprecia en definitiva la ventaja de los cultivos de tuberosas sobre los cereales.

CUADRO N° 10. Producción promedio mundial de calorías comestibles por hectárea y por día de ciclo en las tuberosas y cereales más importantes.

	Rend. ton/ha (1)*	Cal./kg (2)	Porción comest. % (3)	Cal./ha. x 10 ⁶ (4)	Ciclo veget. (5)	Calorías (ha/día) x 10 ³ (6)
Tuberosas:						
Papa	13.6	760	85	6.8	120	56
Yuca	9.4	1 530	83	11.9	300	40
Ocumo	8.5	1 330	85	9.6	240	40
Ñame	8.0	1 040	83	6.9	280	25
Batata	9.0	1 140	85	7.6	180	52
Cereales:						
Maíz	2.73	3 630	100	9.9	135	73
Arroz	2.28	3 520	70	5.6	150	37
Sorgo	0.89	3 550	90	2.8	125	22
Trigo	1.20	3 440	100	4.1	120	34

(*) Cifras promedio mundiales, Anuario FAO, 1971.

Tuberosas:

Papa — *Solanum tuberosum*

Yuca o Mandioca — *Manihot esculenta*

Ocumo o Yautia — *Xanthosoma sagittifolium*

Ñames — *Dioscorea alata*, *D. cayenensis*, *D. trifida*.

Batata o Camote — *Ipomoea batatas*.

Cereales:

Maíz — *Zea mays*

Arroz — *Oryza sativa*

Sorgo — *Sorghum vulgare*

Trigo — *Triticum aestivum*

El Cuadro N° 11 refiere la producción fácilmente lograble con métodos agronómicos adecuados, variedades mejoradas y buenas condiciones ecológicas en que se desarrolle el cultivo.

La columna N° 1 indica los rendimientos promedio logrables. La columna N° 2, indica las calorías obtenidas por hectárea y por día, y la columna N° 3 las calorías por hectárea y por ciclo de cultivo.

CUADRO N° 11. Producción fácilmente lograble de calorías comestibles por hectárea y por día de ciclo en tuberosas y cereales.

	Rend. ton/ha	Cal. (ha/día) x 10 ³	Cal. (ha/ciclo) x 10 ⁶
	1	2	3
Tuberosas:			
Papa	25	134	16.1
Yuca	30	127	38.0
Ocumo	15	71	16.9
Ñame	12	37	10.3
Batata	18	97	17.4
Cereales:			
Maíz	2.0	54	7.3
Arroz	2.5	41	6.1
Sorgo	3.0	77	9.5
Trigo	2.0	56	6.8

Se observa la enorme ventaja de la papa en producción de calorías por hectárea y por día, que llega a 134 000 calorías, comparadas con 54 000 calorías para maíz y 56 000 para trigo.

CALIDAD CULINARIA

Concepto de calidad

Determinar la calidad culinaria de una variedad de papa es algo incierto desde el momento que en esto influye la sensibilidad palativa de los catadores. La calidad culinaria de la papa es resultado de una serie de factores como:

- a. Facilidad de las papas para cocerse, esto es, que no tome un gran lapso hasta la completa cocción: 25—40 minutos, y que no

requiera una temperatura muy elevada.

b. Uniformidad; que la cocción sea uniforme en las diversas secciones del tubérculo de papa, al mismo tiempo y a la misma temperatura.

c. Forma del tubérculo después de cocido: este debe conservar la forma original sin agrietarse o desintegrarse.

d. Textura de la pulpa: harinosa para la mayoría de los gustos, o bien jabonosa o acuosa.

e. Color de la pulpa después de cocida: depende del color original de la variedad, que puede ser blanca o amarilla en las variedades mejoradas. En las variedades autóctonas es posible encontrar pulpa color rojo sangre a azul púrpura; otras tienen sólo pigmentos púrpura. La pulpa debe conservar el color original y no ennegrecerse.

f. Grano de la pulpa molida: se prefiere las variedades de grano fino.

g. Sabor: el sabor es una condición resultante de la combinación de todos los otros factores anteriormente enumerados.

La opinión general es que el alto contenido en materia seca total y el bajo contenido en proteína están directamente correlacionados con la buena calidad culinaria.

Clark (1940), Montaldo (1944) y otros, basados en estudios de correlación entre el peso específico de los tubérculos (debido al contenido en materia seca total y determinado mediante soluciones salinas) y la calidad culinaria (determinada por pruebas de degustación directa), aprecian dicha calidad de variedades y selecciones de papa, estas últimas producidas por los programas de mejoramiento.

Determinación de la calidad culinaria mediante el peso específico

El peso específico es el peso relativo de un sólido o un líquido comparado con el peso del mismo volumen de agua.

Peso específico por el método de peso al aire y bajo agua

Este método se basa en el principio de Arquímedes. Los tubérculos, se pesan primero al aire y luego bajo agua. La ecuación es:

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{PA (peso de los tubérc. al aire)}}{\text{PA} - \text{Peso bajo agua}}$$

Peso específico por soluciones salinas

Este método se basa en el principio de que las papas flotan o se hunden en una solución, de acuerdo a su densidad.

Se usa una serie de soluciones de densidad conocida de cloruro de sodio (sal común) o glicerina. Las papas se traspasan en forma individual desde el recipiente que contiene la solución de menor densidad, hacia los recipientes de mayor densidad. Su peso específico será el de la solución en la cual flotan.

El procedimiento para determinar el peso específico de las papas por soluciones salinas se da en el siguiente Cuadro N° 12.

CUADRO N° 12. Soluciones de sal común (o glicerina) con pesos específicos de 1 055 a 1 110 (a 20° C) y sus correspondientes valores de almidón y materia seca total.

N° de la solución	Peso específico	g NaCl x l solución	c.c. glicerina x l agua	Almidón %	Materia seca total %
1	1 055	83.13	280	8.85	14.94
2	1 060	90.74	300	9.84	15.99
3	1 065	98.38	325	10.84	17.05
4	1 070	106.03	350	11.83	18.10
5	1 075	113.75	395	12.83	19.16
6	1 080	121.49	440	13.82	20.21
7	1 085	129.29	470	14.82	21.27
8	1 090	137.06	500	15.81	22.33
9	1 095	144.70	530	17.20	23.50
10	1 100	152.30	560	18.20	24.60
11	1 105	159.90	590	19.10	25.60
12	1 110	167.50	620	20.10	26.60

Se sugiere la escala de clases de calidad culinaria de los tubérculos indicada en el Cuadro N° 13.

CUADRO N° 13. Clases de calidad culinaria de los tubérculos de acuerdo a su peso específico, contenido en materia seca total y almidón.

Peso específico	Materia seca total. %	Almidón %	Clases de calidad culinaria
1 060	15.99	9.84	Muy mala
1 065	17.05	10.84	
1 070	18.10	11.83	Mala
1 075	19.16	12.83	
1 080	20.21	13.82	Regular
1 090	22.23	15.81	
1 095	23.38	16.81	Buena
1 100	24.44	17.80	
1 105	25.49	18.80	Excelente
1 110	26.55	19.79	

La calidad de los tubérculos es afectada por el suelo en que se producen (Wager, 1946), por el clima (Nash, 1941), los fertilizantes utilizados (Dunn y Nylund, 1945), por el almacenamiento (Wright *et al*, 1931).

Luján (1965) manifiesta que la calidad del tubérculo de papa es el factor que en última instancia determina la aceptación o el rechazo de una variedad en el mercado y dice que la calidad de los tubérculos de papa no puede ser definida más que en relación con su uso.

El autor citado dice que hay que considerar criterios de calidad relativos al tubérculo crudo, criterios para calidad culinaria y para procesamiento industrial.

La calidad del tubérculo crudo se refiere en especial a la forma y nivel de yemas (ojos), abertura de las lenticelas de la cáscara, contenido en materia seca total, contenido en proteína y vitamina C. El contenido en proteínas, aminoácidos y azúcares reductores tiene gran importancia en la coloración de las papas fritas, sean en hojuelas (*chips*) o a la francesa.

INDUSTRIALIZACIÓN

Quizá hoy día el mejorador deba poner mayor atención en producir una variedad de papa de buena calidad de tubérculos que en la obtención de variedades inmunes o altamente resistentes a enfermedades; esto es debido a la gran demanda que tiene la industria. Muchas enfermedades son fácilmente controlables por los plaguicidas (fungicidas, nematicidas, insecticidas, otros) actuales, no pudiendo alterarse en igual forma la calidad.

Las industrias consumen en Estados Unidos del 40 al 50 % de la producción de papa comercial; aproximadamente un 50 % de las papas industrializadas se dedican a la preparación de hojuelas. El principal factor que determina la posibilidad para la industrialización de una variedad de papa es su calidad culinaria, especialmente su contenido en carbohidratos.

Las industrias de hojuelas y de papas fritas preheladas preparan las papas en aceite. Prefieren material crudo con alto contenido en sólidos, ya que absorben menos aceite al cocinarse, las utilidades resultan superiores y las condiciones de conservación del producto son mejores.

Los industriales prefieren variedades con alto contenido de materia seca, bajo contenido de azúcares reducidos, fáciles de acondicionar después del almacenamiento, con largo período de reposo y resistentes a una o más decoloraciones del tubérculo.

Deshidratación

La papa deshidratada tiene tres productos principales que son: harinas, cubos y escamas.

En las papas deshidratadas en cubos y escamas la calidad es muy importante ya que el producto final debe ser igual o superior al mismo producto hecho de papas crudas y frescas.

La harina de papas presenta, desde el punto de vista de calidad, un cuadro un poco diferente. Desde el momento en que no reemplaza a la papa fresca en ninguno de sus usos principales, el programa debe medir y controlar las propiedades funcionales de este ingrediente que sean más importantes al consumidor. Por ejemplo, en la industria de panificación, que es uno de los fines más importantes de este producto, el uso de la harina de papas se basa en su capacidad para retener una cierta cantidad de agua a través de los procesos de mezcla y amasado y de producir una mayor suavidad al producto final.

Harinas. El empleo de la papa fresca o en forma de harina integral en la alimentación del ganado es prácticamente desconocida. Se estima que dada la escasez de granos de cereales, se debe propender a utilizar la papa y otras tuberosas en la alimentación del ganado y en la panificación e industria de pastas.

A continuación se presenta un estudio sobre la posibilidad de mezcla de harina de trigo con harina refinada de papas, y sobre la

CUADRO N° 14. Cantidad de trigo total que podría ser reemplazada por papas en la elaboración del pan.

Mezcla*			
Harina de trigo, kg	Papas** kg	Trigo reemplazable*** ton × 10 ³	Papas necesarias para el reemplazo**** ton
74.8	—	—	—
73.5	4.8	13.0	48.0
72.5	8.5	23.0	85.0
71.0	12.6	38.0	126.0
69.8	16.5	50.0	165.0
68.7	20.2	61.0	202.0

(*) Las cantidades señaladas de harina y papas son para obtener 100 kg de pan.

(**) Papas no elaboradas.

(***) Trigo reemplazable en 1 000 ton de producción de pan (ton).

(****) Papas no elaboradas. (ton).

cantidad total de trigo que podría ser reemplazada por este procedimiento. Los ensayos de panificación se realizaron en el Laboratorio del Instituto Nacional de Comercio de Chile (1955).

Se estima (Cuadro N° 14) que mediante el empleo de 71.0 kg de harina de trigo y 12.6 kg de papas frescas (que corresponderían a 2.1 kg de harina de papas) con 10 % de humedad se reemplazarían 38 ton de trigo, lo que correspondería a un consumo de 126 ton de papas, cifra que se ajusta a la producción de 5 hectáreas de papas a razón de 25 ton/ha.

Se recomienda la meta de 69.8 kg de harina de trigo en mezclas con 16.5 kg de papas frescas (3.6 kg de harina de papas) que se debe alcanzar para economizar 50 ton de trigo por cada 1 000 ton de trigo de uso actual. Se recomienda la instalación de las fábricas de harinas de papa en las mismas zonas de producción y, en lo posible, en un radio de 50 km de los sitios de producción. Cada una de estas fábricas puede elaborar 6 000 ton de harina al año, lo que corresponde a una producción de 30 000 ton de papas frescas que pueden ser producidas por 1 200 ha a razón de 25 ton/ha.

Se tratará, si el clima lo permite (heladas, largo de la estación de lluvias en caso de cultivos de secano) de planificar el cultivo de manera que haya una larga estación de cosecha, lo que no siempre es posible. Si la cosecha es corta se deberá trabajar en turnos continuos de trabajo. Para el control de calidad de las harinas es necesario considerar, según Willard (1959) los siguientes factores:

- a. Contenido en humedad 7—8 %.
- b. Análisis de criba: la harina de papas se tamiza en dos porciones, una granular y otra fina. Por cuanto la granulación afecta la apariencia y también la absorción, se debe hacer una prueba regular para asegurar la operación adecuada del molino y de los aparatos de mallas.
- c. Pruebas bacteriológicas: se hace conteo total de bacterias y de esporas mesofílicas. Este último era uno de los principales problemas cuando no se usaba la papa completamente pelada. Ya que la harina de papas tiene un empleo creciente como espesador en conservería, se hacen varias pruebas bacteriológicas, a pesar de que el producto se esteriliza antes de usarlo.
- d. Absorción: se hace una prueba minuciosa como rutina.
- e. Conteo de impurezas: en las harinas quedan partículas de cáscara que son extraídas por los rodillos secadores o por la

acción de las cribas que siguen a la molienda; de estas impurezas se hace un conteo en el laboratorio.

Cubos. Las pruebas normalmente realizadas con la papa deshidratada en cubos son:

- a. Contenido de humedad: el requerimiento de humedad varía con el tipo de cubo, su uso y las exigencias del consumidor, y varía de 6 hasta 8 %.
- b. Peroxidasa: tanto el excesivo como el deficiente blanqueado son condiciones indeseables, por lo tanto se hace una prueba para controlarlo.
- c. Defectos: se encuentra tres tipos de defectos: partículas pequeñas corchosas, otras que muestran daño patológico de otra índole y pequeñas partículas de cáscara. Se acepta un máximo de 3 % en peso.
- d. Tamaño: los tubérculos de papa son redondos y los cubos no lo son, de manera que es imposible manufacturar un cubo de papa con 100 % del tamaño especificado. Las especificaciones por lo general se basan en el porcentaje de cubos completos y aquellos de tamaño mayor de la mitad. Una especificación normal requiere 75 % de esta categoría.
- e. Rehidratación: el tiempo necesario para rehidratar a una temperatura dada es una medida importante en la calidad de un cubo, lo mismo que la cantidad total de agua que el producto toma en un cierto lapso. Al mismo tiempo, se prueba la apariencia, color y sabor del producto terminado en el laboratorio.
- f. Aditivos: para ciertos productos se asperjan los cubos antes del secado con una solución de sales de sulfito, para darle al producto una larga vida en el almacenamiento; también se usa cloruro de calcio. En los cubos elaborados el nivel residual de ambos productos debe comprobarse regularmente.

Escamas. En ninguna fase de la industria de la papa el control de calidad es más crítico que en la fabricación de escamas.

- a. Textura: un método de rehidratación ha hecho posible el uso de un juzgamiento de la textura como un método de control satisfactorio. Después de la reconstitución estandarizada con agua a 74°C, el técnico juzga las papas por degustación y manipulación con los dedos y el tenedor.
- b. Contenido en humedad: las escamas se producen con 6 a 6.5 % de humedad.

- c. Anhidrico sulfuroso y otros aditivos: el método del yodo se usa para determinar el contenido de sulfito y al mismo tiempo indica el grado de los otros antioxidantes agregados como preservativos.
- d. Defectos: a pesar de que para elaborar las escamas se usa papa bien pelada y de que en el secador los rodillos expandidores sacan prácticamente todos los restos de cáscara que quedan en la papa molida, debe hacerse una especificación para esos defectos que aparecen en el producto final.
- e. Peso neto: continuamente se saca muestras de la banda del empaçado para comprobar su peso correcto.
- f. Color: se hace una medida visual de color al tiempo que se reconstituye la muestra.
- g. Otras pruebas: se realizan frecuentemente pruebas como análisis de tamizaje, densidad, espesor de las escamas, contenido en sólidos del material crudo, contenido en azúcar, contenido en hierro y pruebas bacteriológicas.

Gránulos. Los gránulos de papas no provienen de cualquier papa; se necesita una variedad con alto contenido en sólidos, harinosa y con color adecuado (claro) de la pulpa.

La papa que entra al proceso debe lavarse y pelarse cuidadosamente. Los procesos de cocimiento deben hacerse con cuidado, pues esta operación puede afectar el sabor, textura, rendimiento y aun el color. La molienda y mezcla deben controlarse por la misma razón. El tiempo de secamiento y las temperaturas han de regularse estrechamente ya que este producto está sujeto a desarrollar un color café no enzimático. La adición de al menos 200 ppm de SO_2 preserva el color durante el proceso y el almacenamiento.

El fino material seco se coloca en pruebas de laboratorio antes de enviarse al empaque. Esto incluye pruebas de densidad, humedad, color, impurezas, sulfito, sabor, textura y estabilidad al cocerse, comparado con el puré de papas hecho del mismo material fresco.

Hojuelas. Según Brown (1959), los tubérculos destinados para hojuelas (*chips*) se pelan por rozamiento en lugar de al vapor, como se usa en otros procesos. En *chips* el producto raramente es blanqueado.

Para hojuelas la operación es un proceso rápido y completo; demora poco (3 minutos para freír) comparado con horas en otros tipos de proceso de papas.

Las hojuelas contienen menos humedad y más aceite que cualquier otro producto de papas. El proceso rápido necesita un estricto control de calidad que incluye en sus fases principales:

a. Selección de variedades de papas que maduren con un contenido bajo de azúcar reducido. Entre las variedades recomendables están: Sebago y Russet Burbank. Las variedades deben poseer un peso específico alto (1 080 ó más).

b. Un programa de producción especializado que incluya:

1) Cosechar antes de que la temperatura de los tubérculos baje a 10° C ó menos.

2) Asperjar con MH30 en la proporción de 10 litros en 300—1 500 litros de agua x ha, 4—6 semanas antes de la cosecha, para evitar la brotación.

3) Evitar el uso de un exceso de nitrógeno tarde en la estación pues puede retrasar la madurez y dar como resultado tubérculos de bajo peso específico.

4) Usar sulfato en lugar de cloruro de potasio.

5) Si es necesario usar mata-vástagos, se recomienda 5 kg x ha de arsenito de sodio después de que el follaje comience a amarillar.

6) Cosechar y almacenar con mucho cuidado para evitar las peladuras, ya que 2/3 de todas las pudriciones en almacén se deben al daño mecánico y las papas para *chips* dependen en gran parte de las papas almacenadas. Es una industria del año redondo.

c. Condiciones especializadas de almacenamiento:

1) Almacenar a 10—15° C todos los tubérculos tratados con MH30 y aquellos que se vayan a usar dentro de los tres meses siguientes a la cosecha.

2) Almacenar a 4.5 ó 7° C todas las papas no tratadas con MH30 si se van a tener por más de tres meses. Estos tubérculos necesitarán ser reacondicionados a 21—23° C para que sean aptos para hojuelas.

Las especificaciones para hojuelas son:

Humedad no mayor de	3 %
Grasa no mayor de	46 %
Contenido en sal	1.5–2.75 %
Unidades defectivas que no excedan por peso	6 %
Color PCII estándares	4–8 inclusive.

(PCII = *Potato Chips International Institute*).

El color café o marrón que adquieren las hojuelas de papa durante su procesamiento se ha atribuido a la presencia y concentración de azúcares reductores monosacáridos (glucosa y fructosa), como lo muestra el Cuadro N° 15.

Hoover y Xander (1961) encontraron que algunas otras sustancias, como el ácido ascórbico, los aminoácidos básicos y los sistemas de enzimas específicas, pueden inconsistentemente estar correlacionadas con el color de las hojuelas. Lo principal en ellas es el color claro del producto final.

Papas preheladas para freír

Esta industria comenzó en Estados Unidos en el año 1945 y actualmente ocupa el segundo lugar después de las arvejas (*petit pois*).

Las ventajas de las papas fritas preheladas son:

Conocimiento del costo exacto de las porciones; mayor flexibilidad en la preparación de alimentos; simplificación de almacenamiento y control de existencias; un mínimo de molestias en la cocina; calidad uniforme de una estación a la siguiente; reducción del trabajo y tiempo de preparar y servir.

El control de calidad incluye:

- a. Contenido en sólidos;
- b. color al freirse;
- c. calidad de acuerdo a los grados estándar.

CUADRO N° 15. Efecto del contenido en azúcar sobre la intensidad del color desarrollado por hojuelas de papas fritas a 166°C (Burton, 1966).

Repeti- ciones	Contenido en azúcar, mg/ml de jugo								
	A		B		C				
Intensidad del color	Total	Sacarosa	Reduc.	Total	Sacarosa	Reduc.			
Más claro	5.5	3.5	2.0	7.2	5.2	2.0	3.9	1.9	2.0
	6.2	3.2	3.0	13.6	10.6	3.0	5.2	2.3	2.9
	7.3	3.3	4.0	8.6	4.6	4.0	6.6	2.9	3.9
	6.5	1.4	5.1	8.0	2.9	5.1	7.1	2.1	5.0
	10.2	4.2	6.0	9.5	3.5	6.0	10.2	4.2	6.0
	8.8	1.8	7.0	14.3	7.4	6.9	14.0	6.9	7.1
	11.0	3.0	8.0	10.9	2.7	8.2	10.0	2.1	7.9
	11.1	2.1	9.0	12.9	4.0	8.9	16.2	7.0	9.2
Más oscuro	13.9	3.9	10.0	14.3	4.3	10.0	12.5	2.4	10.1

Tolerancia a plaguicidas venenosos

CUADRO N° 16. Tolerancia a plaguicidas venenosos en tubérculos de papas a la cosecha. Según la Administración de Alimentos y Drogas, Departamento de Salud de los Estados Unidos. En ppm (Horst, 1959).

Aldrín	0.1	Triazina	.1.0
Captan	100.0	Dieldrín	0.1
Clordano	0.3	Diurón	1.0
Dalapón	10.0	Endrín	0.0
Sistox	0.75	Dibromuro de etileno	75.0
Heptacloro	0.0	Malatión	8.0
Maneb	0.1	Fosdrín	0.25
Sesone	6.0	Hidracina maleica	50.0
Cloro IPC	50.0		

Cuando estos plaguicidas se aplican al follaje en el cultivo de las papas son translocados a los tubérculos.

Almidón

El almidón, que constituye el 65–80% de la materia seca total de los tubérculos de papa, se forma alrededor de los plastidios de las células del parénquima. La sustancia depositada forma granos de forma ovalada, con un tamaño variable de 39 x 25 micras a 66 x 71 micras. Estos granos se arreglan en anillos de forma excéntrica, en el caso de la papá. El almidón está formado por una larga cadena de moléculas de un polímero de glucosa.

Las moléculas se arreglan ya sea en forma lineal, dando origen a la amilosa, o en forma ramificada, amilopectina; tales compuestos se encuentran en la relación 3:1.

La hidrólisis del almidón se efectúa por enzimas, produciendo dextrinas y azúcares. Existen dos enzimas: la alfa y la beta amilasa.

La alfa amilasa hidroliza la molécula de almidón acortando las cadenas, lo que disminuye la viscosidad del almidón. La beta amilasa produce maltosa, que no es coloide y tiene sabor dulce.

Los azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa) formados por la hidrólisis del almidón mediante fermentación, producen alcohol etílico, butílico, isopropílico, 2–3 butamediol, acetona, y ácidos: acético, láctico, cítrico, glucónico, itacónico, fumarólico y ascórbico.

El almidón de papa se usa en un 60 % en la industria papelera, en un 30 % en la industria textilera y en un 10 % como alimento y en otros usos.

En textiles, el engomado es el tratamiento de los hilos para darles resistencia, y el apresto es el tratamiento a las telas. Además del almidón de papa se usa el de yuca, maíz, arroz, trigo y también algunas resinas o productos a base de caucho.

El almidón de papa se emplea además en la fabricación de alimentos para bebés, productos de repostería, pasteles, galletas, en la industria de farmacia para bandas adhesivas, polvos para aplicaciones dermatológicas, para hacer píldoras y tabletas; en la industria de la cerámica; para cerillas, para jabones y polvos de lavar; para papel fotográfico, para encuadernación, y en la industria manufacturera de papeles y cartones.

El proceso de extracción industrial del almidón comprende:

- a. Recepción de los tubérculos: estos se pesan, lavan, descascaran, rallan y tamizan, para obtener al final una suspensión de almidón.
- b. La etapa siguiente consiste en la extracción y purificación del almidón, separándolo de los otros componentes que lo acompañan mediante decantación y centrifugación. Si el almidón obtenido en la decantación es amarillo, por floculación de las proteínas, se le agrega una solución débil de ácido sulfúrico para precipitar las proteínas y obtener un efecto blanqueador.
- c. La tercera parte del proceso consiste en el secado del almidón por deshumidificación centrífuga, que baja el agua de 80 a 30 %; viene después la deshidratación, que baja nuevamente la humedad de 30 a 10–12 %, y la desagregación de los grumos por molinos de martillos en circuito cerrado con cribas.

d. La clasificación se efectúa mediante una criba centrífuga que separa las partículas grandes y las envía de nuevo al molino. El producto final —almidón con 10–12 % de humedad— se guarda en bolsas de polietileno por ser un producto higroscópico.

Estudios realizados por el Instituto de Agronomía U.C.V., (Montaldo, 1961) muestran una gran variación en el contenido de almidón entre las diversas variedades de papas en una localidad, que se incrementa a medida que aumenta la altitud geográfica.

Dextrina

El almidón con 10–12 % de humedad se transforma en dextrina por desdoblamiento de sus moléculas mediante el calor en una atmósfera ligeramente ácida y baja la humedad del producto a 4–5 %.

El material dextrinado se lleva a los molinos, después a los tamices y al ensacado. Se trata de un polvo amarillo pálido, muy soluble en agua y que produce una espesa pasta adhesiva. Se le utiliza como espesante de alimentos, en estampados de tejidos, en productos para tintura e hilados, aprestos, como goma para sellos de correo, en cintas de telégrafos y de computadoras, en la industria del cuero, fotografía, cremas para el calzado, en la industria de fundición y para la perforación de pozos petroleros.

Glucosa

El tratamiento del almidón en autoclave con ácidos diluidos da origen a un licor azucarado cuya hidrólisis depende de la concentración de ácidos y de la temperatura. Se obtiene así la glucosa líquida compuesta de 40 % de dextrina, 20% de maltosa y 40% de glucosa. Por hidrólisis total se obtiene la glucosa pura cristalizada monohidratada $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ o cerelesa. La glucosa líquida se purifica con carbón activo y posteriormente se calienta hasta darle consistencia de jarabe. Después hay una segunda purificación para extraer las proteínas, las sales minerales y el color; llevándosele al concentrador al vacío se transforma en glucosa líquida comercial, un producto azucarado siruposo. El rendimiento de almidón a glucosa es de 10:9.

La glucosa se usa en la confección de caramelos, confites, dulces, pastillas, bebidas, productos químicos y farmacéuticos, tex-

CUADRO N° 17. Rendimiento en tubérculos de tamaño comercial (sobre 30 gramos) y contenido en almidón de 14 variedades de papas en tres localidades de Venezuela (Montaldo, 1961).

	Maracay ton/ha	450 m. % Alm.	Montalbán ton/ha	620 m. % Alm.	Sanare ton/ha	1 350 m. % Alm.
Red Pontiac	10.2	9.7	12.3	11.1	14.3	10.7
Kennebec	10.5	9.7	10.5	12.1	8.6	11.7
Patrones	7.3	12.4	9.2	14.3	7.5	14.5
Dekama	7.6	10.7	8.4	12.6	9.4	15.6
Alpha	4.9	10.4	7.5	13.3	15.4	14.5
50-6	2.3		7.0		7.8	
Gineke	6.1	11.3	4.0	11.7	6.9	13.7
Profijt	2.1	11.1	3.8	11.7	6.8	14.9
54-569-8		12.6	3.4	11.9		16.8
54-426-4			3.2			
Furore	3.3	10.4	3.0	11.3		14.5
Sebago	7.2				13.9	11.5
Maritta	4.0				10.9	15.1
52-38-1		12.9		11.9	6.0	15.8
D.M.S.	1.8		2.5			

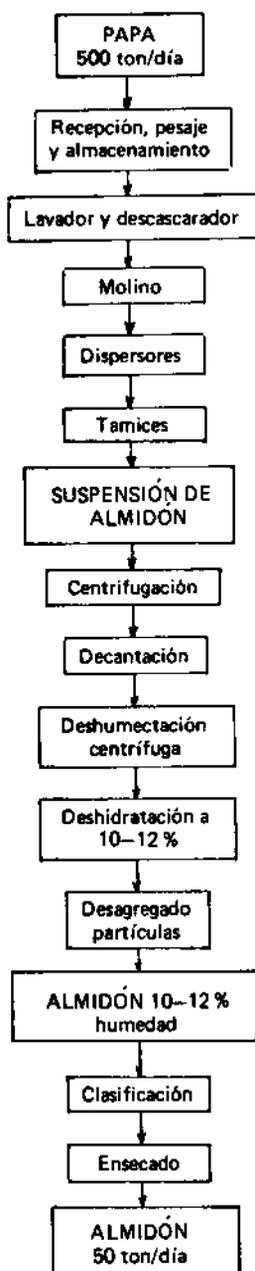


Fig. 4. Proceso esquemático de fabricación de almidón (planta industrial mediana), (según Mallea y Duprat, 1951).

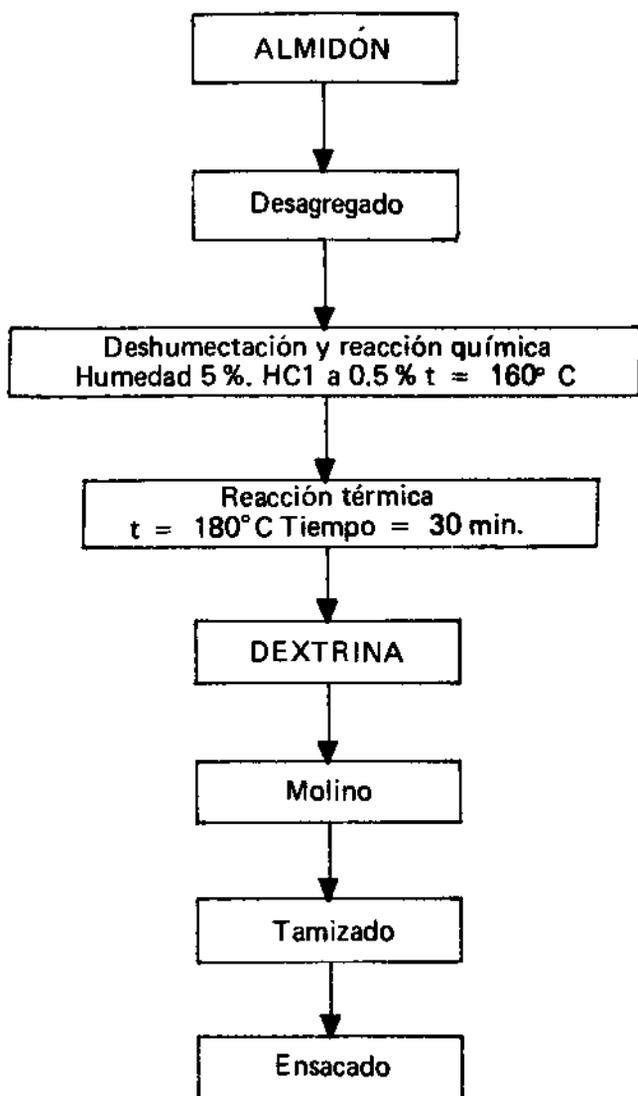


Fig. 5. Proceso esquemático de fabricación de dextrina, (según Ma-
llea y Duprat, 1951).

tiles, papel, cosméticos, pastas dentífricas, estampados, adhesivos, otros. La glucosa se usa también como materia prima en la fabricación de ácido cítrico mediante la acción del hongo *Aspergillus niger*.

ALIMENTACIÓN ANIMAL

Las papas crudas han sido usadas en la alimentación de cerdos y bovinos en los países templados y fríos, cultivadores tradicionales de esta planta, y donde los rendimientos de los cereales no son muy altos por la rudeza del clima.

Es necesario acostumbrar a los animales a consumir papa mediante su adición gradual, pues a veces puede causar un efecto laxativo. Hay que tener presente que el tubérculo es bajo en proteína, por lo que debe acompañarse de un alimento que la contenga en la cantidad adecuada.

CUADRO N° 18. Número de unidades de peso de otros alimentos que pueden reemplazar 10 unidades de peso de papas en una ración balanceada (Potato, 1971).

Alimentos	Unidades de peso
Heno	5.0
Ensilaje (20 % m.s.)	17.5
Berza (*)	17.5
Pulpa seca de remolacha-melaza	2.5
Avena	2.75
Cebada	2.25
Maíz machacado	1.75
Granos de cervecería	10.0
Paja	7.5
Remolacha forrajera	20.0

(*) (Berza = *Brassica oleracea* var. *acephala*).

CUADRO N° 19. Relaciones de mantenimiento y de 1 kg de ganancia de peso vivo por cabeza y por día para bovinos de carne (En kg).

Ración número	Animal de 300 kg			Animal de 400 kg			Animal de 500 kg		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Heno	-	4	10	-	4	10	-	4	14
Ensilaje	-	20	-	-	40	-	-	35	-
Paja	8	-	-	12	-	-	12	-	-
Papa	20	20	20	30	20	20	40	30	30
Cereales	3	2	1	2	3	2	2	3	3
Torta de algodón	2	1	2	2	-	1	2	-	1

No conviene usar papas que hayan estado expuestas a la luz y estén verdeadas, pues la solanina es tóxica: igualmente se debe evitar las papas con tierra adherida y las atacadas por insectos o enfermedades.

Bovinos

Las papas crudas no son apropiadas para terneros ni para vacas en preñez avanzada. Las papas deben darse partidas para evitar el peligro de atragantamiento.

Las siguientes raciones a base de papa son las recomendadas en Inglaterra (Potato, 1971) para bovinos de carne y bovinos de leche, y para utilizarse en condiciones similares en los países de clima templado.

Para bovinos de carne las papas se pueden proporcionar comenzando con 3–6 kg por día, y aumentarse gradualmente hasta 20 kg en animales adultos. La ración debe suplementarse con proteína y fibra.

Para ganado de leche y ganado de carne debe comenzarse con bajas cantidades de papa, que pueden elevarse para los animales desarrollados hasta los 15 kg, repartidos en porciones de acuerdo a los ordeños.

CUADRO N° 20. Raciones de mantenimiento para vacas de lechería de 500–550 kg.

Ración número	1	2	3	4	5	6
Heno	15	8	8	—	—	—
Papa	15	10	10	10	14	14
Berza	—	35	—	—	—	—
Ensilaje	—	—	30	45	—	—
Paja	—	—	—	6	5	5
Avena	—	—	—	—	1	1
Pulpa remolacha	—	—	—	—	—	5

CUADRO N° 21. Raciones para vacas de mantenimiento y de producción de 5 litros de leche.

Ración número	1	2	3	4	5	6
Heno	10	12	6	—	10	—
Berza	—	45	—	—	30	—
Papa	15	15	15	20	15	20
Torta maní	—	—	—	—	2	2
Paja	—	—	—	4	—	7
Pulpa seca remolacha	—	—	—	—	—	5
Ensilaje	35	—	55	60	—	—

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA, 1965) recomienda para bovinos las siguientes raciones:

Ración de mantenimiento para bovinos hasta de 300 kg de peso, por cabeza y por día.

Papa 10 kg
 Úrea 35 g
 Paja 6 kg
 o chala de maíz (a voluntad).
 Sales minerales a voluntad

Estas raciones pueden darse una sola vez al día.

Para vacas de 400 kg o más, con preñez avanzada o con ternero al pie, la ración es:

Papa 20 kg
 Úrea 80 g
 Paja (a voluntad) 6 kg
 Sales minerales a voluntad

Esta ración debe darse en dos mitades.

Ración de engorde para novillos de alrededor de 250 kg.

Papa 34 kg
Urea 140 g
Paja o chala de maíz
o sorgo a voluntad 6 kg
Sales minerales a voluntad

RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE BOVINOS

No debe comenzarse el racionamiento de los animales con las fórmulas indicadas hasta no haber reunido todos los elementos necesarios: papa, urea, paja, sales, corrales, comederos, otros.

La urea es un producto tóxico para los animales, por lo que su uso debe estar estrictamente restringido a las recomendaciones dadas. Las raciones compuestas de paja y urea deben darse en comederos y debidamente pesadas. En ningún caso debe darse urea sin la cantidad correspondiente de papa.

La urea debe suministrarse siempre esparcida lo más uniformemente posible sobre las cantidades correspondientes de papa. Todos los animales deben tener lugar suficiente en los comederos para comer su ración de papa y urea al mismo tiempo. Para las raciones de engorde deben respetarse fielmente las cantidades indicadas en el período de acostumbramiento.

Ovinos

Las papas crudas pueden darse gradualmente a las ovejas. Para animales de engorde de 2 años se recomienda 2 kg de papa por día cada 50 kg de peso vivo. Para los corderos de engorde de primavera se puede dar hasta 1 kg por día.

Porcinos

Son los que hacen el uso más eficiente de la papa, a los que se les puede dar cocidas. Dos kg de papas cocidas son equivalentes a 1 kg

de harina de cereales. Cinco a seis kg de papas crudas equivalen a 1 kg de harina de cereales. El alimento debe incluir 18.5% de proteína cruda y 10% de harina de pescado u otra forma de proteína animal (harina de huesos o harina de sangre). Cuando los animales llegan a 75 kg la harina de pescado puede reemplazarse por harina de carne o por proteínas vegetales como soya, maní, algodón, follaje de yuca o alfalfa.

Se recomienda no traspasar las raciones de 7 kg de papa por día, para evitar deterioros en la calidad de la carne en canal. Como el contenido de aceite de las papas es bajo, la grasa de la carcasa es firme y blanca.

Ensilaje de papas

Las papas pueden ensilarse una vez lavadas y cocidas por 45 minutos. El silo puede ser de zanja y debe construirse en un lugar bien drenado, con paredes de concreto, madera o bien protegidas por una lámina de polietileno, para evitar la entrada de aire.

Las papas aún calientes se introducen al silo, donde se acomodan evitando dejar espacios de aire, o que el aire o el agua penetre desde el exterior.

Las papas producen un buen ensilaje láctico que se conserva largo tiempo. Un metro cúbico de producto pesa 1 ton y se obtiene de 1 200—1 300 kg de papas crudas. Su valor alimenticio es equivalente al de las papas frescas recién cocidas y pueden ser usados en la misma forma.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR Y ESQUEMAS POR DESARROLLAR

Determinar las variedades de papa más adecuadas para la producción de papas fritas en hojuelas y papas pre-heladas para freír.

Determinar las mejores variedades de papa para la producción de harina integral para uso en la alimentación de aves, porcinos y bovinos.

Determinar la mejor mezcla de harina de papa y harina de trigo para producir un pan alimenticio, agradable al paladar y que fije normas regionales de calidad.

Determinar la mejor mezcla de harina de papa y harina de trigo para la producción de pastas (tallarines, espaguetis, otros) y que fije normas regionales de calidad.

Estudiar las mejores raciones para alimentar el ganado bovino, porcino, ovino y aviar, en que se use la harina de papa como fuente principal de carbohidratos, reforzada con proteínas, sales minerales y vitaminas, de consecución regional.

Organizar a los productores de papa para el manejo en forma vertical de la agroindustria de harinas de papa y alimentos para el ganado a base de estas harinas.

Las plantas agroindustriales deberán ser ubicadas en las zonas de producción que abarquen un radio de acción de no más de 50 km.

Debe coordinarse un trabajo cooperativo entre las Facultades de Agronomía y de Ingeniería de las Universidades Nacionales, con objeto de diseñar las equipos de procesamiento con las características más adaptables a las necesidades del país y en que se utilice los materiales eléctricos, metalúrgicos, otros, de producción nacional. Promover tal grupo de trabajo interdisciplinario, junto con los Institutos Tecnológicos y los organismos encargados de la investigación agrícola oficial.

Dictar normas legales que obliguen a la utilización creciente de la papa y sus derivados en la alimentación animal y en otros usos industriales. Fijar precios mínimos remunerativos y regular y tipificar las harinas de papa para esos usos.

BIBLIOGRAFÍA

1. BACIGALUPO, A. Nuevos usos de la papa como alimento. *In: Prospects for the potato in the developing world*. Lima, Centro Internacional de la papa, 1972. pp. 113–124.
2. BECHARA, O. y RODRÍGUEZ, A. Contenido de almidón, cenizas y nitrógeno en variedades de papa y posible influencia en su conservación. Bogotá, Universidad Nacional, 1967. 75 p. (Tesis Ing. Agr.)
3. -----, y -----, y N. ESTRADA. Contenido de almidón, ceniza y nitrógeno en variedades de papa y posible influencia en su conservación. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1967. 68 p.
4. BROWN, H. D. The role of tuber selection in a quality control program for potato chippers. Idaho Falls, Potato Utilization Conference, 10th. annual meeting, 1959. pp. 34–36.
5. BROWN, J. B. Further observations on the nutritional value of potatoes and some suggestions for increasing their utilization as human food in the United States. Idaho Falls, Potato Utilization Conference, 10th. annual meeting, 1959. pp. 24–28.
6. BURTON, W. G. The potato. Wageningen, Veenman and Zonen, 1966. 382 p.
7. CLARK, C. F., LOMBARD, P. M. y WHITEMAN. E. F. Cooking quality of potatoes as measured by specific gravity. *American Pot. Jour.* 17:38–45. 1940.

8. DUNN, L. E. y NYLUND, R. E. The influence of fertilizers on specific gravity of potatoes in Minnesota. *American Pot. Jour.* 22:275–288. 1945.
9. HOOVER, E. F. y XANDER, P. A. Potato composition and chipping quality. *American Pot. Jour.* 38:163–170. 1961.
10. HORST, R. L. Additives in food products. Idaho Falls, Potato Utilization Conference, 10th annual meeting, 1959. pp. 29–31.
11. HOW TO USE potatoes for stockfeeding. London Potato Marketing Board 1971. (Leaflet N° 1). 4 p.
12. INTA. Alimentación de vacunos a base de papa. Balcarce, Estación Agropecuaria, 1966. 8 p.
13. LAMPITT, L. H. y GOLDENBERG, N. The composition of the potato. *Chemistry and Industry* 18:748–761. 1940.
14. LANG, K. *Biochimie der Ernährung*. Darmstadt. Dietrich Steinkopff. 1957. 441 p.
15. LUJÁN, L. Estudios de calidad de la papa. Maracay, 3a. Reunión Soc. Latinoamericana de Inv. en Papa, 1965. 3 p.
16. MALLEA, O. S. y DUPRAT, E. Posibilidades industriales de la papa. *Rev. Industrial y Agrícola (Tucumán)* 66:2–19. 1951.
17. MONTALDO, A. Determinación de la calidad culinaria de las papas mediante su peso específico. *Agríc. Técn. (Santiago)* 4(1):78–87. 1944.
18. —————. Estudios de calidad culinaria en papas. *Simiente (Santiago)* 14:126–130. 1956.
19. —————. Trabajos con papas. Maracay, Instituto de Agronomía, 1961. (Memoria anual de la Sección Raíces y Tubérculos). 47 p.
20. NASH, L. B. Relations of varieties and environmental conditions to partial composition and cooking qualities of potatoes. *American Pot. Jour.* 18:91–99. 1941.

21. POURRAT, R. H. Ensayos de panificación con agregación de harina de papa. Santiago, Instituto Nacional de Comercio, 1955. (Informe del Laboratorio de Panificación). 8 p. (multigraf.)
22. QUEVEDO, A. Caracteres agronómicos y nutritivos de variedades peruanas de papa. Lima, Estación Experimental Agrícola, La Molina, Inf. 113, 1959. 38 p.
23. RODRÍGUEZ, A., HERRERA, H. y ESTRADA N. Contenido en proteína en clones de papa de las especies *Phureja*, *Tuberosum*, *Andigena* y en híbridos de *Tuberarium* x *Andigena*. Lima 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968. 10 p.
24. SANFORD, L. L. y SINDEN, S. L. Inheritance of potato glycoalkaloids. *American Pot. Jour.* 49:209–217. 1972.
25. SCHARZE, P. Methods for identification and determination of solanine in potato breeding material. *Züchter* 32:155–160. 1962.
26. TALBURT, W. F. y SMITH, O. Potato processing. Westport, Avi. Publishing Co., 1959. 475 p.
27. WAGER, H. C. Quality in potatoes in relation to soil and season. I. The content in dry matter. *Jour. Agric. Sci.* 36:207–213. 1946.
28. WATT, B. K. y MERRILL, A. L. Food values in common portions. Washington, U.S.D.A., 1951. (A.I.B. 36). 20 p.
29. WILLARD, M. Quality control from raw material to finished product —Potato flakes, flour and dice. Idaho Falls, Potato Utilization Conference, 10th, annual meeting, 1959. pp. 44–48.
30. WRIGHT, R. C., PEACOCK, W., WHITMAN, T. M. y WHITMAN, E. The cooking quality, palatability and carbohydrate composition of potatoes as influenced by storage temperatures. Washington, U.S.A., Tech. Bull. 507, 1931. 20 p.

31. WU LEUNG, W. T. y FLORES, M. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 1961. 132 p.

CAPÍTULO 4

CLIMA, SUELOS Y FERTILIZANTES

CLIMA

Tipos de clima
Temperatura
Fotoperiodismo
Agua

SUELOS

Tipos de suelos
pH
Manejo del suelo
Materia orgánica
Cultivos asociados
Rotación cultural

FERTILIZANTES

Elementos fertilizantes principales

Nitrógeno, Fósforo,
Potasio, Calcio

Elementos fertilizantes secundarios

Boro, Manganeso, Magnesio, Azufre,
Cobre, Zinc y Hierro

Estiércol
Resultados sobre investigaciones en fertilizantes
Diagnóstico foliar
Forma de abonar
Prácticas generales de abonadura

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

CLIMA, SUELOS Y FERTILIZANTES

CLIMA

En este capítulo se analizará en forma especial los factores del medio ambiente que influyen en la tuberización, ya que la producción de tubérculos es el principal objetivo del cultivo de la papa. Estos factores son temperatura, fotoperiodismo y agua. El cultivo de la papa en su hábitat original va desde Chiloé (44 L.S.) con temperatura promedio de 11°C, altitud de 0–50 m, lluvia de 2 000 mm y fotoperíodos de 15–16 horas, a altitudes de 3 500 m y más en la Cordillera Andina en pleno Ecuador, con temperaturas promedio de 10–11°C, fotoperíodos de 12 horas, o bien en el trópico bajo con altitudes de 500–1 000 m, 25°C de promedio de temperatura y 11.30 a 12.30 horas de luz.

Para la clasificación de los climas para papas se ha adoptado la indicada por Papadakis (1975), haciendo sólo mención de aquellos que interesan a este propósito.

CUADRO N° 22. Climas para producción de papas, con especial referencia a Latinoamérica (Papadakis, (1975)).

TROPICAL	Tierra templada húmeda Tierra templada seca
TIERRA FRÍA	Baja Media Alta Andina baja Andina alta Subandina
DESIERTO	Tropical marino
PAMPEANO	Típico Subtropical
MEDITERRÁNEO	Marino
MARÍTIMO	Caluroso Fresco Temperado caluroso Temperado fresco Temperado frío
HUMEDO CONTINENTAL	Semicaluroso Frío

Tipos de clima para papas

Tropical

a. Tierra templada húmeda. Esta condición representa, según Papadakis (1975), el clima en que vive la mitad de Centroamérica y Sudamérica tropical.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: mayor de 7°.

Temperatura mínima promedio del mes más caluroso: menor de 20°.

Temperatura máxima promedio del mes más caluroso: menor de 33.5°.

Altitud superior a 300 msnm.

Exceso de agua superior a 0.2 E. (valor evapotranspiración potencial).

Latitud 0–24°.

Aquí están representadas las zonas productoras de papa del Estado de San Pablo, Brasil, y la zona andina venezolana.

b. Tierra templada seca. Condición representada según Papadakis (1975) por el Valle de Caracas, Venezuela y Santa Cruz, Bolivia.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: mayor de 7°.

Temperatura mínima promedio del mes más caluroso: menor de 20°.

Temperatura máxima promedio del mes más caluroso: menor de 33.5°.

Altitud superior a 300 msnm.

Exceso de agua menor de 0.2 E.

Latitud 0–23°.

Tierra fría

a. Baja. Bajo esta condición están clasificadas zonas productoras de papa de Curitiba, Minas Gerais, Paraná y Santa Catalina, Brasil; Guadalajara, Guanajuato y Nuevo León, México, y Salta, Argentina.

Características:

Temperatura mínima promedio del mes más frío: menor de 8°.

Temperatura máxima promedio del mes más frío: menor de 21°.

Temperatura mínima promedio del mes más caluroso: menor de 20°.

Temperatura máxima promedio del mes más caluroso: menor de 33.5°.

Altitud: mayor a 500 msnm y latitud: menor de 32° 30'.

b. Media. Clima, según Papadakis (1975) dominante en la parte alta de Jalapa, Puebla y México (México), Cajamarca, Cuzco y Arequipa (Perú), Cochabamba, Valle Grande, Tupiza, Tarija (Bolivia), Cuenca y Quito (Ecuador) y Totonicapán (Guatemala), regiones donde se produce papa.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: menor de 7°.

Altitudes superiores a 500 msnm.

Latitud menor de 32° 30'.

c. Alta. Regiones productoras de papa de Manizales, Sonsón, Bogotá y Boyacá (Colombia), La Paz y Sucre (Bolivia), Zacatecas y Toluca (México), Jauja y Huancayo (Perú).

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: menor de 7°.

Altitud superior a 500 msnm.

Latitud menor de 32° 30'.

d. Andina baja. (Altiplano). Regiones que sólo producen, de acuerdo a Papadakis (1975): papa, cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y a lo que hay que agregar ulluco (*Ullucus tuberosus*) (Montaldo, 1977), oca (*Oxalis tuberosa*) (Hodge, 1951) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*) (León, 1964).

Características:

Temperatura más baja del mes más caluroso: superior a 0°.

Altitud superior a 500 msnm.

Latitud menor de 32° 30'.

Heladas frecuentes.

Están representadas zonas paperas de Oruro (Bolivia), Puno (Perú) y Tesiutlán (México).

e. Andina alta. (Altiplano). En esta región sólo se producen, de acuerdo a Papadakis (1975), las papas amargas que se utilizan

para hacer chuño, constituidas por *S.t.gr.stenotomum* var *ajanhuiri* y variedades de *S. x juzepczukii* y *S. curtilobum* y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). A estas especies habría que agregar ulluco y oca, ya que resisten las heladas. La región climática andina alta está representada por Charaña (Bolivia), Cerro de Pasco y Chuquibambilla (Perú) y por el Páramo de Mucuchíes (Venezuela).

Características:

Temperatura más baja del mes más caluroso: menor de 0°.

Noches muy frías.

Latitud menor de 32° 30'.

f. Subandina. Corresponde a la formación ceja de montaña. Los únicos cultivos que crecen aquí, según Papadakis (1975), son: papa, cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*C. quinoa*) y cañihua (*C. pallidicaule*). Esta condición está representada por la Quiaca (Argentina).

Desierto

a. Tropical marino. Bajo esta condición se efectúa el cultivo de la papa con riego; los cielos están casi permanentemente cubiertos por *camanchacas* o neblinas, la humedad atmosférica es elevada. Se incluye a Lambayeque, y La Molina, Lima (Perú).

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: sobre 7°.

Temperatura máxima promedio del mes más caluroso: menor de 33.5°.

Temperatura promedio del mes más frío: mayor de 13°.

Régimen hídrico desértico.

Pampeano

a. Típico. Los principales cultivos de este clima son cereales, forrajes y papa. Posee inviernos suaves y noches de verano frescas. En este grupo están representadas: Balcarce, Tandil y Tres Arroyos (Argentina).

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: $-10^{\circ} -2.5$.

Temperatura máxima promedio del mes más frío: mayor de 10° .

Temperatura máxima promedio para los seis meses más calurosos: más de 25° .

Régimen hídrico de estepa.

b. Subtropical. Representado por las zonas paperas de Rosario de Santa Fé y San Nicolás (Argentina).

Sus características, según Papadakis (1975), son:

Temperatura más baja del mes más frío: $-10^{\circ} -7^{\circ}$.

Temperatura máxima promedio del mes más frío: mayor de 10° .

Temperatura promedio del mes más frío: menor de 8° .

Temperatura promedio del mes más caluroso: menor de 20° .

Temperatura máxima promedio de los seis meses más calurosos: menor de 33.5° .

Régimen hídrico de estepa.

El pampeano 'subtropical' tiene mayor frecuencia de heladas que el pampeano 'típico', lo que hace riesgoso el cultivo de cereales.

Mediterráneo

a. Marino. Se distingue por tener inviernos suaves y veranos frescos y está representado por el clima existente en Quillota, Valparaíso, Santiago, San Fernando, Linares, Talca, Chillán, Los Angeles y Traiguén del Llano Central de Chile.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: -2.5°C .

Régimen hídrico mediterráneo.

Latitud $33-44^{\circ} \text{S}$.

Marítimo

a. Caluroso. Clima de la región sur de Chile, Contulmo, Temuco, Valdivia, Osorno y Llanquihue.

Características:

Temperatura máxima promedio del mes más frío: 10 a 21°C.

Régimen hídrico húmedo.

Altitud menor de 500 msnm.

b. Fresco. Clima de la Isla de Chiloé y Aysen en el extremo sur de Chile.

Características:

Temperatura máxima promedio del mes más frío: 5 a 15°.

Estación libre de heladas: 4.5 meses.

Altitud menor de 500 msnm.

Latitud mayor de 32° 30' S.

Régimen hídrico húmedo.

Otras condiciones

Condiciones más extremas de clima, en que se cultiva papa pero que no se encuentran en Latinoamérica —más propiamente en el hemisferio Sur— son las siguientes:

Marítimo

a. Temperado-fresco. En zonas paperas de Montreal y Toronto en Canadá y en Portland (Maine) USA.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: -10, -29°C.

Estación libre de heladas mayor de 4.5 meses.

Latitud 37-60° N.

Régimen hídrico húmedo.

b. Temperado-frío. En las zonas productoras de papa de Saint John's, Canadá; Upsala, Suecia y Leningrado, URSS.

Características:

Temperatura mínima promedio del mes más frío: -10°.

Estación libre de heladas menor de 4.5 meses.

Latitud 42–64° N.
Régimen hídrico húmedo.

Húmedo-continental

a. Semi-caluroso. Zonas paperas de Madison y New Haven, USA.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: menor de -10° .
Régimen hídrico húmedo; no tiene meses secos.
Latitud 36–50° N.

b. Frío. Otawa, Canadá, Caribú (Maine) USA.

Características:

Temperatura más baja del mes más frío: menores de -29° .
Estación libre de heladas más de 4.5 meses.
Régimen hídrico húmedo; sin ningún mes seco.
Latitud 45–61° N.

TEMPERATURA

Para conocer el efecto de la temperatura en el desarrollo vegetativo y en la producción de tubérculos de papas se presentan en el Cuadro N° 23 los resultados obtenidos en Venezuela por Montaldo (1968) y Mittelholzer (1963) para diferentes localidades del país, situadas a diversas altitudes y por lo tanto sometidas a diferentes temperaturas, precipitación pluviométrica y radiación solar, no así a fotoperiodismo (Cuadro N° 24).

Respecto al efecto del factor temperatura en el desarrollo de la planta de papa, formación de los tubérculos y rendimiento final, existe muy diversa información.

CUADRO N° 23. Rendimiento de variedades de papas en Venezuela, (*S. tuberosum*) en ocho localidades situadas a diversas altitudes (Montaldo, 1968), (Mittelholzer, 1963) ton/ha.

Variedades	Localidades							
	Ocumare de la Costa 30 m 29°	Maracay 450 m 24°	El Laurel 1 360 m 19.5°	Bajo Seco 1 500 m 18.5°	Bajo Seco 2 000 m 16°	Pueblo Llano 2 340 m	Mucuchies 3 080 m	Mucubaji 3 540 m
gr. <i>tuberosum</i>								
Sebago	3.30	6.25	17.26	21.04	18.33	—	—	4.55
Red Pontiac	3.60	8.23	14.24	21.18	14.51	2.02	17.78	7.11
Alpha	0	5.14	13.05	33.33	15.49	6.86	19.55	1.70
Multa	0	16.50	23.96	27.92	15.97	—	—	—
Patrones	0	9.27	20.73	22.15	16.04	1.57	—	1.22
gr. <i>andigena</i>								
Arbolona negra	0	0	—	6.74	4.14	—	—	36.44
gr. tub. x gr. <i>andigena</i>								
Merideña	0	0	—	11.53	17.17	—	—	—
Guadalupe	0	0	—	10.07	3.69	12.90	14.30	35.59
Monserrate	0	0	—	16.74	11.80	11.27	45.18	35.68
50-6-2	0	0	—	14.65	8.05	5.20	—	19.85
52-6-2	0	0	—	10.21	3.95	11.03	29.26	38.00
54-448-5	0	0	—	22.08	15.03	—	—	15.44
DMS 5 %	—	8.15	6.47	4.94	6.84	1.20	7.40	—

CUADRO N° 24. Datos climatológicos de las localidades estudiadas.

Datos climatológicos	Localidades							
	Ocumare de la Costa	Maracay	El Laurel	Bajo Seco 1 500	Bajo Seco 2 000	Pueblo Llano	Mucuchies	Mucubají
Precipitación mm	783	920	1 207	930	914	718	642	—
Humedad relativa %	—	75	85	87	87	—	—	—
Evapotranspiración mm total anual	—	—	1 308	—	1 033	—	—	—
Temp. máx-media	29.8	31.2	26.1	22.2	19.7	—	17.1	—
Temp. mín-media	21.0	19.3	13.4	12.9	10.5	—	6.5	—
Temp. máx-absol.	—	36.5	27.4	24.9	22.5	—	—	—
Temp. media	25.4	—	—	—	—	—	11.6	—
Temp. mín-absol.	—	10.1	11.5	9.9	7.4	—	—	—
Altitud m	30	450	1 360	1 500	2 000	2 380	2 980	3 564
Latitud	10° 30'	10° 15'	10° 22'	10° 27'	10° 27'	8° 55'	8° 46'	8° 47'

Para la emergencia de las plantas, Borah y Milthorpe (1959) manifiestan que existe una emergencia más rápida a altas temperaturas y que ésta ocurre a los 22°C dos semanas antes que a los 13°C.

Respecto a alargamiento de tallos, Bodlaender (1963) indica que este es nulo a 6°C, lento a 9°C y óptimo a 18°C.

Para Bodlaender (1963) un gran número de hojas se forma a alta temperatura, comparado con las formadas a baja temperatura; las hojas en general tienen hojuelas más grandes y son más lisas a bajas temperaturas. Este mismo autor indica como temperatura óptima para producción de hojas 12–14°C y para tallos 18°C.

Para Bushnell (1925) la formación de tubérculos es óptima a 17°C y sobre esta temperatura los rendimientos decrecen, siendo 26–29°C el límite de desarrollo de tubérculos. Borah y Milthorpe (1959) indican que la temperatura óptima para la formación de tubérculos es 20°C y que a 15 y 25°C la formación de tubérculos se inicia una y tres semanas más tarde.

Bodlaender (1963) dice que el número de tubérculos por planta es mayor a baja que a alta temperatura, y que los pesos máximos de los tubérculos se han encontrado a temperaturas intermedias.

Observaciones en el medio tropical americano

Los factores de producción de follaje, número de tallos por planta, peso de la parte subterránea de la planta (excluyendo los tubérculos), número de estolones por planta, largo de los estolones, tuberización (expresado como peso de tubérculos por planta), número de tubérculos por planta y contenido en sólidos totales de los tubérculos, han sido estudiados por el autor (Montaldo, 1968) para 27 variedades de papas.

Todos los caracteres anteriores se midieron en cosechas sucesivas a los 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 y 150 días en cuatro localidades de Venezuela, con temperaturas que varían desde 24.5°C a 16°C. Se presentaron los resultados para 9 variedades representativas.

Producción de follaje

Respecto a producción de follaje en Maracay (Cuadro N° 25) a 450 m de altitud y temperatura media de 24°C, se nota una tendencia a máxima producción en las variedades de *S. tuberosum* gr. *tuberosum*, hacia los 60 días, desplazándose ese máximo hacia 105 días en *S. t.* gr. *andigena* y cruces gr. *andigena* x gr. *tuberosum*, con valores máximos de 2 028 g para Monserrate a los 75 días.

En El Laurel, a 1 360 m de altitud y temperatura media de 19.5°C, nuevamente los máximos para peso de follaje ocurrieron alrededor de los 60 días para las variedades gr. *tuberosum* y en forma algo más dispersa entre 75 y 150 días para los cruces de gr. *andigena* x gr. *tuberosum*. El máximo de producción de follaje lo tuvo Monserrate con 5 010 g a los 105 días.

En Bajo Seco, a 1 500 m de altitud y temperatura media de 18.5°C, las variedades de gr. *tuberosum* mostraron una tendencia a producir el máximo de follaje a los 45 días y los cruces de gr. *andigena* x gr. *tuberosum* a los 135 días. El máximo de producción de follaje correspondió a Arbolona a los 135 días con 2 469 g.

En Bajo Seco, a 2 000 m de altitud y temperatura media de 16°C las variedades de gr. *tuberosum* tuvieron su máximo desarrollo a los 75 días y los cruces gr. *andigena* x gr. *tuberosum* estuvieron localizados en forma más dispersa, desde 75 a 135 días. El peso máximo de follaje correspondió a Monserrate con 1 915 g a los 120 días.

La comparación de los datos anteriores muestra que existe una diferencia en el desarrollo entre el grupo *tuberosum* y los cruces de gr. *andigena* x gr. *tuberosum*. El máximo de desarrollo en el primer grupo ocurrió, en general, a los 60 días y en los cruces en forma algo dispersa, pero alrededor de 120 días. El peso máximo del follaje por planta se tuvo en El Laurel (19.5°C) con 5 010 g.

Según las informaciones de la bibliografía especializada (Bodlaender, 1963) el máximo de producción de follaje ocurre a más altas temperaturas, es decir, debía haber ocurrido en Maracay (24°C); sin embargo, al analizar el Cuadro N° 25 se vio que el máximo de producción de follaje en el grupo *tuberosum* ocurrió en Bajo Seco 1 500 con 18.5°C y que este máximo para el grupo *andigena* x gr. *tuberosum* se produjo en El Laurel (19.5°C). Según esto, se indica

para las condiciones tropicales la temperatura de 18.5/19.5°C como la óptima para la producción de follaje.

Bodlaender (1963) anota: "en algunos experimentos el desarrollo ha sido más rápido y las hojas mueren más temprano a bajas que a altas temperaturas (por ejemplo a 16°C que a 27°C); en otros experimentos en los cuales la intensidad de la luz era baja, se ha observado lo contrario". En Maracay, con temperaturas altas y con

CUADRO N° 25. Producción de follaje por planta (g) obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sebago	223	417	430	403	—	—	—	—
Red Pontiac	696	996	267	268	—	—	—	—
Alpha	399	1 084	840	790	324	—	—	—
Multa	400	612	345	364	590	243	—	—
Patrones	426	460	350	422	425	174	—	—
Tómbola	408	784	326	373	—	—	—	—
Merideña	195	730	728	974	982	661	—	—
Arbolona	111	389	396	1 032	535	1 284	—	—
Montserrat	168	648	2 028	481	1 120	1 453	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	359	986	336	590	589	—	—	—
Red Pontiac	204	239	512	171	105	—	—	—
Alpha	722	1 255	717	1 862	1 117	463	594	—
Multa	232	865	424	270	258	—	—	—
Patrones	184	402	314	483	108	—	—	—
Tómbola	639	325	347	173	222	—	—	—
Merideña	471	469	414	574	4 288	4 155	2 373	1 232
Arbolona	332	352	1 249	887	914	3 152	2 891	1 035
Montserrat	407	524	794	2 116	5 010	2 098	1 641	2 780
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	374	516	700	580	462	—	—	—
Red Pontiac	317	1 190	930	579	340	—	—	—
Alpha	765	368	287	320	470	—	—	—
Multa	492	500	352	515	409	—	—	—
Patrones	402	411	493	620	205	—	—	—
Tómbola	830	442	465	458	308	—	—	—
Merideña	290	1 288	776	2 410	532	876	1 484	1 177
Arbolona	339	1 313	2 342	2 340	1 666	1 972	2 469	2 010
Montserrat	271	1 432	621	1 077	2 123	1 892	1 942	1 938
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago	166	463	390	392	478	533	—	—
Red Pontiac	217	732	336	397	376	408	—	—
Alpha	330	628	252	293	475	252	—	—
Multa	251	324	698	257	340	100	—	—
Patrones	100	257	450	150	146	48	—	—
Tómbola	295	332	526	144	430	50	—	—
Merideña	185	375	818	1 076	590	358	885	1 048
Arbolona	171	846	250	1 227	1 210	668	1 502	1 130
Montserrat	182	1 014	475	1 912	1 513	1 915	1 223	690

intensidad de la luz más alta que en las otras localidades, se ha tenido un desarrollo más rápido de las plantas —no así en peso de follaje— ya que sólo fue posible hacer como máximo seis cosechas (120 días) a todo el material; en cambio en las otras tres localidades, en muchas de las variedades se logró hasta ocho cosechas (150 días). Este otro aspecto debe seguir corroborándose en el trópico.

Número de tallos

La planta que más tallos produjo en Maracay (Cuadro N° 26) fue Tómbola con 10, seguida de Multa con 5.6 y la planta con menos tallos fue Arbolona con 1. En El Laurel, Tómbola y Multa tuvieron el máximo número de tallos con valores promedio de 6.6 por planta y el menor valor lo tuvo Arbolona con 2.4 tallos.

En Bajo Seco 1 500, Tómbola produjo 7.6 de promedio y el valor menor fue 3.8 en Sebago. En Bajo Seco 2 000, Multa dio un promedio de 7.1, Tómbola de 6.8 y el menor valor Merideña con 3.5.

No se registró en forma separada el peso de los tallos por planta, pero la comparación de los resultados muestra una tendencia a mayor número de tallos en las localidades de más bajas temperaturas, lo que estaría en concordancia con la cifra de 18°C que se indica como lo óptimo para el alargamiento de tallos.

Peso de la parte subterránea

Respecto al peso de la parte subterránea —sin tubérculo— (Cuadro N° 27) los valores fueron altos para Tómbola a los 45 días en las cuatro localidades, no destacándose en épocas posteriores. Arbolona tuvo en forma general (a excepción de Maracay) los valores más altos de peso de la parte subterránea por planta, llegando en El Laurel a 82 g, en Bajo Seco 1 500 a 108.8 g, y en Bajo Seco 2 000 a 114.0 g.

Los valores de peso de la parte subterránea se mantuvieron bastante parejos para las variedades de gr. *tuberosum* en las diferentes localidades, a excepción de Patrones; sin embargo, los cruces de gr. *andigena* x gr. *tuberosum*, dieron valores para Maracay y Bajo Seco 2 000 mucho más inferiores que en las otras dos localidades intermedias.

CUADRO N° 26. Número de tallos por planta obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sebago	4	2	3	3	—	—	—	—
Red Pontiac	4	2	3	3	—	—	—	—
Alpha	4	6	4	8	7	2	—	—
Multa	3	7	6	6	7	5	—	—
Patrones	1	1	5	5	4	2	—	—
Tómbola	9	14	9	8	—	—	—	—
Merideña	7	1	3	2	1	4	—	—
Arbolona	1	1	1	2	1	1	—	—
Monserate	3	3	4	3	4	6	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	4	4	4	5	6	—	—	—
Red Pontiac	5	3	5	2	2	—	—	—
Alpha	5	2	7	4	2	6	2	—
Multa	6	10	7	2	8	—	—	—
Patrones	2	7	3	3	5	—	—	—
Tómbola	10	5	8	6	4	—	—	—
Merideña	10	1	3	2	4	6	1	3
Arbolona	3	2	3	1	1	2	2	5
Monserate	5	5	6	3	5	3	3	5
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	3	4	4	4	4	—	—	—
Red Pontiac	5	5	8	4	8	—	—	—
Alpha	8	7	4	6	4	—	—	—
Multa	2	5	4	7	5	—	—	—
Patrones	3	5	7	6	3	—	—	—
Tómbola	6	11	9	6	4	—	—	—
Merideña	4	6	7	3	2	5	8	2
Arbolona	3	10	10	5	3	2	4	6
Monserate	11	4	9	5	7	4	10	4
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago	4	5	7	2	5	7	—	—
Red Pontiac	3	3	7	5	3	8	—	—
Alpha	5	6	5	4	6	5	—	—
Multa	12	11	9	3	4	4	—	—
Patrones	3	2	5	3	5	3	—	—
Tómbola	7	10	5	10	7	2	—	—
Merideña	4	3	5	6	1	2	4	3
Arbolona	5	6	6	3	4	5	1	5
Monserate	6	6	4	4	2	7	5	5

CUADRO N° 27. Peso de la parte subterránea por planta (g) obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1. Maracay, 450 m								
Sebago	25	26	45	31	—	—	—	—
Red Pontiac	56	64	50	30	—	—	—	—
Alpha	42	102	30	70	90	26	—	—
Multa	30	90	35	36	80	24	—	—
Patrones	24	30	28	42	15	10	—	—
Tómbola	58	73	35	55	—	—	—	—
Merideña	18	55	34	55	48	45	—	—
Arbolona	9	27	14	58	20	36	—	—
Monserate	10	25	60	18	50	67	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	41	66	44	55	76	—	—	—
Red Pontiac	36	42	58	41	28	—	—	—
Alpha	45	59	41	51	63	23	40	—
Multa	23	57	26	13	28	—	—	—
Patrones	12	48	15	34	15	—	—	—
Tómbola	63	39	31	34	58	—	—	—
Merideña	44	41	18	27	188	250	77	48
Arbolona	28	42	74	60	32	233	109	80
Monserate	26	64	34	58	115	80	45	90
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	30	64	44	40	54	—	—	—
Red Pontiac	63	80	105	59	50	—	—	—
Alpha	55	27	18	35	30	—	—	—
Multa	28	30	24	42	17	—	—	—
Patrones	28	19	27	30	21	—	—	—
Tómbola	65	48	30	46	10	—	—	—
Merideña	35	96	33	94	22	44	36	33
Arbolona	59	107	245	82	150	78	66	120
Monserate	48	78	30	28	97	73	63	37
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago		46	32	28	37	105	—	—
Red Pontiac		109	45	44	24	62	—	—
Alpha		58	23	25	50	40	—	—
Multa		76	44	39	10	20	—	—
Patrones		29	25	10	15	20	—	—
Tómbola		96	32	29	40	20	—	—
Merideña		30	96	76	15	18	55	52
Arbolona		116	56	156	280	62	118	110
Monserate		80	35	81	47	85	81	46

Estolones

Los valores más altos de número de estolones en Maracay (Cuadro N° 28) correspondieron a las variedades de gr. tuberosum, estando Tómbola en primer lugar con 32 estolones de promedio por planta. En los cruces de gr. andigena x tuberosum el número de estolones fue bajo, teniendo Arbolona el mínimo con 3.8.

CUADRO N° 28. Número de estolones por planta obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sabago	15	7	8	11	—	—	—	—
Red Pontiac	13	11	10	9	—	—	—	—
Alpha	47	25	12	48	38	7	—	—
Multa	11	20	32	18	18	32	—	—
Patrones	18	6	15	20	11	28	—	—
Tómbola	32	54	26	18	—	—	—	—
Merideña	9	9	7	7	5	6	—	—
Arbolona	3	6	2	7	1	4	—	—
Monserate	10	21	10	5	5	19	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sabago	21	24	21	31	32	—	—	—
Red Pontiac	23	10	19	21	6	—	—	—
Alpha	37	22	33	25	14	18	22	—
Multa	29	40	24	8	14	—	—	—
Patrones	10	37	12	16	12	—	—	—
Tómbola	71	23	22	16	26	—	—	—
Merideña	27	13	4	8	10	16	16	10
Arbolona	12	7	17	7	4	2	14	7
Monserate	13	10	18	12	15	19	26	41
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sabago	20	14	25	18	20	—	—	—
Red Pontiac	29	27	36	22	18	—	—	—
Alpha	45	19	11	23	15	—	—	—
Multa	16	19	17	25	30	—	—	—
Patrones	13	18	18	16	12	—	—	—
Tómbola	54	41	29	26	25	—	—	—
Merideña	18	30	16	17	11	22	24	36
Arbolona	18	45	58	28	16	9	19	20
Monserate	22	7	29	22	35	17	38	24
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sabago	17	20	19	13	18	26	—	—
Red Pontiac	20	15	24	24	14	11	—	—
Alpha	9	18	21	16	20	20	—	—
Multa	12	34	39	30	22	18	—	—
Patrones	22	12	26	12	15	10	—	—
Tómbola	26	29	33	37	44	20	—	—
Merideña	14	12	45	38	8	6	20	33
Arbolona	12	18	31	43	31	8	12	26
Monserate	24	36	27	19	6	20	31	20

En El Laurel hubo un aumento general en número de estolones, estando siempre primero las variedades de gr. *tuberosum*, seguidas de gr. *andigena* x *tuberosum*. El mayor valor correspondió a Tómbola con 31 y el menor a Arbolona con 8.7 de promedio.

En Bajo Seco 1 500 hubo más uniformidad entre los valores del gr. *tuberosum* y cruces de gr. *andigena* x *tuberosum*. El número

máximo de estolones lo tuvo Tómbola con 35. Arbolona tuvo un valor alto de 27. El valor mínimo lo tuvo Patrones con 15.4.

En Bajo Seco 2 000 se notó igual tendencia que en Bajo Seco 1 500. El valor máximo fue 31 y lo tuvo Tómbola, y el valor mínimo lo tuvo Patrones con 16.

Considerando todo el conjunto de variedades y las 4 localidades se observa que, en las variedades gr. *tuberosum* (Figs. 6 y 7) a los 45 días hubo un gran número de estolones, que en general disminuyeron hacia los 60 y 75 días, para volver a aumentar posteriormente.

Los cruces del gr. *andigena* x *tuberosum* (Fig. 8) muestran que el número de estolones por planta fue bajo a los 45 días, presentando un aumento a los 60 días y una disminución hacia los 75 y los 90 días, habiendo luego otro aumento posterior.

Con respecto a largo de los estolones, los valores aumentaron en Maracay (Cuadro N° 29) desde los 45 a los 75 días, y disminuyeron posteriormente. Los estolones más largos los presentó Arbolona con 18.2 cm de promedio a los 120 días.

En El Laurel hubo una tendencia bastante parecida. Los valores máximos fueron para Arbolona con 29.6 cm a los 120 días. En Bajo Seco 1 500 los valores máximos de largo de los estolones para el grupo *tuberosum* estuvieron bastante dispersos: desde 45 días para Tómbola, hasta 105 días para Patrones.

En las variedades provenientes del grupo *andigena* x *tuberosum*, los valores máximos correspondieron a Arbolona con 16 cm de promedio, y estos valores se encuentran entre 105 y 135 días. En Bajo Seco 2 000 hubo igual comportamiento que en Bajo Seco 1 500. El valor promedio máximo de largo de estolones lo tuvo Arbolona con 16 cm.

En cuanto al posible efecto de la temperatura en el largo de los estolones, el Cuadro N° 29 muestra que sí la hay, ya que los valores de largo del estolón fueron aumentando para todas las variedades desde Maracay hacia El Laurel, Bajo Seco 1 500 y Bajo Seco 2 000.

Esto permitiría decir que el largo de los estolones, tanto en las variedades de gr. *tuberosum* como gr. *andigena* y en los cruces gr. *andigena* x *tuberosum*, aumenta a medida que la temperatura baja de

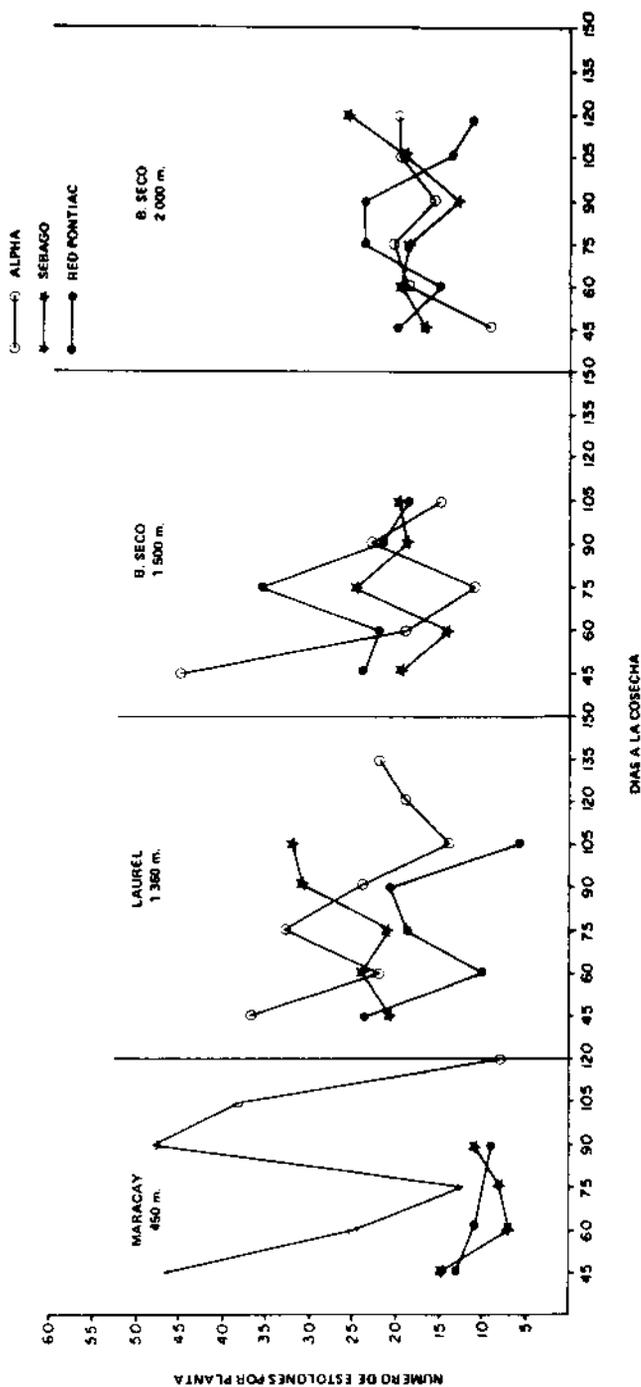


Fig. 6. Número de estolones por planta obtenidos en ocho cosechas quincenales en cuatro localidades.

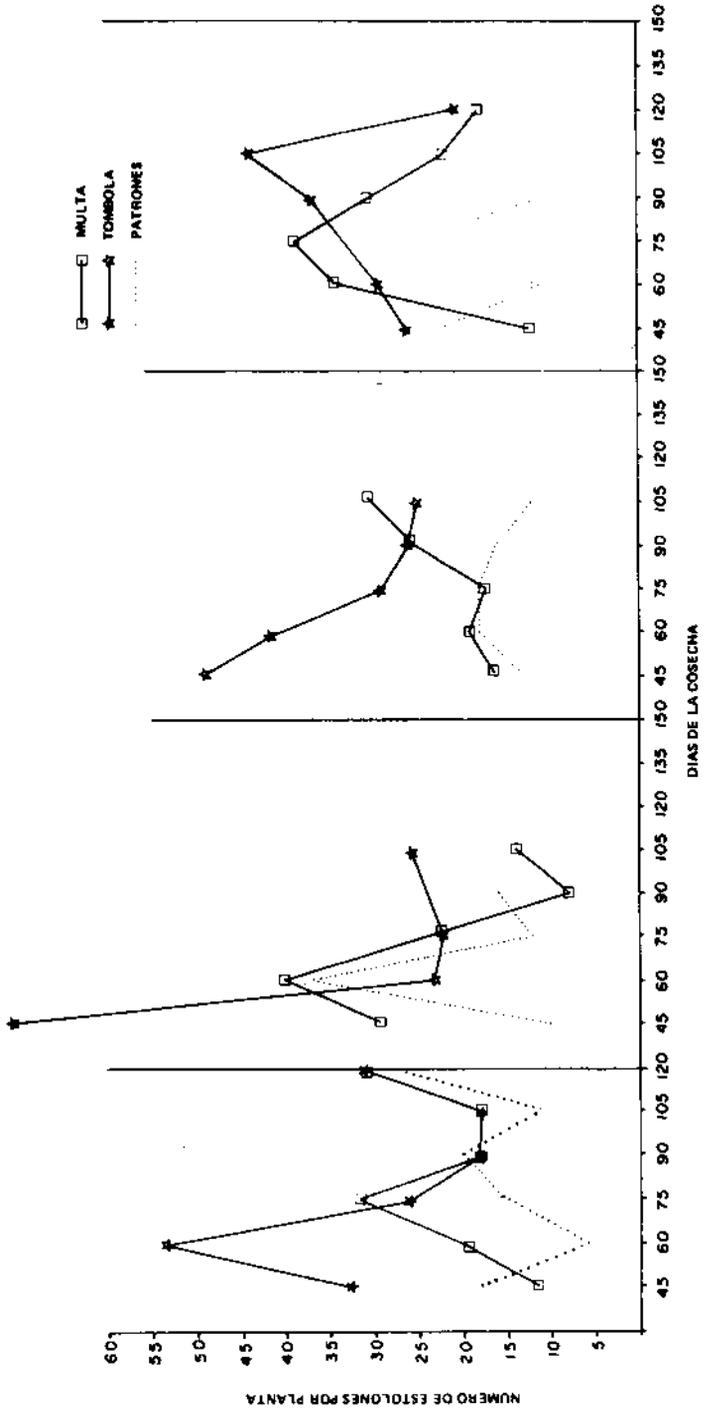


Fig. 7. Número de estolones por planta obtenidos en ocho cosechas quincenales en cuatro localidades.

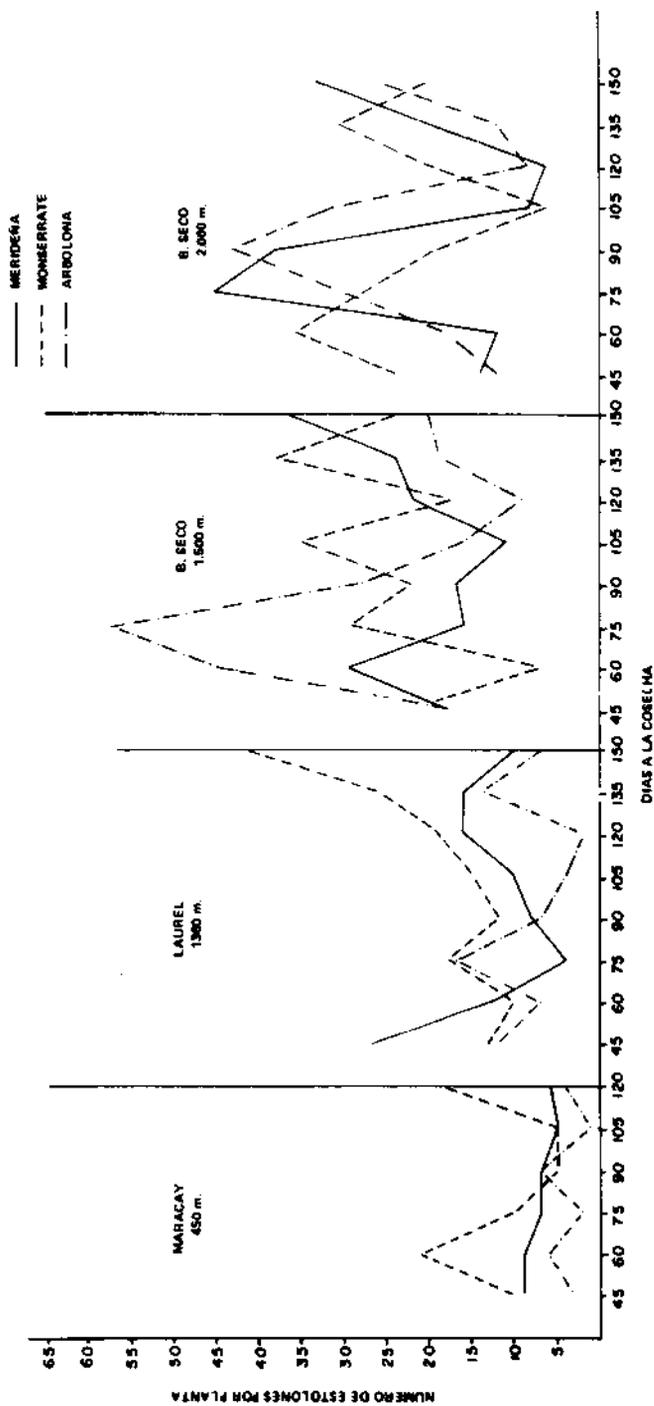


Fig. 8. Número de estolones por planta obtenidos en ocho cosechas quincenales en cuatro localidades.

CUADRO N° 29. Largo promedio de los estolones (cm) obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sebago	1.8	2.2	3.2	1.8	—	—	—	—
Red Pontiac	1.5	1.2	2.3	2.0	—	—	—	—
Alpha	2.8	2.0	3.0	3.3	3.3	3.0	—	—
Multa	2.5	7.5	3.0	3.2	3.0	5.0	—	—
Patrones	3.5	4.0	2.2	2.0	2.0	2.0	—	—
Tómbola	2.0	3.5	2.5	1.9	—	—	—	—
Merideña	2.5	15.3	9.0	8.5	18.0	14.0	—	—
Arbolona	0.6	10.0	12.0	5.7	10.0	18.2	—	—
Monserate	0.4	1.3	5.6	1.2	1.2	2.0	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	1.5	3.3	4.7	2.5	4.4	—	—	—
Red Pontiac	0.7	1.0	0.5	1.6	3.1	—	—	—
Alpha	1.0	5.0	2.4	5.4	2.1	6.9	3.0	—
Multa	1.7	5.0	2.1	3.3	5.7	—	—	—
Patrones	1.5	2.9	2.7	4.5	3.0	—	—	—
Tómbola	3.7	2.7	2.2	2.6	3.4	—	—	—
Merideña	15.0	5.8	7.5	18.0	27.0	20.0	37.0	4.2
Arbolona	10.3	10.0	8.2	12.8	17.0	29.6	15.0	13.0
Monserate	4.4	2.8	1.4	9.1	5.3	5.7	5.0	5.2
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	3.4	4.6	3.6	4.2	3.8	—	—	—
Red Pontiac	3.0	5.0	3.3	4.0	2.6	—	—	—
Alpha	0.6	2.4	3.1	2.8	2.5	—	—	—
Multa	4.0	4.0	3.7	4.0	1.8	—	—	—
Patrones	3.0	4.0	2.0	3.2	4.1	—	—	—
Tómbola	4.9	3.0	3.0	4.6	4.0	—	—	—
Merideña	1.4	3.0	3.8	3.5	6.7	12.2	7.9	6.3
Arbolona	16.2	7.1	16.5	10.0	24.3	20.0	28.5	5.1
Monserate	0.7	2.2	1.0	2.8	9.4	8.5	5.2	5.0
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago	5.0	4.0	1.5	3.3	5.5	7.1	—	—
Red Pontiac	5.4	5.1	4.2	4.9	3.3	4.5	—	—
Alpha	2.7	2.2	2.8	6.4	3.0	3.7	—	—
Multa	3.3	1.3	3.2	2.4	3.5	2.3	—	—
Patrones	3.1	3.6	3.0	2.3	3.9	3.5	—	—
Tómbola	6.7	3.7	6.0	2.8	3.2	2.5	—	—
Merideña	3.3	2.1	10.2	11.0	10.2	5.0	5.5	5.2
Arbolona	5.8	13.1	9.2	16.7	20.6	21.2	20.5	21.5
Monserate	1.0	2.2	3.3	3.4	3.0	5.2	9.0	6.2

24°C hacia 16°C. Sería interesante ahora determinar exactamente dónde se encuentra su óptimo.

Tuberización

En Maracay, debido a su condición de clima caluroso con 24°C de promedio y máximas medias de temperatura de 32.1, 30.1, 30.0, 30.5 y 31.1° y mínimas medias de 19.4, 19.2, 18.5, 17.2 y 18.5° en

los meses de abril, mayo, junio y agosto (Cuadro N° 30, Fig. 9), la tuberización comenzó para el gr. tuberosum antes de los 45 días, aumentando desde los 45 a los 60 y 75 días el peso de los tubérculos y produciéndose inmediatamente después una caída de estos valores hacia los 90 y 105 días.

El peso medio de un tubérculo por planta (Cuadro N° 32, Figs. 10 y 11) para este mismo grupo de variedades, tuvo su expresión máxima a los 75 días después de la siembra.

CUADRO N° 30. Peso de los tubérculos por planta (g) obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sebago	13	110	530	96	—	—	—	—
Red Pontiac	74	1 101	810	120	—	—	—	—
Alpha	16	274	390	295	615	373	—	—
Multa	197	202	1 370	635	583	830	—	—
Patrones	344	340	680	530	297	339	—	—
Tómbola	148	336	572	814	—	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	0	0	—	—
Arbolona	0	0	0	0	0	0	—	—
Monserate	0	0	0	0	0	182	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	95	324	446	1 260	1 350	—	—	—
Red Pontiac	55	563	872	484	1 100	—	—	—
Alpha	117	523	1 190	1 387	1 130	1 350	1 000	—
Multa	215	670	925	556	740	—	—	—
Patrones	234	14	664	488	660	—	—	—
Tómbola	334	510	774	455	1 350	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	60	470	290	465
Arbolona	0	0	0	0	0	0	1 065	0
Monserate	0	0	580	190	280	692	612	1 420
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	132	570	1 325	1 000	1 008	—	—	—
Red Pontiac	31	1 360	1 745	1 926	1 420	—	—	—
Alpha	139	320	525	440	2 500	—	—	—
Multa	158	800	945	1 320	2 460	—	—	—
Patrones	268	675	1 160	1 275	1 380	—	—	—
Tómbola	500	780	1 159	1 363	1 400	—	—	—
Merideña	120	190	340	944	780	787	798	1 140
Arbolona	0	0	0	316	224	357	240	960
Monserate	0	0	194	500	1 018	778	2 170	1 640
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago	2	325	510	582	1 226	1 944	—	—
Red Pontiac	3	510	700	825	1 290	818	—	—
Alpha	1	140	320	520	1 403	1 406	—	—
Multa	24	370	1 025	757	1 418	1 230	—	—
Patrones	20	258	837	603	212	377	—	—
Tómbola	118	303	760	543	970	1 124	—	—
Merideña	0	0	60	424	285	270	2 227	2 490
Arbolona	0	0	0	174	104	52	329	495
Monserate	0	0	67	375	375	970	1 860	1 210

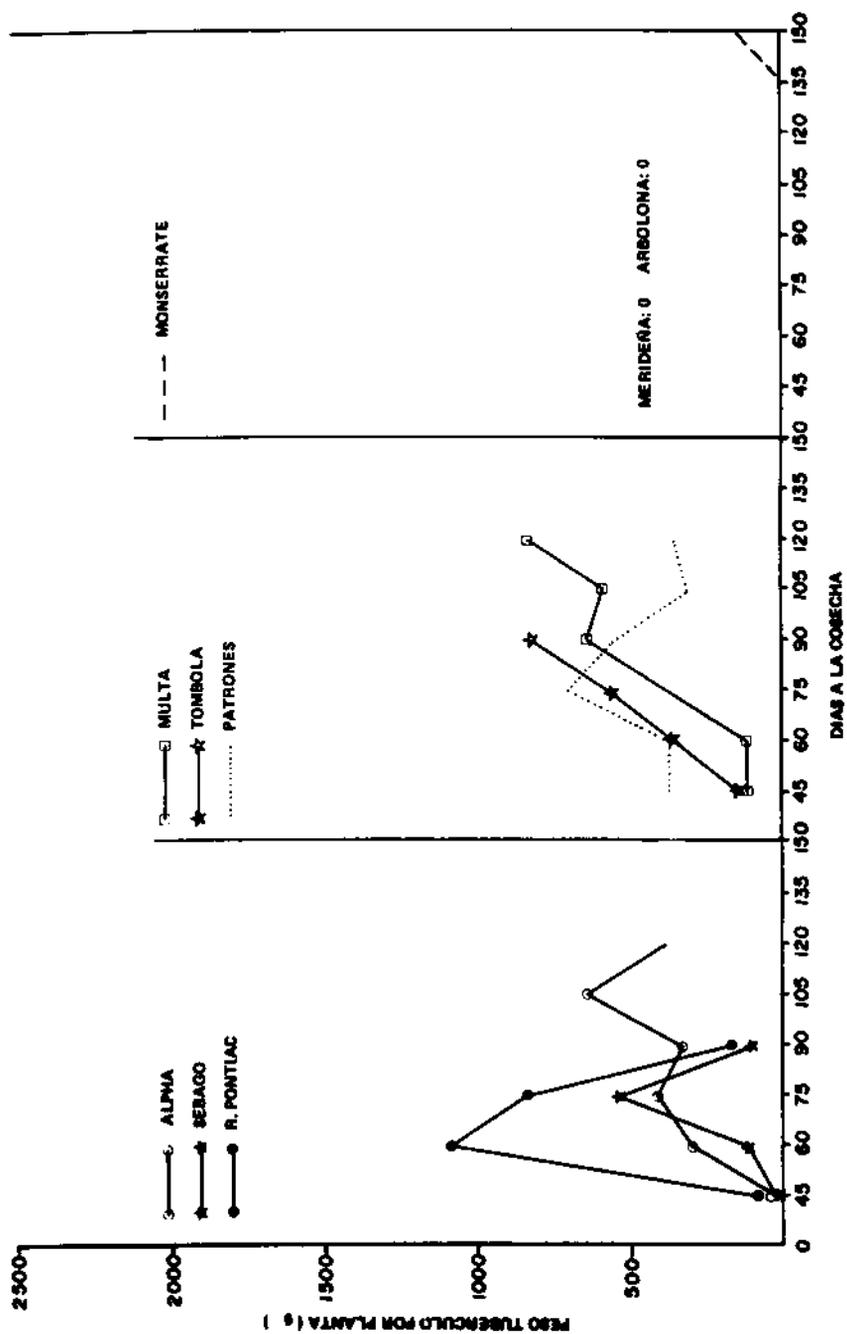


Fig. 9. Peso de los tubérculos por planta obtenido en seis cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. Maracay. Altitud: 450 m.

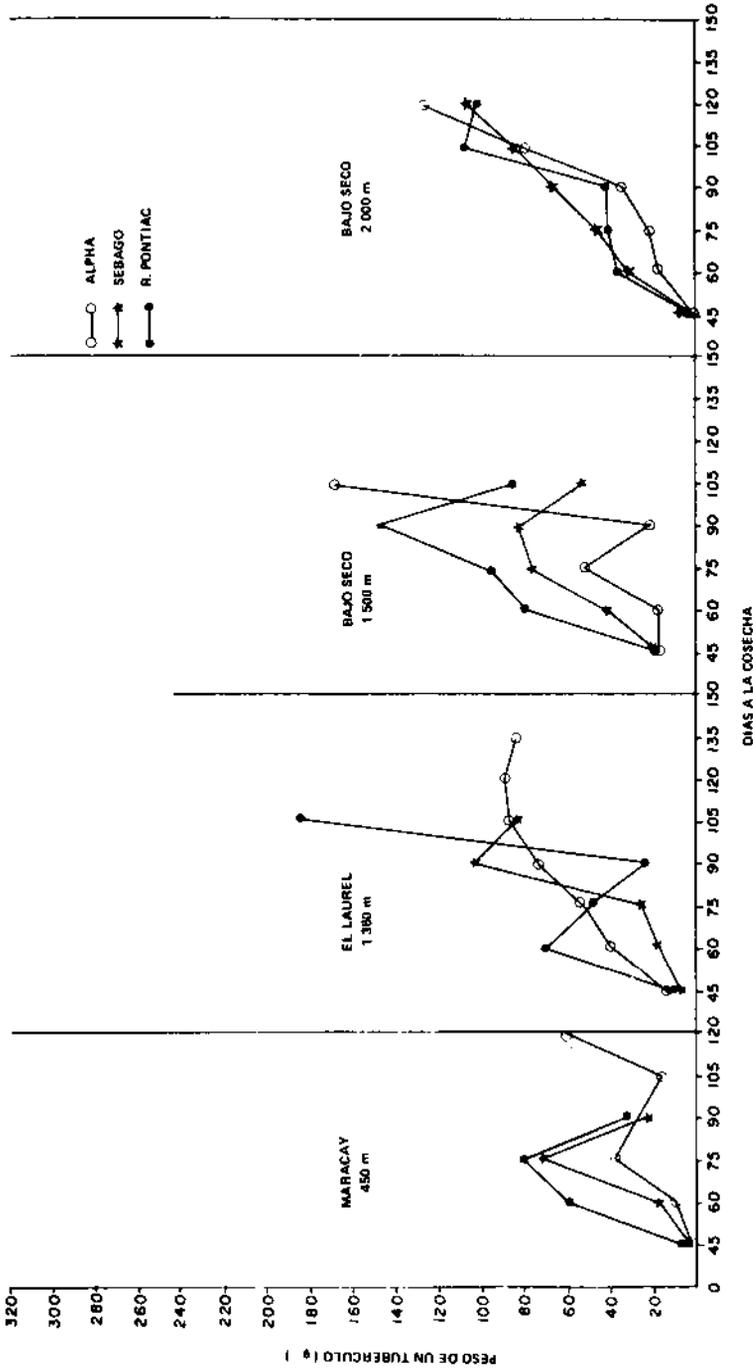


Fig. 10. Influencia de las localidades en el peso medio de un tubérculo en diversas épocas de cosecha.

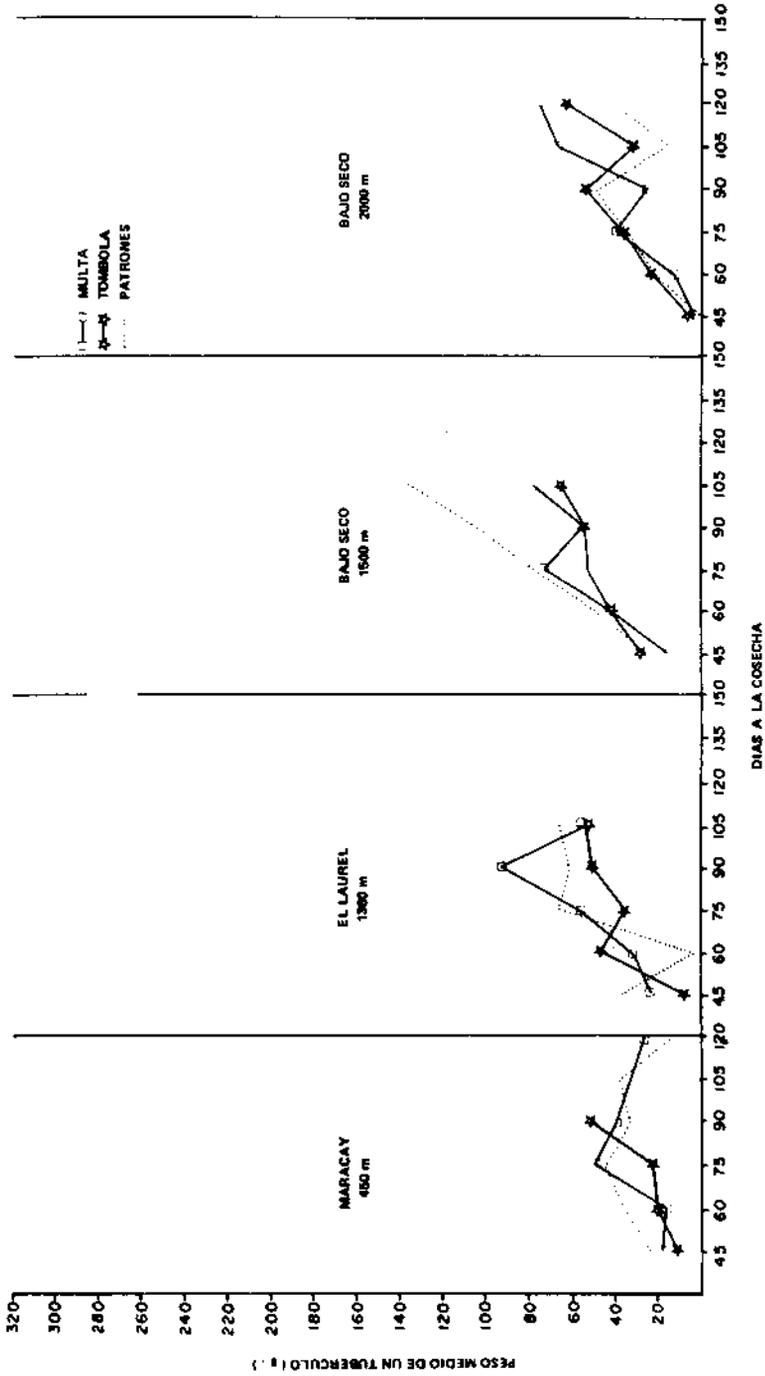


Fig. 11. Influencia de las localidades en el peso medio de un tubérculo en diversas épocas de cosecha.

Para gr. andigena (Arbolona) y las variedades provenientes de cruces de gr. andigena x gr. tuberosum, la tuberización fue nula en esta localidad, donde al comparar la tuberización con la producción de follaje se obtuvo un resultado inverso, ya que gr. andigena y los cruces con gr. tuberosum que produjeron más follaje no dieron rendimiento en tubérculos.

Con respecto a número de tallos habría una cierta asociación positiva, ya que en general gr. tuberosum produjo más tallos y dio más rendimiento en tubérculos. La comparación de peso de la parte subterránea con la tuberización tampoco tiene validez positiva para Maracay.

En cuanto a número de estolones, podría haber una correlación positiva de valores con tuberización. En El Laurel, con una temperatura de 19.5°C (la óptima para producción de tubérculos según la literatura sería de 20°C), los valores de peso de tubérculos por planta (Cuadro N° 30, Fig. 12) fueron bastante más altos que en Maracay a los 45 días, y tuvieron su máximo a los 90 días —valor también superior a Maracay— en las variedades del grupo tuberosum. El mayor número de tubérculos por planta y el peso medio de un tubérculo ocurrió alrededor de los 75 días.

En los cruces de gr. andigena x gr. tuberosum, la tuberización se retarda y comienza para algunas variedades alrededor de los 75 días y para otras a los 120 días. El mayor número de tubérculos por planta y el mayor peso medio de un tubérculo ocurre a los 135 días. La producción final de algunos de estos cruces, como Monserrate, sobrepasa a muchas de las variedades del gr. tuberosum.

Al estudiar los factores de producción de follaje, número de tallos y número de estolones con tuberización, se nota un cierto grado de asociación positiva. En Bajo Seco 1 500 con promedio de temperatura de 18.5°C, la tuberización en el grupo tuberosum tuvo un mayor valor a los 45 días (Cuadro N° 30, Fig. 13) que en las localidades anteriores, lo que podría ser indicio de que este proceso tuvo un inicio muy temprano. Para variedades seleccionadas en EE.UU. como Sebago y *Red Pontiac*, sigue la tuberización en forma ascendente hasta los 75 días, para después decaer. En las variedades de gr. tuberosum seleccionadas en Europa —Alpha, Multa, Tómbola, Patrones— el proceso de tuberización continúa en forma ascendente hasta la madurez.

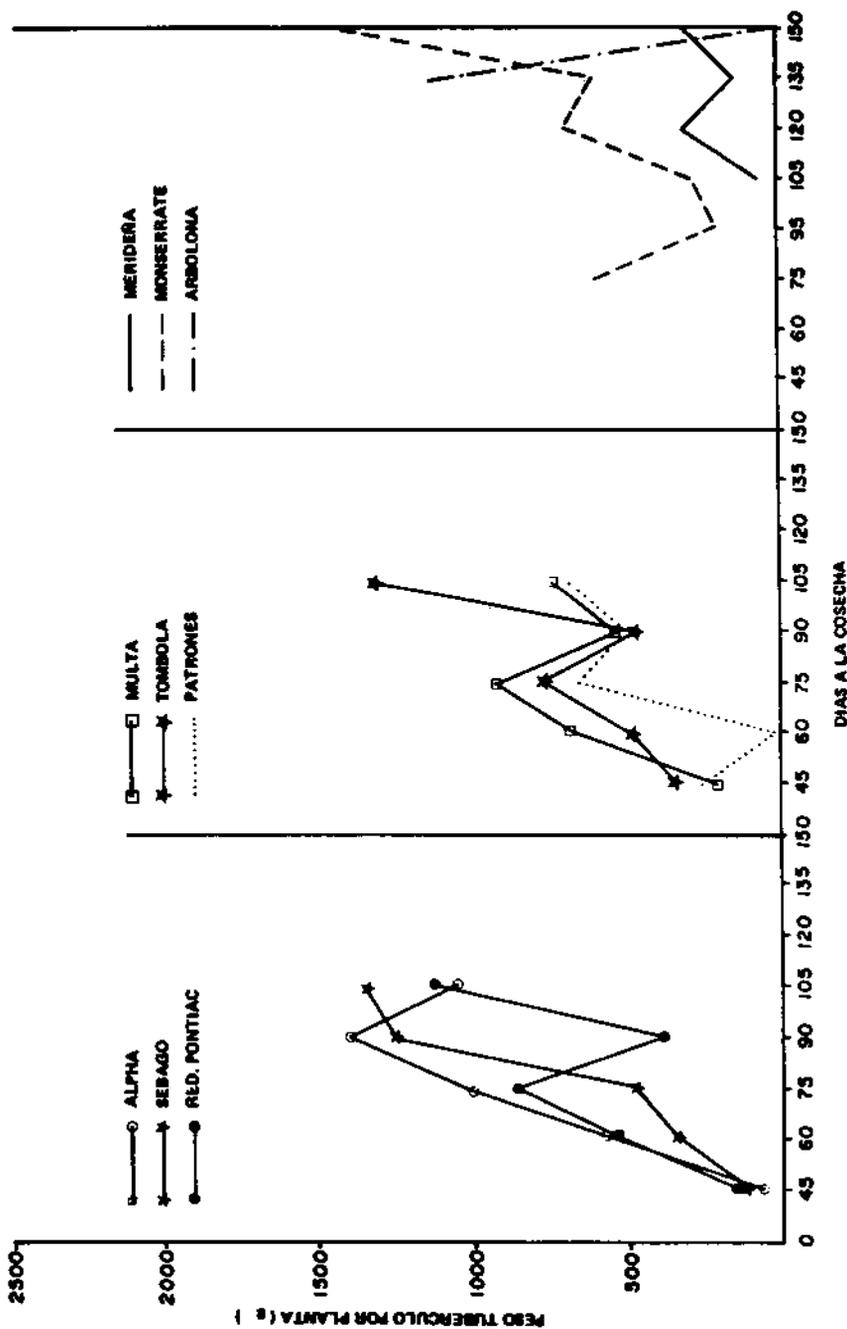


Fig. 12. Peso de los tubérculos por planta obtenido en ocho cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. El Laurel. Altitud: 1 360 m

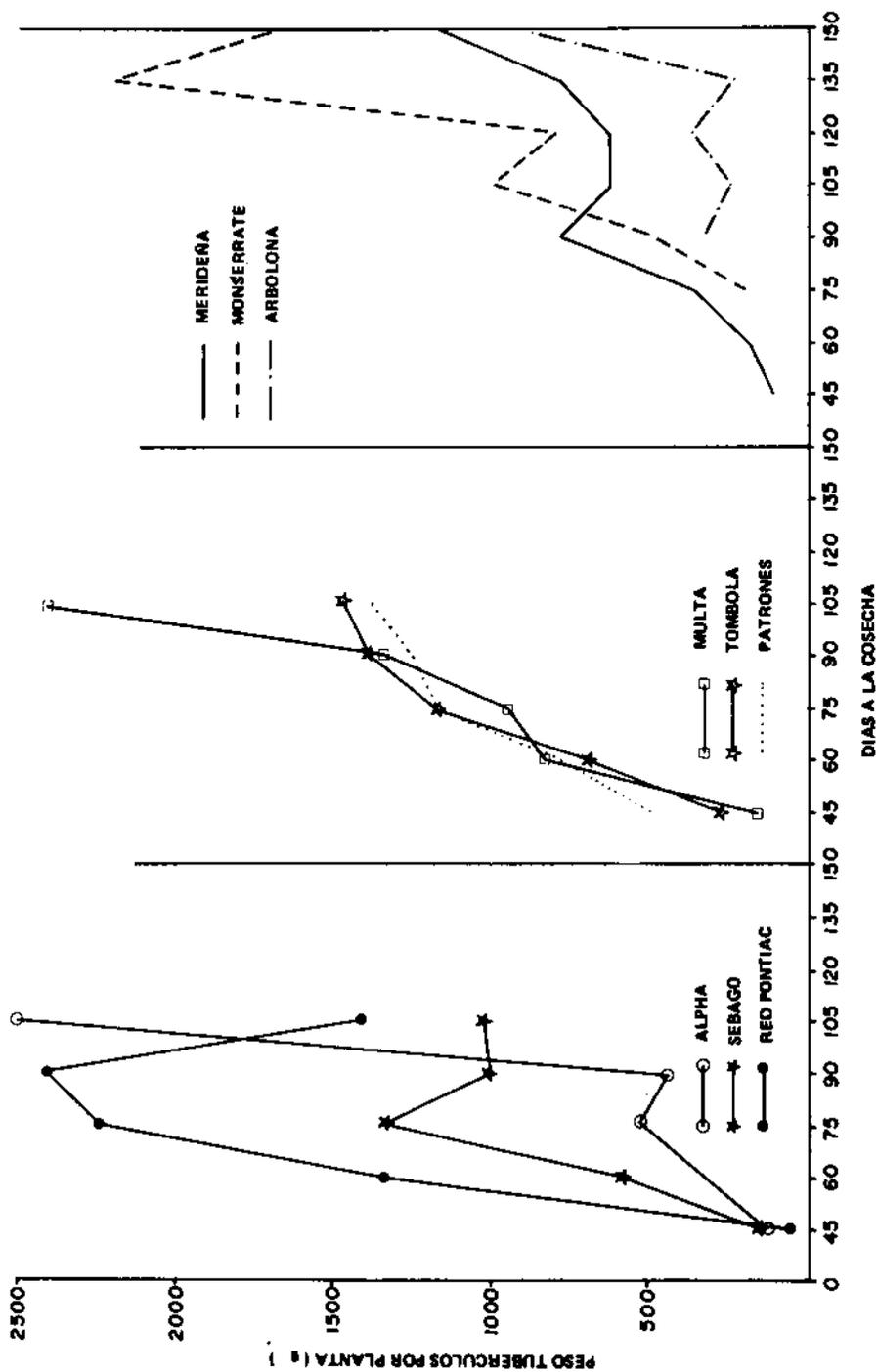


Fig. 13. Peso de los tubérculos por planta obtenido en ocho cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. Bajo Seco. Altitud: 1 500 m

Ya en esta localidad el proceso de tuberización de los cruces del gr. andigena x gr. tuberosum comienza más temprano, entre 45 y 60 días, y después de 135 días su producción de tubérculos es alta. El mayor número de tubérculos (Cuadro N° 31) ocurre entre 90 y 120 días y el peso medio de un tubérculo por planta (Cuadro N° 32, Figs. 10, 11 y 14) es superior que en Maracay y en El Laurel, y ocurre alrededor de 105 días.

También si se relaciona producción de follaje, número de tallos y número de estolones, se nota una asociación positiva con tuberi-

CUADRO N° 31. Número de tubérculos por planta obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sebago	5	6	7	4	—	—	—	—
Red Pontiac	13	18	10	4	—	—	—	—
Alpha	8	23	10	11	36	6	—	—
Multa	11	12	31	16	18	30	—	—
Patrones	16	12	15	16	8	26	—	—
Tómbola	15	17	26	16	—	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	0	0	—	—
Arbolona	0	0	0	0	0	0	—	—
Montserrat	0	0	0	0	0	19	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	14	18	18	12	16	—	—	—
Red Pontiac	6	8	18	19	6	—	—	—
Alpha	16	18	23	19	13	15	12	—
Multa	10	21	16	18	14	—	—	—
Patrones	6	6	10	8	10	—	—	—
Tómbola	34	11	21	9	25	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	5	16	12	8
Arbolona	0	0	0	0	0	0	25	0
Montserrat	0	0	8	7	14	18	12	35
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	8	14	17	12	20	—	—	—
Red Pontiac	2	17	18	13	17	—	—	—
Alpha	8	19	10	20	14	—	—	—
Multa	10	19	13	24	30	—	—	—
Patrones	10	14	17	12	10	—	—	—
Tómbola	18	18	22	25	21	—	—	—
Merideña	13	12	13	16	7	11	16	10
Arbolona	0	0	0	25	10	10	8	12
Montserrat	0	0	18	21	32	24	36	14
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago	5	10	12	9	14	18	—	—
Red Pontiac	8	14	17	20	12	8	—	—
Alpha	3	8	15	16	17	11	—	—
Multa	7	26	26	30	21	16	—	—
Patrones	13	11	23	12	14	8	—	—
Tómbola	18	12	20	10	31	18	—	—
Merideña	0	0	42	33	7	6	32	30
Arbolona	0	0	0	14	10	6	14	15
Montserrat	0	0	15	12	6	16	30	17

CUADRO N° 32. Peso medio de un tubérculo (g) obtenido en cosechas quincenales.

Variedad	Días a la cosecha							
	45	60	75	90	105	120	135	150
1) Maracay, 450 m								
Sebago	2.60	18.33	75.71	24.00	—	—	—	—
Red Pontiac	5.69	61.16	81.00	30.00	—	—	—	—
Alpha	2.00	11.91	39.00	26.90	17.30	62.10	—	—
Multa	17.90	16.83	44.19	39.11	32.70	27.20	—	—
Patrones	21.50	28.33	45.33	33.20	37.10	13.10	—	—
Tómbola	9.86	19.76	22.00	50.80	—	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	0	0	—	—
Arbolona	0	0	0	0	0	0	—	—
Montserrat	0	0	0	0	0	8.00	—	—
2) El Laurel, 1 360 m								
Sebago	6.78	18.00	24.70	105.00	84.37	—	—	—
Red Pontiac	9.16	70.37	48.44	25.47	183.33	—	—	—
Alpha	7.31	29.05	51.73	73.00	86.92	90.00	83.33	—
Multa	21.50	31.90	57.81	92.66	52.85	—	—	—
Patrones	39.00	2.30	66.40	61.00	66.00	—	—	—
Tómbola	9.28	46.36	36.85	50.55	54.00	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	8.00	29.37	24.10	58.00
Arbolona	0	0	0	0	0	0	42.60	0
Montserrat	0	0	0	0	0	0	0	0
3) Bajo Seco, 1 500 m								
Sebago	16.50	40.70	77.90	83.33	50.40	—	—	—
Red Pontiac	15.50	80.00	96.90	148.15	83.82	—	—	—
Alpha	17.37	16.80	52.50	22.00	178.57	—	—	—
Multa	15.80	42.10	72.69	55.00	82.00	—	—	—
Patrones	26.80	48.20	68.20	106.25	138.00	—	—	—
Tómbola	27.77	43.43	52.60	54.52	66.66	—	—	—
Merideña	9.23	15.83	26.10	59.00	111.45	71.54	49.87	11.40
Arbolona	0	0	0	12.64	22.40	35.70	30.00	80.00
Montserrat	0	0	10.77	23.80	31.81	32.83	60.27	117.14
4) Bajo Seco, 2 000 m								
Sebago	0.40	32.50	42.50	64.60	87.00	108.00	—	—
Red Pontiac	0.40	36.40	41.20	41.20	107.50	102.00	—	—
Alpha	0.30	17.50	21.30	32.50	82.50	127.81	—	—
Multa	3.40	14.20	39.40	25.20	67.50	76.87	—	—
Patrones	1.50	23.40	36.40	50.20	15.10	41.10	—	—
Tómbola	6.50	25.20	38.00	54.30	31.30	62.40	—	—
Merideña	0	0	1.40	12.90	40.70	45.00	69.50	83.00
Arbolona	0	0	0	12.40	10.40	8.60	23.50	33.00
Montserrat	0	0	4.40	31.20	62.50	60.60	62.00	71.10

zación. En Bajo Seco 2 000 (Cuadro N° 30, Fig. 15), con 16° C de temperatura media, a los 45 días la tuberización (a pesar de estar presente en todas las variedades de gr. tuberosum) es baja y aumenta hasta 90 y 105 días, pero con valores inferiores a la localidad anterior, para después decaer.

La tuberización en gr. andigena y en los cruces gr. andigena x gr. tuberosum, comienza entre los 60 y 75 días alcanzando valores superiores a los de gr. tuberosum después de los 135 días.

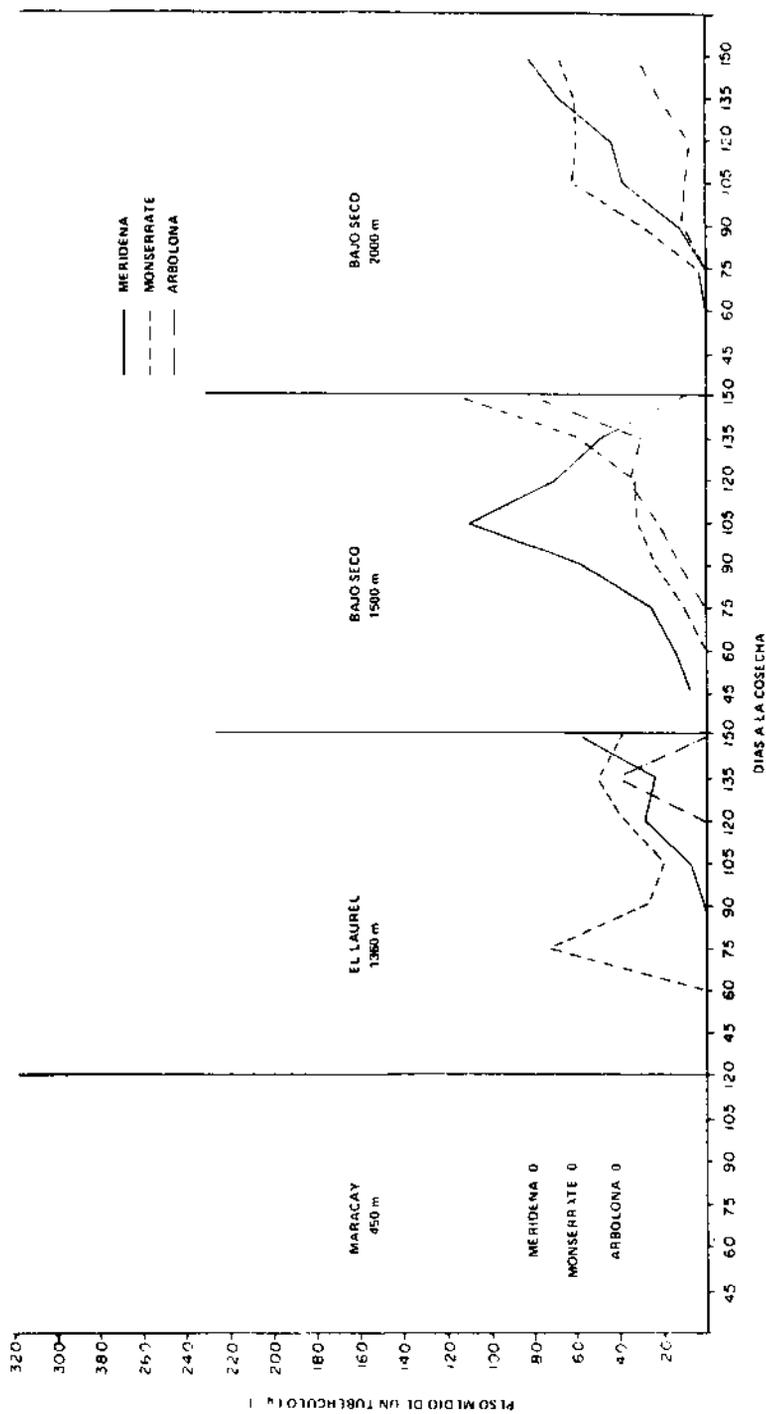


Fig. 14. Influencia de las localidades en el peso de un tubérculo en diversas épocas de cosecha.

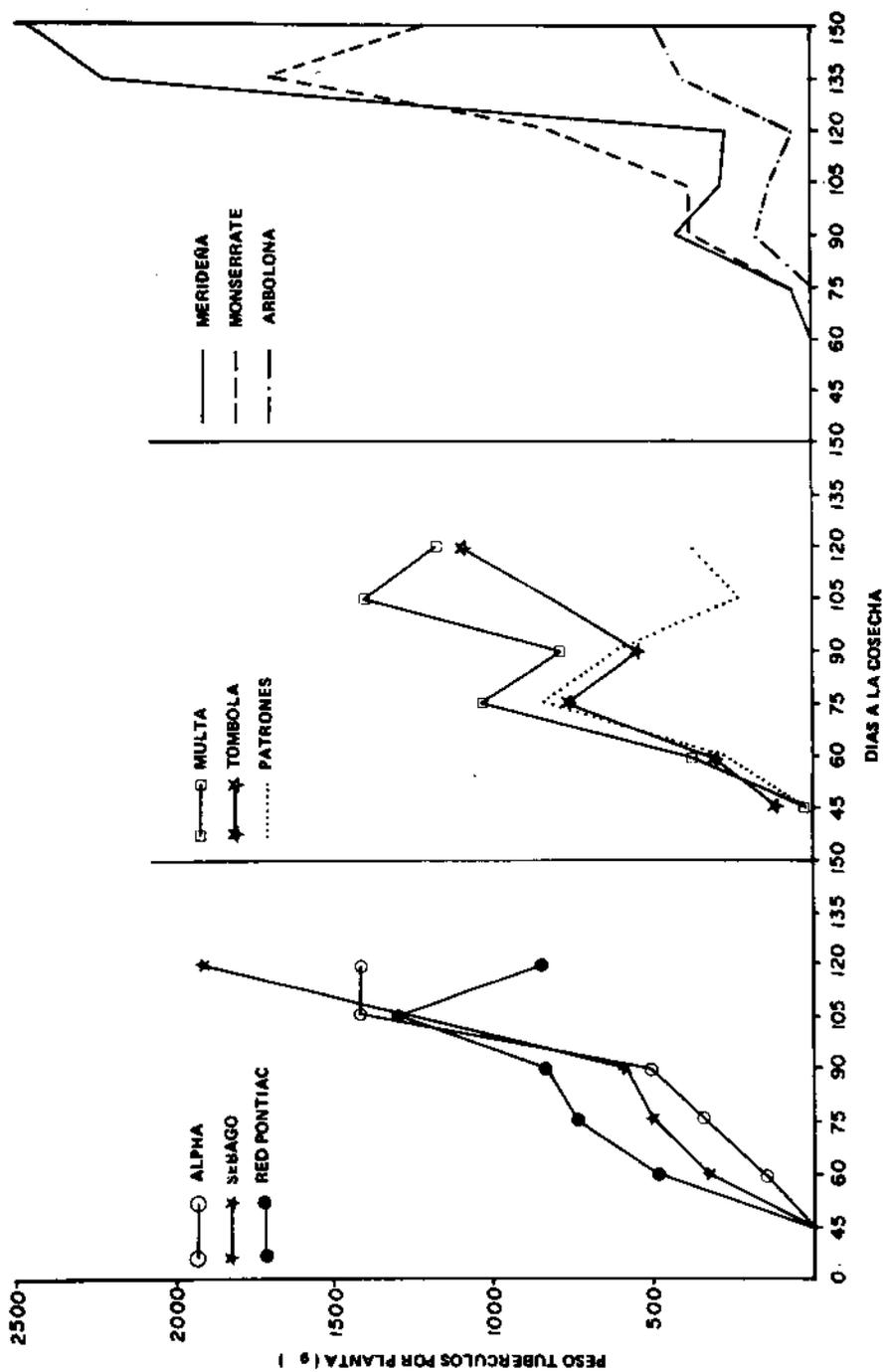


Fig. 15. Peso de los tubérculos por planta obtenido en ocho cosechas quincenales con nueve variedades representativas de papas. Bajo Seco. Altitud: 2 000 m

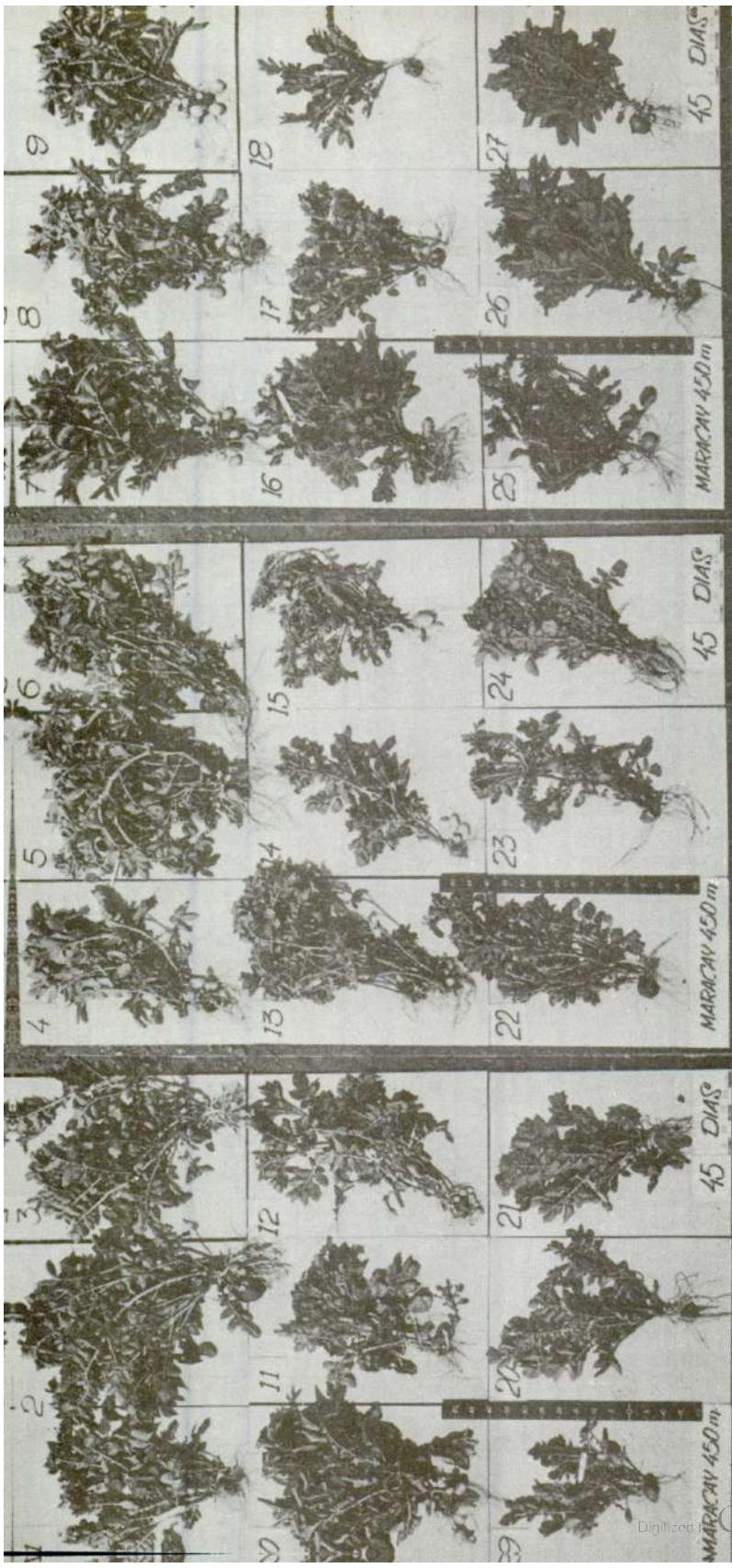


Fig. 16. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en Maracay a 450 msnm y 24.5° C de temperatura. (Los nombres que aparecen en mayúscula y oscura son los que se han tomado como base de comparación en el texto). 1.- SEBAGO. 2.- RED PONTIAC. 3.- ALPHA. 4.- Atleet, 5.- Débora, 6.- Desirée, 7.- Mentor, 8.- MULTA, 9.- Nascor, 10.- PATRONES, 11.- Radosa, 12.- Spartaan, 13.- TOMBOLA, 14.- Rebeca, 15.- Donata, 16.- Format, 17.- MERIDEÑA, 18.- ARBOLONA, 19.- 50-6-2, 20.- Guadalupe, 21.- 52-6-2, 22.- 54-448-5, 23.- MONSERRATE, 24.- Multa nacional, 25.- F-6151, 26.- Arka, 27.- Humalida.

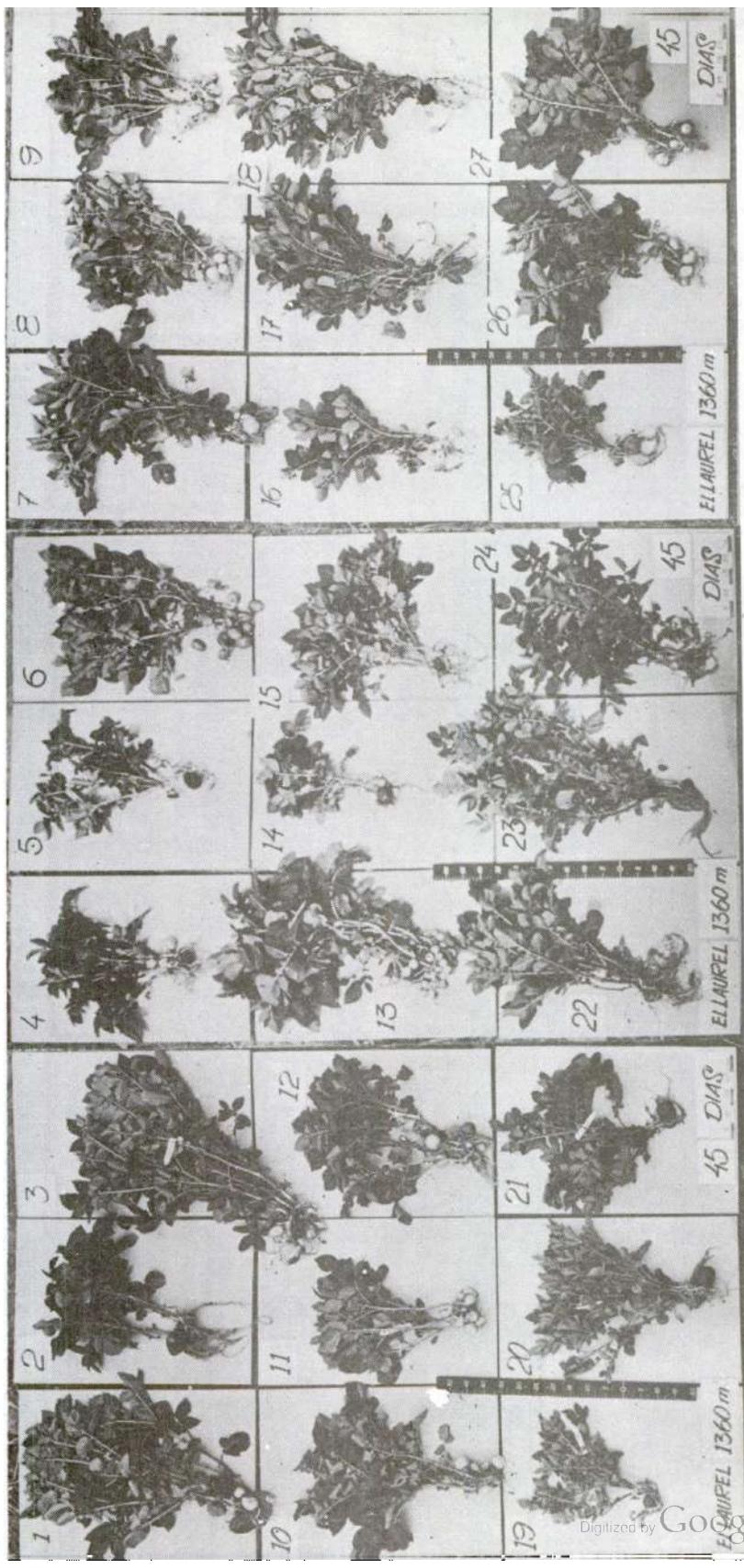


Fig. 17. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en El Laurel a 1 360 msnm y 18.5° C de temperatura.

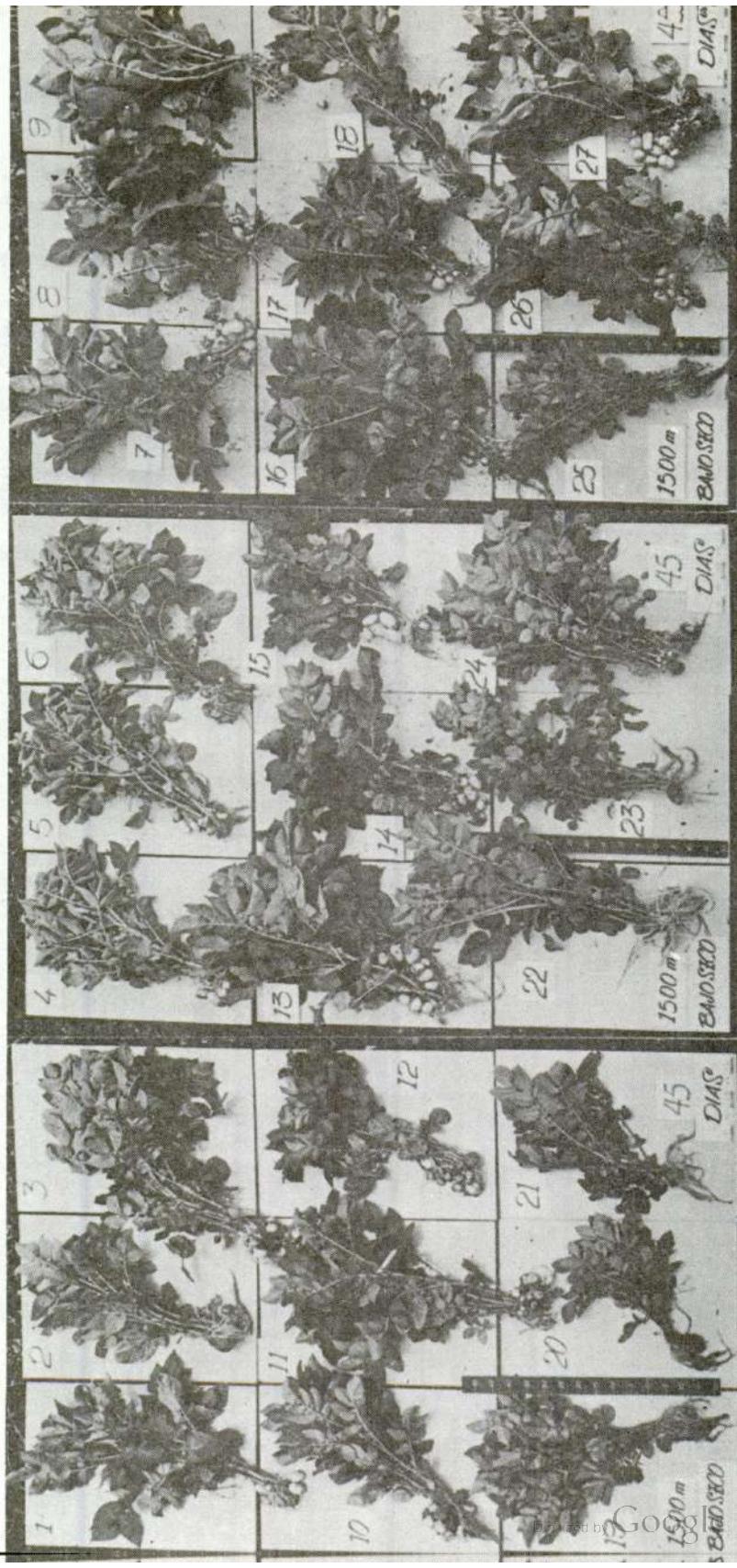


Fig. 18. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en Bajo Seco a 1 500 msnm y 18.5° C de temperatura.

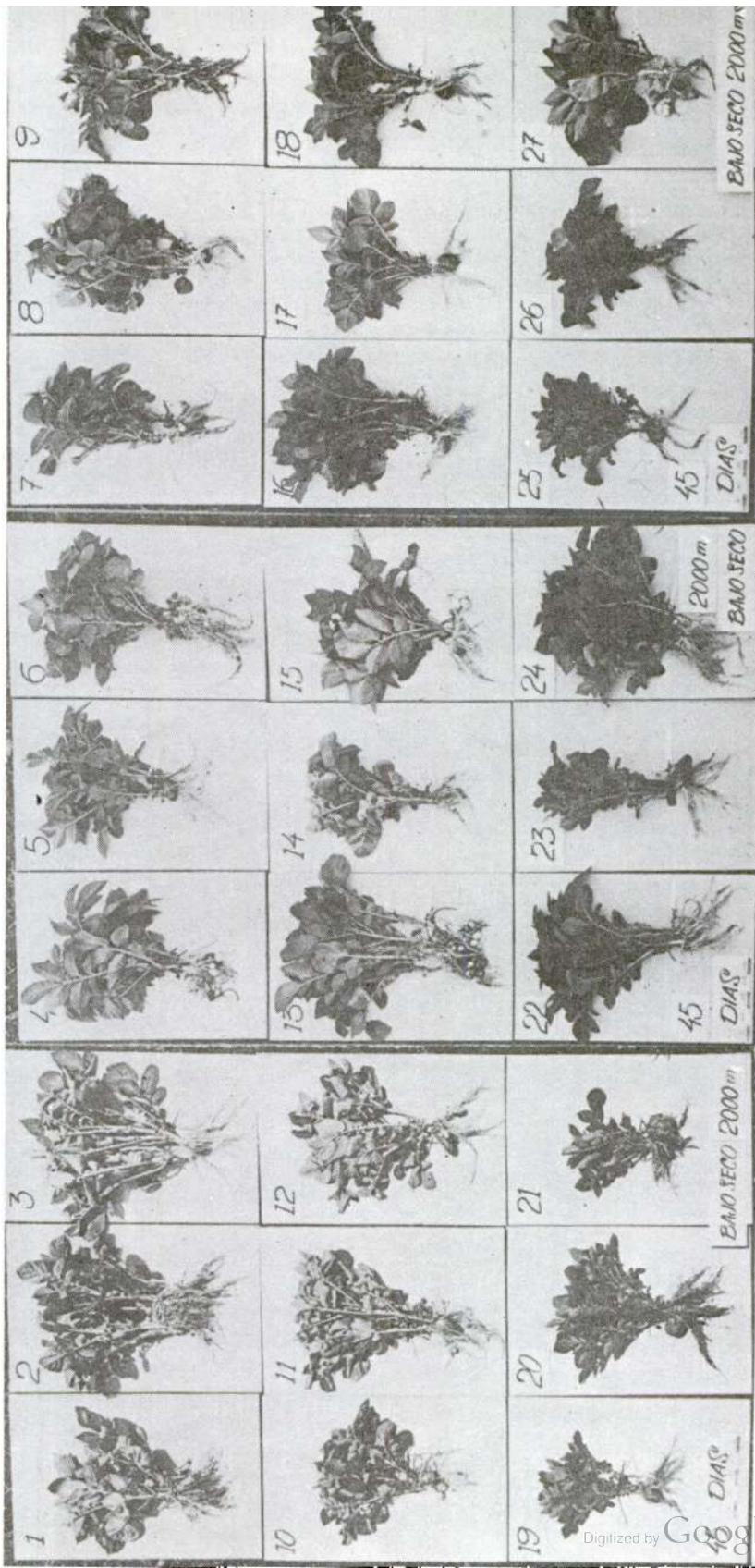


Fig. 19. Cosecha de 27 variedades de papas a los 45 días en Bajo Seco a 2 000 msnm y 16.5° de temperatura.

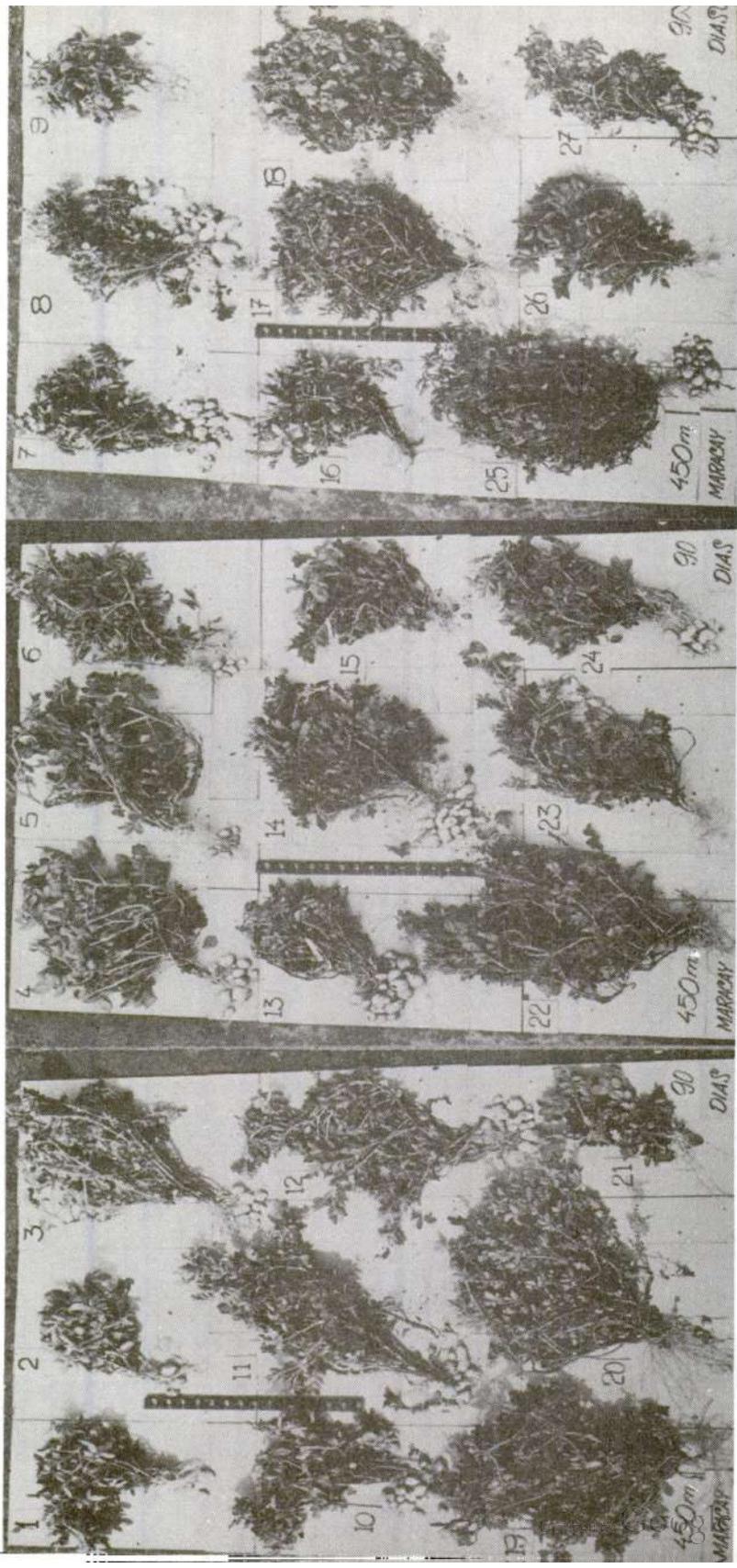


Fig. 20. Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en Maracay a 450 msnm y 24.5° C de temperatura.

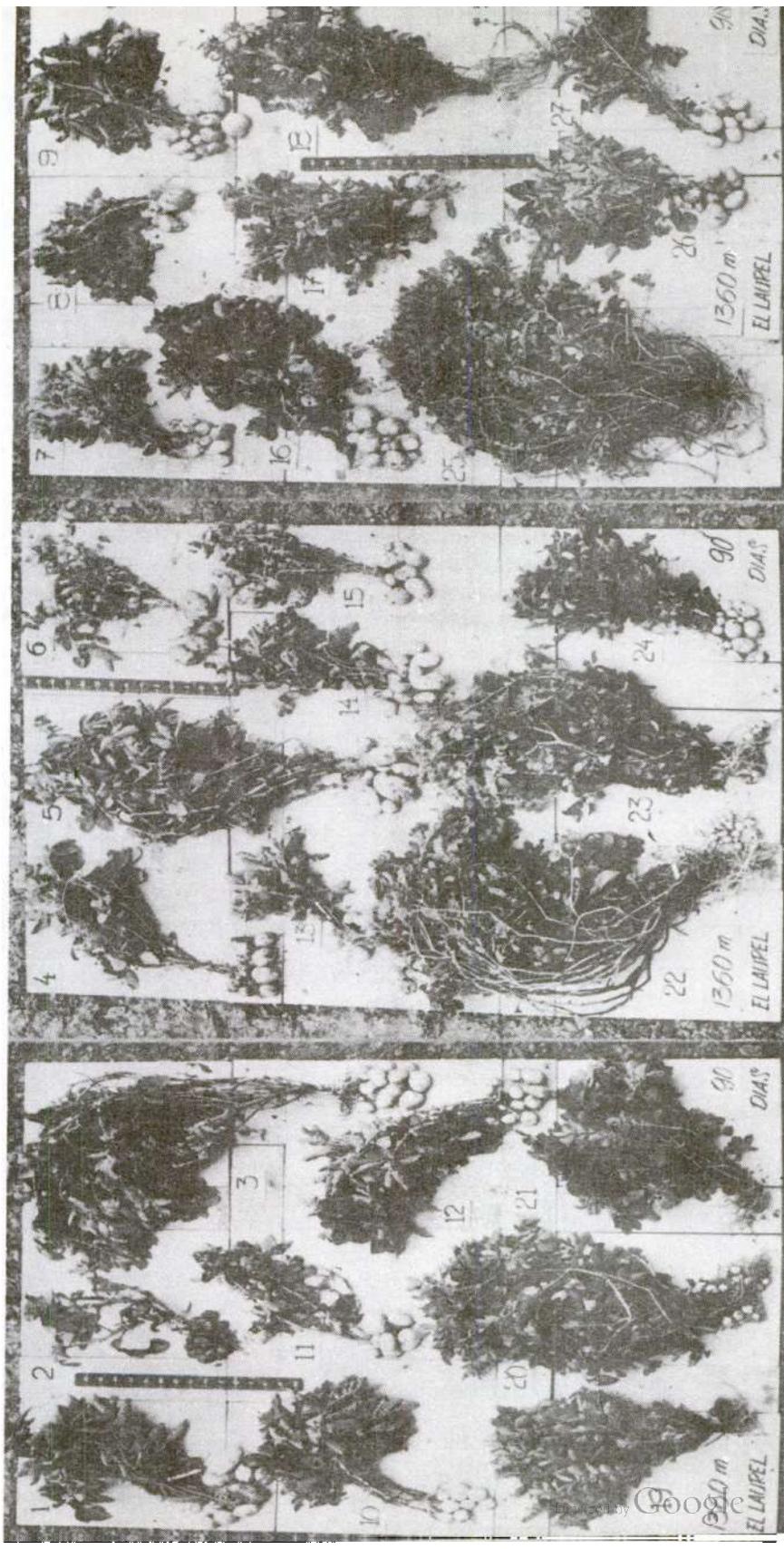


Fig. 21. Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en El Laurel a 1 360 msnm y 19.5° C de temperatura.

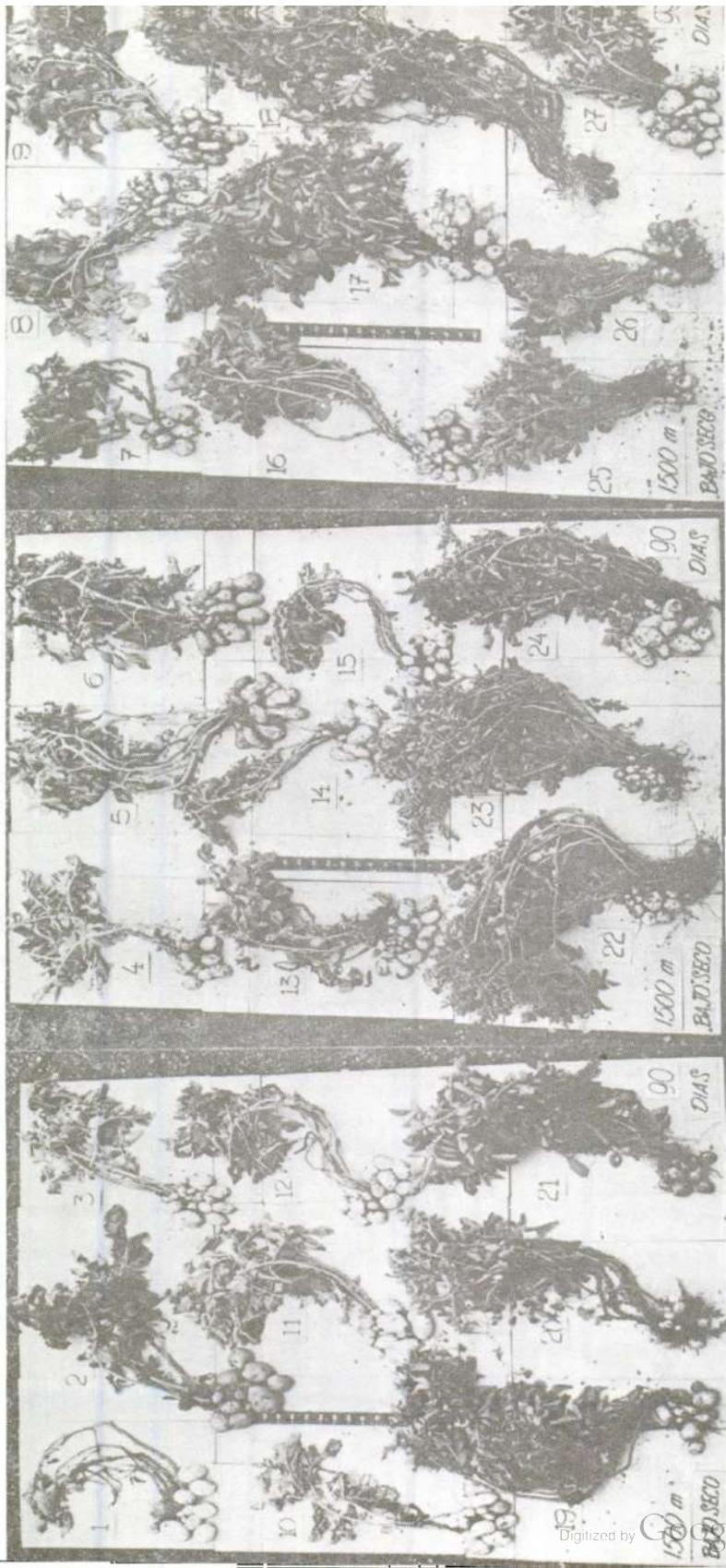


Fig. 22. Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en Bajo Seco a 1 500 msnm y 18.5° C de temperatura.

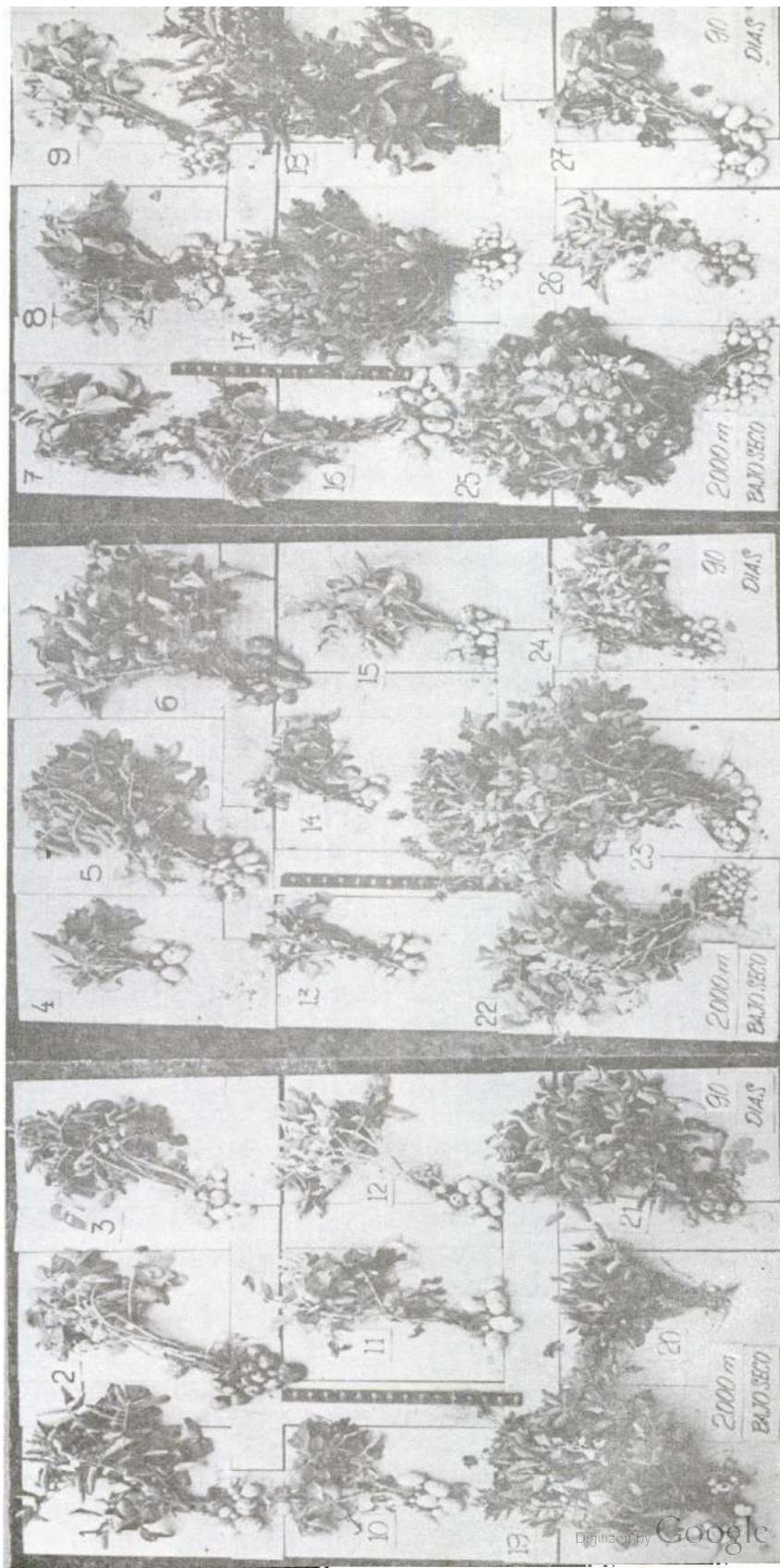


Fig. 23. Cosecha de 27 variedades de papas a los 90 días en Bajo Seco a 2 000 msnm y 16.5° C de temperatura.

En cuanto a mayor número de tubérculos (Cuadro N° 31) las fechas son bastante diversas en todas las variedades.

El peso medio de un tubérculo (Cuadro N° 32, Figs. 10, 11 y 14) disminuye con relación a Bajo Seco 1 500, siendo más alto en las variedades de gr. *tuberosum*, produciéndose en general a los 105 días.

Lo anterior permite concluir que en el trópico la temperatura óptima para tuberización está alrededor de 18.5 en contraposición a los 20°C que se da para otras latitudes y que este proceso se inicia antes de los 45 días para las variedades de gr. *tuberosum* a cualquiera de los cuatro niveles térmicos estudiados, 24, 19.5, 18.5 y 16°C, pero que para gr. *andígena* (Arbolona) y los cruces de gr. *andígena* x gr. *tuberosum* no ocurre ninguna tuberización a 24°C, y que el inicio de este proceso está entre 45 y 120 días para 19.5°C, y entre 45 y 60 para 18.5°C, retardándose nuevamente a 60—75 para 16°C.

Contenido de sólidos totales en los tubérculos

El contenido en sólidos totales en los tubérculos fue muy bajo para las variedades de gr. *tuberosum* en Maracay; a los 90 días fluctuó entre 14.3 y 17.3%. A los 120 días en una variedad subió este porcentaje y bajó en dos (Cuadro N° 33), siendo el valor máximo en esa fecha 15.2%.

En El Laurel, el contenido en sólidos totales fue superior y varió entre 14.5 y 20.3% para los 90 días en las variedades de gr. *tuberosum* y para un cruce fue de 14.3%. A los 120 días sólo Alpha del grupo *tuberosum* permanecía en el campo y bajó de 17.3 a 14.3%. El conjunto de cruces se mantuvo con débiles variaciones y subió a valores hasta de 21.6% (Monserate) a los 150 días.

En Bajo Seco 1 500 para 90 días los valores fueron superiores a Maracay y El Laurel, siendo el mínimo de 17.1% y el máximo 21.2%. A los 120 días, cuando sólo permanecían en el campo los cruces, los valores tuvieron un pequeño incremento, que volvió a repetirse a los 150 días.

En Bajo Seco 2 000, los valores nuevamente fueron altos a los 90 días tanto para las variedades de gr. *tuberosum* como de gr. *andígena* y cruces, con valores que variaban desde 14.5 hasta 21.2%. A los 120 días todavía permanecía en el campo todo el grupo *tuberosum*, pero los valores de sólidos totales mostraron disminución; en cambio

CUADRO N° 33. Contenido en sólidos totales y almidón en los tubérculos en cosechas sucesivas. (Porcentajes).

Variedad	Días a la cosecha					
	90		120		150	
	Sol. Tot.	Almidón	Sol. Tot.	Almidón	Sol. Tot.	Almidón
1) Maracay, 450 m						
Sebago	14.3	8.8	—	—	—	—
Red Pontiac	14.3	8.8	—	—	—	—
Alpha	13.3	8.8	15.2	9.6	—	—
Multa	15.4	9.8	14.8	9.2	—	—
Patrones	17.2	11.6	14.8	9.2	—	—
Tómbola	15.6	10.0	—	—	—	—
Merideña	0	0	0	0	—	—
Arbolona	0	0	0	0	—	—
Montserrat	0	0	14.3	8.9	—	—
2) El Laurel, 1 360 m						
Sebago	16.7	11.0	—	—	—	—
Red Pontiac	14.5	9.2	—	—	—	—
Alpha	17.3	11.6	14.3	8.8	—	—
Multa	17.3	11.6	—	—	—	—
Patrones	17.7	12.1	—	—	—	—
Tómbola	20.3	14.5	—	—	—	—
Merideña	0	0	15.4	9.8	18.0	12.3
Arbolona	0	0	0	0	0	0
Montserrat	14.3	8.8	15.8	10.2	21.6	15.8
3) Bajo Seco, 1 500 m						
Sebago	17.3	11.6	—	—	—	—
Red Pontiac	16.9	11.2	—	—	—	—
Alpha	21.2	15.4	—	—	—	—
Multa	21.2	15.4	—	—	—	—
Patrones	20.1	14.3	—	—	—	—
Tómbola	19.0	13.3	—	—	—	—
Merideña	18.8	13.1	21.4	15.6	19.0	13.3
Arbolona	18.0	12.3	19.9	14.1	23.5	17.7
Montserrat	17.1	11.4	19.4	13.7	22.9	17.1
4) Bajo Seco, 2 000 m						
Sebago	19.7	13.9	17.5	11.8	—	—
Red Pontiac	19.9	14.1	14.8	9.2	—	—
Alpha	18.6	12.9	21.8	16.0	—	—
Multa	22.2	16.4	19.4	13.7	—	—
Patrones	20.5	14.7	16.5	10.8	—	—
Tómbola	18.6	12.9	18.2	12.5	—	—
Merideña	16.5	10.8	17.1	11.4	20.1	14.3
Arbolona	19.0	13.3	22.7	16.9	24.2	18.4
Montserrat	14.5	9.0	19.9	14.1	25.2	19.4

en las variedades de gr. andigena x gr. tuberosum mostraron aumentos generales a los 120 y 150 días, llegando a valores máximos de 25.2 %.

Al comparar cada una de las variedades en las diversas localidades (Fig. 24) es evidente que en general los mayores valores para contenido en sólidos totales estuvieron en la localidad Bajo Seco

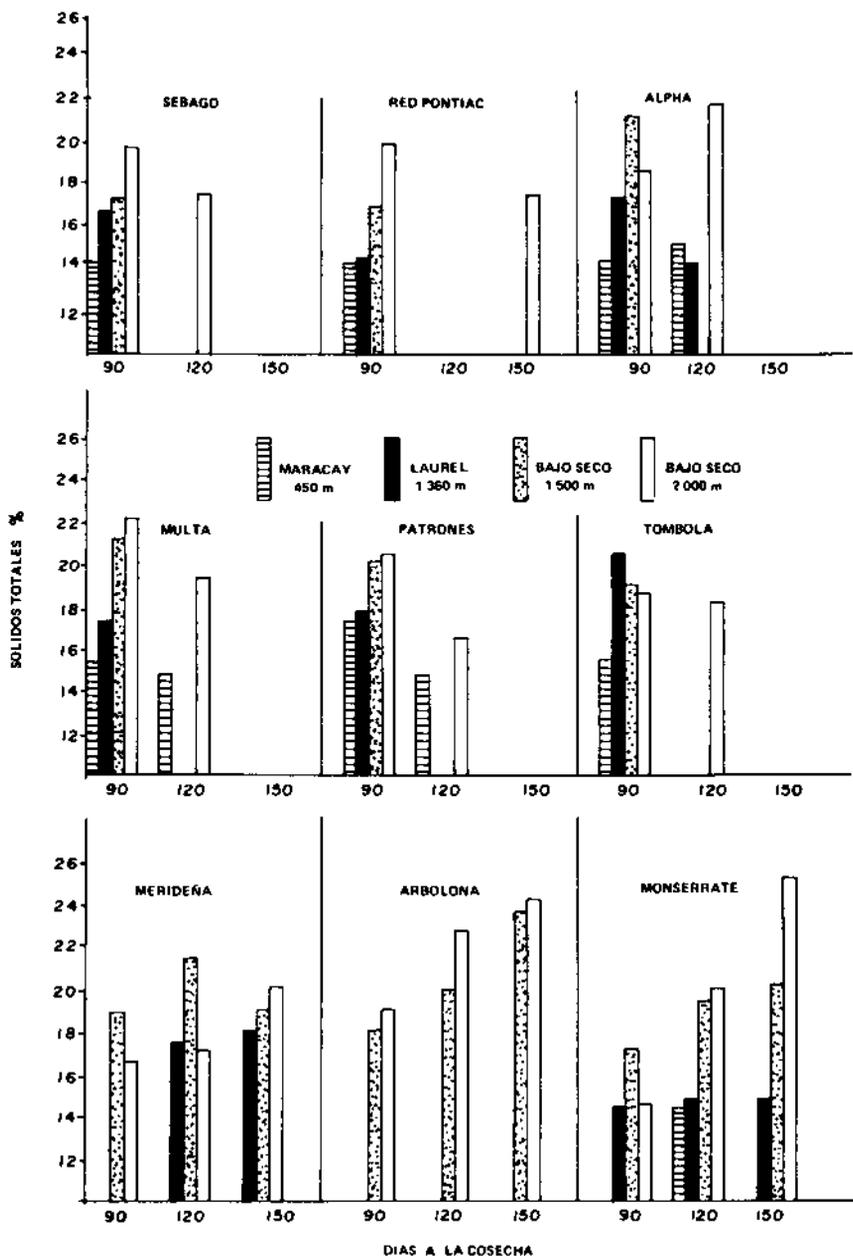


Fig. 24. Influencia de las localidades y de las épocas de cosecha en el contenido en sólidos totales de los tubérculos de nueve variedades de papas.

2 000 y los valores menores en Maracay; y que en el caso de las variedades de gr. tuberosum, que se comportan como de madurez temprana (90 días) a media (120 días), los máximos correspondieron a 90 días.

Con las variedades tardías (150 días) donde están incluidos todos los cruces de gr. andigena x gr. tuberosum, los máximos estuvieron al final del período vegetativo de 150 días.

El análisis de los resultados anteriores muestra que la óptima producción de tubérculos se obtuvo en Bajo Seco 1 500 con 18.5°C de promedio en contraposición con los resultados logrados por Bushnell (1925) en Minnesota, E.E.UU., trabajando bajo condiciones controladas a 17°C.

Los resultados anteriores muestran que es necesario investigar en cada condición sobre el efecto de los factores ambientales en el crecimiento y producción de papas y efectuar estudios de correlación entre temperaturas, irradiación, humedad y suelo en que se efectúa el cultivo.

Se ha comprobado que las condiciones climáticas pueden en parte ser corregidas por el riego por aspersión. Peterson y Weigle (1970) recomiendan aplicar riego por aspersión cuando la temperatura pasa de 26.5°C aplicando 1.3 hasta 1.5 mm/hora, lo que produciría un descenso de 6°C en la temperatura del follaje.

Un factor sumamente importante para la papa cultivada en la zona andina de Colombia, Ecuador y Perú es que está expuesta a heladas, y para enfrentar este problema Estrada (1972) lleva un interesante programa de resistencia genética a heladas.

Fotoperiodismo

La influencia del fotoperiodismo en la papa es marcada en el crecimiento vegetativo, el crecimiento de los estolones, la floración y la tuberización.

Todas las especies y variedades de papa crecen más en días más largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada en el trópico, donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperiodismo.

En cuanto a crecimiento de los estolones, hay bastante diferencia entre las diversas especies y variedades de papa. Hawkes (1944) anota las siguientes diferencias:

- a. Producción de estolones cortos en días cortos y ninguno en días largos. Un clón de *S. x juzepczukii*.
- b. Producción de estolones cortos tanto en días cortos como en días largos: algunos clones de *S.t.* gr. andigena, gr. chaucha, *S. x juzepczukii*, y en la mayoría de los clones de *S. x curtilobum*.
- c. Producción de estolones cortos en días cortos y estolones largos en días largos. La mayoría de los clones de *S.t.* gr. andigena.
- d. Producción de estolones largos tanto en días cortos como largos, *S. demissum*.

La papa, como regla general, florece más abundantemente cuando los días son más largos. En el trópico se ha observado (Montaldo, 1968) que esta condición es modificada por la calidad de la luz y por la temperatura.

Referente al efecto del fotoperiodismo en la tuberización, Driver y Hawkes (1943) dicen que la formación de tubérculos depende de la cantidad de carbohidratos disponibles, producto de la fotosíntesis, después de haber satisfecho las necesidades para el crecimiento. Un largo fotoperíodo estimula el crecimiento vegetativo, mientras que un fotoperíodo corto en cierta forma restringe el crecimiento vegetativo, pero no reduce los productos totales de la fotosíntesis; por lo tanto, están más carbohidratos disponibles para la producción de tubérculos. El inicio de la tuberización ocurre más temprano bajo condiciones de días cortos que bajo días largos; la tuberización es más violenta y la madurez se alcanza más temprano. La producción de tubérculos por unidad de área foliar es mayor bajo días cortos, pero las plantas que alcanzan gran desarrollo vegetativo bajo condiciones de día largo pueden al final producir un rendimiento adecuado en tubérculos debido al mayor incremento del área foliar que compensa la disminución de la eficiencia en la tuberización. Existe gran diferencia en la respuesta de las especies y variedades de papas al fotoperiodismo.

Hawkes (1944) clasifica las especies de papas silvestres y cultivadas de la Sección *Tuberarium* de la siguiente manera, respecto a fotoperiodismo para producción de tubérculos:

Especies silvestres de día corto: *S. acaule*, *S. berthaultii*, *S. boliviense*, *S. canasense*, *S. cardiophyllum*, *S. colombianum*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. infundibuliforme*, *S. multidissectum*, *S. pampasense*, *S. semidemissum*, *S. simplicifolium*, *S. soukupii*, *S. sparsipilum*, *S. stoloniferum*, *S. sucreense*, *S. tarijense*, *S. verrucosum*.

Especies cultivadas de día corto: *S.t.* gr. *stenotomum* (*stenotomum*, *goniocalyx*, *ajanhuiri*), gr. *phureja*, gr. *chaucha*, gr. *andigena*, *S. x juzepczukii* y *S. x curtilobum*.

Especies silvestres de día largo: *S. commersonii*, *S. chacoense*, *S. edinense*, *S. fendleri*, *S. jamesii*, *S. kurtzianum*, *S. leptostigma*, *S. maglia*, *S. polyadenium*.

Especies cultivadas de día largo: *S. tuberosum* gr. *tuberosum*. Mendoza y Haynes (1976) en Perú, estudian la variabilidad en cuanto a reacción fotoperiódica entre diploides y tetraploides de *S.t.* gr. *phureja*, andígena y *tuberosum*, bajo ambiente controlado. Usan largo de iluminación de 11, 13, 15 y 17 horas con todos los otros factores ambientales. Estudian seis caracteres: formación de tubérculos, altura del tallo, peso del tallo, número de tubérculos, peso de los tubérculos y eficiencia de la tuberización (relación de peso de los tubérculos/peso de los tallos).

Todos los clones mostraron valores críticos de largo de iluminación bien definidos a los cuales no tuberizaron o lo hicieron en forma irregular. Se observó una gran variabilidad para largo del día crítico de los clones; los valores más altos corresponden a *tuberosum* tetraploides y los más bajos al grupo *phureja*. La altura del tallo y el peso del tallo aumentó a medida que el fotoperiodismo aumentaba. El número de tubérculos permaneció prácticamente igual para todos los grupos, excepto *phureja* que mostró una relación inversa. El peso de los tubérculos disminuyó a medida que el largo del día aumentaba para los grupos andígena, *phureja* y *tuberosum* diploides, los cuales en promedio mostraron una reacción de día corto para rendimiento en tubérculos. *Tuberosum* tetraploide no mostró ningún cambio significativo, comportándose como tipo neutral al largo del día. La eficiencia en tuberización fue en general disminuida a medida que el largo del día aumentaba, sugiriéndose un comportamiento de día corto para todos los grupos.

Un análisis de regresión de rendimiento en tubérculos y eficiencia de tuberización con el fotoperiodismo, indicó que en

general los genotipos tetraploides eran menos sensitivos a drásticos aumentos en largo de día que los diploides.

Agua

La disponibilidad de agua en el suelo, sea proveniente de riego o de lluvia, influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta de papa. Donde se practica el cultivo de papa de secano —con sólo agua proveniente de lluvias— se encuentra una estrecha correlación entre la intensidad de la precipitación y el rendimiento final en tubérculos. Una escasa precipitación produce bajos rendimientos y una alta precipitación muchas veces es dañina, especialmente si los suelos de cultivo no tienen un buen drenaje.

El cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad de campo. La falta de agua se manifiesta por clorosis y marchitamiento de las hojas.

La presencia de humedad en el suelo es dañina en el último período de desarrollo de los tubérculos, especialmente cuando ya están formados, ocasionando nuevos crecimientos vegetativos de la planta, con su correspondiente depósito de almidón, lo que provoca tubérculos con hijos y rajaduras que disminuyen la calidad de éstos.

También la formación de un microclima con alta humedad relativa alrededor de la planta favorece el desarrollo de enfermedades fungosas, en especial el tizón causado por *Phytophthora infestans* y la alternariosis, debida a *Alternaria solani*.

SUELOS

La papa se adapta a una gran variedad de suelos siempre que estos posean una buena estructura y un buen drenaje.

Tipos de suelos

Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25–30 cm. Los suelos muy are-

nosos no son retentivos de humedad y por esto requieren riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas.

CUADRO N° 34. Suelos para papas, correlacionados con los órdenes de la 7a. aproximación (U.S.D.A., 1960).

Órdenes de la 7a. aproximación	América del Sur y del Centro, México.
Entisol	Suelos aluviales. Azonales.
Inceptisol	Suelos Ando y Andinos negros.
Vertisol	Suelos tropicales arcillosos oscuros (Grumosol).
Alfisol	Marrones no calcáreos (Ferrugíneos tropicales). Marrones cálcicos. Suelos mediterráneos rojos y pardos.
Ultisol	Tierra roja (Terra roxa). Planosol. Podzoles rojo o amarillo (Ferrugíneos tropicales).
Oxisol	Latosoles rojo amarillo (Ferrisol). (Laterita).

pH

La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4. Sobre pH 5.4, en suelos largamente cultivados con papa, se tiene el problema del ataque del organismo que provoca la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos.

En suelos con valores de pH bajo 5.0, éste se puede subir por medio de aplicación de enmiendas calcáreas, dos o tres meses antes de la siembra. En el caso contrario, suelos con pH sobre 5.4, se debe usar abonos a base de sulfatos o bien hacer una aplicación de azufre, sulfato ferroso o sulfato de aluminio (alumbre).

Lo anterior no significa que no puedan cultivarse papas fuera de los límites señalados de 5.0–5.4. En Aragua, Venezuela, se cultiva

papa con valores de pH de 7.0–8.0 (Hidalgo y Pérez, 1965) con rendimientos hasta de 15 ton/ha. Igualmente, la papa con pH bajo 5.0 puede cultivarse en suelos ácidos. El efecto de la acidez es indirecto, ya que afecta a la cantidad de los elementos nutritivos asimilables y aumenta el aluminio y el manganeso en solución en el suelo, hasta hacerlo tóxico a las plantas.

Manejo del suelo

Un buen manejo de los suelos paperos requiere que estos sean tratados de manera que produzcan el máximo rendimiento de tubérculos por el mayor período de tiempo.

Tal manejo incluye:

- a. mantenimiento de una buena estructura;
- b. reacción del suelo;
- c. fertilidad del suelo.

Esta última es la condición menos difícil de mantener con ayuda de los fertilizantes comerciales, mientras que mantener o mejorar la estructura de un suelo muy pesado es más difícil. El cultivo intenso de un suelo franco-arcilloso fino tiende a decrecer sus espacios porosos.

El manejo de los suelos franco-arenosos y suelos livianos, en general, es relativamente fácil. Debido a la dificultad de cambiar la estructura y la reacción de un suelo, la elección del suelo para papas es muy importante; para mejorar la estructura se usan los abonos verdes y los estiércoles.

Materia orgánica

El contenido en materia orgánica de los suelos está directamente relacionado con la absorción de agua y aireación.

De acuerdo a Thompson (1966) un suelo con un 3% de materia orgánica contiene 75 ton/ha. Los principales componentes de la materia orgánica son el nitrógeno, que en gran parte es proteico, y el carbono.

Los factores que afectan la cantidad de materia orgánica del suelo son la vegetación, la topografía, la naturaleza de los materiales primarios, el clima y el tiempo. Según Fassbender (1975) la materia orgánica en los suelos arenosos desérticos sólo alcanza el 5% de su peso total; en la mayor parte de los suelos cultivados varía entre 2–5%; en algunos llega a 8–10% y en casos extremos, como en los suelos turbosos, puede alcanzar hasta el 90–95%.

Fuentes importantes de materia orgánica son los abonos verdes o los cultivos de leguminosas incluidos en el plan de rotación cultural y las adiciones de estiércoles o *composts*.

El influjo de la materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, según Fassbender (1975), es el de:

- a. cambiar el color del suelo a tonos pardos oscuros o negruzcos;
- b. favorecer la formación de agregados;
- c. reducir la plasticidad y cohesión;
- d. aumentar la capacidad de intercambio catiónico;
- e. aumentar el intercambio de aniones, especialmente fosfatos y sulfatos;
- f. favorecer a través de los procesos de mineralización la disponibilidad de N, P y S;
- g. regular el pH a través del aumento de su capacidad tampón;
- h. producir sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, importantes en la vida microbiana del suelo;
- i. participar en procesos pedogénicos, debido a sus propiedades de peptización, coagulación, formación de quelatos y otros.

Los textos de agricultura general reconocen la importancia que tiene la materia orgánica para la papa. Así por ejemplo Fream (1962) dice en sus *Elementos de Agricultura*: “En vista de su inclinación por la materia orgánica, este cultivo sigue frecuentemente a una pradera”.

Otros autores, Thomas y Eyre (1950): “Para producir buenas cosechas de papas tempranas, el suelo debe estar provisto de materia orgánica”.

Watson y More (1949), “La base del abonado de la papa es una buena aplicación del estiércol”. Barker (1935), “Los suelos de fácil

trabajo, ricos en materia orgánica son los que dan mejores cosechas". Whitehead *et al* (1953), "Aunque se pueda obtener buenas cosechas usando solamente abonos artificiales, los abonos orgánicos, especialmente el estiércol, son necesarios para mantener la fertilidad del suelo".

Hardenburg (1949), autor que da especial importancia a la aireación del suelo como factor primordial para el cultivo de la papa, opina que las principales funciones de la materia orgánica con relación a este cultivo son "mantener un suministro de nitrógeno, ayudar a la retención y absorción de la humedad del suelo, mantener y manejar las condiciones físicas del suelo".

Opazo (1939) sólo se refiere a la necesidad de aplicar materia orgánica a los cultivos de papas cuando ésta escasea en los suelos.

Cultivos asociados

El cultivo de la papa no se efectúa corrientemente asociado con otras plantas alimenticias; sin embargo, en Perú, el Centro Internacional de la Papa (1976), ha hecho algunos ensayos al respecto en la localidad de San Ramón, ubicada en la selva alta de la Cuenca del Amazonas. Esta localidad está situada a 800 msnm, tiene una lluvia de 673 mm, y las temperaturas son de máxima absoluta 34°C, y mínima absoluta 15°C.

CUADRO N° 35. Rendimiento de diversas variedades de papa en asociación con otros cultivos en camellones dobles (camas). ton/ha (Cultivos asociados, 1975).

Variedad	Papa	Papa maíz	Papa frijol	Papa maní	Papa soya
Revolución	24.29	14.47	26.09	20.06	27.06
Cuzco	20.52	11.87	23.51	24.52	23.60
Antarqui	20.19	6.52	24.79	19.32	15.18
Mariva	18.29	6.17	13.42	18.78	18.96
Yungay	17.07	6.50	15.67	21.92	16.46
Ranrahirca	18.04	6.08	14.50	18.92	17.06
Promedio	19.76	8.59	19.66	22.07	19.72

Se nota una disminución notable de rendimiento de papa en la asociación papa-maíz; en las asociaciones con leguminosas graníferas no hubo una diferencia de rendimiento notable cuando se compararon con el testigo, que sólo incluía papa.

Este estudio es sumamente interesante cuando no sólo se analiza el rendimiento en tubérculos de papa sino el de las otras cosechas, y las ventajas que puede derivar hacia la fertilidad del suelo y hacia el control de la erosión, especialmente en los cultivos efectuados por campesinos.

Rotación cultural

A continuación se enumeran las ventajas de la rotación cultural, válidas tanto para la papa como para cualquier otro cultivo, con el objeto de comprender mejor las razones fundamentales de esta práctica agrícola:

- a. Menor lavado de los nutrimentos del suelo.
- b. Estabilización de las entradas de la finca debido a la diversificación de la producción.
- c. Conservación de la materia orgánica gracias a una menor frecuencia de araduras.
- d. Mejor control de las enfermedades y plagas específicas por ausencia de los huéspedes obligados.
- e. Mejor y más racional uso de mano de obra en la finca.
- f. Conservación del suelo por mejor control de la erosión.
- g. Mantenimiento de una mejor estructura en los suelos pesados.

Se enumeran a continuación algunos tipos de rotación para diversas regiones ecológicas.

- a. Regiones tropicales, calientes y bajas:

Papa — maíz — frijol — papa.
Papa — algodón — hortalizas — papa.
Papa — maní — tabaco — papa.
Papa — sorgo — papa.
Papa — abono verde — papa.

b. Regiones tropicales frías y altas:

Papa — cereal pequeño — pradera leguminosa — gramínea — papa.

Papa — leguminosas de grano — papa.

c. Regiones australes bajas y frías:

Papa — trigo — pradera leguminosas — gramíneas — papa.

Papa — trigo — remolacha azucarera — trigo — papa.

Papa — hortalizas — leguminosas forrajeras.

Wright y Bishop (1955) en California efectuaron un ensayo de rotación para ver si esta práctica tenía influencia en el rendimiento y en la calidad de las papas, especialmente en cuanto al aumento del ataque de rizoctonosis (*Rhizoctonia solani*) y sarna común (*Streptomyces scabies*).

El esquema de rotación cultural utilizado fue:

- 1) Papa cada año, suelo en barbecho entre cada cultivo.
- 2) Papa cada año, seguido con soya como cultivo de cobertura en verano.
- 3) Papa cada año, seguido por una leguminosa (arveja) como cultivo de cobertura en otoño.
- 4) Papa cada año, seguido por cebada como cultivo de cobertura en otoño.
- 5) 1er. año, papa; 2do. año, cebada para grano.
- 6) 1er. año, papa; 2do. año, algodón.
- 7) 1er. año, papa; 2do. año, remolacha azucarera.
- 8) 1er. año, papa; 2do. año, algodón; 3er. año, remolacha azucarera.
- 9) 1er. año, papa; 2do. 3ero. y 4to. años, alfalfa.

Se puede apreciar en el Cuadro N° 36 un aumento notable del índice de sarna común en las rotaciones 1, 3 y 4 por la repetición del cultivo de la papa.

Los resultados del Cuadro N° 37 muestran nuevamente que las rotaciones 2, 5, 6, 7 y 8 producen el mayor porcentaje de papas comercializables. Respecto a rendimiento en tubérculos los mejores se obtuvieron con las rotaciones 5 y 6.

CUADRO N° 36. Parcela de rotación de papa (7 años). Porcentaje promedio de la superficie de los tubérculos de papa cubiertos por lesiones de sarna común debida a *Streptomyces scabies*. Índice de sarna (Wright y Bishop, 1955).

Tipo de rotación	Años de cultivo						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.17	0.17	0.76	1.35	2.34	6.28	11.83
2	0.35	0.64	0.46	0.44	0.71	1.09	0.39
3	0.41	0.59	0.86	2.05	2.10	5.74	10.72
4	0.14	0.58	1.28	2.74	2.89	11.39	17.57
5	0.17	—	0.45	—	0.33	—	0.51
6	0.25	—	0.28	—	0.43	—	1.78
7	0.18	—	0.44	—	0.43	—	1.75
8	0.30	—	—	0.74	—	—	2.95
9	0.19	—	—	—	0.26	—	—

CUADRO N° 37. Porcentaje de tubérculos de papa en la cosecha al 7° año, aptos para el mercado (menos de 5% de índice de sarna) y rendimiento en ton/ha (Wright y Bishop, 1955).

Tipo de rotación	% tubérculos aptos para el consumo	Rendimiento total en ton/ha
1	49.9	38.6
2	99.8	37.1
3	51.3	39.4
4	27.2	36.6
5	96.3	43.0
6	94.3	44.4
7	94.7	40.9
8	91.5	40.3

La incidencia de rizoctonia fue, según los autores, muy variable, sin relación aparente entre las cantidades presentes y el tipo de rotación efectuado. En general las rotaciones largas con papa cada tres o cuatro años en el mismo suelo son las más adecuadas para el control de enfermedades.

Para la producción de 'semilla de papa' se requiere una rotación en que la papa no se cultive en un mismo suelo por lo menos cada 4 ó 5 años.

FERTILIZANTES

La fertilidad del suelo es un factor muy importante en la producción de papas por ser éste un cultivo de rápido desarrollo. La fertilidad es resultado de una abonadura racional y de un buen manejo del suelo que incluye prácticas culturales, rotación de cultivos y control de la erosión.

La papa es un cultivo energético ya que su materia seca total en un 75—80% está constituida por carbohidratos. La síntesis de estos carbohidratos requiere la presencia de los elementos mayores N — P — K, además de Ca, S, Fe, Zn, Cu, Bo, Mn, y Mg y de enzimas específicas.

El factor suelo es muy importante en la respuesta del cultivo de la papa al fertilizante.

Holliday, citado por Burton (1966) dice que los suelos paperos se han dividido en suelos de 'gran potencialidad' y de 'baja potencialidad de rendimiento'.

Los primeros tienen buena textura y una adecuada retención de agua. Los otros son suelos formados de rocas que restringen la penetración de las raíces, o con un subsuelo arenoso o de gravas. Se ve, pues, que la aplicación de fuertes dosis de abonamiento debe hacerse sólo en los suelos con 'alta potencialidad'.

Burton (1966) señala dos casos:

Óptimo rendimiento de 29 ton/ha en suelos de 'baja potencialidad' con 125 kg de N, 65 de P205 y 280 kg de K20 por hectárea; cuando se aplicó un aumento de fertilizante se redujo los rendimientos.

En suelos con 'alta potencialidad' se obtuvo óptimos rendimientos de 46 ton/ha de tubérculos con 190 kg de nitrógeno, 100 kg de anhídrido fosfórico y 270 kg de óxido de potasio.

La dosis de abono la dará el análisis químico de los suelos, la información sobre la producción previa del campo que se trata, o bien el diagnóstico del análisis foliar del cultivo. De acuerdo a Hawkins (1942) un buen rendimiento de papas extras del suelo es 150–200 kg de N, 14–19 kg de P_2O_5 y 195–250 kg de K_2O por hectárea.

Carpenter (1963) dice que un buen rendimiento de papas puede ser obtenido si las plantas pueden absorber 115–140 kg de N, 17 kg de P_2O_5 y 170 kg de K_2O por hectárea.

ELEMENTOS FERTILIZANTES MAYORES

Nitrógeno

El nitrógeno no se halla en las rocas y minerales; todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera por fijación. El nitrógeno orgánico formado por las plantas necesita estar en forma inorgánica para ser aprovechado por los cultivos. Thompson (1966) señala que en un suelo normal de cultivo la cantidad media de N por hectárea es de 3 360 kg, y de esta cantidad sólo 33.6 kg se hallan en estado inorgánico.

El cultivo de papa necesita tener disponible gran parte del N en su primer desarrollo para la producción de tallos y hojas. De acuerdo a las observaciones de Kushizaki (1975) la absorción de N se continúa con el desarrollo de los tubérculos.

Romaine, citado por Thompson (1966) dice que una cosecha de 26 ton/ha de tubérculos de papa extrae en kg los siguientes elementos:

	N	P_2O_5	K_2O
Tubérculos	72.8	28.0	128.8
Parte aérea	67.2	11.2	61.6

La aplicación excesiva de nitrógeno prolonga el ciclo del cultivo y a veces, ante la proximidad de las heladas de otoño (en las latitudes extremas) obliga a cosechar los tubérculos aún inmaduros.

Smith y Nash (1940) encontraron en el Estado de Nueva York que la aplicación de 60 kg/ha de N en una fórmula completa produce tubérculos maduros más altos en materia seca total que cuando se usan 120 kg/ha.

La falta de N en el fertilizante tiende a reducir la absorción del P y también produce un desarrollo deficiente de las plantas, las que quedan de tamaño reducido, tallos de aspecto fastigiado y una coloración clorótica.

El N es deficiente en los suelos arenosos, en los bajos en materia orgánica y en los muy ácidos, condición que interfiere con la nitrificación.

Estas anomalías pueden en gran parte corregirse por agregado de cal cárea y de estiércoles, uso de abonos verdes y de abonos comerciales.

Diversas experiencias con abonos nitrogenados en Brasil (Adu-bacao, 1962), indican que los mejores resultados se obtienen al mezclar los abonos, que al aplicarlos por separado. También se indica que entre los abonos nitrogenados los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la mitad del nitrógeno proveniente de sulfato de amonio y la mitad de salitre chileno.

Nobrega y otros (1964) ensayaron en Sao Paulo, Brasil, la forma y época de aplicación del nitrógeno en el cultivo de la papa. Realizaron un experimento con los siguientes tratamientos de aplicación de nitrógeno: en cobertera; 2/3 en el surco de siembra y 1/3 en cobertera; 1/3 en el surco de siembra y 2/3 en cobertera; 2/3 en el surco de siembra y 1/3 en aspersión al follaje de la planta; y 1/3 en el surco de siembra, 1/3 en cobertera y 1/3 en aspersión al cultivo, aplicando 80 kg de urea por hectárea. Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar el nitrógeno 1/3 en el surco de siembra, 1/3 en cobertera y 1/3 en aspersión.

En otro trabajo, Nobrega *et al* (1963) recomendaron la aplicación temprana de los abonos nitrogenados. El mismo autor (1964) sugirió aplicar PK en surcos laterales al de siembra, y el nitrógeno en cobertura. El N se aplicó en dosis crecientes. En la siembra efectuada en el período de lluvias, se tuvo aumentos de rendimiento, pero en el período seco las dosis altas de N atrasaron el brote de los tubérculos y redujeron los *stands*. Las aplicaciones de N en cobertera no pueden retrasarse más allá de la aparición de los primeros brotes en la superficie del suelo. Gómez, Gargantini y Venturini (1963) analizaron el efecto del nitrógeno orgánico de torta de oleaginosa y del nitrógeno mineral proveniente de sulfato de amonio en el cultivo de la papa. En general se encontró que los cultivos que recibieron tratamientos con N superaron a los que no lo recibieron. Todos los tratamientos con nitrógeno orgánico superaron significativamente a los de sulfato de amonio. La mejor reacción del N de torta de oleaginosa no se debió al aporte de PK que hizo este material, pues al agregar igual dosis de PK al sulfato de amonio no se tuvo igual reacción. Además se encontró que el nitrógeno orgánico mejoró la calidad de los tubérculos obtenidos.

Fósforo

Este elemento es absorbido como ion monovalente $H_2 PO_4$, y se denominó fosfato. De acuerdo a Gargantini *et al* (1963) la mayor cantidad de fósforo está presente en los tubérculos y después en las hojas y en los tallos. A los 40 días la planta de papa ya ha absorbido el 80% del total del fósforo; posteriormente se produce la translocación del fósforo de los órganos aéreos y subterráneos hacia los tubérculos. Considerando que el fósforo no es lixiviado y que el cultivo lo requiere especialmente en su primer desarrollo, se recomienda que este elemento esté disponible a la planta desde el inicio de su desarrollo.

La deficiencia en fósforo ocurre en muchos casos; en los suelos pesados, por la fijación, lo cual hace al P inactivo; en los suelos livianos, debido a su natural bajo contenido; y en ambos tipos debido a su extracción por los cultivos. La falta de fósforo asimilable se refleja en bajos rendimientos y calidad pobre, más que en síntomas en la planta. En el follaje, los bordes de las hojas aparecen color rojo-marrón a marrón-violeta y están curvados hacia arriba.

En la Estación Experimental de Carillanca, Temuco, Chile (Tecnología, 1965) se ha comparado por varios años los distintos abonos fosfatados en el cultivo de la papa produciendo rendimientos superiores al testigo sin abonar y positivos a los niveles aplicados.

También se ha estudiado por varios años el efecto de la combinación nitrógeno-fósforo sobre el rendimiento en tubérculos en la papa.

Con un nivel de 200 kg de fósforo por hectárea, el mayor efecto se obtuvo con 64 kg de nitrógeno por hectárea; con un nivel de 400 kg de fósforo, el mayor efecto se obtuvo con 128 kg de nitrógeno.

El efecto de la combinación fósforo-potasio sólo se ha hecho sentir en los niveles bajos de potasio. En los niveles más altos, sus efectos han sido negativos.

Potasio

El potasio es absorbido como ion K^+ . Este elemento tiene gran importancia en el metabolismo de la planta, especialmente en la fotosíntesis y en la translocación de los azúcares.

De acuerdo a Gargantini *et al* (1963) entre los órganos vegetativos las hojas contienen la mayor cantidad de potasio; después están los tallos y las raíces. Estos mismos autores observaron que después de los 50 días de ciclo, cuando aumenta el ritmo de formación de los tubérculos, éstos pasan a tener la mayor proporción del potasio. De los elementos fertilizantes el potasio es el que es absorbido en mayor cantidad.

Los buenos rendimientos que se obtiene en los suelos pesados se explican porque estos contienen más potasio, siendo este elemento el factor limitante.

La carencia de potasio es fácil de reconocer por el aspecto enfermizo y el deficiente desarrollo foliáceo y de los tubérculos. La superficie foliar muestra primero una coloración azul-verdosa entre las nervaduras, y manchas rojo-marrón en los bordes de ellas, que se

arrollan hacia abajo. Más tarde se extienden sobre la superficie foliar coloraciones amarillentas o negro-marrón, y a causa de la muerte de los tejidos las hojas se desprenden prematuramente. También señalan la falta de potasio las manchas grises de los tubérculos y el ennegrecimiento que presentan a la cocción.

Boock (1960) aplica dosis crecientes de potasio al cultivo de la papa en Sao Paulo, Brasil, de 15, 30, 45, 60, 90 y 120 kg/ha en presencia de cantidades constantes de PK. Se tuvo un pequeño efecto en todas las dosis usadas, obteniéndose el mejor aprovechamiento con 45 kg de K_2O /ha de aproximadamente un 10% de mejor rendimiento.

Calcio

El calcio ayuda a la descomposición de la materia orgánica, provoca la formación de elementos nutritivos que estaban en forma orgánica y previene los efectos tóxicos de otros; además actúa sobre la formación de los cloroplastos. Sólo se aplica cal en suelos muy ácidos o de deficiente estructura. La deficiencia de calcio, cuando es marcada, provoca la total ausencia de producción de tubérculos. En los casos menos graves aparecen puntos muertos en la zona medular de los tubérculos y un enrollado de las hojuelas (Fig. 25).

La corrección de la deficiencia en calcio se hace mediante aplicaciones de caliza (carbonato de calcio), yeso (sulfato de calcio), cal dolomítica (carbonato de calcio y carbonato de magnesio), y deberá hacerse a lo menos con dos meses de anticipación al cultivo, o si es posible en el cultivo anterior de la rotación.

Fassbender (1969) estudió el efecto del encalado en la mejor utilización de fertilizantes fosfatados en un andosol de Costa Rica. Se aplicó carbonato de calcio y magnesio 4: 1, y se observó alta dilución de los carbonatos y aumento del pH hasta en una unidad; no hubo cambio en la forma de los fosfatos ni cambios significativos en la capacidad o en las formas de retención de los fosfatos.

Elementos fertilizantes secundarios

La importancia de los micronutrientes Mn, Mg, B, Fe, Cu, Zn, S, y Mo en el cultivo de la papa se señala con una serie de ejemplos



Fig. 25. Papa cultivada en un suelo con deficiencia de calcio (Cortesía FUSAGRI).

provenientes de ensayos realizados en diversos suelos. Cada caso en particular que se presente deberá ser estudiado en forma especial, más que todo considerando el tipo de suelo de que se trate.

Nobrega y Gargantini (1965), en tres ensayos realizados en el Valle de Paraíba del Estado de Sao Paulo, Brasil, estudian el efecto de Mg, Cu, Fe, Zn y Mo, utilizando la fórmula completa NPK, adicionando 20 kg/ha de sulfato de magnesio, 20 kg de sulfato de cobre, 20 kg de sulfato ferroso, 10 kg de sulfato de zinc y 1/2 kg de molibdato de amonio.

CUADRO N° 38. Efecto de la adición de micronutrientes a la abonadura de la papa en suelos del Valle de Paraíba. (Nobrega y Gargantini, 1965). Producción en ton/ha.

Tratamientos	Ensayo N° 1		Ensayo N° 2		Ensayo N° 3		Promedios	
	Prod.	Indice	Prod.	Indice	Prod.	Indice	Prod.	Indice
NPK	13.6	100	8.7	100	12.1	100	11.5	100
NPK + micro.	19.8	146	24.6	283	12.3	102	18.9	164
NPK + Ca + mic.	20.9	154	22.5	259	12.9	107	18.8	163

Los ensayos anteriores muestran claramente el efecto positivo de la adición de micronutrientes a este tipo de suelos; no así del calcio.

Boro

La planta de papa requiere muy pequeñas cantidades de boro. La deficiencia se manifiesta en los tubérculos, que se deshacen después de cocidos.

La planta presenta un enrollado foliar, clorosis generalizada, acortamiento de los pecíolos, falta de desarrollo de la parte apical y reducción en los internodos del tallo. Se recomienda aplicar 20 kg de borato de sodio por hectárea, con lo que se elimina la deficiencia.

En el Cuadro N° 39, basado en Smith y Nash (1937) se muestra el efecto de la falta de boro en el rendimiento de tubérculos.

CUADRO N° 39. Efecto de varias deficiencias minerales en el rendimiento en papas cultivadas en arena (Smith y Nash, 1937).

Tratamiento	Número promedio de tubérculo x planta	Rendimiento en tubérculos x planta, g
Solución completa*	4.6	258
Baja en K*	4.8	245
Menos Cu	5.0	222
Bajo K, menos N*	4.4	176
Menos Mn	4.0	152
Menos B	4.5	146
Menos Fe	2.2	82
Menos Mg	3.7	49

* Solución completa: KH_2PO_3 , CaNO_3 , MgSO_4 , CaCl_2 , MnSO_4 , CuSO_4 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, FeSO_4 y ZnSO_4 en la proporción apropiada para dar la siguiente concentración: N, 0.0052 M; P, 0.018 M; K, 0.018 M; Mg, 0.015 M; Mn, 10 ppm; Fe, 10 ppm; Cu, 2.5 ppm; B, 0.5 ppm.

Bajo K: K = 0.003 M

Bajo N: N = 0.0013 M

El boro en exceso también puede tener un efecto fitotóxico y manifestarse como una quemadura marginal de las hojuelas y de un enrollamiento (Fig. 26).

Hiroce, Gallo y Nobrega (1971) presentaron resultados de dos investigaciones sobre deficiencia de boro en el cultivo de la papa en un suelo orgánico del Valle de Paraíba, Sao Paulo.

Se puede observar en el Cuadro N° 40 que la adición de boro elevó notablemente los rendimientos en ambos ensayos cuando se les comparó con las parcelas abonadas con la fórmula completa NPK.



Fig. 26. Efecto de exceso de boro en la papa.

CUADRO N° 40. Deficiencia de boro en papa en suelo orgánico (Hiroce, Gallo y Nobrega, 1971),

Tratamientos	Ensayo N° 1		Ensayo N° 2	
	Prod. ton/ha	Tenor B ppm	Prod. ton/ha	Tenor B ppm
NPK	14.8a	28a	6.4a	14a
NPK + B	22.3b	40b	16.4b	23b
NPK + Zn	14.1a	29a	7.0a	15a
NPK + Cu	14.5a	20a	6.2a	16a
NPK + Mo	13.9a	28a	5.7a	15a
NPK + Fe	15.2a	29a	5.9a	17a
NPK + Mn	12.1a	30a	7.3a	16a
NPK + todos microelementos	25.7b	38b	15.9b	22b
C.V.%	10.7	10.8	15.6	17.6

DMS 5% diferencias indicadas con letras minúsculas por prueba de Duncan.

Los signos de deficiencia de boro que presentaban las plantas cultivadas en el suelo orgánico de Paraíba desaparecieron con los tratamientos NPK + B y con NPK + todos los microelementos.

Con los ejemplos de Smith y Nash (1937) y de Hiroce, Gallo y Nobrega (1971), se puede comprender la importancia del micro-nutriente boro en el cultivo de la papa.

Manganeso

Este elemento actúa en la síntesis de la clorofila y en la fotosíntesis; actúa también sobre las enzimas oxidantes, en la síntesis y translocación de las proteínas y en la síntesis de la vitamina C.

Deficiencias de manganeso ocurren en suelos de pH alto o en los que se ha aplicado altas dosis de caliza. Se manifiesta la deficiencia por clorosis de las hojuelas, que se reducen en tamaño y tienen tendencia a enrollarse hacia la cara superior afectándose el rendimiento, como lo muestra el Cuadro N° 39. Esta deficiencia se controla con aplicaciones de sulfato de manganeso a razón de 50 kg/ha.

En los suelos muy ácidos hay a veces una toxicidad por exceso de manganeso (Fig. 27).

Montvedt *et al* (1961) estudiaron la relación entre el manganeso soluble y la incidencia de sarna común en los tubérculos de papa en suelos ácidos. Los investigadores comprobaron que la sarna de la papa fue significativamente reducida por concentraciones mayores de 2.0 ppm de manganeso soluble, lo que indicaría que las altas concentraciones de manganeso soluble en la solución del suelo en la zona de tuberización puede ser una razón de por qué la sarna se presenta menos en suelos ácidos.

Magnesio

Forma parte de la molécula de clorofila y también es constituyente de las enzimas. Los suelos deficientes en magnesio, por lo general, son fuertemente ácidos y están constituídos por arenas gruesas.

La deficiencia en magnesio ha sido asociada por Carolus (1937) con bajo magnesio y calcio y alto nitrógeno en las hojas inferiores de la planta de papa. Si tanto el pH del suelo como el contenido en magnesio es bajo se recomienda aplicar cal dolomítica.

Si el pH es alto y el contenido de magnesio es bajo, se recomienda aplicar un compuesto soluble de magnesio. Para corroborar estas recomendaciones, que son las generales dadas para suelos deficientes en Mg, Sawyer y Dallyn (1966) realizaron una investigación sobre dosis y fuentes de magnesio en un suelo deficiente en este elemento, el que contenía 55 kg de magnesio por hectárea y pH 4.6.

Las fuentes de magnesio y los tratamientos fueron:

- a. Serpentina pulverizada, una fuente de magnesio de acción prolongada con 37 % de MgO equivalente.
- b. Sulfato de magnesio, sal soluble en agua.
- c. Cal dolomítica, no soluble en agua, con 21 % de MgO equivalente.
- d. 50 % de sulfato de magnesio, 50 % de dolomita.

Las dosis de MgO equivalente fueron en kg/ha:



Fig. 27. Intoxicación de un cultivo de papa por exceso de manganeso. Hacienda El Pantano, Nirgua, Venezuela.

- a. 75.
- b. 150.
- c. 300.

Se encontró que la aplicación de 50–75 kg/ha de MgO mantiene al suelo a niveles de 60–75 kg/ha de magnesio y que la aplicación es más efectiva cuando la mitad de magnesio es soluble y la mitad insoluble, condición de la que participa la serpentina de magnesio. Las plantas afectadas por deficiencia de magnesio son de un color verde más claro que las normales y tienen una reducción notoria en el rendimiento en tubérculos, como lo muestra el Cuadro N° 39 de Smith y Nash (1937).

Azufre

El azufre es un elemento muy importante en la síntesis de los compuestos orgánicos. En el cultivo de la papa no se ha visto hasta ahora la necesidad de azufre; esto se debe posiblemente al uso de abonos como los superfosfatos, que agregan este elemento.

Cobre

El cobre está presente en el suelo como catión asimilable, ya sea en solución o en forma intercambiable; es más soluble en suelos de pH bajo. Se le considera un elemento esencial en el crecimiento de la planta. En la papa no se ha notado deficiencias de cobre lo que puede deberse al uso de fungicidas a base de cobre en el control de las enfermedades.

De acuerdo a Sommer (1945) puede haber toxicidad a base de cobre por adición excesiva, en cuyo caso este elemento puede interferir con la absorción del hierro. En tal situación los síntomas de toxicidad de cobre se confunden con las deficiencias de hierro.

Zinc

Al zinc se le relaciona con la formación de la clorofila. De acuerdo a Thompson (1966) el zinc se encuentra en el suelo en forma de catión en minerales primarios o secundarios. Su solubilidad es afectada por el pH del suelo, siendo óptima entre 5.25–6.0. Hasta

ahora no es problema en los suelos dedicados al cultivo de la papa; la forma de corregir la deficiencia es por empleo de sulfato de zinc, directamente al suelo o por aspersión en solución a las plantas.

Hierro

El hierro es necesario para la formación de la clorofila. Es uno de los elementos más abundantes en los suelos y muy raramente hay deficiencia. Se señalan dos causas de clorosis férrica, una producida por la cal y otra por la relación no equilibrada entre el hierro y los demás oligoelementos, especialmente el manganeso.

No se ha señalado deficiencias de hierro en papas. Smith y Nash (1937), Cuadro N° 39 indican una fuerte baja en rendimiento y en número de tubérculos por falta de hierro obtenido experimentalmente.

Estiércol

Es recomendable la aplicación de 20–30 ton/ha de estiércol para tener un buen desarrollo en el cultivo de la papa. Sin embargo se ha visto que la aplicación de estiércol fresco produce una tendencia en los tubérculos de papa hacia el ataque del organismo de la sarna común (*Streptomyces scabies*). Por ello se recomienda aplicar estiércol con bastante antelación y ojalá en el cultivo que antecede a la rotación a la papa, como una pradera.

En la Estación Experimental de Carillanca (Tecnología, 1965) Chile, se determinó el efecto que tiene una aplicación de estiércol, nitrógeno y fósforo en forma aislada o en sus combinaciones, en el cultivo de la papa.

Los resultados mostraron que el estiércol tuvo efecto hasta una dosis de 30 ton/ha; el fósforo aplicado en 200 kg por hectárea tuvo efecto similar al de 15 ton/ha de estiércol.

La combinación estiércol-fósforo tuvo efecto cuando se aplicó en dosis de 30 ton/ha y 200 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente. El nitrógeno en la combinación N P tuvo efecto igual al del estiércol en dosis de 15 ton/ha en relación al fósforo solo.

Hubo un efecto marcado de la combinación estiércol-nitrógeno-fósforo. La composición del estiércol es bastante diversa y depende de la forma como se ha preparado; sin embargo, puede señalarse que 10 toneladas de estiércol pueden corresponder a una abonadura de 200–250 kg de sulfato de amonio, 100–150 kg de superfosfato y 100 kg de sulfato de potasio.

Abonos con estiércol

En Sao Paulo (Adubaçao, 1960) Brasil, aplican cáscara de semilla de cacao en dosis de 225 a 1 100 kg/ha junto a la fórmula mineral 40–120–60 y la comparan con la fórmula mineral 80–120–60. La primera de estas combinaciones cáscara de cacao + 40–120–60 rindió menos que la fórmula mineral; los autores de la investigación estiman que su descomposición de cáscara de cacao deprimió las posibilidades del nitrógeno asimilable del suelo y recomiendan por esto aplicar la cáscara de cacao con suficiente antelación a la siembra de papa para permitir su adecuada transformación.

Boock (1961) obtiene excelentes resultados aplicando la fórmula mineral NPK en suelos de baja fertilidad, pero sus efectos fueron bajos cuando en estos mismos suelos se aplicó estiércol solo. La combinación estiércol + NPK aumentó notablemente los rendimientos en tubérculos en el cultivo de la papa.

Resultados de investigaciones sobre fertilizantes

Letelier y Montaldo (1954) presentaron diversos resultados obtenidos de ensayos de abonos en papa realizados en diversas localidades de Chile.

Con estos ensayos se trató de apreciar en diversas localidades el efecto de los tres elementos fertilizantes principales. Los ensayos bajo condiciones de riego y ubicados en terrenos aluviales de la Región Central de Chile, La Arcaya y Palmira, no acusaron ningún efecto de la abonadura. Los otros dos experimentos, Trianón y Castro, se efectuaron en terrenos de trumaos, que ocupan gran parte del Llano Central de Chile entre el Río Maule y la Isla de Chiloé. El cultivo de la papa ocupa de 30 a 40 000 ha de estos suelos.

Se ha considerado (Características Químicas, 1965) tres tipos: trumaos (cenizas volcánicas recientes, evolucionadas bajo condiciones

de buen drenaje); los ñadis (cenizas recientes, evolucionadas bajo condiciones de mal drenaje), y los suelos rojos arcillosos (cenizas antiguas, evolucionadas bajo condiciones de buen drenaje). Los factores limitantes de carácter edafológico que presentan en general los trumaos son esencialmente dos: alta capacidad de retención y fijación de fosfatos, y necesidad de abonos nitrogenados. Posiblemente la materia orgánica de estos suelos está muy íntimamente ligada a los coloides alofánicos. También se presentaron deficiencias de azufre y boro.

CUADRO N° 41. Ensayo de tres elementos en papa en cuatro localidades.

N°	Abono	Rendimiento en ton/ha			
		La Arcaya Santiago Aluvial	Palmira Talca Aluvial	Trianón Cautín Trumao	Castro Chiloé Trumao
1	N	27.1	19.9	10.6	—
2	P	26.3	22.4	14.2	4.6
3	K	23.7	21.6	12.5	—
4	NP	26.4	26.0	13.6	10.6
5	NK	27.1	23.7	13.4	5.5
6	PK	24.6	22.1	12.3	14.2
7	NPK	26.3	21.3	15.2	15.2
8	Testigo sin abono	27.0	23.6	9.9	7.0
D.M.S. 5 % ton/ha		no sig.	no sig.	no sig.	2.1
Coef. var. %		8	14	25	11
N = 50 kg/ha					
P ₂ O ₅ = 100 kg/ha					
K ₂ O = 100 kg/ha					

Los ensayos de papas efectuados en Trianón (Cautín) y Castro (Chiloé) revelaron cierto efecto del fósforo. En la localidad de Centinela (Osorno) se ensayaron, durante 5 años, 3 dosis de cada uno de los elementos principales, NPK bajo un diseño factorial con 27 combinaciones en total, en suelo de trumao.

CUADRO N° 42. Ensayos de fertilizantes en papa NPK en tres dosis, resultados de 5 años, Estacion Experimental Centinela, Chile. Rendimiento ton/ha (Letelier y Montaldo, 1954).

	1er. año			2do. año			3er. año			4to. año			5to. año		
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃
K ₁ P ₁	8.2	11.2	12.5	17.5	16.9	20.5	13.2	15.4	16.7	12.0	13.2	15.8	20.3	18.9	25.2
K ₁ P ₂	14.4	15.3	14.0	14.3	16.6	24.2	15.9	14.9	17.3	16.3	14.8	19.8	21.4	21.4	18.9
K ₁ P ₃	14.1	15.6	16.8	18.1	17.1	19.4	14.2	16.8	16.1	17.1	15.6	20.7	20.7	23.3	21.9
K ₂ P ₁	14.3	13.7	12.7	14.7	17.5	20.0	15.5	15.2	17.9	15.7	15.1	17.8	18.2	20.5	23.4
K ₂ P ₂	15.8	16.8	15.0	20.3	16.2	20.6	15.1	17.6	17.9	15.4	17.9	18.5	19.1	28.1	20.3
K ₂ P ₃	17.5	18.0	15.8	19.4	20.0	19.7	15.5	15.9	19.0	14.5	17.4	26.6	22.5	21.9	21.9
K ₃ P ₁	12.5	12.8	12.5	15.0	19.7	22.2	15.2	15.6	16.8	10.1	15.0	13.3	23.5	24.4	22.5
K ₃ P ₂	14.5	15.3	15.7	19.1	21.2	17.8	16.0	17.5	16.8	14.0	16.1	17.3	20.3	21.6	22.7
K ₃ P ₃	16.9	17.7	17.6	18.8	20.3	22.8	15.7	15.7	20.4	16.2	17.6	20.3	21.5	22.5	27.7
C.V. %	40			46			29			56			47		
DMS 5 % ton/ha	2.2			2.0			1.4			2.8			1.7		
	Dosis kg/ha														
1	2														
2	3														
40	80														
80	120														
P ₂ O ₅	160														
160	240														
K ₂	160														
160	240														

Considerando, según los autores (Letelier y Montaldo, 1946) el conjunto de estos ensayos, puede decirse que el nitrógeno es el único elemento que ha producido un efecto constante y claro sobre los rendimientos, con tendencia a aumentar hacia las dosis más altas. A pesar de la apariencia errática del fósforo y del potasio, un examen más detenido del Cuadro N° 42 revela que hay algunos tratamientos que constantemente pueden considerarse buenos, tales como $N_3 P_3 K_3$, y otros que casi siempre son malos o mediocres, tales como $N_1 P_1 K_3$. Es interesante también observar que una fórmula que contenga una dosis media de cada uno de los tres elementos alcanza rendimientos bastante elevados, los que sólo son sobrepasados cuando se aumenta la dosis de los tres elementos.

Luzuriaga (1965) realiza ensayos de fertilización en el cultivo de la papa en el gran grupo de suelos llamados 'Negro Andino' o "Negro de Páramo" situados sobre 3 000 m de altitud en Quito, Ecuador. Estos suelos son medianamente ácidos, con alto contenido en materia orgánica, bajo contenido de fósforo, mediano de potasio. La textura es franca y sus características físicas son excelentes.

CUADRO N° 43. Rendimientos promedios en tubérculos de papa en ensayo de abonos en dos localidades. ton/ha (Luzuriaga, 1965).

N:P:K	Localidad N° 1	Localidad N° 2
0 : 0 : 0	26.32	22.14
50 : 100 : 50	30.17	30.96
50 : 200 : 50	27.34	29.15
50 : 300 : 50	29.94	27.00
50 : 400 : 50	32.20	31.52
0 : 200 : 50	31.64	27.45
50 : 200 : 0	32.20	28.13
0 : 200 : 0	28.58	27.00
100 : 100 : 50	35.82	30.62
100 : 200 : 50	31.64	35.36
D.M.S. 5 % ton/ha	5.16	5.10
C.V. %	11.60	12.10

Hay cierta diferencia entre el testigo sin abono y algunos tratamientos tanto en la localidad N° 1 como en la N° 2. Cuando se considera el nitrógeno, las fórmulas con 100 kg de este elemento son significativamente superiores al testigo. El efecto del fósforo no es tan manifiesto, y menos aún el del potasio.

Lora y Giraldo (1971) efectuaron un estudio de fertilización en papa mediante el uso del diseño superficie de respuesta en los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia. Los suelos de las zonas altas son ácidos, ricos en materia orgánica, bajos en fósforo, medios en calcio y magnesio y altos en potasio. En las zonas planas más bajas el contenido en materia orgánica se reduce considerablemente. En la Sabana de Bogotá los suelos son de origen hidromórfico, encontrándose varias series y dentro de ellas varios tipos. A pesar de que el fósforo es uno de los factores limitantes, el efecto residual del abonado hecho por los agricultores cada año ha reducido esta deficiencia. El estudio presenta los resultados de fertilización obtenidos en 17 experimentos.

Las características químicas de los suelos muestran un intervalo de pH de 5.10 a 6.70; materia orgánica 2.40–32%; fósforo por Bray II de 3–157 ppm y potasio de 0.25–0.60 m.e./100 g. Las texturas de los suelos van desde franco-arenoso a franco-arcilloso. Los factores estudiados fueron N-P-K, considerando siete niveles:

Nitrógeno: 0 – 40 – 80 – 120 – 160 – 200 – 240 kg/ha de N.
 Fósforo: 0 – 75 – 150 – 225 – 300 – 375 – 420 kg/ha de P₂O₅
 Potasio: 0 – 20 – 40 – 60 – 80 – 100 – 120 kg/ha de K₂O

Las conclusiones encontradas por los autores fueron:

- a. En general hubo significación y alta significación estadística en los efectos interacción nitrógeno por fósforo, nitrógeno y fósforo lineares, nitrógeno y fósforo cuadráticos y potasio lineal.
- b. La tendencia general de la interacción nitrógeno por fósforo fue la de aumentar los rendimientos en tubérculos al aumentar la cantidad aplicada de los dos elementos.
- c. En algunos, a pesar del alto contenido de fósforo en el suelo, hubo respuesta a este elemento cuando el contenido de materia orgánica era bajo.
- d. En un caso se presentó antagonismo entre nitrógeno y potasio en relación a los rendimientos.

e. La máxima producción fue de 44 ton/ha procedente de un suelo franco, alto en materia orgánica, bajo en fósforo y escaso en potasio, y al cual se le aplicó 100, 450 y 120 kg/ha de N:P:K y cuyo análisis estadístico presenta significación para nitrógeno y fósforo. En la representación gráfica no se observó óptimo para fósforo y hubo cierta tendencia de obtener mayores óptimos para nitrógeno si se aumenta la cantidad aplicada de fósforo.

f. Las respuestas de nitrógeno y fósforo dependieron de la producción obtenida y de los niveles de fósforo y materia orgánica del suelo.

g. En términos generales para producciones estimadas de más de 20 ton/ha y cuando el suelo presenta niveles bajos de materia orgánica se requerirían aplicaciones mayores de 240 kg/ha de nitrógeno y 450 kg/ha de fósforo aunque no se presenten niveles bajo de fósforo en el suelo. Para rendimientos estimados menores de 20 ton se requerirían dosis menores de las señaladas anteriormente para obtener rendimientos óptimos.

Hidalgo y Pérez (1965) realizaron por un período de varios años ensayos de abonamiento en papa en los Estados Aragua y Carabobo, Venezuela. Los suelos de los valles de Aragua donde se cultiva papa pertenecen al gran grupo rogoles aluviales, Serie Maracay; textura franco a franco-arenosa; estructura granular media; buen drenaje, pH variable entre 7.0–0.8; materia orgánica entre 1.7–2.0%; fósforo variable (soluble en ácido cítrico entre 200–800 m.e./100 g suelo); potasio cambiante (17 m.e./100 g suelo en NH ac.); calcio cambiante (17 m.e./100 g suelo); capacidad de cambio: 6–12 m.e./100 g suelo; precipitación promedio anual 1 100 mm, temperatura media 24.5°C, altura 455 m.

Los suelos del Valle del Río Chirgua en Carabobo pertenecen también al gran grupo de suelos rogoles aluviales, Series Chirgua y La Corina, de origen aluvial. Tienen textura de franco, a franco-arenosos a franco-limosos; estructura granular media; buen drenaje; pH 5.5; materia orgánica 1.5–2.0%; precipitación promedio anual 1 200 mm; temperatura media 23°C; altura 550 m.

Se puede ver que no hay una respuesta clara al fertilizante del cultivo de la papa efectuado en clima caluroso, posiblemente porque el factor temperatura sea limitante del rendimiento.

CUADRO N° 44. Resultado del abonamiento en papa en la zona baja venezolana. Altitud 450 msnm; temperatura media 24.5° C; ciclo de 90 días (Hidalgo y Pérez, 1965).

Número de ensayos	Niveles y dosis elementos kg/ha	Límites de rendimiento ton/ha
7	N = 16, 32, 48	5.0*
	K ₂ O = 20, 40, 60	6.5
3	N = 0, 25, 50	6.3
	P ₂ O ₅ = 0, 60, 120	11.9
	N ₂ O = 0, 50, 100	
4	N = 50, 100	13.3
	P ₂ O ₅ = 50, 100	16.6
	K ₂ O = 50, 100, 150	

* El límite inferior corresponde al testigo sin abono y el superior al abonado.

Nobrega *et al* (1964) determinan que en la región de Alta Sorocabana en Brasil el fósforo dio los mayores aumentos de producción seguido por el nitrógeno, siendo la acción del potasio casi nula.

En Perú, Valdez y Arca (1964) estudiaron en los cultivos de papa de la Costa Central la producción de materia seca y la extracción de N, P, K, Ca y Mg. El trabajo fue hecho sobre siete muestras de cultivos de papa desarrollados en condiciones muy diversas. La materia seca formada sufrió variaciones siendo mayor cuando aumentaba el rendimiento. Los elementos mayormente requeridos fueron el nitrógeno y el potasio, en menor proporción el calcio, y finalmente el fósforo y el magnesio.

Manning (1965) hace un análisis económico de la aplicación de fertilizantes del cultivo de la papa en la región de la Sierra del Perú. Se usan formas polinomiales para estimar la respuesta de los fertilizantes en términos de rendimiento por hectárea. El trabajo concluye que los fertilizantes deben ser aplicados en la proporción 1: 1: 0.6 de N: P: K siempre que la aplicación total de nutrimentos sea del nivel 30: 30: 18 kg/ha, pareciendo ventajoso continuar las aplicaciones hasta alcanzar un nivel de 160: 160: 100 kg de nutrimentos por hectárea.

Chamberland y Scott (1968) citan a diversos autores que recomiendan para papas aplicaciones de 75–85 kg/ha de N, llegando algunos a subir la dosis a 200 kg/ha. Para fósforo, en suelos livianos y pobres recomiendan 75–80 de P_2O_5 y 140–165 kg de K_2O . Los autores presentan los resultados obtenidos con un experimento que incluía 27 combinaciones entre nitrógeno, fósforo y potasio durante nueve años en la región baja del San Lorenzo en Quebec, Canadá. Las investigaciones mostraron que la dosis de nitrógeno no debe exceder a 75–80 kg/ha, pues de lo contrario se provoca una pérdida en la calidad de la papa para la industria. El suelo en que se realizó el experimento era suficientemente rico en fósforo y potasio, de manera que las aportaciones artificiales de estos elementos no fueron enteramente utilizados por las plantas. Se encontró que 27 % del fósforo y 40 % del potasio se acumulan permaneciendo disponibles.

Sin embargo, los autores citados estiman que dosis elevadas de fósforo y potasio puedan ser convenientes si se quiere obtener rendimientos elevados. Terminan por recomendar el equilibrio 1: 1.5: 1 ó bien 1: 2: 1 lo que equivale a la aplicación de 90: 180:90 kg/ha de N, P_2O_5 , K_2O .

Diagnóstico foliar

Lora (1964) del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Colombia, en Tibaitatá, realizó trabajos para determinar los niveles críticos de N, P, K en el cultivo de la papa, y así diagnosticar con seguridad las deficiencias de estos elementos y además facilitar las recomendaciones de fertilización.

Se seleccionó para este propósito el pecíolo de la llamada hoja nueva, la cuarta hoja a partir del ápice de la planta. Se hicieron muestreos cada 15 días hasta la cosecha, comenzando 20 días después de la emergencia de la planta. El material lavado, seco (70°C) y molido se analizó para contenido en nitratos, fosfatos y potasio.

Experimentalmente se encontró en Tibaitatá, lo siguiente: disminución en el contenido de los tres nutrimentos con la edad de la planta, y correlación entre la composición del pecíolo y los niveles de fertilizantes aplicados.

Para la época de floración se acepta como valores de deficiencias aquellas que están por debajo de:

600 ppm	NO_3
900 ppm	H_2PO_4
7 %	K

Una muestra para 180 cultivos comerciales durante la florencia en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquía y Nariño dio los resultados indicados en los Cuadros Nos 45 y 46.

CUADRO N° 45. Cultivos comerciales de papa con posibles deficiencias en N, P, K, según la composición de los pecíolos (Lora R., 1964).

Departamentos	% cultivos 600 ppm NO_3	% cultivos 900 ppm H_2PO_4	% cultivos 7 % K
Nariño	37.5	60.0	11.0
Antioquía	55.6	12.0	25.0
Boyacá	48.0	3.0	6.7
Cundinamarca	30.0	27.0	0.7

Gallo, Coelho y Nobrega (1965) realizaron análisis de folíolos y pecíolos de papa para diagnosticar el estado nutricional de la planta. Los folíolos y pecíolos fueron cosechados en tres fases del ciclo de la planta; a los 25 días después de la emergencia de las plantas; un poco

CUADRO N° 46. Cultivos comerciales de papa en estado nutricional aceptable respecto a N, P, K según composición de los pecíolos (Lora R., 1964).

Departamentos	% cultivos	Composición de los pecíolos
Nariño	27.0	NO_3 6 000 ppm
Antioquía	44.0	NO_3 6 000 ppm
Boyacá	51.0	H_2PO_4 1 000 ppm
Cundinamarca	49.0	K + 7 %

después de la formación de los tubérculos, y doce días después. Se extrajo la tercera hoja más nueva de la extremidad del tallo herbáceo; la concentración de potasio en los pecíolos fue cerca de dos veces la encontrada en los folíolos. Tuvo poco efecto la aplicación de sulfato de potasio sobre el valor de este elemento en las diversas partes de las hojas.

La concentración de nitratos en las diversas partes de la hoja aumentó con la abonadura. Los resultados del análisis del Cuadro N° 47 muestran que el nivel de $N-NO_3$ fue muy bajo en los folíolos y que las variaciones obtenidas entre los tratamientos fueron muy pequeñas. Los pecíolos se mostraron más sensibles para indicar la nutrición nitrogenada de la papa, con niveles más elevados en la planta nueva.

Se vio un aumento acentuado de las dosis de nitratos en la hoja de los tratamientos con dosis baja de fósforo y en las que el potasio se proporcionó bajo la dosis máxima. La variación de la concentración de fosfato en los pecíolos fue relativamente mayor que en los folíolos, en la serie tratamientos de fósforo (ver Cuadro N° 48).

CUADRO N° 47. Nitrato (NO_3) en folíolos y pecíolos de la papa, N en ppm de materia seca (Gallo, Coelho y Nobrega, 1965).

Tratamiento	Folíolos			Pecíolos		
	1er. corte	2do. corte	3er. corte	1er. corte	2do. corte	3er. corte
$N_0P_4K_4$	140	68	636	380	233	1 580
$N_1P_4K_4$	212	260	172	1 620	1 310	676
$N_2P_4K_4$	708	332	188	9 130	5 230	812
$N_3P_4K_4$	620	420	260	9 450	6 870	1 720
$N_4P_4K_4$	532	324	268	8 370	6 050	5 230
$N_4P_0K_4$	1 420	1 970	3 430	18 000	17 330	19 880
$N_4P_1K_4$	908	1 180	1 510	14 220	10 410	12 120
$N_4P_2K_4$	620	428	320	9 770	4 960	4 440
$N_4P_4K_0$	1 100	552	652	13 550	10 040	6 200
$N_4P_4K_1$	1 180	244	512	16 090	7 280	5 320
$N_4P_4K_2$	1 210	380	724	13 660	9 070	7 640
$N_4P_4K_3$	1 290	236	276	13 390	5 790	3 720

CUADRO N° 48. Fosfato (PO_4) en folíolos y pecíolos de la papa, P en ppm de materia seca (Gallo, Coelho y Nobrega, 1965).

Trata- miento	Folíolos			Pecíolos		
	1er. corte	2do. corte	3er. corte	1er. corte	2do. corte	3er. corte
$N_0P_4K_4$	1 680	966	1 300	2 650	1 220	840
$N_1P_4K_4$	1 810	1 090	1 180	2 440	2 940	714
$N_2P_4K_4$	2 270	1 390	1 220	2 270	2 270	798
$N_3P_4K_4$	2 560	1 810	1 430	3 020	1 510	840
$N_4P_4K_4$	2 860	1 930	1 220	3 360	1 760	882
$N_4P_0K_4$	1 090	1 090	1 090	882	630	672
$N_4P_1K_4$	1 390	1 340	1 260	1 050	756	840
$N_4P_2K_4$	1 640	1 180	1 010	1 220	840	672
$N_4P_3K_4$	1 810	1 050	1 090	1 430	966	672
$N_4P_4K_0$	2 690	1 810	1 220	2 770	1 850	714
$N_4P_4K_1$	2 350	2 020	1 430	2 730	2 650	966
$N_4P_4K_2$	2 390	2 180	1 470	2 730	2 310	924
$N_4P_4K_3$	2 100	2 100	1 510	2 860	2 230	1 090

Los autores concluyeron que el análisis foliar dio una noción precisa del estado nutricional de las plantas, pero además debe hacerse determinaciones de nitrógeno soluble ($N-NO_3$), de fósforo soluble ($P-PO_4$) y de potasio (K). Kushizaki (1975) de Kotoni, Japón, estudió la absorción de los elementos N, P y K en papa.

A medida que el ciclo del cultivo avanza el porcentaje de N decrece en cada órgano (Fig. 28); la excepción fue un pequeño aumento en el nivel de N total en el follaje y de nitrógeno proteico en las hojas durante los primeros estados del desarrollo. En el follaje, el mayor porcentaje se encontró en las hojas, con niveles bajos en los pecíolos y tallos; en las porciones subterráneas (Fig. 29) el nivel de N fue más alto en las raíces, menor en los estolones y aún menor en los tubérculos. La absorción de nitrógeno aumenta marcadamente en el período en que las hojas abren y la planta florece; después de esto la absorción decrece en el follaje pero continúa aumentando en el total de la planta con el desarrollo de los tubérculos.

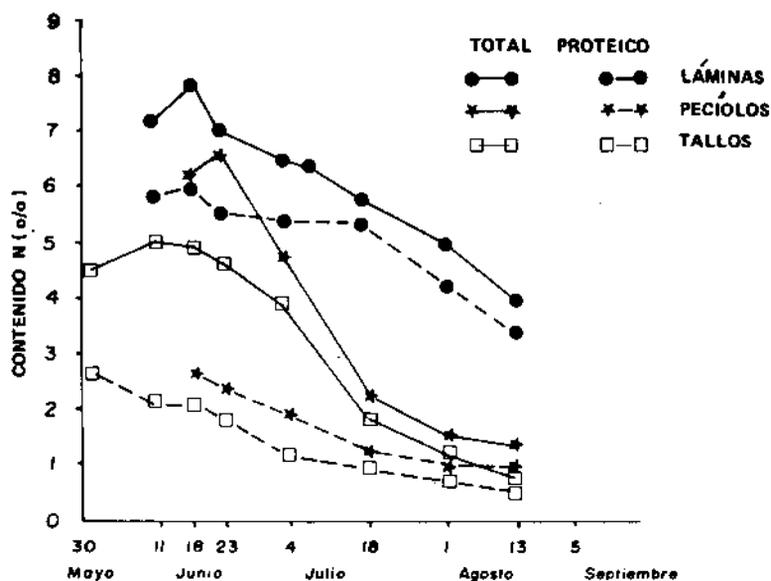


Fig. 28. Nitrógeno. Parte aérea.

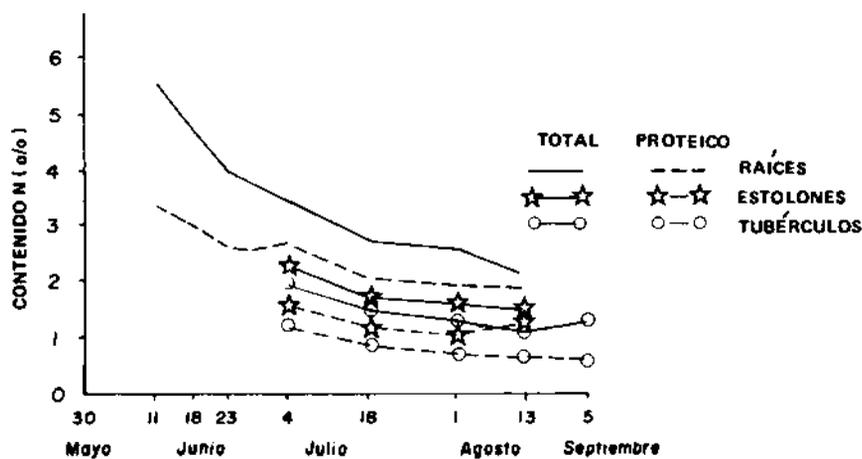


Fig. 29. Nitrógeno. Parte subterránea.

De acuerdo al autor citado, hay un cuadro similar con respecto al fósforo en el follaje (Fig. 30) con niveles más altos en las hojas y más bajos en los tallos; hay poca diferencia en el contenido de P de las raíces, estolones y tubérculos (Fig. 31) donde los niveles son intermedios de los de las hojas y de los de los tallos. A pesar de que el porcentaje de P en cada órgano de la planta disminuye conforme la planta se desarrolla, la absorción de P aumenta a medida que se acerca la florecencia; la absorción se incrementa marcadamente cuando las hojas abren y comienza la florecencia, después de lo cual hay una lenta disminución. Por otra parte, la absorción de P aumenta marcadamente en los tubérculos a medida que crecen (desde el final de la florecencia hasta que el follaje se torna amarillento). En otras palabras, la absorción de fósforo ocurre en una gran extensión hacia el final del ciclo de crecimiento de la planta, cuando los tubérculos aumentan de tamaño (Figs. 30 y 31).

Los niveles de potasio (Fig. 32) son altos en los pecíolos y más bajos en las hojas que en los tallos; los niveles son similares (Fig. 33) en los tubérculos y los estolones, pero algo menores en las raíces. En el follaje los niveles de potasio aumentan hasta el período de la formación de yemas (particularmente en los tallos), después de lo

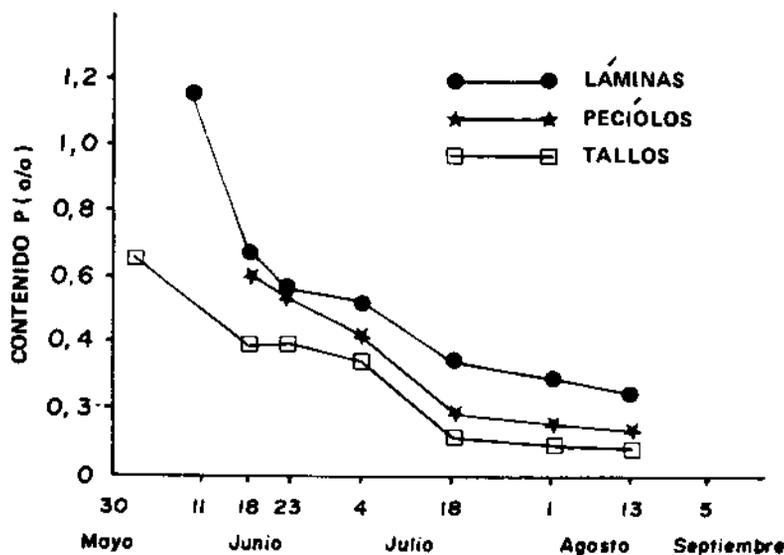


Fig. 30. Fósforo. Parte aérea.

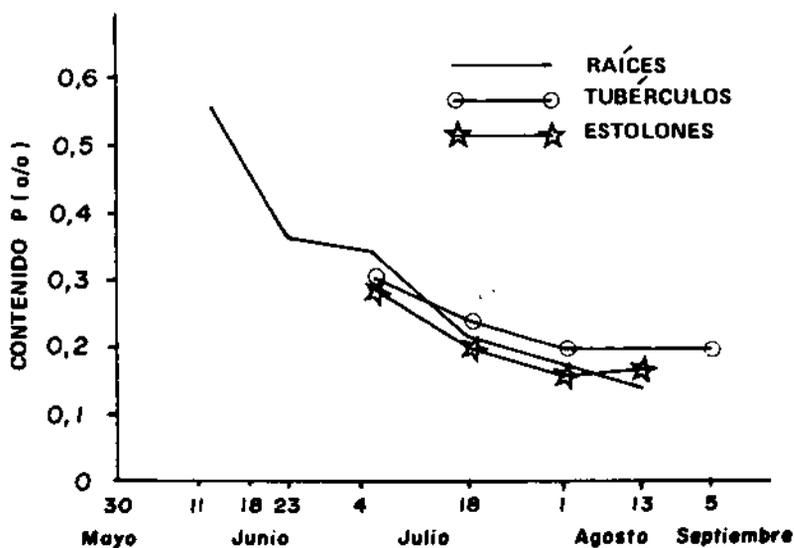


Fig. 31. Fósforo. Parte subterránea.

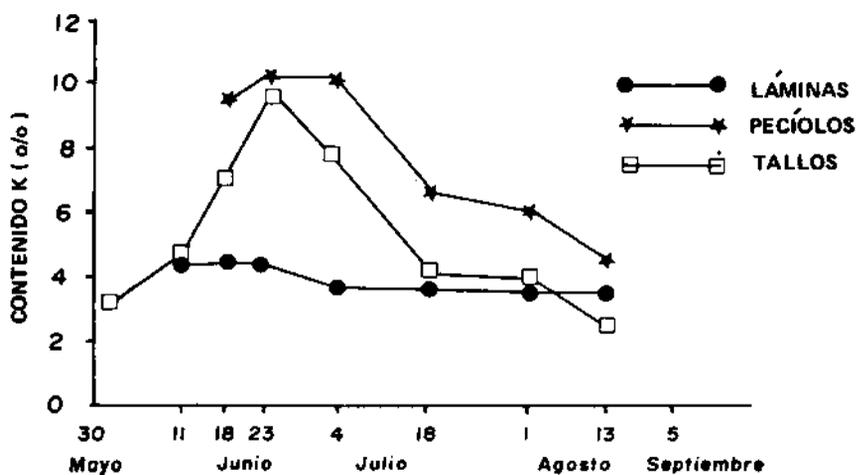


Fig. 32. Potasio. Parte aérea.

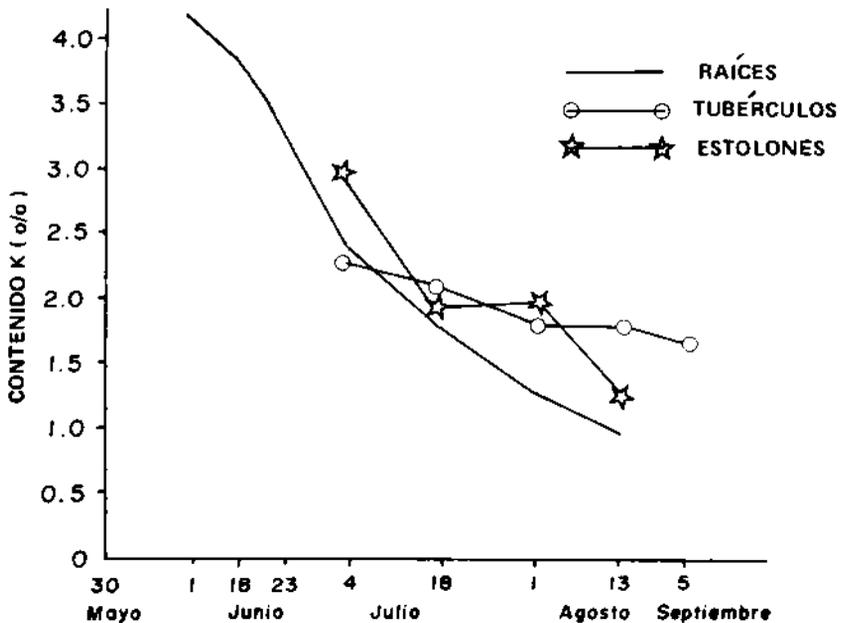


Fig. 33. Potasio. Parte subterránea.

cuál lentamente decrecen o permanecen sin cambio. Los niveles de las partes subterráneas de la planta decrecen a medida que la estación avanza.

En la parte aérea de la planta la absorción de K aumenta marcadamente hasta el período de floración y luego disminuye; los niveles de K en los tallos son significativamente más altos que los de N y P. Después del período de florecencia, el contenido de K de los tubérculos aumenta junto con su desarrollo, aumento que es particularmente marcado entre el final de la floración y el tiempo en que la vegetación se pone amarillenta. Estos resultados confirman lo observado por Lora (1964) y Lorenz *et al* (1954).

Forma de abonar

La forma de aplicar los fertilizantes al cultivo de la papa puede ser al voleo, al momento de la preparación del suelo o bien en el surco de siembra, se aplica el abono en dos bandas laterales dentro del surco cuando se dispone de máquina sembradora y los fertilizantes pueden aplicarse en aspersión al follaje durante el ciclo de desarrollo del cultivo.

CUADRO N° 49. Rendimiento medio en tubérculos de experimento comparando tres métodos de aplicación de fertilizantes en papa (Widdowson, Penny y Williams, 1967). Ton/ha

	Fertilizantes kg/ha de 13 : 13 : 20		
AL VOLEO:	570	1 140	1 710
Con la preparación del suelo.	11.1	13.2	14.7
En el surco de siembra.	11.2	13.0	14.2
EN BANDAS:			
A ambos costados del surco de siembra.	12.2	13.3	12.5
Testigo sin abono.		7.2	

Se puede observar que no hay ventajas claras en la forma de aplicación del abono. Lo que sí es importante es que no quede en contacto directo con el tubérculo-semilla para evitar que lesione los tejidos nuevos de los brotes.

Luzuriaga, en Quito, Ecuador (1965) experimentó con asperciones foliares complementadas con aplicaciones de abonos al suelo y llegó a la conclusión de que no hay ventaja en este método, comparado con el sistema tradicional de abonadura al suelo; señaló el autor que los abonos foliares eran más caros y que además tenían un costo superior debido a que se hace hasta tres aplicaciones en cada ciclo de cultivo.

Boock, Nobrega y Freire (1962) efectuaron en 1962 experiencias preliminares sobre la forma de aplicar los abonos en el cultivo de la papa en el Estado de Sao Paulo. Comprobaron que el método por surcos laterales al de siembra (en el cual van los tubérculos-semillas) y abonos en mezcla, era el que resultaba un 25 % más eficiente. El aplicar los abonos en el mismo surco de siembra producía retardo en la brotación.

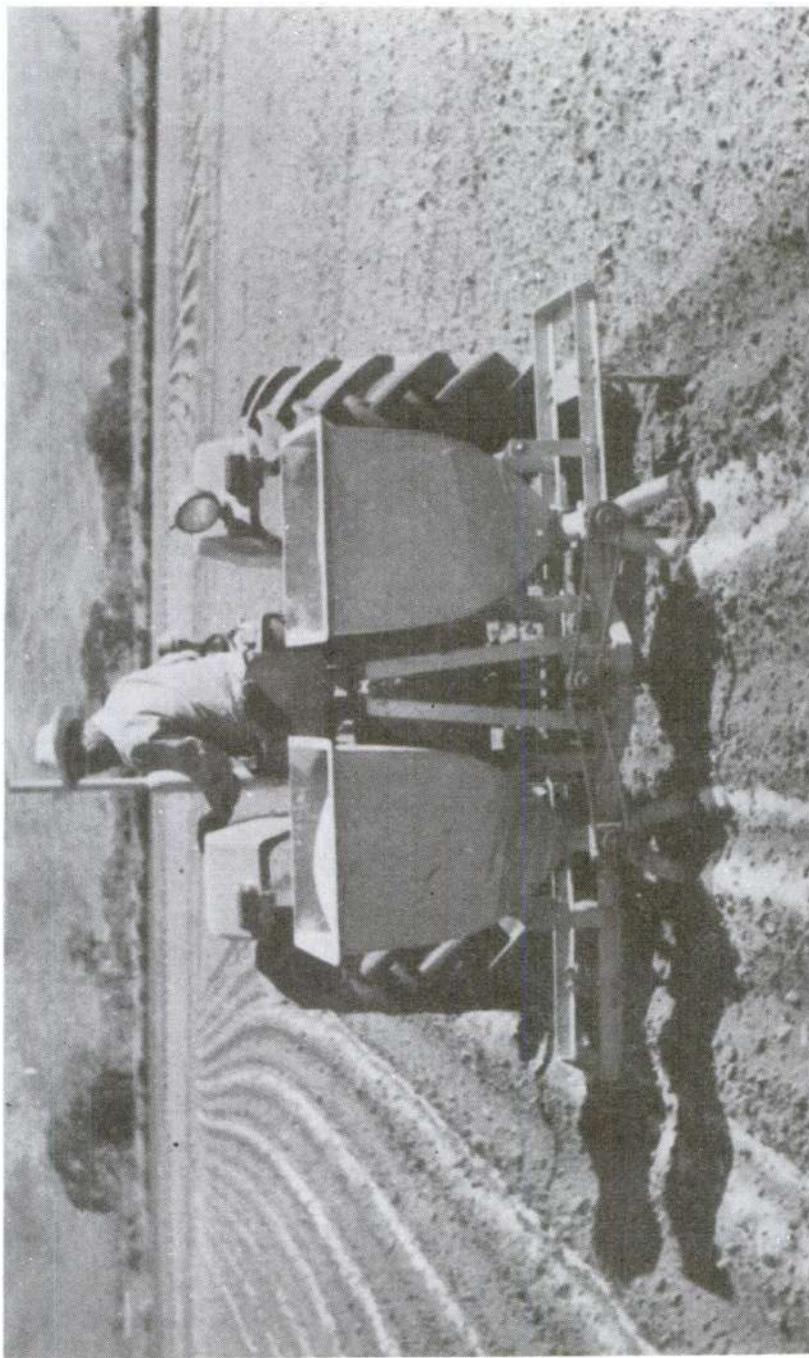


Fig. 34. Máquina abonadora de papas de dos surcos. Nótese que el fertilizante va colocado en dos bandas laterales en ambas paredes del surco. Santa Cruz, Venezuela.

Prácticas generales de abonadura

Argentina. Según Cavia (1960) en las huertas comerciales con riego de la Región Quintas (cercasas a la capital Buenos Aires), es común aplicar a los suelos en que se va a cultivar papa 30–40 ton/ha de estiércol en el otoño anterior a la siembra; esto corresponde a 3–4 kg/m².

Los abonos minerales se aplican a razón de 50 kg N, 150 kg P₂O₅ y 100 kg de K₂O/ha, al momento de siembra y se tiene cuidado de que no queden en contacto con los tubérculos-semilla. Si no se dispone de máquinas sembradoras se recomienda aplicar el abono al voleo antes de surcar; en caso de que aplique el abono en el fondo del surco, pasa luego una rastra de cadena relativamente pesada para que cubra con una delgada capa de tierra al fertilizante.

Los suelos de la Región Sureste de la Provincia de Buenos Aires (General Pueyrredón, General Alvarado, Balcarce, Tandil, Lobería, Necochea, General Madariaga y Mar Chiquita), que es la principal productora de papa de la Argentina, tienen una alta fertilidad potencial con contenidos de materia orgánica de 5–6%. Aquí se abonaba, de acuerdo a Cavia (1960), con 100–150 kg de P₂O₅/ha, variando, de acuerdo a investigaciones recientes, a 20–40 kg de N y 50–100 kg de P₂O₅.

Chile. Santos, Accatino, Callejas, Fernández, Banse, Castillo y López (1974) recomiendan: valles y terrazas aluviales de Atacama y Coquimbo, riego: 150: 120: 50 kg/ha de N: P₂O₅: K₂O. Suelos aluviales del Llano Central, riego: 150, 120 y 50. Trumaos sur del país, secano: 150: 250: 70.

Colombia. En este país un 50% de los fertilizantes que emplea la agricultura es utilizado por los cultivos de papa y caña de azúcar. Para los suelos de la Sabana de Bogotá, Vega, Díaz y Baird (1960) recomiendan la aplicación de 75–100 kg de N, 200–300 kg de P₂O₅ y 100 kg/ha de K₂O por hectárea; para los suelos de la Serie Bonza en Boyacá, 70–100 kg de N, 160–250 kg P₂O₅ y 80–100 K₂O.

Brasil. Gómez y Freire (1962) recomiendan en el Valle de Paraíba, Estado de Sao Pablo, dosis de 120: 180: 120 kg de N: P: K por ha.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

Localización ecológica de las regiones culturales más adecuadas para la producción de papa para consumo, tanto de primores, como de media estación y tardía o de guarda.

Localización ecológica de las áreas de producción de papa para semilla. Ensayos de variedades de *S. tuberosum* en esas áreas para localizar las más adecuadas para la producción de tubérculos, tanto en cuanto a temperatura (heladas, o altas temperaturas) como a fotoperiodismo y requerimientos hídricos.

Investigaciones sobre manejo de suelos, requerimientos de materia orgánica, cultivos asociados y rotaciones culturales; ensayos de respuesta de la papa a fertilizantes en suelos adecuados y con beneficios económicos.

Uso del diagnóstico foliar para detectar deficiencias en áreas dedicadas al cultivo de la papa.

Investigaciones sobre la forma de abonar, y sobre los abonos comerciales más adecuados para el cultivo de la papa en cada región.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADUBACAO. Experiencias com adubos minerais, e farelo de Cacau. *Bragantia*, (Campinas) 19:785—798. 1960.
2. ----- . Experiencias com adubos nitrogenados. *Bragantia* (Campinas) 21:241—255. 1962.
3. BARKER, A. S. The use of fertilizers. Oxford University Press, 1935. 204 p.
4. BOOCK, O. J. Adubacao da batatinha: experiéncias em solos de baixa fertilidade. *Bragantia* (Campinas) 20:759—776. 1961.
5. -----, y FREIRE, E. S. Adubacao da batatinha: experiencias com doses crescentes de potássio. *Bragantia* (Campinas) 19:599—619. 1960.
6. -----, NOBREGA, S. DE A. y FREIRE, E. S. Experiencias preliminares sóbre maneiras de aplicar adubos na cultura da batatinha. *Bragantia* (Campinas) 21(53):887—897. 1962.
7. BODLAENDER, K. B. A. Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield. *In*: I. Milthorpe. The growth of the potato. London, Butterworths, 1963. pp. 199—210.
8. BORAH, M. N. The effect of light intensity, length of day and temperature on growth and tuber formation in the potato. Univ. Nottingham, 1959. (Ph. D. Thesis). 72 p.
9. -----, y MILTHORPE, F. L. Influence of temperature on the growth of potatoes. *Indian Jour. pl. physiology* 5:53. 1963.

10. BURTON, W. G. The potato. Wageningen, Veenman and Zonen N. V., 1966. 382 p.
11. BUSHNELL, J. The relation of temperature to growth and respiration in the potato plant. Saint Paul. Univ. of Minnesota, 1925. Tech. Bull. 34. 29 p.
12. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS de los suelos de trumao. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1965. (1a. Memoria Anual). pp. 37—38.
13. CAROLUS, R. L. Chemical estimations of the weekly nutrient level of a potato crop. American Pot. Jour. 14:141—153. 1937.
14. CARPENTER, P. N. Mineral accumulation in potato plants as affected by fertilizer application and potato variety. Maine Agric. Expt. Sta., 1963. Bull. 610. 38 p.
15. CAVIA, C. E. Cultivo de la papa en la 'provincia de Buenos Aires'. Buenos Aires, Instituto de Tecnología Agropecuaria, 1960. 62 p. (Pub. Misc 1).
16. CULTIVOS Asociados. *In*: Informe Anual 1975. Centro Internacional de la Papa. Lima, 1976. 63 p.
17. CHAMBERLAND, E. y SCOTT. A. N-P-K experiments with potatoes in the lower St. Lawrence region of Quebec. American Pot. Jour. 45(3):93—102. 1968.
18. DRIVER, C. M. y HAWKES, J. G. Photoperiodism in, the potato. Cambridge, School of Agriculture, 1943. (Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics). 36 p.
19. ESTRADA, N. *et al.* Selección de variedades de papa resistentes a heladas. *In*: Prospects for the potato in the developing world. Lima, Centro Internacional de la Papa, 1972. pp. 22—224.
20. FASSBENDER, H. W. Efecto del encalado en la mejor utilización de fertilizantes fosfatados en un andosol de Costa Rica. Fitotecnia Latinoamericana 6(1):115—126. 1969.

21. FASSBENDER, H. W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. 398 p.
22. FREEMAN, J. Elements of Agriculture. London, Robinson Ltd., 1962. 796 p.
23. GALLO, J. R., COELHO, F. A. S. y NOBREGA, S. de A. Análise de folíolos e pecíolos na diagnose da nutrição da batatinha. *Bragantia* (Campinas) 24(30):385–401. 1965.
24. GARGANTINI, H., BLANCO, H. G., GALLO, J. R. y NOBREGA, S. de A. Absorção de nutrientes pela batatinha. *Bragantia* (Campinas) 22(22):267–290. 1963.
25. GOMES, A. G. y FREIRE, E. S. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba: experiências com doses crescentes de N, P e K. *Bragantia* (Campinas) 21:123–141. 1962.
26. —————, GARGANTINI, H. y VENTURINI, W. R. Competição entre fertilizantes nitrogenado orgânico e mineral na cultura de batatinha. *Bragantia* (Campinas) 22(46):575–581. 1963.
27. HARDENBURG, E. V. Potato production. Ithaca (N. Y.) Comstock Pub. Co., 1949. 270 p.
28. HAWKES, J. G. Potato collecting expeditions in México and Central America. II. Systematic classification of the collections. Cambridge, School of Agriculture, 1944. (Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics). 142 p.
29. HAWKINS, A. Rate of nutrient absorption by different varieties of potatoes in Aroostook Country. *Delaware Agric. Newsletter* 10:13–17. 1942.
30. HIDALGO, E. y PÉREZ, R. Resumen de los resultados obtenidos en abonamiento en papa en los valles de Aragua y Carabobo, período 1948–1963. Maracay, 3a. Reunión Sociedad Latinoamericana Investigadores de Papa, 1965.

31. HIROCE, R., GALLO, J. R. y NOBREGA, S. DE A. Deficiencia de boro em batatinha cultivada em solo orgánico do Vale de Paraíba. *Bragantia* (Campinas) 30(1):(Nota 2) V. 1971.
32. HODGE, W. H. Three native tuber foods of the high Andes. *Economic Botany* 5:185–201. 1951.
33. KUSHIZAKI, M. The developmental physiology and fertilizer requirements of irish potatoes. Taipei, Food and Fertilizer Technology Center, 1975. Tech. Bull 24. 94 p.
34. LEÓN, J. Plantas alimenticias andinas. Lima, Instituto Interamericano de Ciencia Agrícolas, 1964. 112 p.
35. LETELIER, E. y MONTALDO, A. Ensayos de abonos en papas realizados en la Estación Experimental Centinela. *Agric. Técn.* (Santiago) 5(2):111–128. 1946.
36. -----, y ----- . Ensayos de abonos en papas 1947–1952. *Agric. Técn.* (Santiago) 14(1):50–67. 1954.
37. LORA, R. Reconocimiento del estado nutricional de la papa por medio del análisis de pecíolos. Bogotá, 2a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1964. 4 p.
38. -----, y GIRALDO, M. Estudio de la fertilización de la papa mediante el uso del diseño superficie de respuesta en dos departamentos de Colombia. Bogotá, 7a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. de Papa, 1971.
39. LORENZ, O. A., BISHOP, J. C., HOYLE, B. J., ZOBEL, M. P., MINGES, P.A., DONEEN, L. D. y ULRICH, A. Potato fertilizer experiments in California. Davis, Univ. of California, 1954. *Calif. Agric. Exp. St. Bull.* 744, 46 p.
40. LUZURIAGA, G. La fertilización de la papa en la Estación Santa Catalina. Maracay, 3a. Reunión Sociedad Latinoamericana Investigadores de Papa, 1965. 4 p.
41. ----- . Prueba de fertilizantes foliares en papa. Maracay, 3a. Reunión Sociedad Latinoamericana Inv. de Papa, 1965. 3 p.

42. MANNING, R. Análisis económico de la aplicación de fertilizantes al cultivo de la papa en la Sierra. *Anales Cient.* (Lima) 3:89–98. 1965.
43. MENDOZA, H. A. y HAYNES, F. L. Variability for photoperiodic reaction among diploid and tetraploid potato clones from three taxonomic groups. *American Pot. Jour.* 53:319–332. 1976.
44. MITTELHOLZER, A. S. Trabajos de papa en la Estación Experimental de Mucuchíes. Maracay, Inf. Anual Est. Exp. Mucuchies, 1963. 40 p.
45. MONTALDO, A. Avances en el proyecto tuberización de la papa bajo condiciones tropicales. Lima, 5a. Reunión Sociedad Latinoamericana Inv. de Papa, 1968. 91 p. (multigraf.)
46. ----- . Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales. San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1977. 284 p.
47. MONTVEDT, J. J., FLEISCHFRESSER, M. H., BERGER, K. C. y DARLING, H. M. The relation of soluble manganese to the incidence of common scab in the potato. *American Pot. Jour.* 38:95–101. 1961.
48. NOBREGA, S. de A., BOOCK, O. J. y FREIRE, E. S. Modo e época de aplicacao de nitrogenio na cultura da batatinha. Parte II. *Bragantia* (Campinas) 22(41):521–528. 1963.
49. ----- , SCHMIDT, N. C. y FREIRE, E. S. Modo e época de aplicacao de nitrogenio na cultura da batatinha. Parte I. *Bragantia* (Campinas) 22(32):401–451. 1963.
50. ----- , SCIVITARO, A., GARGANTINI, H., WUTKE, A. C. P., VENTURINI, W. R. y SANTOS, C. F. O. Adubacao mineral da batatinha. I. Regiao da Alta-Sorocabana. *Bragantia* (Campinas) 23(9):83–93. 1964.
51. ----- , y FREIRE, E. S. Modo e época de aplicacao de nitrogenio na cultura da batatinha. III *Bragantia* (Campinas) 23(29):351–364. 1964.

52. NOBREGA, S. de A. y GARGANTINI, H. Efeito da adicao de micronutrientes a adubacao da batatinha em solos do vale do Paraíba. *Bragantia* (Campinas) 24:XXXIII—XXXV. 1965.
53. OPAZO, R. Monografía cultural de las diversas plantas agrícolas. Santiago, Talleres Gráficos La Nación S. A., 1939. T. II. pp. 765—849.
54. PAPADAKIS, J. Climates of the world and their potentialities. Buenos Aires, Estudio Gráfico N° 5 S.E.C.P.A., 1975. 200 p.
55. PETERSON, L. E. y WEIGLE, J. L. Varietal response of potatoes to air conditioning irrigation. *American Pot. Jour.* 47:94—98. 1970.
56. SANTOS, J. *et al.* Manual de producción de papas. Santiago, Instituto Investigaciones Agropecuarias, 1974. 159 p. (Bol. Técn. 64).
57. SAWYER, R. L., y DALLYN, S. L. Magnesium fertilization of potatoes on Long Island. *American Pot. Jour.* 43:249—252. 1966.
58. SMITH, O, NASH, L. B. Effect of certain minor elements on chemical composition and cooking quality of potato tubers. *Proc. American Soc. Hort. Sc.* 35:530—533. 1937.
59. —————, y —————. Potato quality I. Relations of fertilizers and rotation systems to specific gravity and cooking quality. *American Pot. Jour.* 17:163—169. 1940.
60. SOMMER, A. L. Copper and plant growth. *Soil Sci.* 60:71—80. 1945.
61. TECNOLOGÍA de los fertilizantes en papa. *In:* Exploración de la deficiencia nutritiva. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1965. Primera memoria anual 1964—1965. pp. 36—37.
62. THOMAS, W. L. y EYRE, P. W. Early potatoes. London, Faber and Faber, 1950. 198 p.

63. THOMPSON, L. M. El suelo y su fertilidad. Barcelona, Edit. Reverté, S. A., 1966. 409 p.
64. U.S.D.A. Soil classification; a comprehensive system. 7th. Approximation. Washington, USDA, 1960. 265 p.
65. VALDÉZ, L. A. y ARCA, M. Producción de materia seca y extracción de N, P, K, Ca y Mg por el cultivo de la papa en la Costa Central. Anal. Cient. (Lima) 2(3):221–224. 1964.
66. VEGA, V., DIAZ, G. y BAIRD, G. B. Fertilización de la papa en la Sabana de Bogotá y alrededores. Bogotá, Min. Agric., 1960. D.I.A. Bol. Técn. 6. 31 p.
67. WATSON, A. S. y MORE, J. A. Agriculture. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1949. 242 p.
68. WHITEHEAD, T., McINTOSH, T. P. y FINDLAY, W. M. The potato in health and disease. London, Oliver and Boyd, 1953. 744 p.
69. WIDDOWSON, F. V., PENNY, A. y WILLIAMS, R. J. B. Experiments comparing the effects on yield of potatoes of three methods of applying three amounts of N, P, K and the residual effects on winter wheat. Jour. Agric. Sci. (Cambridge) 69:247–253. 1967.
70. WRIGHT, D. N. y BISHOP, J. C. Will rotation affect potato yields and quality. Kern Country, Univ. of California, 1955. Agric. Ext. Serv. Prog. Rept., 12 p.

CAPÍTULO 5

CULTIVO

PREPARACIÓN DEL SUELO

Cultivo en fajas o contorno.

SIEMBRA

Época.
Forma.
Profundidad.
Densidad.

TAMAÑO DE LA SEMILLA

LABORES DE CULTIVO

Escardas y aporques.
Coberturas.
Riego.
Herbicidas.
Defoliables.

COSECHA

Extracción.
Transporte y lavado.
Recolección.
Clasificación.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

SUELO, SIEMBRA, SEMILLA, CULTIVO Y COSECHA.

PREPARACIÓN DEL SUELO

La papa es un cultivo muy exigente en cuanto a condiciones físicas del suelo. La buena preparación de éste incluye una aradura profunda, seguida de los rastros correspondientes, hasta obtener un suelo bien mullido. No se puede pretender buenos rendimientos y tubérculos de buena forma en suelos mal preparados. El tipo ideal de suelo es el liviano-franco arenoso-profundo bien drenado y ojalá con alto contenido de materia orgánica.

Cuándo comenzar a preparar el suelo dependerá de las condiciones físicas —si se va a incorporar abonos verdes o estiércoles— o de la rotación de los cultivos existentes.

En regiones con inviernos fríos marcados, como Argentina y Chile, y tratándose de suelos pesados,

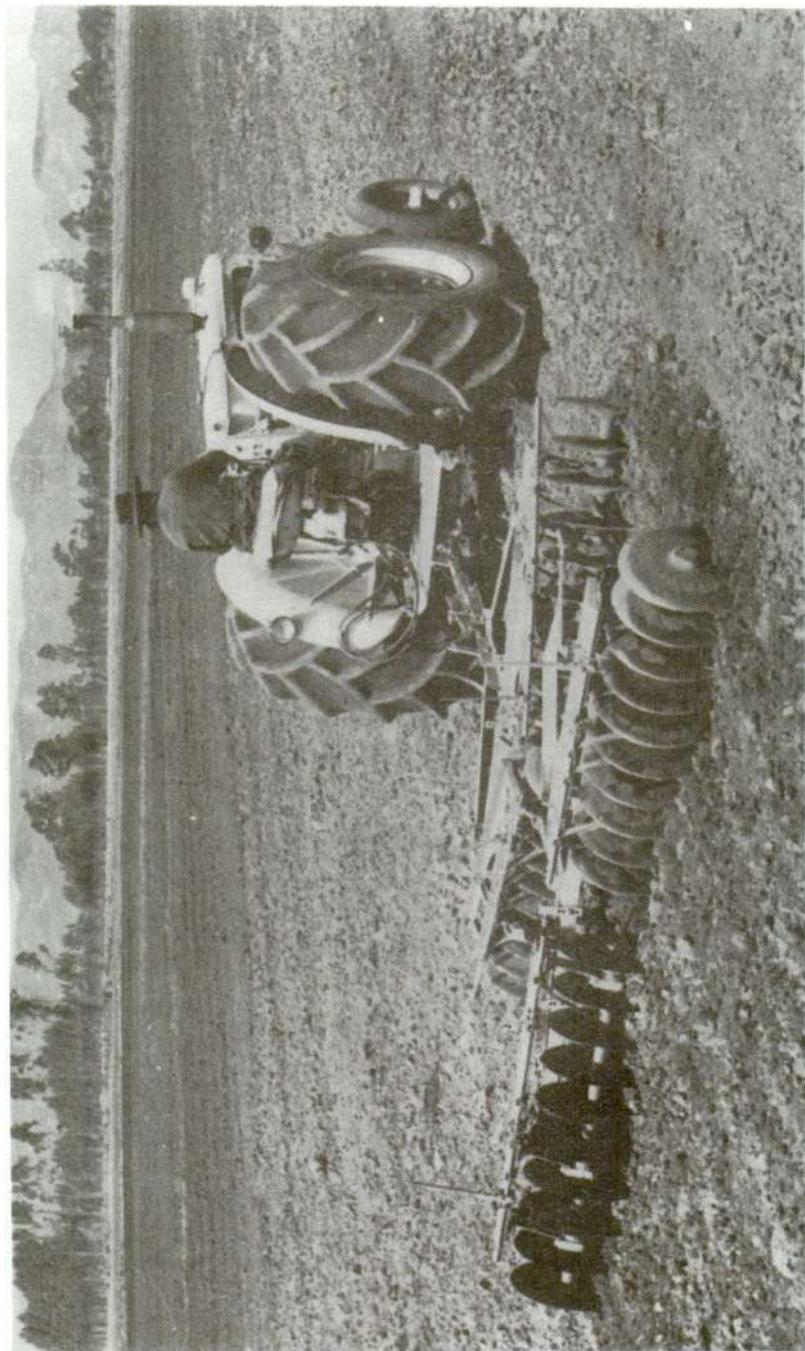


Fig. 35. Preparación de un suelo para cultivar papas, mediante rastreos.

podrá hacerse la labor de rotura con arado en el otoño y luego uno o dos pases de rastra de discos a comienzos de primavera para dejar el suelo en buenas condiciones de siembra. También se recomienda la labor de otoño, para incorporar leguminosas o praderas ya deterioradas; en los suelos livianos, basta con hacer su preparación un poco antes de la siembra (ver Fig. 35).

En algunas regiones del continente, como en la Isla de Chiloé (Chile) Montaldo (1950) y zonas primitivas de los Andes, no se hace ninguna preparación del suelo y la papa se siembra en hoyos a distancias apropiadas en una pradera vieja. Este hoyo se fertiliza en la siembra y se cubre invirtiendo la tapa de grama; posteriormente, cuando han emergido las plantas, se hace una labor de aporque en la pradera y ya sólo queda el cultivo de papa. Se hace notar que esta no preparación de suelos se efectúa bajo condiciones ecológicas muy especiales: suelos sueltos, lluvia constante y temperaturas frescas (10–12°C).

En general se recomienda nivelar los suelos para evitar encharcamientos, facilitar las labores mecánicas posteriores al cultivo, y preparar una buena cama-semilla hasta de unos 20 cm de profundidad.

También es necesario que el suelo tenga un grado adecuado de humedad al momento de la siembra, para hacer germinar la 'semilla' hasta que la planta pueda emerger del suelo. Si es posible, hay que regar antes de sembrar.

Cultivo en fajas o contorno

En suelos con pendiente entre 5–20%, el cultivo de la papa deberá hacerse en fajas alternadas con cereales o pasturas, para evitar la erosión del suelo por el agua superficial. Con igual propósito se recomienda el cultivo en contorno, siguiendo las curvas de nivel del terreno.

Donde no se pueda llevar a cabo ninguno de estos sistemas de conservación de suelos los surcos de papas deberán ser, en lo posible, normales a la pendiente.

Esto se cumple en muy pocas oportunidades en los cultivos de papas de los campesinos, ya que el trabajo de surcado con bueyes o caballos es mucho más fácil de hacer siguiendo la pendiente. Se

deberá tratar de introducir estas técnicas y hacer notar la gran destrucción que se está operando en los suelos paperos del continente.

Buenos ejemplos de cultivos en contornos son los que realizan los campesinos del oriente de Antioquía, Arango (1948), y en fajas, los de Nariño, Colombia.

SIEMBRA

Época

La época de siembra de este cultivo es muy variable, debido a las diversas condiciones en que se efectúa, desde las regiones australes del continente americano con estaciones climatológicas definidas y promedios bajos de temperatura (10–12°C), hasta pasar posteriormente por los altiplanos andinos fríos, hacia las regiones tropicales bajas en donde sólo se distingue una estación seca y otra estación húmeda con promedios de temperaturas que llegan a los 25°C.

En las regiones tropicales bajas y calientes —si los cultivos son de secano— las siembras deberán hacerse a la entrada de la estación lluviosa, mientras que en los otros casos estará determinada por la posibilidad de semilla y la demanda de los mercados.

En las regiones tropicales altas y frías se tendrá las mismas consideraciones anteriores, tratando de escapar al factor heladas, que son más frecuentes en ciertas épocas del año.

En las regiones templadas australes (Opazo, 1919), que son siempre bajas y de primaveras frías, sólo se puede empezar a sembrar al comienzo de la estación normal de cultivo; las primeras siembras siempre corren el riesgo de ser destruidas por las heladas. Se da a los surcos una orientación este-oeste, para que reciban el mayor beneficio de los débiles rayos solares proyectados desde el hemisferio boreal. En la siembra normal (llamada también de Estación), de mediados de primavera, los surcos se orientan como más convenga, especialmente de acuerdo a la topografía del terreno. Estas siembras son las más seguras y ocupan la mayor extensión, pues se dedican para consumo de guarda y para semillas.

Forma

Hay tres formas generales de siembra: en camellones, en surcos o a nivel.

La siembra en camellones es la más conveniente para suelos con poca pendiente y especialmente cuando hay lluvias, para evitar el daño de pudriciones de las semillas (Figs. 36 y 37). En este sistema la máquina sembradora abre un surco de casi 8 cm de profundidad y los discos tapadores cierran el surco, tapan la semilla y forman un camellón sobre la hilera.

La siembra en surcos se puede hacer igualmente a máquina pero con los discos posteriores abiertos para que sólo cubran con una delgada capa de tierra al tubérculo semilla y quede un surco en lugar de un camellón.

La siembra a nivel se usa en suelos arenosos y para evitar la excesiva evaporación. También se hace siembra a nivel en suelos francos y franco arcillosos, para evitar el exceso de evaporación durante la emergencia de las plantas, haciéndose posteriormente los camellones mediante una labor de aporque; igual labor se efectúa en las siembras en surcos (Figs. 38 y 39).

La siembra puede hacerse en forma manual, semimecanizada o mecanizada. Ejemplos de siembra manual son los indicados para Chiloé y también los que realizan los campesinos de escasos recursos en los Andes de Bolivia hasta Venezuela.

La siembra semimecanizada se realiza abriendo el surco con arado de hierro o de madera (con reja de hierro) por lo general accionado por bueyes. Detrás del arado surcador va un campesino distribuyendo el abono, ya sea al voleo o en el fondo del surco; enseguida viene otro campesino colocando a mano la semilla, y detrás un segundo arado haciendo la labor de tapado. La siembra manual o semimecanizada es la más recomendable para papa de primores, en extensiones reducidas (hasta una o dos hectáreas). En la siembra a mano se colocan los tubérculos en la posición más adecuada, con el extremo apical hacia arriba, de manera que la emergencia de las plantas sea más rápida.

La siembra mecanizada se realiza con máquinas accionadas por tractores que hacen la labor conjunta de abrir el surco, abonar en dos

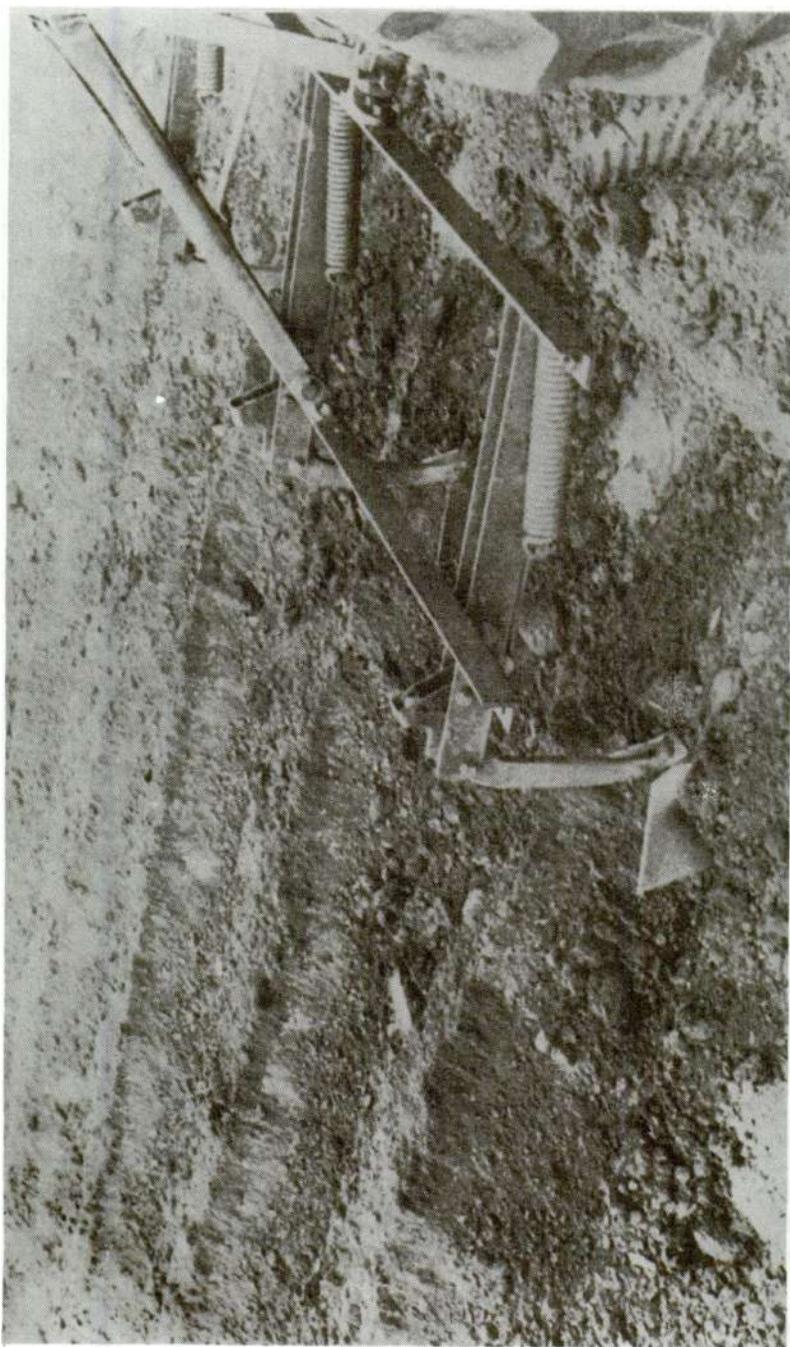


Fig. 36. Surcado, de un suelo ya mullido, mediante cultivadoras, para posteriormente sembrar papas en forma manual.



Fig. 37. Siembra de papas en surcos en forma manual. Distribución del fertilizante y de la semilla.

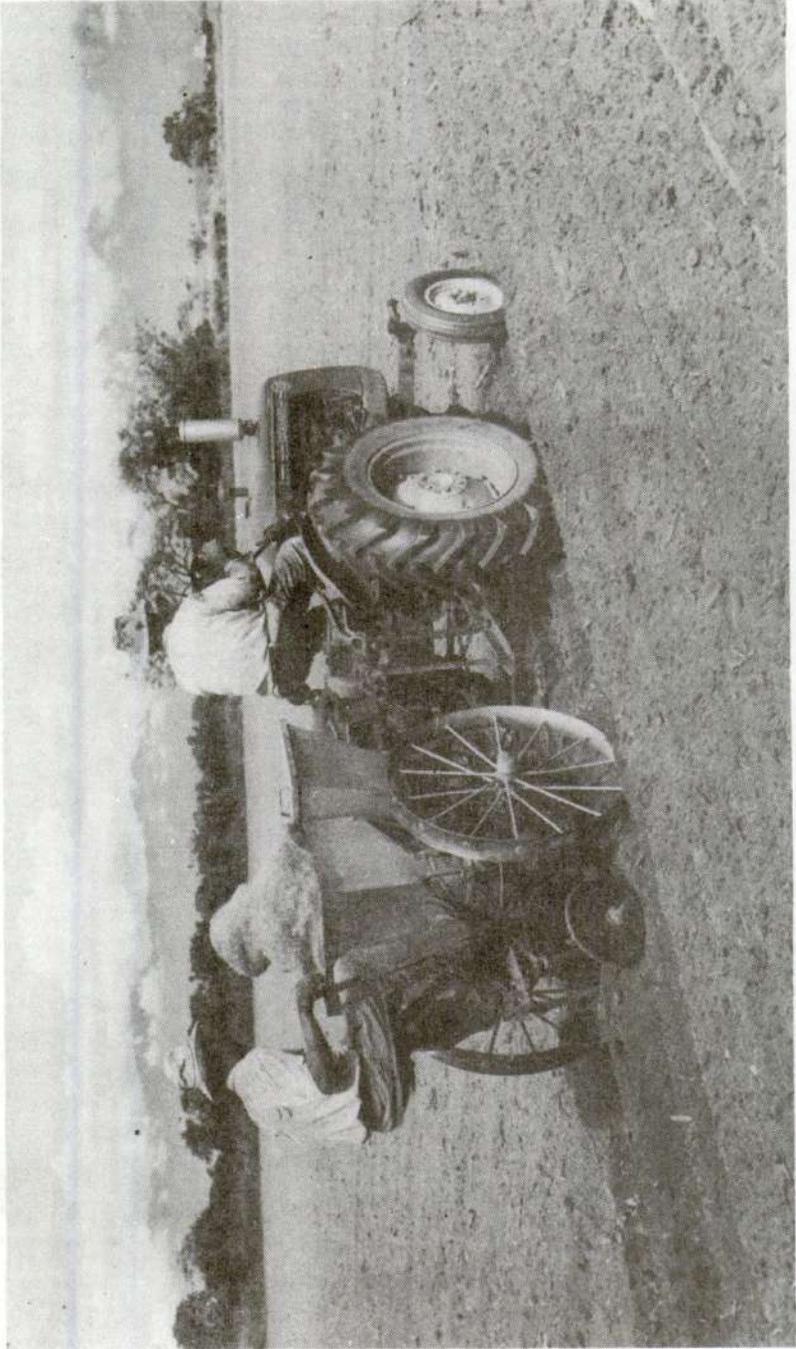


Fig. 38. Máquina sembradora-abonadora de papas de una hilera.



Fig. 39. Máquina sembradora-abonadora de papas de dos hileras.

bandas laterales a ambos lados del surco, cubrir el abono con una delgada capa de tierra, colocar el tubérculo-semilla y taparlo, dejando formado un camellón. Estas máquinas pueden ser de una, dos, tres o cuatro hileras.

Las ventajas atribuidas a la siembra a máquina son:

- a. menos costo de operación;
- b. profundidad de siembra uniforme, que redundará en una emergencia uniforme de las plantas;
- c. distancia uniforme, que facilitará las labores mecánicas posteriores;
- d. aplicación de fertilizantes en la forma más adecuada.

En Cagua, Venezuela, el Servicio Shell para el Agricultor (1967) ha efectuado diversos estudios sobre la mecanización de la siembra de papas y recomienda hacer hileras largas para obtener mejor rendimiento de las máquinas, especialmente para eliminar el número de vueltas al final del surco.

En los Cuadros Nos. 50 y 51 tomados de estos estudios del Servicio Shell (1967) se indica las hectáreas que pueden sembrarse al día —en jornadas de 8 horas— y el costo de operación por hectárea, según sea la longitud de las hileras.

CUADRO N° 50. Características de funcionamiento de las sembradoras de papas. Hectáreas por día (Servicio Shell, 1967).

Tipo de máquina	Longitud de la hilera en m					
	100	200	300	400	500	600
Massey-Harris*	1.9	2.3	2.5	2.6	2.6	2.7
Iron Age*	1.8	2.1	2.3	2.4	2.4	2.4
International**	2.5	3.5	4.1	4.3	4.7	4.7
Ferguson**	2.7	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8

* Sembradoras de una hilera.

** Sembradoras de dos hileras.

CUADRO N° 51. Costo de siembra de papas. En US\$ por hectárea (Servicio Shell, 1967).

Tipo de máquina	Longitud de la hilera en m					
	100	200	300	400	500	600
Massey-Harris	10.80	9.00	8.25	7.95	7.95	7.60
Iron Age	11.40	10.00	9.00	8.60	8.60	8.60
International	11.40	8.15	6.70	6.65	6.20	5.85
Ferguson	7.60	6.45	5.85	5.75	5.50	5.40

Este mismo estudio mostró que el costo de la siembra a mano es de US \$ 24.35 por hectárea, y que la superficie mínima que justifica la compra de una máquina es de 5 hectáreas.

Echeverría (1971), en un estudio sobre mecanización de siembra de papa en el Estado Aragua, Venezuela, hace un análisis comparativo entre la productividad del cultivo por hora-hombre u hora-máquina con la productividad que se obtiene en los Estados Unidos, encontrando los siguientes valores:

Modalidad	Productividad en kg/hora	
	Venezuela	Estados Unidos
a. Fertilización con distribuidora de tolva corrida y rayado con máquina, siembra manual y tapado con aporcadora.	2 605.59	—
b. Fertilización con rayadora abonadora, siembra manual y tapado con aporcadora.	3 617.48	—
c. Uso de sembradora automática de dos hileras y tractor de 35 HP.	—	6 345.00

Profundidad

La profundidad a que se efectúa la siembra varía según el tipo de suelo y el equipo que se utilice.

En general la siembra es más superficial en los suelos pesados que en los livianos, o cuando se usan máquinas.

La profundidad de siembra afecta:

- a. la velocidad de emergencia de las plantas,
- b. la profundidad de formación de tubérculos,
- c. la necesidad de aporque,
- d. la incidencia de daño por quemaduras de los tubérculos por los rayos solares,
- e. la facilidad de cosecha.

En general, las 'papas-semillas' grandes deben sembrarse a 10–12 cm y las semillas medianas a 7–10 cm. En suelos arenosos se puede aumentar en unos 3–4 cm estas cifras. Cuando se aplica estiércol junto con la faena de siembra se deberá hacer surcos más profundos y depositar el estiércol en el fondo de estos. En regiones expuestas a heladas hay que tener la precaución de cubrir con tierra lo que se siembra cada día.

Densidad

Se ha visto que la densidad de siembra influye en:

- a. la cantidad de semilla requerida por hectárea (Cuadro N° 52),
- b. el rendimiento del cultivo,
- c. el tamaño de los tubérculos en la cosecha.

Las distancias más corrientes de siembra varían de 70–100 cm entre las hileras y de 20–50 cm entre las plantas.

Se ha demostrado experimentalmente que los espacios más reducidos son mejores porque dan más altos rendimientos, tubérculos de tamaño más uniforme y hay menos tendencia a grandes tubérculos, en los que se puede presentar el daño fisiológico del 'corazón hueco'.

Con mayor uso del riego y mejor fertilidad —por el empleo de grandes cantidades de fertilizantes— se ha visto que la mayor densidad de siembra (espaciamientos menores) está mejor justificada que cuando estos factores son limitados.

CUADRO N° 52. Cantidad de semilla de papa para una hectárea en ton, con diversas densidades de siembra.

Distancia entre plantas cm	Número túberculos x ha	Semilla en toneladas por ha. Tamaño de semilla			
		30 g	40 g	50 g	60 g
60 cm entre hileras — 166 surcos x ha.					
20	83 300	2.50	3.35	4.20	5.00
30	55 278	1.65	2.21	2.76	3.30
40	41 500	1.24	1.66	2.07	2.48
50	33 200	0.99	1.32	1.66	1.99
70 cm entre hileras — 142 surcos x ha.					
20	71 000	2.13	2.84	3.55	4.26
30	47 286	1.41	1.89	2.36	2.83
40	35 500	1.06	1.42	1.77	2.13
50	28 400	0.85	1.13	1.42	1.70
80 cm entre hileras — 125 surcos x ha.					
20	62 500	1.87	2.50	3.12	3.75
30	41 625	1.24	1.66	2.08	2.49
40	31 250	0.93	1.25	1.56	1.87
50	25 000	0.75	1.00	1.25	1.50
90 cm entre hileras — 111 surcos x ha.					
20	55 500	1.66	2.22	2.77	3.32
30	36 963	1.10	1.35	1.69	2.20
40	27 750	0.83	1.11	1.38	1.66
50	22 200	0.66	0.88	1.11	1.32
100 cm entre hileras — 100 surcos x ha.					
20	50 000	1.50	2.00	2.50	3.00
30	33 333	1.00	1.33	1.67	2.00
40	25 000	0.75	1.00	1.25	1.50
50	20 000	0.60	0.80	1.00	1.20
110 cm entre hileras — 91 surcos x ha.					
20	45 455	1.36	1.82	2.27	2.73
30	30 303	0.91	1.21	1.52	1.82
40	22 727	0.68	0.91	1.14	1.36
50	18 182	0.55	0.73	0.91	1.09
120 cm entre hileras — 83 surcos x ha.					
20	41 666	1.25	1.67	2.08	2.50
30	27 777	0.83	1.11	1.39	1.67
40	20 844	0.63	0.83	1.04	1.25
50	16 666	0.50	0.67	0.83	1.00

Heidrick *et al* (1963) recomiendan para la Sabana de Bogotá distancias entre hileras de 90–100 cm y de 25–30 cm entre las plantas; cuando se deja callejones para el paso de las máquinas asperjadoras hay que descontar la superficie correspondiente, que es alrededor del 15 %.

Con referencia a densidad de siembra y tamaño de la semilla para la variedad de papa Puracé, en la Sabana de Bogotá, Rodríguez (1968) llegó a las siguientes conclusiones: los mayores rendimientos se obtuvieron a distancias entre plantas de 20–30 cm significativamente superiores a las distancias de 40–50 cm, y con la semilla 90–120 g que sobre la de tamaños inferiores.

En Centinela, Chile, Montaldo (1950) realizó un estudio de densidad de siembra empleando distancias entre hileras de 60, 70, 80 y 90 cm, y entre plantas de 30, 40, 50, 60 y 70 cm, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas de rendimiento entre los distintos tratamientos.

Dozo (1952, 1954) en Balcarce, Sudeste de Buenos Aires, dio resultados de ensayos de densidad de siembra con distancias entre hileras de 65, 70, 75 y 80 cm, y entre plantas de 25, 30, 35 y 40 cm, obteniendo los mejores resultados en la variedad Huinkul con 70 x 30 cm y en Katahdin con 70 x 25 cm.

Se ha visto que la densidad de siembra afecta el rendimiento de los tubérculos en dos sentidos: cuando la distancia entre hileras y entre plantas sobre la hilera es muy estrecha, las plantas sufren de competencia, y los rendimientos disminuyen; con distancias máximas hay aumentos de rendimiento por planta pero también disminuye el rendimiento por superficie cultivada. Por lo tanto debe buscarse un equilibrio, de manera que el espacio sea suficientemente amplio pero que no haya disminución de rendimiento.

TAMAÑO DE LA SEMILLA

Los tubérculos-semilla a ser usados deben tener un peso mínimo de 50–60 g, que con distancias de siembra de 90 x 40 cm equivalen a un gasto de 1.4–1.6 ton de semilla por hectárea.

Cuando se corta la semilla debe buscarse que los trozos pesen de 40–50 g y que posean, a lo menos, una yema en buenas condiciones de brotación; esto da un gasto de 1.1–1.3 ton de semilla por hectárea.

No debe usarse como semilla tubérculos pequeños menores de 50 g, pues con ello se está haciendo una selección negativa, posiblemente hacia tubérculos producidos por plantas enfermas o portadoras de enfermedades de virus. Desde luego que esto no es válido en caso de que se esté seguro de ocupar semilla de papa producida en campos libres de enfermedades.

Respecto a la ventaja de un tipo de semilla —entera o partida— sobre otra hay muchos argumentos en pro y en contra. Montaldo (1950) en ensayos realizados en la Estación Experimental Centinela, Chile, durante varios años no encontró diferencias estadísticamente significativas de rendimiento entre ambos tipos de semilla y concluye indicando el uso de semilla partida como lo más recomendable cuando la semilla al momento de la siembra esté perfectamente bien conservada, es decir, que no esté deshidratada o que haya sufrido desbrotos.

Algunos autores, como Davis (1949) de California, aseguran que las semillas partidas en trozos pequeños producen menos brotes y menos rendimiento, pero de tubérculos grandes; por otro lado, las semillas partidas en trozos grandes producen más brotes y más rendimiento, pero tubérculos pequeños. En todo caso, el tamaño de las semillas dependerá finalmente de la variedad utilizada.

En Lima, Perú, los investigadores Chirinos, Puente y Quijandría (1968) estudiaron el efecto del peso de la semilla partida de la variedad Renacimiento sobre el rendimiento y anotaron como conclusiones que: los tubérculos-semillas de esta variedad dan buen resultado partidos; hubo alto porcentaje de emergencia tanto de los tubérculos enteros como partidos, de 40, 60 y 90 g; la semilla de 90 g partida en dos fue la que alcanzó los más altos rendimientos; sin embargo, no debe olvidarse el riesgo de transmisión de virus por el corte de la semilla.

LABORES DE CULTIVO

Escardas y aporques

Los trabajos durante el desarrollo vegetativo de la planta de papa consisten en pasar dos, tres o cuatro veces, escarificadoras livianas para romper la costra del suelo, especialmente después de cada riego, seguida una o dos veces de aporcadoras. Los dispositivos aporcadores, pequeñas vertederas dobles, deben ser regulables ya que hay variaciones en la forma del camellón, estado del suelo y hábito de crecimiento de las variedades.

Los fines principales de la labor de aporque son:

- a. Cubrir los tubérculos para protegerlos de la quemadura del sol, del posible daño de la polilla (*Phthorimaea operculella*) y del ataque del tizón (*Phytophthora infestans*);
- b. conservar mejor la humedad de los suelos y facilitar el drenaje;
- c. en suelos fríos, ofrecer mayor superficie de calentamiento por el sol;
- d. mantener el cultivo libre de malezas.

La altura a que quedan los camellones después del paso de las cultivadoras de las aporcadas es de 20—30 cm sobre el nivel del suelo.

El trabajo de aporque se complementa con una ligera labor entre la hilera del cultivo, con herramientas manuales como azadones y otros. Al hacer estas labores al cultivo deberá tenerse en cuenta que algunos estudios sobre desarrollo de raíces en la planta de papa han demostrado que a pesar de que estas raíces pueden llegar hasta un metro de profundidad la mayoría de ellas se encuentra en los primeros 40 cm, por lo que se recomienda hacer los trabajos superficiales del suelo y detenerlos una vez que el cultivo ya esté establecido.

Pereira (1941) encontró que la papa no responde con aumentos de rendimiento a los aporques o escardas profundas y frecuentes. En experimentos efectuados, los rendimientos medios por parcela no cultivada (pero donde las malezas habían sido extraídas a mano y otras con seis labores de cultivo) fueron de 21.5 y 21.8 ton/ha respec-

tivamente. El autor concluye que la función de las labores de cultivo de las entrelíneas es casi enteramente para lograr el control de las malezas.

Coberturas

Arango (1948) hizo un estudio de los métodos de cultivo de la papa en Antioquía, Colombia, donde describe, aparte del sistema común que llama 'destapado', las modalidades típicas antioqueñas denominadas 'tapado' y 'cepillado' o 'papera'. El tapado se caracteriza por cubrir la siembra con una capa de caña de maíz, de helechos o de 'paja' o pasto gordura (*Melinis minutiflora*) u otra planta. El cepillado es un sistema muy antiguo de cultivo de la papa en Antioquía, al que se le atribuye la destrucción de una gran superficie de suelos de cultivos; se levanta con azadón (cepillado) una capa de suelo de 2–5 cm con la vegetación espontánea que posee y con este material se hacen pilas en el campo, distantes 8–10 m. Algunas de estas pilas se queman y otras se dejan para cubrir las semillas; la ceniza resultante de las pilas quemadas se reparte en pequeños montículos distantes 50–60 cm y en ellos se entierra la semilla, luego se cubren los montículos de siembra con el 'capote', o sea la tierra vegetal de los montones no quemados.

Respecto al tapado, las ventajas que el autor le atribuye son: que el cultivo conserva mejor la humedad; que la capa de paja sirve de aislante de las altas temperaturas; que se adiciona materia orgánica al suelo y que hay menor desarrollo de malezas.

En el sistema de cepillado se presentan menos malezas pues sus semillas han sido destruidas por la quema del suelo, la que también ha destruido la materia orgánica; este sistema es altamente perjudicial para el suelo.

El tapado o cobertura también se ha usado en otras regiones. Bushnell y Welton (1931) en Ohio, E.U.A., estudiaron la cobertura a través de varias estaciones, después de lo cual concluyeron que en años secos el tapado mantiene el suelo con una temperatura más baja que la ambiental (que en esa localidad es alta), y que la aplicación del tapado muy temprano retarda el crecimiento y disminuye la nitrificación, de manera que las hojas muestran una evidente falta de nitrógeno.

La adopción de esta práctica dependerá del costo de las labores y materiales, de la escasez de humedad y de situaciones de alta temperatura en la estación de cultivo. Con la mecanización actual del cultivo de la papa y con el empleo de nuevas variedades de papas, adaptadas a condiciones de altas temperaturas, la adopción de esta práctica de cobertura ya no parece oportuna.

Riego

Se ha visto que el cultivo de la papa requiere, para obtener buenos rendimientos, que el suelo se mantenga en un nivel adecuado de humedad durante su desarrollo. Esto no siempre puede ocurrir ya que el área ocupada por este cultivo depende preferentemente de las lluvias para obtener su humedad (siembras de secano o temporal).

Por esta razón la investigación de riego en papas en América Latina es escasa y se cree que este es un punto al que se debe dar más importancia, tanto como fuente principal de humedad como de riegos suplementarios. En las regiones de secano podría usarse el riego por aspersión para suplementar el déficit de humedad por falta de lluvias y mantener el cultivo en el grado de humedad adecuado.

No es posible predecir cuándo este riesgo suplementario aumentará el rendimiento en regiones de secano. Su costo varía de año en año, lo mismo que de una localidad en otra, por diferencias de suelos, manejo y por otros factores.

Con una provisión adecuada de agua —lluvia y riego suplementario— la papa puede usar mayores cantidades de fertilizantes, y este abono extra dará un alza de rendimientos. También se ha visto experimentalmente que una humedad bien distribuida durante el cultivo da tubérculos más uniformes, bien formados y lisos. Para ilustrar estas aseveraciones se da a continuación los resultados de investigaciones de riego en papas realizadas por diversos investigadores.

Hampton (1946) en un experimento de riego realizado en Georgia, E.U.A., obtuvo un 75% de aumento en rendimiento y casi todos los tubérculos fueron de primera categoría.

Mac Gillivray (1961) en California, recomendó 900 mm de agua de riego en los cultivos de primores y 600 mm en los de estación.

Bradley y Pratt (1934) encontraron que los más altos rendimientos en papas se obtienen cuando se riega antes de que la humedad del suelo baje del 50% de la capacidad de campo. Taylor y Rognerud (1959) encontraron que el riego antes y durante la formación de los tubérculos da un aumento en el número de tubérculos formados. Struchtemeyer (1961) en un experimento realizado en Maine, concluyó que a medida que el porcentaje de humedad disponible disminuye, el rendimiento en tubérculos es menor, y que la disminución de la humedad del suelo en la segunda mitad de la estación de crecimiento tiende a reducir más el rendimiento que una falta de agua en la primera mitad de la vida de la planta.

El Servicio Shell para el Agricultor (1967) recomendó para los cultivos de papas realizados en el Estado Aragua, Venezuela, bajo condiciones tropicales calientes, que en el primer período de crecimiento de la papa se riegue en forma ligera cada 4–5 días, ya que las raíces de las plantas no pasan de la capa de los primeros 20 cm del suelo. Cuando las plantas están adultas las raíces llegan a 30–40 cm y se distribuyen en forma irregular; en estas circunstancias se recomienda el riego a intervalos de una semana. El consumo de agua en la citada región está entre los 12–14 cm de lámina mensual.

Chang (1968) hizo un estudio de la frecuencia de riego para el cultivo de la papa en la Costa del Perú. Con este objeto efectuó dos tipos de experimentos: el primero consistió en dar los riegos de acuerdo a un nivel preestablecido de humedad aprovechable por el suelo, y el segundo en dar los riegos de acuerdo a las frecuencias fijadas previamente, de 12, 18, 24 y 30 días. En el primer tipo de experimento se encontró que el intervalo de riego promedio varió de 22 a 53 días para los tratamientos de riego menos húmedos (nivel de agua aprovechable bajo); de 12 a 28 días para los tratamientos más húmedos (nivel de agua aprovechable alto). En general no se encontró significación estadística en los resultados.

En la zona de Cuyo (Mendoza) Argentina, a 920 msnm y temperatura media en la estación de cultivo de 17°C, Lis, Ponce y Tizio (1964) estudiaron los requerimientos de agua en diferentes estados de crecimiento de la planta de papa y su influencia en el rendimiento en tubérculos. Concluyeron que los períodos más críticos para requerimiento de humedad de la papa en un suelo con capacidad de campo de 20% y punto de marchitez de 9.97%, van desde la formación de los estolones hasta el inicio de la tuberización.

Bravo, Vargas y Alvim (1968) en la Molina, Zona de la Costa, Perú, estudiaron el efecto de frecuencias de riego sobre el índice de área foliar y rendimiento en tubérculos de la papa en un suelo con capacidad de campo de 17.5% y punto de marchitez de 9.5% bajo las condiciones indicadas en el Cuadro N° 53.

CUADRO N° 53. Porcentaje de agua aprovechable, número de riegos y días de intervalo entre riego en cultivo de papas, La Molina, Perú (Bravo, Vargas y Alvim, 1968).

Porcentaje de agua aprovechable	Número de riegos	Días de intervalo entre riegos
1) 75 %	11	7.7
2) 50 %	8	12.8
3) 25 %	6	16.0
4) 0 %	5	22.0

El tratamiento 1), con 75% de agua aprovechable en el suelo, fue significativamente superior a los tratamientos 2) y 3). Entre el tratamiento 2), con 50% de agua aprovechable, y 3), con 25% de agua aprovechable, no hubo diferencia significativa pero ambos fueron significativamente superiores al tratamiento 4) con 0% de agua aprovechable (punto de marchitamiento). El tratamiento 1) aumentó el rendimiento en 17% con respecto al 2), y el 3) en 72% con respecto al 4). Se registró una estrecha correlación entre índice de área foliar y rendimiento en tubérculos.

Barreto y Boock (1957) trabajando en Sao Paulo, Brasil, estudiaron la influencia del riego en papa con y sin fertilizantes. Los aumentos de producción se expresaron en porcentaje de los lotes regados sobre los no regados para cada uno de los tratamientos.

En el testigo sin abono el riego provocó un aumento igual al 226%. En los tratamientos con N el riego tuvo influencia positiva en el rendimiento en papa sobre los lotes no regados, igual a 100%. En los tratamientos con P, K, y NPK, el aumento de los lotes regados sobre los no regados fue de 114, 98.2 y 114.4%, respectivamente.

De lo anterior se ve que el riego, bajo las condiciones de la región papera de Sao Paulo, es fundamental en el cultivo de la papa. De entre las parcelas abonadas el P y la fórmula NPK fueron las que dieron los mayores aumentos de rendimiento en tubérculos; el trabajo no presenta una apreciación económica. Los resultados mostraron además que 7 días fue el mejor intervalo de riego en un suelo limo-arcilloso.

El riego en el cultivo de la papa se efectúa por surcos o por aspersión. Ultimamente se ha estado usando con resultados bastante satisfactorios el riego por aspersión, especialmente en suelos con cierta pendiente y también con la plantación más densa, lo que ha permitido el aumento del uso de fertilizantes. Sin embargo se ha incrementado la incidencia de enfermedades fungosas del follaje, como la alternariosis.

No deberá abusarse de los riegos ya que el exceso de agua produce menores rendimientos por falta de aireación del suelo, originando tubérculos con lenticelas abiertas y tejido corchoso. Si el suelo, por otro lado, se pone muy seco, los tubérculos maduran prematuramente y el suministro de agua posterior puede causar en ellos crecimientos secundarios.

Herbicidas

La represión de las malezas mediante los herbicidas es relativamente nueva en el cultivo de la papa.

Garay y Garese (1952) señalan como los primeros trabajos de este tipo los de Ennis *et al*, en 1946, los de Barrows y Coulter en 1947, y los de Smith *et al* en 1949. Estos últimos señalan al 2.4-D éster en tratamiento de preemergencia, 2 a 3 semanas después de la siembra y antes de que emerjan las plantas de papa, a razón de 1 000–1 300 g de equivalente ácido por hectárea, como el mejor producto para controlar las malezas.

En Balcarce, Argentina, Garay y Garese (1952) hicieron un ensayo de control de malezas con herbicidas en papas de pre y postemergencia, aplicando 2 metil, 4 clorofenoxiacetato de sodio y el éster del ácido 2.4 diclorofenoxiacético.

En los ensayos de preemergencia se usaron ambos productos en las dosis de 1.2 y 3 kg de equivalente ácido por hectárea y en los de

postemergencia las dosis fueron rebajadas a la mitad, es decir 0.5, 1 y 1.5 kg; se observaron los siguientes resultados:

En los tratamientos de preemergencia los productos utilizados no afectaron la aparición normal de las plantas de papa ni su posterior desarrollo. Hay tolerancia de las plantas de papa a los tratamientos de postemergencia; el control de las malezas resulta altamente satisfactorio; los rendimientos obtenidos resultaron muy variables.

Garese y Garay (1956) recomiendan aplicaciones de 320 g de 2.4 D i.a/ha cuando la planta tiene 20 cm de altura. Ortuño y Albornoz (1965) manifiestan que en Ecuador es común en todos los sitios en que se cultiva papa realizar una labor de deshierbe y hasta dos y tres aporques durante el ciclo vegetativo del cultivo. Como estas labores son costosas se planeó un ensayo en el que se combinó el herbicida Diurón con tamo (cobertura) de paja de trigo y con uno, dos o tres aporques. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas al 5%. Durante la cosecha se pudo apreciar: en las parcelas en que no se hizo ninguna labor (sin limpieas, aporques ni aplicación de Diurón) los estolones de las plantas de papa se desarrollaron excesivamente, dificultando la cosecha; además se observó una mayor pudrición de los tubérculos, probablemente debido al empozamiento del agua y una mayor producción de tubérculos superficiales en comparación con los tratamientos que tuvieron uno o dos aporques.

Parece que la aplicación de cobertura (tamo) no tuvo efecto mayor, probablemente debido a que en la época del cultivo hubo suficiente precipitación pluvial.

En los cultivos de papa de La Sabana de Bogotá (Cundinamarca), Heidrick (1963) recomienda efectuar quince días después de la siembra y antes de la emergencia de las plantas una aplicación de Dinoseb P.E. (57% emulsión), 7 litros por hectárea, con la cantidad de agua de acuerdo al equipo de aspersion que se disponga, generalmente de 200 a 400 litros.

Ríos (1968), en la Costa Central del Perú, usa herbicidas preemergentes en el cultivo de la papa. Los mayores rendimientos correspondieron a las parcelas tratadas con Prometrina, Linurón y Metobromorún, en comparación con el testigo. No se obtuvo un

control de las malezas gramíneas pero sí un retardo en su crecimiento.

En Venezuela, bajo condiciones tropicales calientes, 450 msnm, el Servicio Shell para el Agricultor (1967) da las recomendaciones, respecto a uso de herbicidas en papas, recopiladas en el Cuadro N° 54 (ver también Figs. 40 y 41).

CUADRO N° 54. Herbicidas en papas para la región central de Venezuela, según el Servicio Shell para el Agricultor (1967).

Herbicidas	Dosis producto comercial x ha	Volumen agua litros x ha	Momento de aplicación	Observaciones
Fluometurón 80 % P.M.	1.5–2 kg	200–400	Preemergencia	Agregar 1/2 litro surfactante WK x 100 litros agua, en caso que hayan brotado las malezas.
Diurón (DW 80 %)	1–1.5 kg	200–400	Preemergencia	1 kg en suelos livianos; 1.5 kg en suelos pesados.
Dinoseb (DNBP 70 %)	15–20 litros	200–400	Preemergencia	Sólo controla malezas de hoja ancha.
EPTC 78 %	7–15 litros	800	Preplantación, incorporado al suelo con pases cruzados de rotocultor	Sembrar el cultivo de papas tres semanas después. Controla <i>Cyperus rotundus</i> y hoja ancha.

Este mismo Servicio hace estudios sobre costo de aplicación de herbicidas y limpia manual del cultivo de la papa, tanto en la estación seca como en la estación de lluvias. En la estación seca el costo de

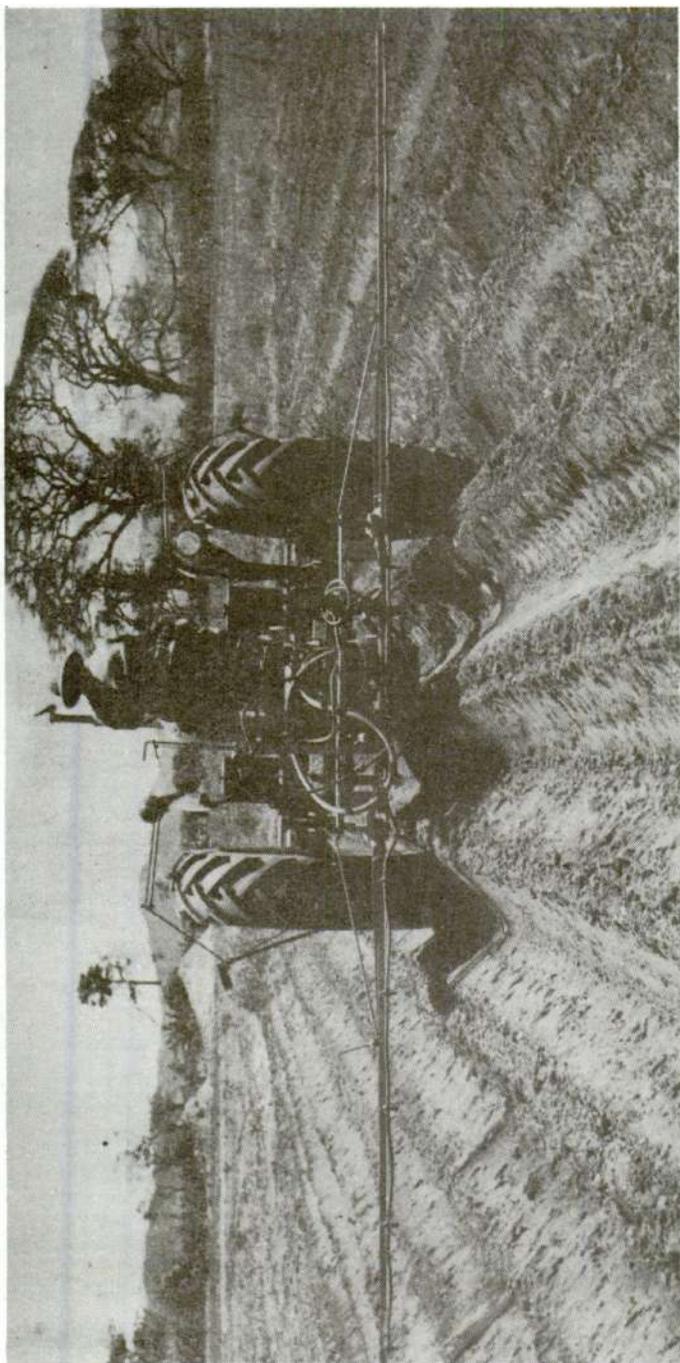


Fig. 40. Aplicación de herbicidas de preemergencia en papas.



Fig. 41. Estado de un papal tratado con herbicidas en la Región Baja de Venezuela, Hacienda la Cuarta, Laguna de Tacarigua.

limpia a mano se eleva a US \$ 33.00 por hectárea y en la estación de lluvias llega a US \$ 79.00. La aplicación de herbicidas, por el contrario, tiene el mismo costo en ambas épocas; con el Diurón los gastos se reducen en un 60 % en la estación seca y 80 % en la estación húmeda.

Nelson y Nylund (1963) indican que 300–600 g de 2.4–D i.a/ha, aplicado inmediatamente antes o durante la tuberización, generalmente aumenta ésta y el peso de los tubérculos menores de 5 cm de diámetro, pero disminuye el tamaño y peso promedio de los tubérculos sobre 8.75 cm de diámetro. Las aplicaciones de 2.4–D no afectaron el peso específico y el rendimiento de tubérculos de tamaño entre 5–8.75 cm de diámetro.

Howard (1969) cita resultados de Holmes y Stephens que sugieren que hay muy pocas diferencias en rendimientos en el cultivo de papas por control de malezas, ya sea por herbicidas o por labores de cultivo. Las parcelas cuidadosamente limpiadas a mano rinden casi media tonelada más que las tratadas con herbicidas. Afirma el autor que la reducción en rendimiento motivada a labores de cultivo puede deberse ya sea a disturbios de las raíces o a una pérdida extra de agua del suelo, y que con herbicidas las pérdidas son provocadas por pequeños efectos fitotóxicos en la planta de papa.

Kramer y Leiderman (1961) presentan resultados obtenidos en el Estado de Sao Paulo, Brasil, en el control de malezas en papas. Los productos Monurón y Diurón en las dosis 1–1.25 kg/ha i.a., y Simazín, Atrazín, Prometón en dosis de 1.25–1.50 kg/ha i.a., mostraron excelente comportamiento y un largo efecto residual en el suelo. Diurón DW y Diurón DL fueron igualmente comparables en el control de malezas y comportamiento general. Dinitro, Aretit y DNBP a razón de 3 kg/ha, igual que Amitrole 1.5 kg/ha fueron menos efectivos, ningún producto mostró efecto fitotóxico.

Santos y Leiderman (1967), también en Sao Paulo, indican que los mejores herbicidas en papas fueron Diurón 1.5 kg/ha, Linurón 2 kg/ha y Prometrina 2 kg/ha en preemergencia de producto comercial.

Murgia, Rojas y Ravelo (1967) estudiaron la relación entre aporque y aplicación de herbicidas en el cultivo de la papa en Colombia y concluyen que aporque alto –30 cm– en combinación con el herbicida Linurón 1 kg/ha i.a., dan buen resultado.

Aplicación de herbicidas:

Nombre común	Nombre Comercial	Formulación	Concen- tración	Dosis x ha producto comercial
Antes de la siembra				
Dalapón	Basfapón.	S	74 %	10-12 kg
	Dalapón	S	74 %	10-12 kg
	Dowpón	S	74 %	10-12 kg
EPTC	Eptam	E	920 g/litro	5 kg
Preemergencia (contacto)				
Paraquat	Gramoxone	S		2-4 kg
Dinoseb	Premerge	S	400 g/litro	20 l
	Sinox PE	S	400 g/litro	20 l
(Contacto y residuales)				
Linurón	Lorox,	PM	50 %	2-4 kg
	Afalón	PM	50 %	2-4 kg
	Linurón	PM	50 %	2-4 kg
Monolinurón	Afesín	E	230 g/litro	2-4 kg
Mezcla Linu- rón y Mono- linurón	—	—	—	2-4 kg
Clorbromurón	Malorán	PM	460 g/litro	2-4 kg
Mezcla aceta- to Dinoseb y Monolinurón	—	PM	50 %	5-8 kg
Ametrina	AA-top	E	265 g/litro	2-4 kg
Prometrina	Gesagard	PM	50 %	3.5 kg
Mezcla Prome- trina y Si- mazín				2-4 kg
Mezcla Para- quat y Mono- linurón				5 kg
(Residual)				
Metobromurón	Patorán	PM	50 %	2-4 kg
60 días antes de la cosecha				
EPTC	Eptam	E	920 g/litro	3-4 kg

S = Solución E = Concentrado emulsionado P.M. = Polvo mojable

Los herbicidas en papas son de uso actual bastante difundido y se clasifican en productos de contacto como Diquat, Paraquat, Dinoseb, Pentaclorofenol, y herbicidas de efecto residual como Ametrina, Linurón, Monobromurón, Prometrina y otros.

Los herbicidas de contacto son de uso limitado porque las malezas que germinan después de la aspersión del producto crecen sin mayores problemas. Los herbicidas residuales tienen alguna acción de contacto pero su principal uso se basa en que permanecen en el suelo por algún tiempo, matando las malezas que van naciendo posteriormente. La acción de estos herbicidas es muy poco efectiva contra las ciperáceas.

Observaciones sobre algunos herbicidas (Canadá, 1975).

Alaclor: se le conoce comercialmente como Lasso, contiene 450 g/litro de concentrado emulsionable y se usa en especial para el control de malezas anuales aplicándolo antes que éstas presenten su segunda hoja. En combinación con Clorbromurón o Linurón se logra el control tanto de gramíneas como de malezas de hoja ancha.

Clorbromurón: se comercia como Malorán, contiene 50% de polvo mojable y se aplica antes que se produzca la emergencia del 10 % de los brotes.

Dalapón: se conoce comercialmente como Dalapón, Dowpón o Basfapón, contiene 74% de polvo mojable dalapón y controla gramíneas y ciperáceas; se aplica sobre el follaje de las malezas y se deja por tres días para permitir circular al herbicida, luego se hace una labor mecánica para enterrar la maleza seca.

Dinoseb: se denominaba DNBP, se vende como Premerge o Sinox PE, contiene 400 g/litro. Se aplica en 150 a 300 litros de agua. Dinoseb es un herbicida de contacto residual que controla las malezas de hoja ancha en germinación por varias semanas y es muy venenoso.

EPTC: comercialmente Eptam; contiene 920 g/litro de concentrado emulsionable de EPTC; también se vende en forma de gránulos al 5%. Se usa para diversas malezas inclusive gramíneas; su mejor incorporación es en tratamiento de preplantación junto a las rastreaduras del terreno.

Linurón: se encuentra en el comercio como Afalón, Linurón o Lorox, contiene 50% de polvo mojable, como tratamiento de preemergencia. No se usa este producto en suelos arenosos pues causa daño al cultivo de papa.

Metobromurón: conocido como Patorán; contiene 50% de polvo mojable, se aplica en tratamiento de preemergencia. Cuando predominan las gramíneas se debe aplicar las dosis mayores de producto.

Metribuzín: comercialmente conocido como Lexone o Sencor; contiene 50% de metribuzín polvo mojable; se aplica de 1.5 a 2.5 kg de producto comercial por hectárea. Cuando hay presencia de pastos anuales se usa la dosis superior.

Monolinurón: se vende como Afesín, polvo mojable, al 50 %.

Paraquat: comercialmente Gramoxone, herbicida de contacto; no hay efecto residual en el suelo.

Prometrina: conocida comercialmente como Gesagard, que contiene 50% de prometrina, en forma de polvo. Aplicado de pre-emergencia requiere de humedad causada por lluvia o riego para una acción efectiva.

Otros herbicidas usados en papa son: Amitrole, Aretit, Atrazín, Diquat, 2.4-D, DNOC, DMXD, Diurón, Fluometurón, Monurón, Pentaclorofenol, Prometón, Simazín, y varios más.

Forma de aplicar el herbicida. La aplicación del herbicida puede hacerse desde un avión, con una asperjadora mecánica accionada por un tractor o bien con una asperjadora de espalda.

Para las aspersiones con ayuda de tractor el Servicio Shell para el Agricultor (1957) recomienda las siguientes operaciones:

- a. Colocar en la barra de aspersión, a 40 centímetros de separación, boquillas de los números 8 003 ó 6 503, con filtros de 50 mallas;
- b. marcar un recorrido de 42 metros (unos 47 pasos normales) y hacer que el tractor cubra esa distancia en medio minuto exactamente; una vez hallada esta velocidad (5 kilómetros por hora) marcar una señal en la posición del acelerador;

- c. colocar cierta cantidad de agua en el tambor y poner el motor en neutro, con el acelerador en la posición señalada antes;
- d. poner a funcionar el aparato aspersor y colocar un envase de medio litro en cualquiera de las boquillas;
- e. asperjar a una presión tal que el envase de medio litro se llene exactamente en medio minuto; si el envase no se llena en ese tiempo, o si por el contrario rebosa antes, deberá graduarse la presión hasta lograr el ajuste preciso por medio del regulador de presión, pero nunca modificando la aceleración. Una vez hecha esta calibración el equipo queda listo para asperjar 300 litros por hectárea;
- f. llevar el tractor al campo sembrado y graduar la altura de la barra de aspersión de manera que los abanicos de las boquillas se corten por encima de los lomos de los camellones, a fin de que la aspersión cubra todo el terreno;
- g. cambiar el agua del tambor por la mezcla de herbicida y agua hecha en la proporción requerida.

Para hacer las aspersiones con equipo de mano debe procederse en la forma siguiente:

- a. Adaptar a la asperjadora de espalda una barra de aspersión de 40 centímetros en cuyos extremos se colocan sendas boquillas de los números 8 002 ó 6 502 con filtros de 50 mallas;
- b. echar cierta cantidad de agua en el depósito de la asperjadora y colocar en una de las boquillas un envase de medio litro;
- c. marcar un recorrido de 42 metros y asperjar a un paso tal que el envase de medio litro se llene exactamente al cabo de ese recorrido; una vez hecha esta calibración será posible rociar a razón de 300 litros por hectárea;
- d. cambiar el agua del depósito de la asperjadora por la mezcla de herbicida y agua;
- e. en el campo, asperjar al mismo paso que se empleó para lograr la calibración; la mezcla de herbicida y agua debe agitarse con la mayor frecuencia posible.

Defoliadores

Existen otros productos denominados mata-vástagos o defoliadores (herbicidas de contacto) cuyo objeto es eliminar la vegetación de la papa y las malezas que pueda haber en el campo, permitir un

trabajo adecuado de las máquinas de cosecha, evitar un ataque tardío de enfermedades de virus en los semilleros de papas, obtener una mayor proporción de tubérculos tamaño semilla y detener el paso del inóculo del tizón de los tallos a los tubérculos.

Boock (1963), del Instituto Agronómico de Sao Paulo, probó los productos DMXD al 4 y 8 %, DNOC al 2 y 4 %, en comparación con un testigo sin tratar. El DNOC en dilución al 4 % fue el defoliador más efectivo, seguido del mismo producto al 2 %, que fue semejante al DMXD al 8 %.

Cuando no se dispone de máquinas asperjadoras puede utilizarse cianamida de calcio en polvo, aplicándolo cuando el follaje de la papa está húmedo por el rocío.

Aplicación de defoliadores :

Nombre común	Nombre comercial	Formulación	Concentración	Dosis x ha producto comercial
Ametrina	AA top	E	265 g/litro	10 litros
Dinoseb	Desfoliante de papa Dow	S	340 g/litro	7 litros
	Desfoliante top-Killer	E	340 g/litro	7 litros
	Sinox General	S	680 g/litro	3.5 litros
Diquat	Reglone	S	230 g/litro	2.5—3 5 litros
Endotal	Des-1-Cate	S	93 g/litro	20 litros
DMXD		S		8 litros
DNOC		S		8 litros

La cantidad de agua en que se disolverán estos productos dependerá del equipo que se disponga; en general se usa de 200—400 l/ha (Fig. 42).

Observaciones sobre algunos defoliadores. (Canadá, 1975).
Ametrina: Este es el producto químico activo; una de las marcas comerciales es AA-top. Generalmente mata al comienzo las hojas y tallos más lentamente que los otros defoliadores. Sin embargo, es tan efectivo como los otros en un plazo de 10—12 días y es compatible

con los siguientes fungicidas: Dithane M-22 (Maneb), Dithane M-45, Dithane Z-78 (Zineb), Difolatán, Duter, Polisán.

Se estima que los resultados de Bartholdi, Alborno y Untiveros (1942, 1965 y 1968) deben de referirse a condiciones muy especiales y que, en todo caso, se está de acuerdo con Opazo (1919) en que esta práctica de tener que eliminar flores "obliga a un trabajo delicado y minucioso" que solo será posible aplicarlo allí donde la mano de obra sea abundante y coincida su ejecución con períodos de receso de otras actividades agrícolas en la finca.

En el Cuadro N° 56 Montaldo (1968) señala el comportamiento en cuanto a florescencia y producción de bayas de 23 variedades de papas en cuatro localidades de Venezuela. Si se toma como ejemplo la variedad Sebago, que produjo en rendimiento (Cuadro N° 23) 6.25 ton/ha en Maracay, con apreciación F; 17.26 ton/ha en El Laurel con apreciación +F/B; 21.04 ton/ha en Bajo Seco 1 500 con apreciación F/B, y, 18.33 ton/ha en Bajo Seco 2 000 con apreciación F, se verá la falta de asociación entre florescencia y producción de bayas y rendimiento. Este estudio, como se señaló en el tema tuberización, mostró que en El Laurel con 19.5°C de promedio de temperatura hubo más producción de follaje que en las otras tres localidades, lo que parecería indicar —al observar el Cuadro N° 56— que estaría asociado con producción de flores y bayas.



Fig. 42. Defoliación de precosecha de un campo con cultivo de papa, en forma mecanizada.

CUADRO N° 55. Efecto de hormonas en el rendimiento y sólidos totales en la papa (Brasher, 1960).

Tratamiento	Rend. ton/ha	Sólidos Totales %
Testigo	22.0	15.3
Acido N-meta-toliftalámico 500 ppm en estado botón	25.85	14.8
Acido N-meta-toliftalámico 500 ppm en plena florescencia	25.32	15.0
Acido Indol-3-acético 50 ppm en estado botón	23.12	14.8
Acido Indol-3-acético, 50 ppm en estado botón + 50 ppm tres semanas después	24.37	15.2
Acido paraclorofenoxiacético 15 ppm en estado botón	21.55	15.0
Acido paraclorofenoxiacético 15 ppm en estado botón – 15 ppm tres semanas después	23.80	15.0
Acido 2, 4, 5 triclorofenoxiacético 50 ppm tres semanas después de plena florescencia	24.27	14.3
Acido giberélico 15 ppm en estado botón	27.17	14.8
Acido Indol-3-acético, 50 ppm, tres semanas después, estado botón	23.70	14.3
D.M.S. 5 %	2.82	0.6
D.M.S. 1 %	3.85	0.8

COSECHA

Extracción

La cosecha es una de las labores más caras y que requiere mayor número de obreros y mejor organización que cualquiera otra faena en el cultivo de la papa.

CUADRO N° 56. Florescencia y producción de bayas en 23 variedades de papas en cuatro localidades; cultivo de estación húmeda. Maracay, Venezuela. (Montaldo A., 1968).

Nombre de la variedad	Especie <i>S. tuberosum</i>	Localidades			
		Maracay 450 m 24.5°C	El Laurel 1 360 m, 19.5°C	Bajo Seco 1 500 m, 18.5°C	Bajo Seco 2 000 m, 16.5°C
Sebago	gr. tuberosum	F	+ F/B	F/B	F
Red Pontiac	"	-F	-F	0	0
Alpha	"	-F	F	0	0
Atleet	"	F	-F	0	0
Debora	"	F	+ F/B	F	0
Desirée	"	F	F/B	F/B	F
Mentor	"	-F	F	0	0
Multa	"	F	-F	0	0
Nascor	"	0	F	-F	0
Patrones	"	-F	-F	0	0
Radosa	"	-F	-F	F	F
Spartaan	"	-F	F	0	-F
Tómbola	"	-F	0	0	0
Rebeca	"	F	F	-F	0
Donata	"	F	F	F	F
Format	"	F	+ F/B	-F/B	F/B
Arbolona	gr. andigena	0	+ F/B	-F/B	-F/B
Merideña	gr. and. x gr. tub.	0	-F/B	-F/B	-F/B
50-6-2	"	0	+ F	-F/B	F
Guadalupe	"	0	+ F/B	-F/B	0
52-6-2	"	0	F/B	-F/B	-F
54-448-5	"	F	F/B	-F/B	-F/B
Montserrat	"	0	F	-F/B	-F/B

-F = menos de 40 % de plantas con flores abiertas.

F = 40-80 % de plantas con flores abiertas.

+ F = 80-100 % de plantas con flores abiertas.

B = presencia de bayas.

La cosecha se efectúa cuando el cultivo alcanza su madurez fisiológica, caracterizada porque las plantas se ponen amarillentas y flácidas, instante en que es recomendable aplicar algún defoliador o bien eliminar el follaje mediante una segadora o rotativa.

Se recomienda iniciar la cosecha una semana o quince días después de este tratamiento y cuando se esté seguro de que la cáscara está fuertemente adherida y que no se pela al frotar los tubérculos. Es posible demorar la cosecha más tiempo si la ausencia de insectos en el suelo, la falta de lluvia o las heladas, así lo permiten.

Para iniciar la cosecha el suelo no debe estar muy húmedo, a fin de evitar la formación de terrones. Otra precaución que deberá tenerse es retirar del sol, cuanto antes, las papas recién cosechadas.

La cosecha puede hacerse en forma manual con azadones o escardillas, o bien en forma semimecanizada y mecanizada en cultivos de cierta importancia.

En los cultivos de primores se suele hacer una cosecha parcial de acuerdo a las demandas del mercado local. Igualmente, cuando en el campo hay mucha necesidad ('años malos') es común que los campesinos hagan un descalce prematuro de las plantas para extraer los tubérculos más grandes y vuelvan a aterrar la planta para permitir que los tubérculos pequeños terminen su desarrollo. Esta modalidad se ha visto como una práctica corriente del cultivo de la papa en los páramos de los Andes venezolanos.

Las siembras de papas de Estación se cosechan en forma total y por lo general en forma semimecanizada o mecanizada. Se señalan como las principales ventajas de la cosecha mecanizada el que reduce la mano de obra, mejora la calidad de los tubérculos, reduce los costos y aumenta los beneficios del cultivo. Sin embargo, habrá de considerar el aspecto social de esta labor, especialmente allí donde hay mano de obra abundante y que necesita trabajar.

Entre las máquinas semimecánicas para cosechar están los implementos aporcadores y el arado papero, este último consistente en un cuchillo en forma de V que corta dos hileras de papas. En ambos casos, aporcadores y arado papero, los obreros recogedores escarban la tierra con herramientas cortas para desenterrar algunas papas que no han sido removidas.

Entre las cosechadoras mecánicas están:

Arrancadora de molinete radial: trabaja por tracción animal o acoplada directamente al toma-fuerza del tractor; lanza los tubérculos en forma desordenada, lo que resulta un inconveniente para descubrir los camellones no cosechados. La recolección es lenta y se produce un elevado porcentaje de heridas y machucaduras en las papas (Figs. 43 y 44). Se recomienda para suelos húmedos y pesados y puede cosechar 3 veces más al día que la labor manual.

Cosechadora: consta de una reja plana terminada en punta de 50—60 cm que se entierra hasta 20—30 cm por medio de una palanca graduada. Esta reja levanta todo el camellón, el que pasa a una cadena o plano inclinado de barras de hierro en continuo movimiento; la tierra cae por entre las barras y los tubérculos quedan en una hilera en el campo, lo que hace posible una recolección rápida. Esta máquina puede ser accionada por tracción mecánica o animal. Hay máquinas de una ó dos rejas y su rendimiento es de dos y cuatro hectáreas diarias respectivamente.

Tanto en la cosecha manual como en la semimecanizada y en la mecanizada con arrancadora y cosechadora sencilla, los tubérculos se recolectan en canastos y de ahí se pasan a sacos, huacales o barricas para cargarlos en carretas o camiones y llevarlos a los almacenes (Figs. 45, 46 y 47).

Cosechadora-recogedora: es la cosechadora anterior, que deposita los tubérculos a veces por intermedio de un aparato clasificador o una banda sin fin en un saco o en un depósito con descarga automática montada sobre la máquina. En otros casos los deposita en un carro que va detrás o al lado de la cosechadora; la separación de la tierra se efectúa por medio de una o más cadenas cribadoras, un tambor cribador o una estera cribadora (Fig. 48).

Como estas máquinas son muy voluminosas, los suelos en que trabajan deben ser planos, sin surcos y sin piedras o troncos. La construcción de las cadenas, teniendo en cuenta su desgaste, es un punto muy importante. Cuanto más ligero sea el suelo tanto mayor será el desgaste. Son bastante eficientes las cadenas articuladas, cadenas de rodillos o cintas de goma en que van montadas las barras cribadoras.

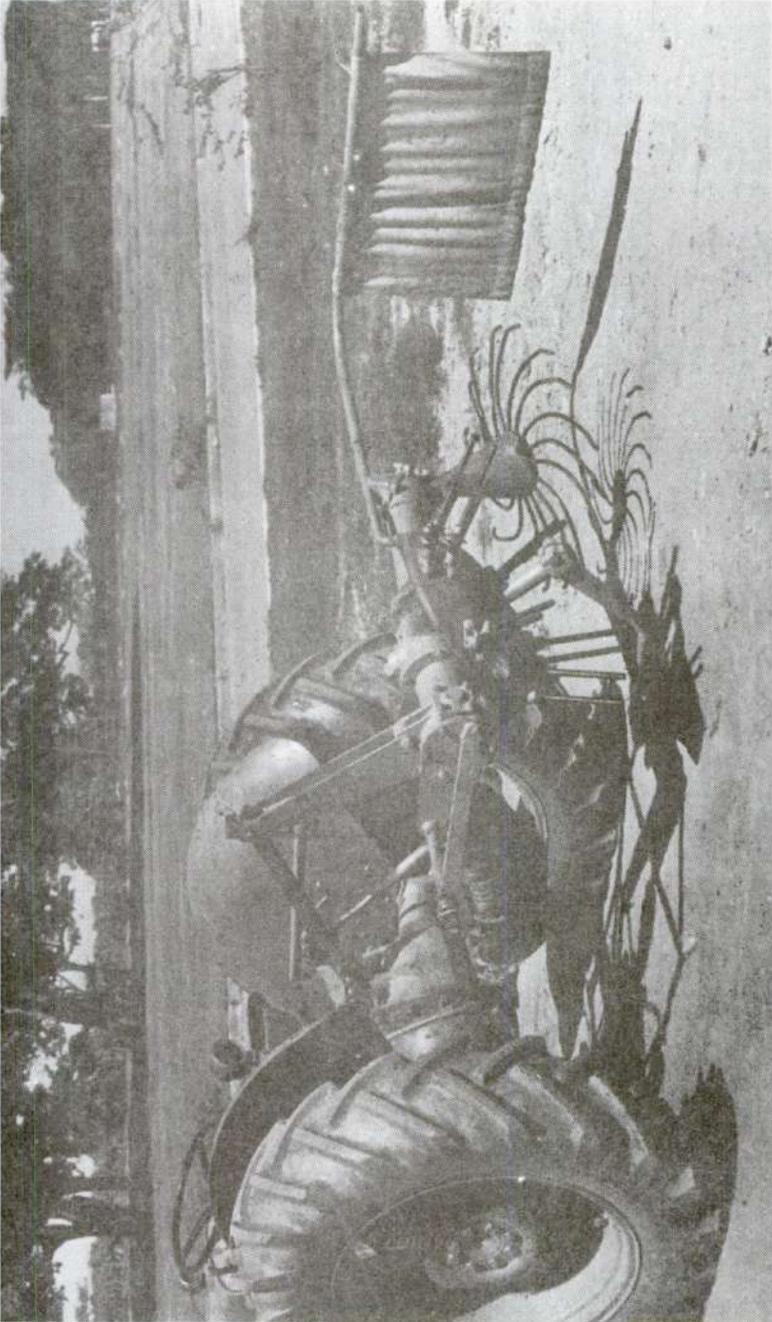


Fig. 43. Máquina cosechadora-arrancadora de papas de molinete radial (Cortésia Fusagri).

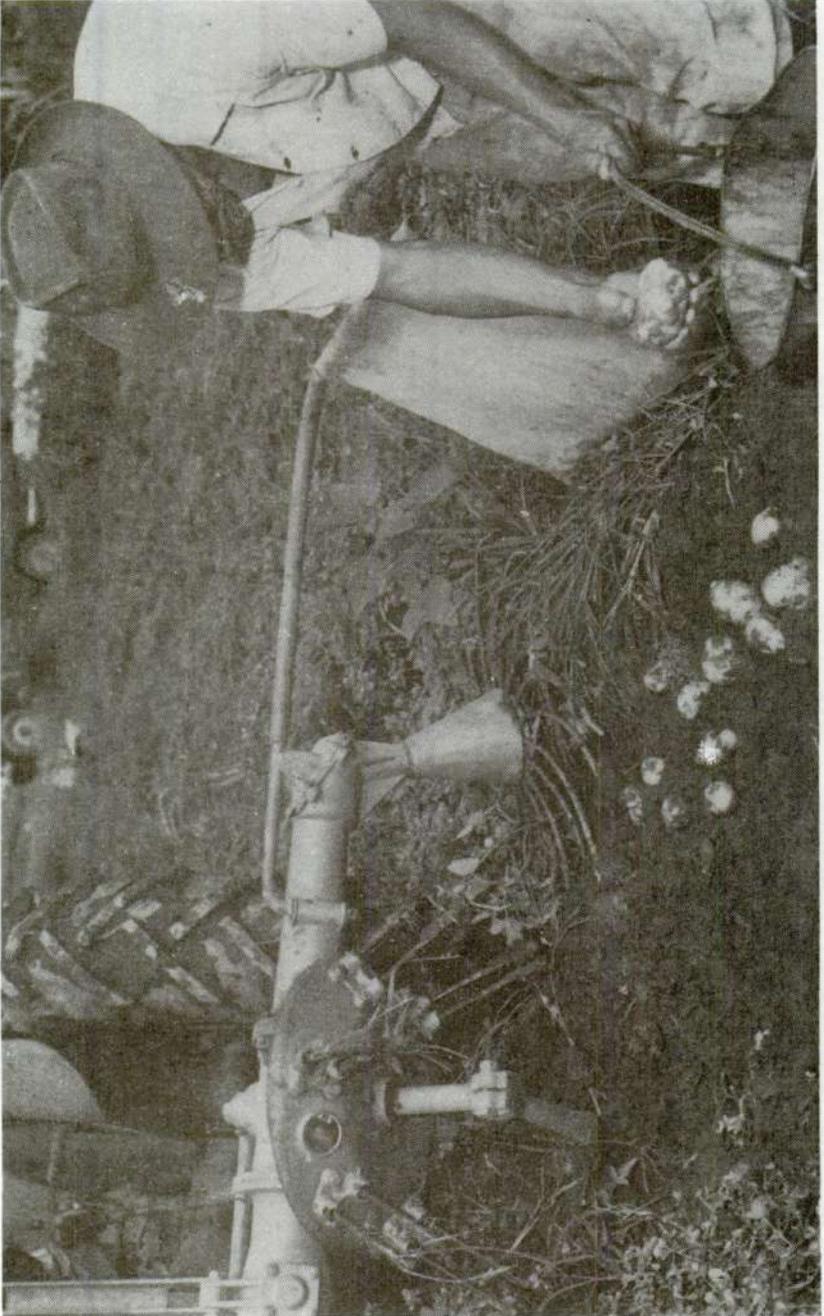


Fig. 44. Máquina cosechadora-arrancadora de papas de molinete radial en acción (Cortésia Fusagri).

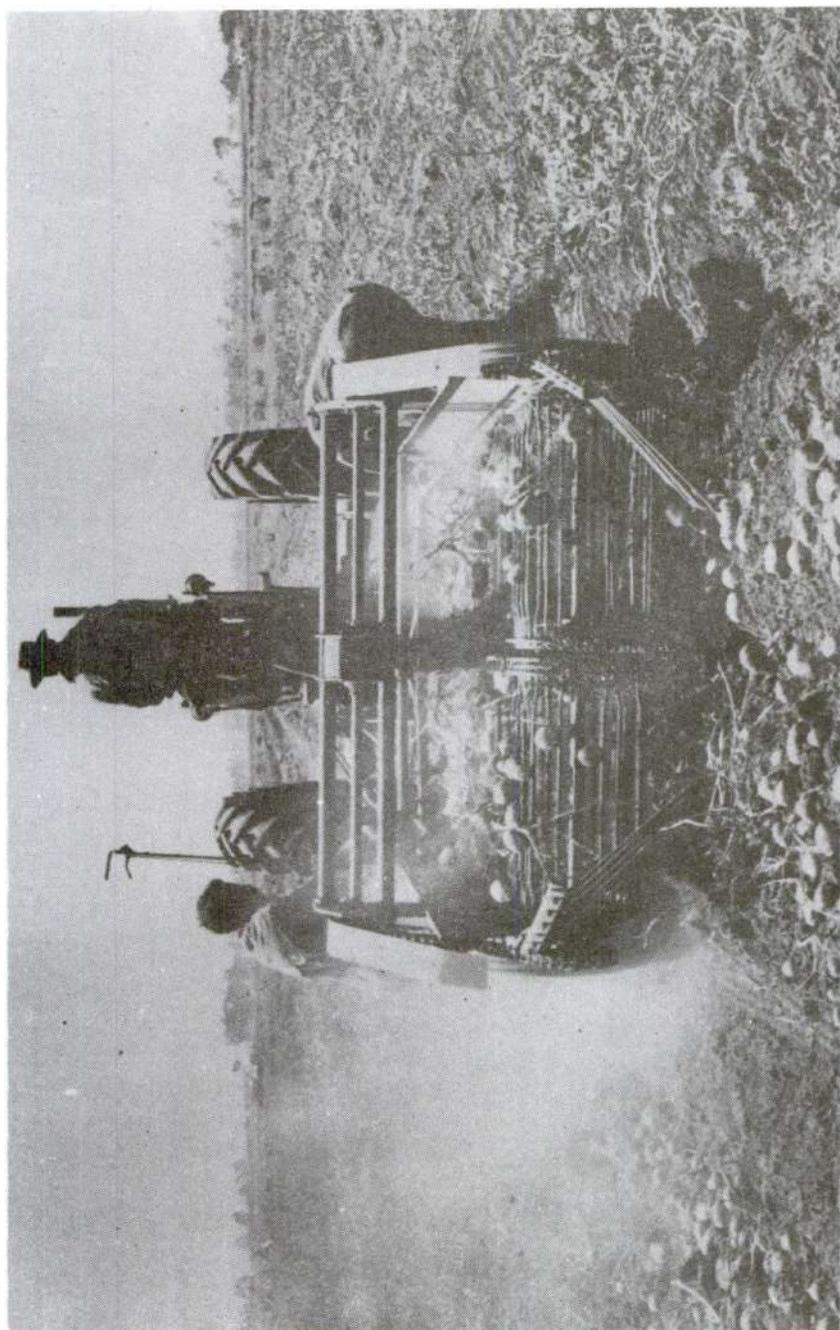


Fig. 45. Máquina cosechadora de papas de dos hileras.

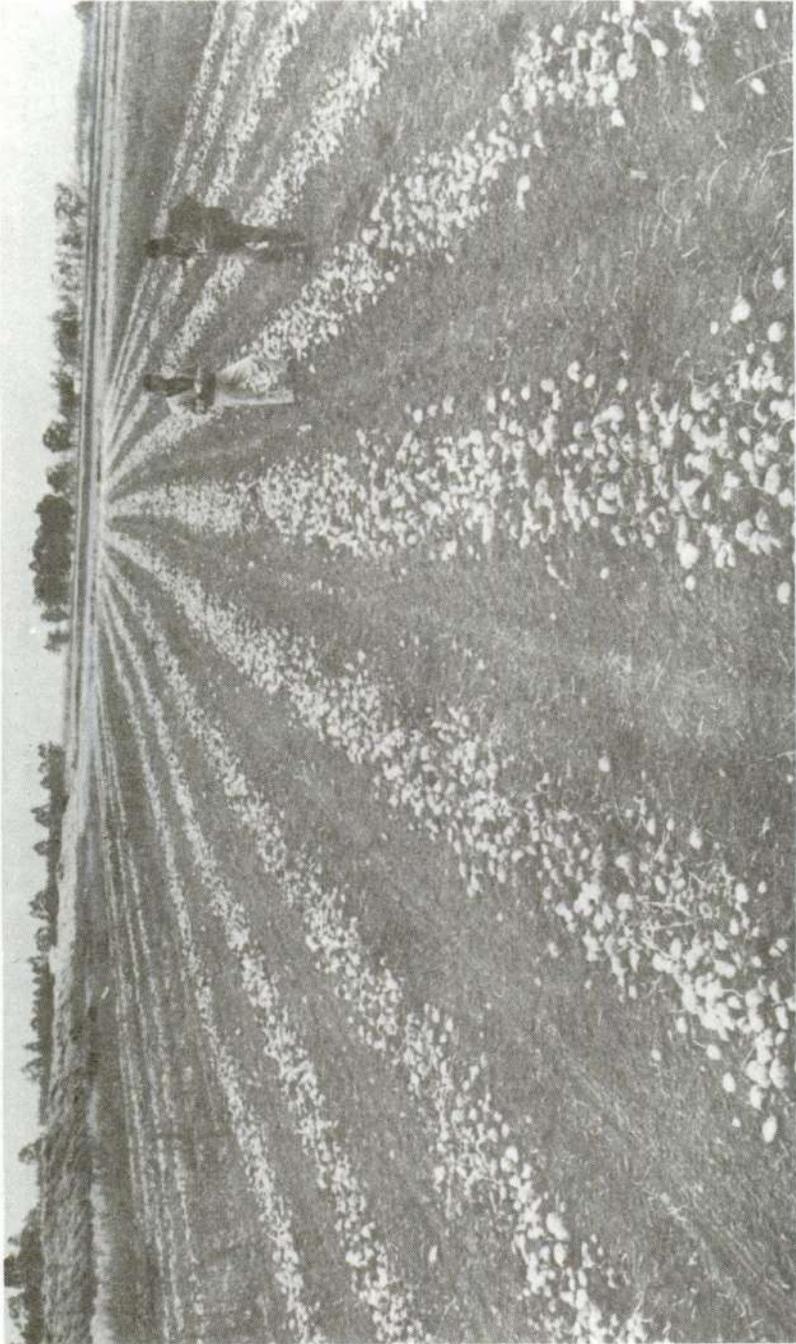


Fig. 46. Aspecto de un campo cosechado con máquina (Cortesía E. Pérez).



Fig. 47. Recolección manual de papas.

La reja puede consistir de una sola pieza o de varias; puede ser plana o en forma angular. Una reja múltiple generalmente causa menos obstrucciones; la reja debe ajustarse de tal modo que penetre sólo lo necesario en el suelo. Al penetrar más hay un movimiento de tierra mucho mayor; una profundidad adicional de 10 cm, por ejemplo, equivale a un aumento aproximado de 1 000 ton de tierra por ha, que cae sobre la cadena cribadora. Las cosechadoras-recogedoras van provistas de un dispositivo para eliminar los vástagos de las papas y las malezas.

Los daños constituyen el mayor problema de la cosecha con máquinas y pueden ser daños mecánicos y decoloración (manchas azules) a causa de golpes.

Los daños mecánicos pueden consistir en destrucción de las papas por la reja, apretadura de las papas entre las partes en movimiento de la cosechadora, golpes en los tubérculos por la fuerza excesiva contra las partes metálicas de la máquina, otros. Los daños mecánicos pueden subsanarse con una buena regulación de la cosechadora.

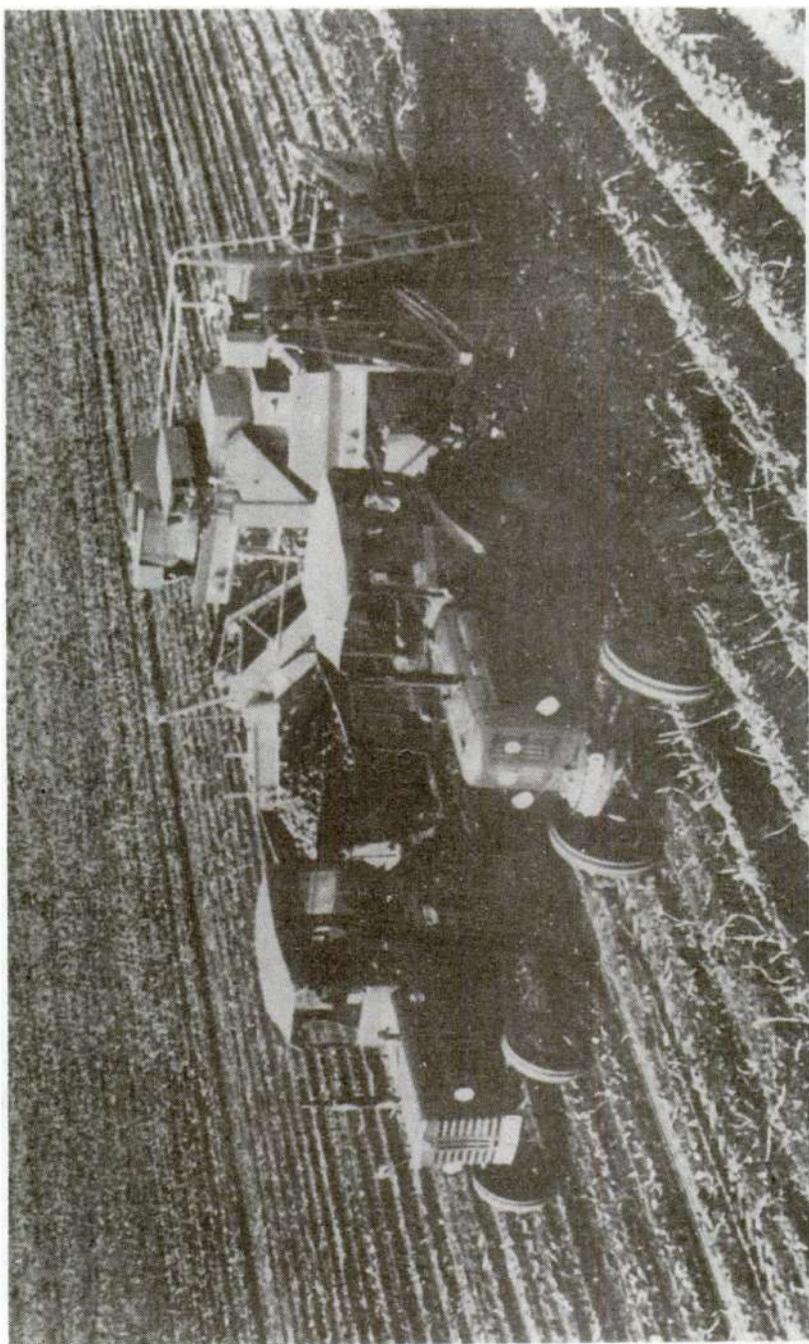


Fig. 48. Máquina cosechadora-recogedora y semiseleccionadora junto con carro recolector en acción.

Para impedir la decoloración se puede tomar varias medidas: evitar la eliminación demasiado rápida de la tierra mediante el cribado, eliminar los terrones duros de entre las papas, regular adecuadamente la cadena cribadora y los sacudidores, revestir en lo posible con goma las partes metálicas de la máquina en contacto con los tubérculos, evitar que los tubérculos caigan de una altura excesiva.

Echeverría (1971) en el Estado Aragua, Venezuela, dio las siguientes cifras para la cosecha entre la productividad del cultivo por hora-hombre, u hora-máquina, comparando los valores obtenidos en E.U.A.

CUADRO N° 57. Productividad en kg/ha entre diversas modalidades de cosechas obtenidas para el Estado Aragua, Venezuela, comparadas con valores de Estados Unidos.

Modalidad de cosecha	Productividad en kg/ha	
	Venezuela	Estados Unidos
1) Uso de arrancadoras con surcadoras	2 025.00	—
2) Uso de arrancadoras con cadenas	2 278.90	—
3) Uso de cosechadoras automáticas, arrancadoras recolectoras a 70% de eficiencia y velocidad promedio de 1.92 km/h		11 515.00

Echeverría, en el mismo trabajo, hizo además las siguientes observaciones:

- a. El uso de surcadoras como implemento sacador de papas es más económico que el uso de arrancadoras de cadenas. No obstante esta ventaja, con el uso de surcadoras un alto porcentaje de tubérculos queda enterrado, además de que las papas sacadas se dispersan por el terreno. Esta fase de agrupar las papas encarece la labor de recolección manual si se la compara

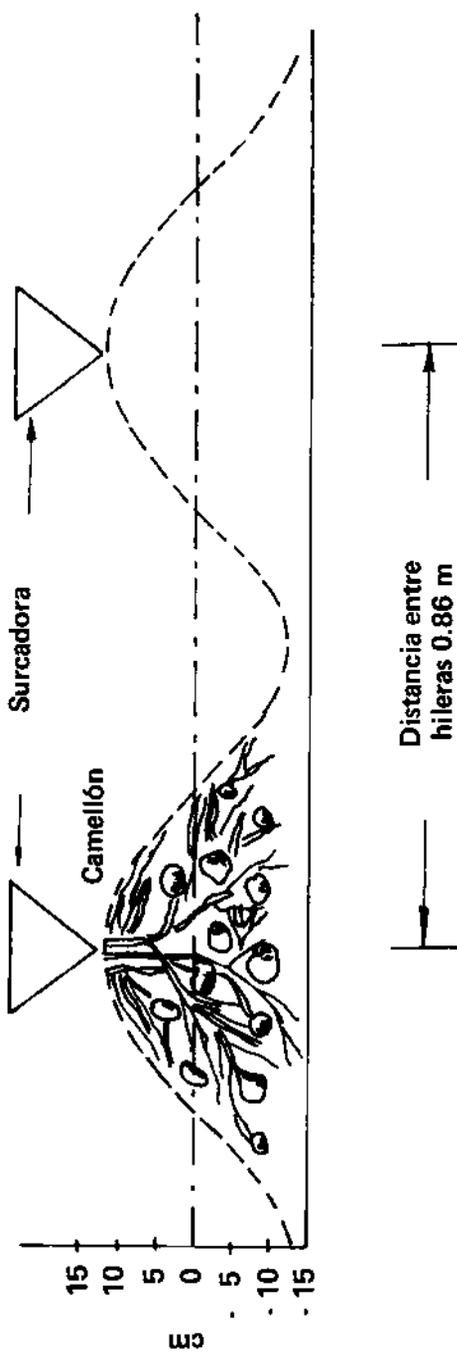


Fig. 49. Sección transversal de terreno en cultivo de papa. Obsérvese sobre el camellón la posición de las herramientas de la surcadora usada en la cosecha.

con la recolección manual posterior al paso de las sacadoras de cadena.

b. La sacadora de cadenas no profundiza tanto como la surcadora; por consiguiente para una buena cosecha el camellón debe ser alto, con una ubicación conveniente del tubérculo sembrado en la sección del camellón (Fig. 49).

Precauciones a tomar en la cosecha. Desinfecte su cosechadora; aplique vapor de agua a $7 \text{ kg/cm}^2 \times 5$ minutos; haga una prueba de cosecha y cerciórese que todos los mecanismos están en buenas condiciones; tenga una reserva de los repuestos de uso más frecuente.

Evite cosechar cuando la temperatura del suelo baja de $+5^\circ \text{C}$, especialmente si se trata de tubérculos para hojuelas (*chips*), pues a esta temperatura se produce una transformación del almidón en azúcar, lo que da un producto de color café oscuro y de gusto amargo.

Transporte y lavado

Weaver *et al* (1965) en el Estado de Washington (USA), experimentaron con papas que pasan directamente de la máquina cosechadora recogedora a un camión provisto de un tanque lleno de una solución de hipoclorito de sodio que las lava, blanquea, y evita el daño por golpes.

Se ha encontrado que las papas cosechadas en agua tienen menos manchas azules y son mucho más descoloridas que los tubérculos cosechados a granel en carros o camiones; la cosecha en agua también reduce el daño exterior. La descarga de las papas con agua al llegar al almacén reduce los daños y elimina la necesidad de tener que mover transportadoras y grúas; todo esto recomendaría el uso de camiones cisternas.

Los tubérculos, una vez llegados al almacén de guarda pasan a bandas transportadoras de goma cóncavas o planas, provistas de topes de arrastre, hasta las máquinas lavadoras.

Las lavadoras consisten en un sistema de tanques en que se sumergen las papas tan pronto llegan del campo, o bien se lavan mediante una lluvia fina o presión que evita la contaminación de

podriciones blandas, que ocurre frecuentemente en los tanques. Esta máquina da más apariencia a los tubérculos y facilita la selección.

De la lavadora las papas pasan en una banda transportadora a través de una corriente de aire a 65° C durante 4 minutos para quitarles el exceso de humedad. Si la humedad relativa ambiente está bajo 70 %, es posible empacar los tubérculos aún húmedos.

Recolección

Gran parte de la cosecha de la papa en Latinoamérica se hace en forma rudimentaria. Es costumbre hacer montones y dejarla allí hasta terminar la cosecha completa del campo. Los montones se tapan, para evitar el daño de los rayos solares o de las heladas nocturnas, ya sea con restos de plantas de papas o con otros productos vegetales que haya en los alrededores, como plantas de maíz, forrajes o malezas.

Ya se ha insistido en la inconveniencia de usar plantas de papa como cubierta, por ser fuente de contaminación de enfermedades o de plagas.

Lo más conveniente sería recoger directamente las papas en el hilo de cosecha mediante canastos, sacos, guacales o cajones, o barricas de madera y llevarlas al almacén. Conjuntamente con esta operación podría hacerse una primera preselección de manera de dejar para una recogida posterior las papas chicas de menos de 50 gramos.

Clasificación

Una vez llegadas las papas al almacén será conveniente una mejor clasificación con máquinas especiales que pueden accionarse a mano o con fuerza motriz; tales clasificadoras pueden ser de rodillos o de cadenas. Las seleccionadoras de cadenas causan menos descasamiento a las papas.

Los propósitos de la clasificación, de acuerdo a Perry (1960), son:

- a. ayudar a comercializar la cosecha;
- b. proporcionar los medios para que los agricultores y otras personas pueden obtener mayores beneficios de sus operaciones;

c. ofrecer la oportunidad a los consumidores de adquirir las calidades que ellos consideren importantes y por las que están dispuestos a pagar.

Cada región deberá establecer sus propias normas de clasificación. En todo caso, es conveniente hacer hincapié en los siguientes puntos, con respecto al estado de los tubérculos:

- a. madurez y grado de descascarado;
- b. firmeza de la pulpa y presencia de brotes;
- c. color de la cáscara y nitidez del color;
- d. forma de los tubérculos; que no sean puntiagudos, chatos o rajados;
- e. corazón hueco y decoloración interna. Habrá que partir varias papas y comprobar que no presenten el 'corazón hueco' como consecuencia de desórdenes fisiológicos provocados por riegos o lluvias a destiempo; la decoloración es causada por diversos agentes patógenos, antes de alcanzar el calificativo de pudrición;
- f. otros defectos externos, que pueden incluir: corazón negro, grietas por aire, daños causados por insectos (gusanos alambres), por roedores y pájaros, defectos por congelación, humedad; defectos causados por gramíneas, lenticelas abiertas, superficie sarnosa, con rizoctonia, crecimiento secundario, quemaduras de sol, verdeado;
- g. pudriciones blandas, húmedas o secas, debidas a diversos patógenos.

Todo lo anterior muestra la necesidad de establecer, ya sea por medio del Estado o por medio de Cooperativas de Productores, un Reglamento de Grados y Clasificación y los servicios de inspección respectivos (Figs. 50, 51, 52).

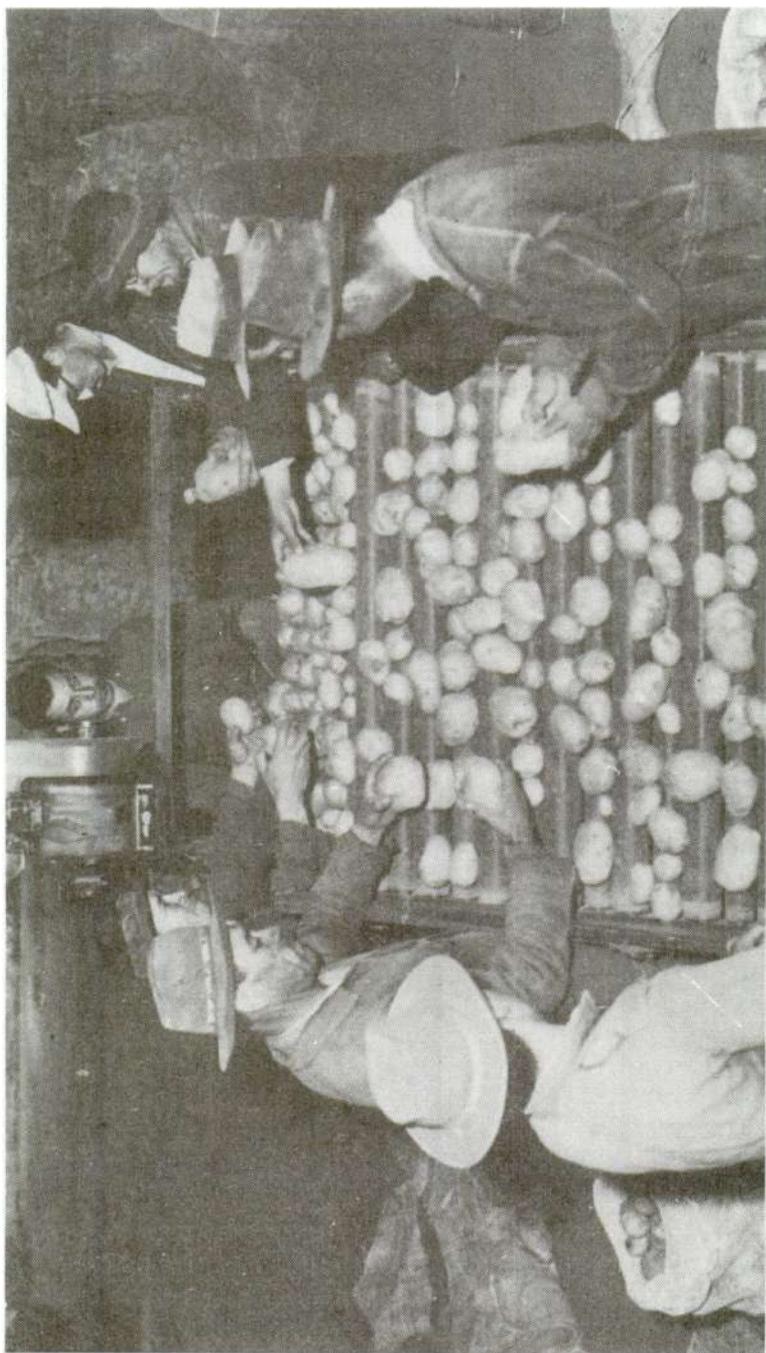


Fig. 50. Seleccionadora de papa de rodillos.

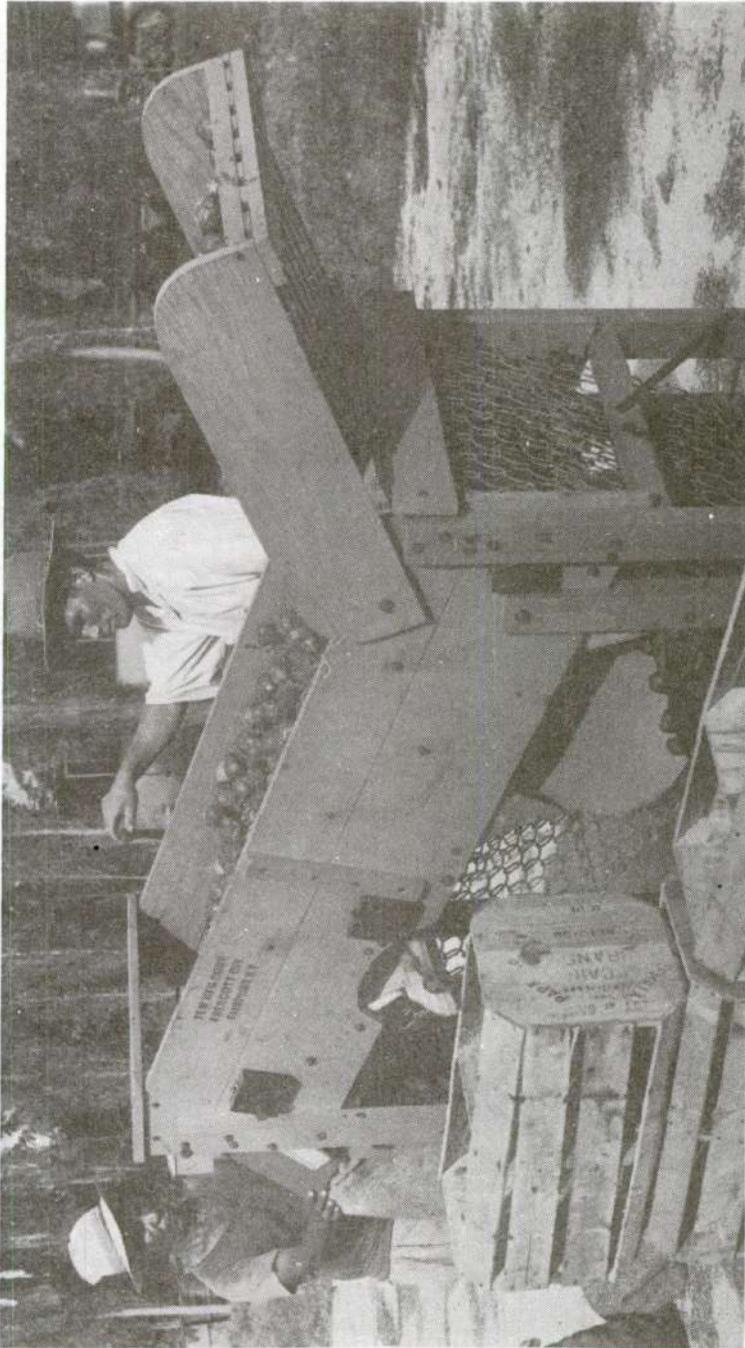


Fig. 51. Seleccionadora de papas de alvéolos (cortesía Fusagri).

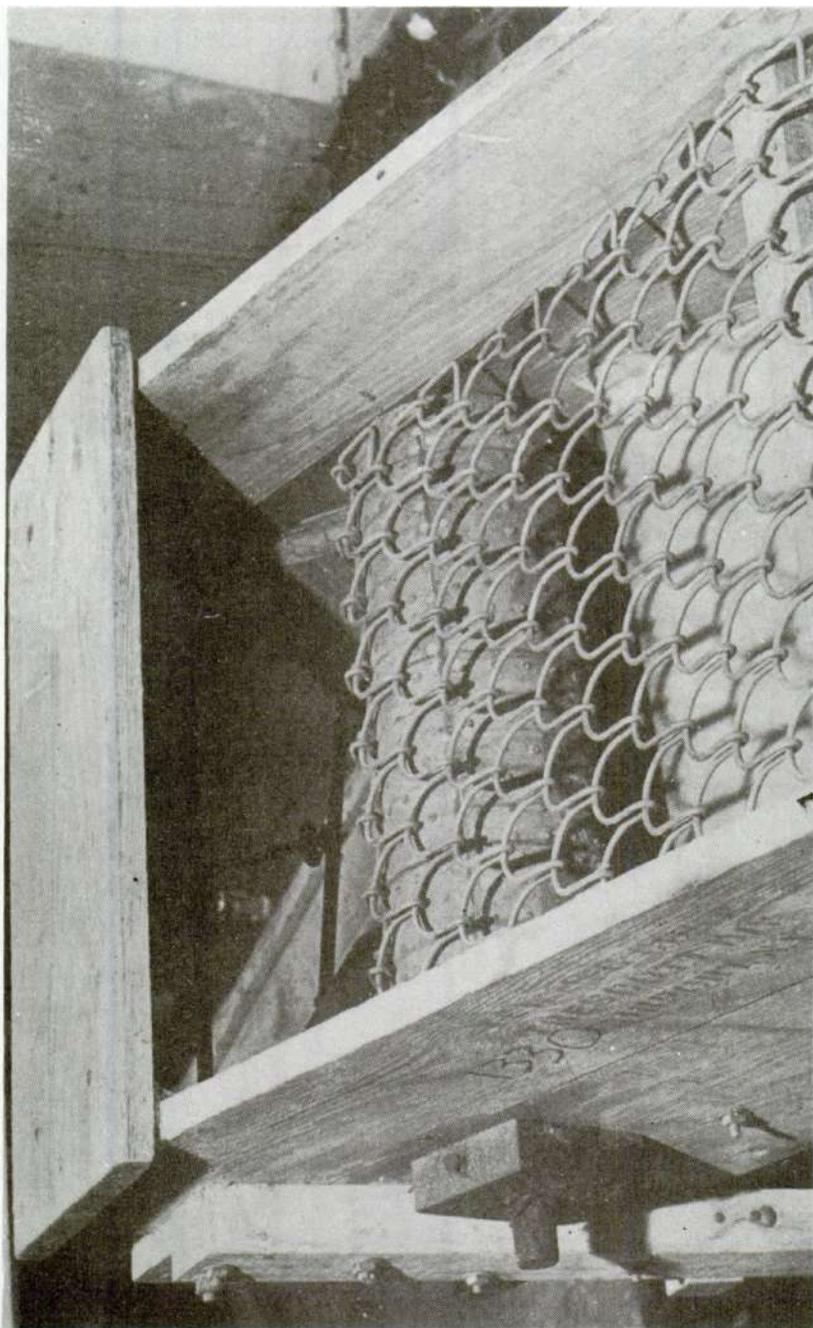


Fig. 52. Detalles de la máquina seleccionadora de papas de alvéolos.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

Posibilidad de desarrollo del cultivo de la papa en fajas o contornos, y de plantas cultivadas con las cuales sería económico combinarlas.

Estudio de la mejor densidad de siembra para la producción de papa-consumo en las diversas áreas.

Sistemas de siembra más adecuados; comparación de hileras sencillas *versus* hileras pareadas.

Respuesta económica de la papa al aporque y a las escardas cuando se emplean herbicidas.

Herbicidas más apropiados para la papa en climas templados y en climas calientes, tanto en secano como bajo riego.

Estudio de los residuos de herbicidas en los diversos tipos de suelos paperos.

Necesidad de riegos suplementarios en regiones de secano.

Establecimiento de grados y clasificación de la papa de acuerdo a los requerimientos de los diversos mercados.

Estudio y diseño de máquinas sencillas para clasificar las papas para consumo.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBORNOZ, G. Influencia de la amputación de flores en el rendimiento de la variedad de papa Chola. Maracay, 3a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1965. 3 p.
2. ARANGO, E. Sistemas de cultivo de la papa en Antioquía. Rev. Fac. Agron. (Medellín) 8(29-30):51-55. 1948.
3. BARRETO, G. B., y BOOCK, O. J. Observações preliminares sobre irrigação de batatinha. (Campinas) 16(Nota N° 7): XXXIII-XXXV. 1957.
4. BARTHOLDI, W. L. Influence of flowering and fruiting upon vegetative growth and tuber yield in the potato. Minnesota Agric. Exp. Sta. 1942. (Bull. Tech. 150), 20 p.
5. BOOCK, O. J. Novos desfolhantes para a batatinha. Bragantia (Campinas) 22:XVII-XVIII. 1963.
6. BRASHER, E. P. Evaluation of Hormones-Delaware. National Potato Breeding Program, 1959. Beltsville, 1960. 72 p.
7. BRADLEY, G. A., y PRATT, A. J. The response of potatoes to irrigation at different levels of available moisture. American Pot. Jour. (New Brunswick) 31:305-310. 1954.
8. BRAVO, M., VARGAS, L. y ALVIM, P. DE T. Efecto de cuatro frecuencias de riego sobre el índice de área foliar y la producción de papa. Turrialba (Turrialba) 18(2):179-181. 1968.
9. BUSHNELL, J. y WELTON, F. A. Some effect of straw mulch on yield of potatoes. Jour. Agric. Res (Washington) 43(9):137-845. 1931.

10. CANADA. Seed potatoes from Canada. Ottawa, Dept. Indus. Trade and Commerce. 1975. 63 p.
11. COLOMBIA. El cultivo de la papa. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario s/d. (plegable divulg. 10).
12. CHANG, L. Estudio de la frecuencia de riegos en papa. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. papa, 1968. 1 p.
13. CHIRINOS, H., PUENTE, F. DE LA y QUIJANDRIÁ, M. Efecto del peso de la semilla de la variedad Renacimiento partida en dos en la producción de tubérculos. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968. 6 p.
14. DAVIS, G. N. Growing potatoes in California. California Agric. Ext. Serv. 1949. (Circ. 154). 10 p.
15. DOZO, J. E. Densidad de plantación más adecuada para el cultivo de la papa en Balcarce. Pergamino, 1a. Reunión de Papa, 1952. pp. 11–13.
16. —————. Densidad de plantación más adecuada para el cultivo de la papa. Pergamino, 1a. Reunión de Papa, 1954. pp. 19–20.
17. ECHEVERRÍA, H. Diagnóstico de modalidades de siembra y cosecha de papas en el Estado Aragua. Maracay. Univ. Central de Venezuela, 1971. 72 p. (Tesis, Fac. Agron.).
18. FAO, Production Yearbook 1974 Roma, V.28, 1975, pp. 63–64.
19. GARAY, O. A. y GARESE, P. Lucha contra las malezas de la papa mediante herbicidas. Pergamino, 1a. Reunión de Papa, 1952. pp. 15–18.
20. GARESE, P. y GARAY, O. A. Control de maleza con herbicidas selectivos en el sudeste. *Idia* (Buenos Aires) Supl. 2:157–158. 1956.
21. HAMPTON, R. N., MURPHY, R. G. y HOFF, P. R. Potato irrigation: Costs and practices in Suffolk County, New

York 1946. Cornell Agric. Exp. Sta. 1946. 56 p. (Bull. 862).

22. HEIDRICK, L., ESTRADA, N., LUJÁN, L., PÉREZ, E. y ESTRADA, R. Recomendaciones generales sobre el cultivo de papa en la Sabana de Bogotá, de acuerdo con observaciones hechas en Tibaitatá. *Agric. Trop. (Bogotá)* 19(4):207–214. 1963.
23. HOWARD, H. W. The potato crop. *Jour. Agric. Soc. England (London)* 130:112–130. 1969.
24. KRAMER, M. y LEIDERMAN, L. Tratamientos de pre-emergencia para controle químico de ervas na cultura de batatinha. *Biológico (Sao Paulo)* 27(10):231–236. 1961.
25. KRANTZ, F. A., BECKER, C. L. y FINEMAN, Z. M. Incidence and inheritance of pollen sterility in the potato. *Jour. Agric. Res. (Washington)* 58:593–601. 1939.
26. LIS, B. R. DE, PONCE, J. y TIZIO, R. Studies on water requirement of horticultural crops. 1. Influence of drought at diferent growth stage of potato on the tuber's yield. *Agron. Jour. (Madison)* 56(4):377–381. 1964.
27. MAC GILLIVRAY, J. H. *Vegetable Production*. New York, Mc. Graw Hill Book Co., 1961. 240 p.
28. MONTALDO, A. *Papas*. Santiago, Siete Años de Investigación Agrícola. 1950. pp. 130–151.
29. —————. Influencia de la florescencia en el rendimiento de la papa. Santiago, Depto. Inv. Agríc. 1950. 4 p. (Mecanografiado).
30. —————. Tuberización de la papa bajo condiciones tropicales. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana. Inv. Papa. 5a. 1968. 91 p. (multigraf.).
31. MURGIA, H., ROJAS, E. y RAVELO, M. Represión química de las malezas sobre tres aporques en cultivo de papa. Maracay, 7a. Reunión Soc. Latinoamericana Fitotecnia, 1967. pp. 26–27.

32. NELSON, D. C. y NYLUND, R. E. Influence of 2,4-D on uniformity and specific gravity of potatoes. *American Pot. Jour.* (New Brunswick) 40(11):391–395. 1963.
33. OPAZO, R. Instrucciones completas sobre el cultivo de la papa. Santiago, 1919. 74 p.
34. ORTUÑO, G. y ALBORNOZ, G. Efecto del empleo del karmex y tamo en combinación con labores culturales sobre el rendimiento de la para Chola, Maracay, 3a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas, 1965. 3 p.
35. PEREIRA, H. C. *Jour, Agric. Sci.* (Cambridge) 31:212. 1941.
36. PERRY, A. L. Sugestiones sobre mercadeo, clasificación e inspección de papas en Venezuela. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, 1960. 49 p. (Dir. Planificación Agropecuaria).
37. RODRÍGUEZ, A., ESTRADA, N. y HENAO, J. Efecto de distancias de siembra y tamaño de semilla en la variedad Ica-Puracé. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas, 1968. 4 p.
38. RÍOS, C. DE LOS, QUIJANDRÍA, M. y PUENTE, F. DE LA. Ensayo comparativo de herbicidas pre-emergentes en el cultivo de la papa. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas, 1968. 1 p.
39. SANTOS, C. A. L. DOS y LEIDERMAN, L. Emprego de herbicidas em 'pré-lantío' e em 'pré-emergencia' na cultura da batatinha. *Biológico* (Sao Paulo) 33(5):91–96. 1967.
40. SANTOS, J., ACCATINO, P., CALLEJAS, P., FERNÁNDEZ, M., BANSE, J., CASTILLO, D. y LOPEZ, H. Manual de Producción de papas. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1974. 161 p.
41. SERVICIO SHELL PARA EL AGRICULTOR. Herbicidas para eliminar las malas hierbas en el cultivo de papa. *Noticias Agrícolas* N° 18:1–4. 1957.
42. —————. Papas. Cagua, 1967. 87 p. (Ser. A. N° 28).

43. ----- . Control de plagas. Noticias Agrícolas (Cagua) 5(26):1-4. 1970.
44. SHELLSTAR. Potatoes. Derby, Shellstar Ltd., s/d 105 p.
45. STRUCHTEMEYER, R. A. Efficiency in the use of water by potatoes. American Pot. Jour. (New Brunswick) 38(1):22-24. 1961.
46. TAYLOR, S. A. y ROGNERUD, B. Water management for potato production. Utah's Farm and Home Science (USA) 20:82-84. 1959.
47. UNTIVEROS, O. Estudio de la influencia de la eliminación de los botones florales sobre la tuberización y el follaje, fue ejecutado en la variedad Renacimiento. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas, 1968. pp. 12-13.
48. WEAVER, M. L., ROBERTS, J., GEORGE, J. E. y SANDAR, N. Harvesting potatoes into water in a water-tight truck bed. American Pot. Jour. (New Brunswick) 42(6):147-164. 1965.

CAPÍTULO 6

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

PUREZA VARIETAL

TRATAMIENTO DE LAS SEMILLAS

SELECCIÓN DE SEMILLAS PARA LA SIEMBRA

Características, trabajos y selección de un plan de producción de semillas.

Tipos de semilla de alta calidad.

MÉTODOS PARA EVALUAR LA SANIDAD DE LA SEMILLA

Métodos de recuperar la sanidad a partir de plantas con virus.

PROBLEMAS DE RECONTAMINACIÓN DE SEMILLA DE PAPA

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA EN AMÉRICA LATINA

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

ANEXOS 1, 2, 3.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

SEMILLAS

Una semilla es satisfactoria si corresponde a la variedad adecuada, si los tubérculos son firmes, no muy grandes, y si está libre de daños de insectos y enfermedades.

El uso de semilla de una buena variedad, con alto grado de pureza y libre de infección, es muy importante porque las variedades extrañas afectan el desarrollo, el grado de madurez y el rendimiento. Las enfermedades afectan el rendimiento y la calidad, y son causadas por infecciones que van dentro de la semilla. Además, el cultivo intensivo de una variedad disminuye su pureza; cuando se planta un tubérculo infectado no sólo se repite la enfermedad sino que todo el cultivo se expone a la infección.

El éxito de un semillero de papas depende de:

- a. uso de variedades adecuadas,
- b. pureza varietal,
- c. tratamiento de las semillas,
- d. estado sanitario de las semillas,
- e. buena ejecución de labores culturales especializadas,
- f. buenas condiciones ecológicas de la localidad.

Los resultados de los ensayos de rendimiento de variedades que efectúan los diversos Programas de Papas en las Universidades y Estaciones Experimentales determinan cuáles variedades se debe cultivar.

Actualmente, gracias al trabajo del genetista, es posible obtener variedades de papas adecuadas, resistentes al frío, a las heladas y al daño de granizos, y hasta papas tolerantes a altas condiciones de temperatura en los trópicos.

El aspecto 'Variedades' en su forma general, y en especial en lo relativo a su obtención y a cuáles son las más recomendables para los diversos países del continente americano, se tratará en forma amplia en el capítulo 'Genética y Mejoramiento'.

PUREZA VARIETAL

Las variedades de papas difieren en muchos caracteres y no es posible encontrar dos variedades idénticas. Intrínsecamente una variedad no es estática sino influida ya sea por el ambiente o por las mutaciones somáticas.

El concepto de pureza en una variedad determinada se refiere a la ausencia de mezclas con otras variedades, lo mismo que a la ausencia de plantas individuales dentro de la variedad, ya sean afectadas por variaciones genéticas (mutaciones) o por defectos fisiológicos debidos especialmente al crecimiento anormal de los tubérculos.

Identificación de plantas normales

Como las distintas variedades difieren en rendimiento y dado que las formas mutantes pueden causar disminución en él, es necesario saber identificar claramente las formas normales, identificación

que se hace mediante el estudio de la vegetación (desarrollo de la planta, tallos, hojas, inflorescencia, estolones, tubérculos y brotes) y de los caracteres fisiológicos (madurez, rendimiento, reacción a enfermedades, calidad culinaria, otros).

Identificación por vegetación

a. Hábito y apariencia general de la planta; se considera tamaño, forma y densidad del follaje.

Tamaño de la planta: alta (+60 cm); media (30–60 cm);
baja (15–30 cm); enana (–15 cm).
Forma de crecimiento: erguida; rastrera.
Densidad del follaje: compacto; abierto.

b. Tallo. Los caracteres considerados en el estudio del tallo son: forma de crecimiento, ramificación, textura, alas, sección transversal y color.

Forma de crecimiento: erecto; extendido.
Ramificación: presente; ausente.
Textura: fuerte (leñoso); firme; flexible.
basal; apical.
fuerte (leñoso); firme; flexible.

Alas (se refiere a formaciones laterales de los tallos en ciertas partes de su extensión): marcadas; no marcadas; rectas; se-penteadas.

Sección transversal (considera la parte medular de los inter-nudos de los tallos): llena; hueca;

Color: verde normal; pigmentado rojo púrpura; rosado; mora-do (usar tabla de colores)*.

c. Hojas. Las hojas normales de la papa cultivada son com-puestas, irregularmente imparipinadas (Fig. 53).

* Apreciación de colores según H. Seguy *XXX Code Universel des Couleurs*, París, 1936

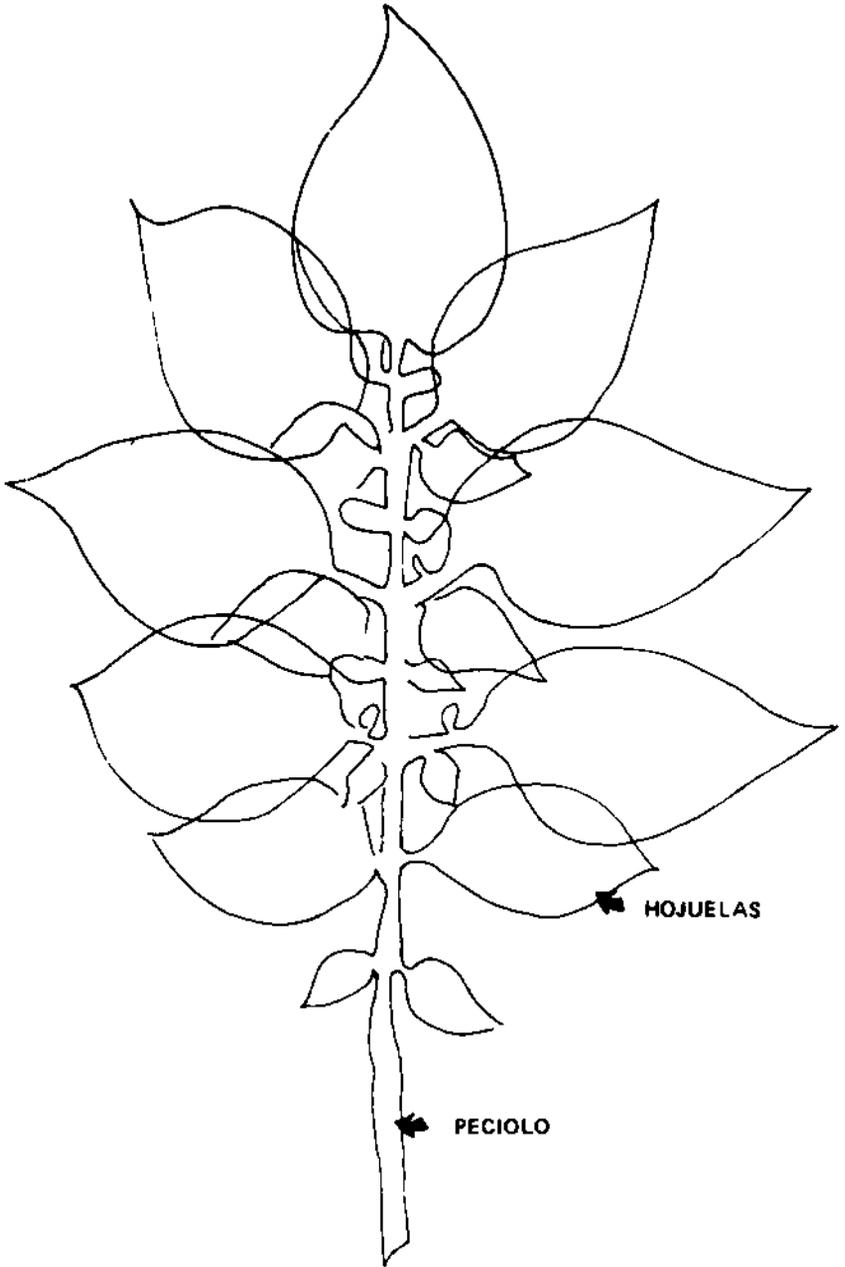


Fig. 53. Hoja de papa. Nótese una ligera sobreposición de las hojuelas.

Estructura (se refiere a la separación de las hojuelas dentro de la hoja): abiertas; cerradas.

Sobreposición (presencia o ausencia de cubrimiento de una hojuela sobre la otra): presente; ausente.

Textura de las hojuelas: (al tacto): ásperas; suaves.

Apariencia de las hojuelas: arrugadas; suaves.

Color: verde oscuro; verde grisáceo; verde claro (usar tabla de colores).

d. Inflorescencia. La inflorescencia de la papa es una cima.

Forma: simple (el eje primario se divide en varios secundarios); compuesta (los ejes secundarios se subdividen).

Pedúnculo: largo; corto.

Presencia de flores: abundantes (todas las plantas con a lo menos 5 cimas florales); escasas (todas las plantas con a lo menos una cima floral); ocasionales (sólo algunas plantas con cimas florales).

Color de la flor: blanca, cloreada (usar tabla de colores).

Tamaño de la flor: grande (+30 mm), pequeña (−30 mm).

Color de las anteras: amarillo, verde-amarillento.

Polen: abundante; escaso; nulo.

Estilo: largo (+5 mm); mediano (5–1.5 mm); corto (−1.5 mm).

Bayas: abundantes; escasas; nulas.

e. Estolones. Se considera en especial su longitud, ramificación y color.

Longitud: largos (+20 cm); medianos (10–20 cm); cortos (1–10 cm).

Ramificación: presente; ausente.

Color: blancos; coloreados.

f. Tubérculos.

Textura de la cáscara: suave, áspera.

Lenticelas: escasas; abundantes.

Color de la cáscara: blanca, rosada, roja, morada, negra (usar tabla de colores).

Distribución del color: uniforme; irregular.

Forma de los tubérculos: redonda; ovalada; arriñonada, otras.

Color de la pulpa. blanca; amarilla; morada; otros.
 Nivel de yemas: superficiales; medianas, profundas.

g. Brotes.

Grosor: gruesos; ahilados.
 Aspecto: glabros; pubescentes.
 Color: blancos; pigmentados; púrpura (usar
 tabla de colores).
 Raicillas o protuberancias: numerosas; escasas.

Identificación por caracteres fisiológicos

a. **Período de madurez:** es variable en longitud bajo diversas condiciones ecológicas. Para la región central de Venezuela, con temperatura promedio de 25°C, las variedades precoces maduran en 80, las medianas entre 80–90 y las tardías entre 90 y 100 días, respectivamente. Para las condiciones del sur de Chile, con temperaturas promedio anual de 12°C, las variedades tempranas maduran de 90–120, las semi-tempranas de 120–140; las semitardías de 140–180 y las tardías de 160–180 días, respectivamente.

b. **Rendimiento:** es también un carácter muy variable y se deberá calificar una variedad de acuerdo al medio en que se desarrolla y en comparación con otras variedades.

c. **Reacción a enfermedades:** mosaicos, enrollamiento, tizón, alternariosis, rizoctonosis, otras.

d. **Calidad culinaria:** contenido en sólidos totales; resistencia a la cocción; ennegrecimiento después de cocida.

Variaciones

Las observaciones anteriores ayudan a identificar las variedades de papas en su estado normal, que están expuestas a sufrir variaciones —mutaciones genéticas de caracteres— que afectan en especial al follaje, las flores, los botones y los tubérculos.

Caracteres que varían

a. Follaje: afecta el hábito general de la planta.

Madurez: se producen variaciones de precoces a medio tardías o tardías.

Tamaño: disminución de tamaño o bien excesivo hábito arbustivo (tipo silvestre).

Color: poco común.

Forma de hojas y hojuelas: fusión de las hojuelas, aparición de hojas simples, arreglo anormal de hojuelas.

b. Flores y botones: varía el color de las flores casi siempre por pérdida de pigmentos. También ocurre floración más abundante y producción de bayas, así como tipos con ausencia de botones, flores y bayas (tipos silvestres).

c. Tubérculos. Son frecuentes los siguientes casos: pérdida de color, yemas más profundas y forma irregular.

Variaciones más comunes

Las variaciones más comunes son: plantonas, semi-plantonas, silvestre y silvestre plumado.

a. Plantonas: son plantas que aparecen dentro de una variedad: de mayor altura y follaje más vigoroso, hojuelas más pequeñas, floración y fructificación abundante, estolones largos, tubérculos más grandes, de ojos más profundos, madurez tardía, con respecto a las plantas normales. No es posible distinguirlas sino hasta el pleno desarrollo. Esta variación es más dañina cuando aparece en las variedades tempranas que se cultivan para llegar al mercado de primores, que paga precios elevados por el producto. La práctica de efectuar la cosecha de las semillas inmaduras, mediante la destrucción del follaje con desfoliadores, no permite eliminar las plantonas. Algunas variedades de papa son más propensas que otras a la producción de plantonas. La antigua variedad *Green Mountain*, cultivada bajo certificación en Llanquihue, Chile, producía anualmente hasta un 5 % de plantonas (Montaldo, 1960).

b. Semiplantonas: son tipos intermedios de plantas normales y plantonas que presentan por lo general mayor altura y madurez más tardía. Al igual que las plantonas no se manifiestan sino hasta el máximo desarrollo de la vegetación; por lo tanto no es posible su eliminación temprana en el cultivo.

- c. Silvestres: son plantas erguidas, con numerosas tallos débiles, hojuelas reducidas, con casi completa ausencia de flores y un mayor número de estolones asociados con muchos tubérculos pequeños.
- d. Silvestre plumado (hojas de helecho): las plantas que presentan esta variación poseen muchos tallos débiles y ramificados, las hojuelas son estrechas en el follaje apical, tubérculos pequeños, flores como en la planta normal.

Efecto en el rendimiento

Las plantonas y semiplantonas producen pocos tubérculos grandes pero si a estos se les permite madurar el rendimiento final será superior al de las plantas normales. Sin embargo, esta posible ventaja no se logra porque la cosecha se hace de una sola vez.

Las plantas silvestres y silvestres plumadas hacen decaer el rendimiento hasta en un 50 % del total. Si se considera la producción de la papa consumo (tamaño medio y grande), esta disminución es de un 80 %.

Casi todas las otras variaciones en la papa, como papas casposas, tipos de hoja de dalia, otras; también deterioran el rendimiento en tubérculos.

Naturaleza de las variaciones

Se ha visto que muchas variaciones no son sino quimeras periclinales, es decir, que el único tejido que cambia es el de las capas exteriores de células. De estos tipos se pueden recobrar las formas normales por injerto de los ojos en tejidos más profundos.

Ejemplos de quimeras periclinales son las variaciones de papas de cáscara lisa a cáscara casposa y también las variaciones de hoja de dalia. Los tipos plantonas y semiplantonas difieren de las plantas normales por un pequeño cromosoma supernumerario.

Carson y Howard (1944) no encontraron esta diferencia y sugieren que el carácter plantona puede deberse a la mutación del gene o los genes que gobiernan la respuesta fotoperiódica.

Respecto a la variación silvestre aparecida en la variedad *Redskin*, Howard (1967) mostró por experimentos de extirpación de ojos y tratamientos de rayos X que eran quimeras en las que la capa más superficial del punto de crecimiento, que el autor llama L_1 , no estaba cambiada, y donde las otras capas del ápice del tallo L_2 y L_3 tenían una mutación para el carácter silvestre. Es probable, según Howard, que tipos silvestres de otros cultivares, que no parecen ser quimeras, cuando se investiguen por extirpación de ojos tengan la constitución: L_1 normal; L_2 y L_3 silvestres.

Crecimiento anormal

Los diversos tipos de crecimiento anormal de la papa difieren de las variaciones en que no son transmisibles por herencia y sólo se deben a condiciones ambientales inapropiadas.

Existen cuatro tipos generales de crecimiento anormal de la papa, denominados: crecimiento secundario, tuberización prematura, tubérculos aéreos y proliferación de yemas.

Crecimientos secundarios. Estas anomalías ocurren sólo durante el período de crecimiento de los tubérculos y se deben a épocas de sequía seguidas de humedad. Estas alteraciones hídricas del suelo y del ambiente son más serias cuando las plantas han empezado a madurar y por lo tanto los tubérculos, por un exceso de humedad, reinician el crecimiento.

Se clasifican en rajaduras, prolongación del extremo distal de los tubérculos, yemación o tubérculo con hijos, tuberización en cadena, corazón hueco y pudrición gelatinosa o culillo.

- a. **Rajaduras:** son partiduras en la corteza de los tubérculos por crecimiento secundario en la médula. Los tubérculos afectados son de mal aspecto y a veces desarrollan pudriciones húmedas durante el almacenamiento.
- b. **Prolongación del extremo distal:** esta anomalía ocurre especialmente en las variedades de tubérculos ovales o alargados, en los cuales se forma una cintura donde el tejido con crecimiento secundario se junta con el tejido maduro.
- c. **Yemación o tubérculo con hijos:** este tipo de deformación no es tan frecuente como los anteriores. En las yemas del tubérculo se produce tejido secundario que da origen a protuberan-

cias y el tubérculo tiene un aspecto de una papa ramificada o múltiple (papa muñeco). El tejido de las papas-hijos es de cáscara más suave y pulpa más blanca que en el tubérculo viejo.

d. Tuberización en cadena: se forma una cadena de 2—3 ó 4 tubérculos, separados por secciones de estolón. Los tubérculos de la posición 2a., 3a., ó 4a., son más suaves y dan buena semilla.

e. Corazón hueco (papa colgada): el centro del tubérculo se presenta hueco. Las variedades que producen tubérculos grandes son las más propensas a esta anomalía; la pulpa que bordea la cavidad puede tornarse marrón pero la decoloración no se extiende a los tejidos adyacentes.

f. Pudrición gelatinosa (culillo): esta pudrición es provocada por la movilización del almidón de las células del extremo proximal (junto al estolón) de los tubérculos hacia el extremo distal donde se pone gelatinoso y produce un crecimiento secundario.

Tuberización prematura. Estos casos ocurren con la papa-semilla. Al sembrar los tubérculos en el campo no dan origen a una planta. Al desenterrarlos se verá que el extremo de los brotes de cada tubérculo presenta protuberancias hacia donde se ha desplazado el almidón.

Este defecto es más frecuente cuando se siembra semilla inmadura; cuando la papa se ha sometido a un largo almacenamiento de 6 a 10 meses; a baja temperatura, 4—5°C en semillas que han sufrido varios desbrotes o cuando las condiciones térmicas al momento de la siembra son desfavorables al buen desarrollo del cultivo.

Tubérculos aéreos. La formación de tubérculos aéreos en las axilas de las hojas se produce cuando el almidón elaborado por las hojas no puede llegar a depositarse en los tubérculos, ya sea por daños mecánicos provocados por los elementos de labranza o bien por lesiones patológicas debidas a hongos como *Rhizoctonia solani* en los tejidos conductores de la savia cruda en el cuello de la planta.

Proliferación de yemas. Se produce durante el período en que los tubérculos de papa están en el almacén de guarda, cuando los brotes en lugar de crecer normalmente desarrollan rosetas que se parecen a las lesiones de la verruga (*Synchytrium endobioticum*). Una cosecha durante un período de tiempo seco parece ser el factor predisponente en algunas variedades.

Eliminaciones para pureza

En climas benignos las mezclas de variedades suelen ocurrir en el campo, por plantas aisladas provenientes de cosechas anteriores o bien durante el almacenamiento, por mala separación de las diversas trojas.

En el campo se deberá tomar diversas precauciones como:

- a. sembrar semilla con alto grado de pureza;
- b. usar un esquema de rotación de cultivos en que la siembra de papa para 'semilla' vuelva a un mismo campo después de un lapso lo mayor posible (4—6 años);
- c. evitar las posibles mezclas en la cosecha, dejando varios surcos sin siembra entre las variedades.

Las eliminaciones para pureza pueden hacerse en el almacén y en el campo. En el almacén se tomarán en cuenta las diversas características de los tubérculos (cáscara, lenticelas, color de la pulpa, forma, nivel de yemas) y brotes (grosor, aspecto, color, protuberancias).

En el campo el mejor período para efectuar las eliminaciones es el de floración, en días con luz no muy intensa, sin lluvia ni viento, cuando se observan con claridad los diversos caracteres de la vegetación. Se recomienda que cada operador no revise más de dos surcos a la vez. En la certificación de semillas la eliminación para sanidad sigue en general los mismos principios que la eliminación para pureza.

TRATAMIENTO DE LAS SEMILLAS

Bajo este título se pasará revista a los siguientes aspectos: verdeo, desinfección, desbrotación y retardo de brotación, aceleración de brotación e inducción de tallos múltiples.

Verdeo

El verdeo consiste en exponer los tubérculos-semillas a la luz durante un período antes de la siembra, para inducir la formación de brotes verdes, gruesos y cortos.

Para esta práctica las papas se colocan en bandejas planas, en construcciones de vidrio (en climas fríos) para permitir el paso de la luz. En climas benignos basta con extender las papas a la sombra de árboles para obtener igual resultado; sin embargo, esto puede significar riesgo de ataque de pulgones vectores de virus sobre los brotes, lo que puede arruinarla como semilla.

La información que dan los textos de papa sobre la influencia del verdeo en las características de los brotes, emergencia de plantas y rendimiento del cultivo, es muy variada. A continuación se presenta información obtenida a este respecto, en forma experimental, por diversos investigadores.

En La Molina, Perú, los agrónomos Sifuentes, Quijandría y de la Puente (1968) observaron en diversas variedades de papa el efecto del verdeo en la cáscara, la corteza y el anillo vascular del tubérculo; se encontró que había gran variabilidad en la reacción de las variedades al verdeo. La variedad más sensible fue Mantaro, y dentro de las menos afectadas estuvieron Yana Imilla y Chata Blanca de Huasahuasi.

Fernández (1960) señaló al verdeo como un tratamiento ventajoso en la conservación de la papa-semilla al final del almacenamiento, cuando ha concluido el reposo normal de los tubérculos. Informa que en San Luis, zona precordillerana argentina, la papa se conserva en silos cubiertos de paja y tierra, sin brotación de mayo a agosto. De agosto a principios de diciembre, mes este último en que se hace las siembras de los semilleros, hay que aplicar a los tubérculos hasta tres desbrotes a mano. El verdeo de la papa deja a los brotes estacionarios y permite hacer siembras, en diciembre, de desarrollo homogéneo y vigoroso.

En Centinela, Chile, Montaldo (1950) comparó dos lotes de papas, uno verdeado y otro sin verdear; en cada uno de estos lotes una parte de la semilla se desbrotó. El resultado de la cosecha (Cuadro N° 58) no mostró diferencias significativas en rendimiento entre los tratamientos (estado de los brotes) y los subtratamientos (colocación de la cáscara).

Chipman (1966) informa sobre la influencia del verdeo en Nueva Escocia, Canadá, sobre la emergencia y el rendimiento de la papa. Los tratamientos de luz indirecta a 19.5–21.5°C y de oscuridad a 20–22°C fueron los primeros en emerger seguidos de las papas tra-

CUADRO N° 58. Rendimiento en prueba de semilla brotada y desbrotada *versus* verdeada y sin verdear, en ton/ha (Montaldo, 1950).

Estado de los brotes	Coloración de la cáscara	
	Verdeada	Sin verdear
Brotado	26.69	26.44
Desbrotado	25.54	26.84
D.M.S. 5 %	No hay	No hay

tadas con luz solar directa a temperatura de 19–23°C y los dejados hasta la siembra en el almacén a 4.5°C. En cuanto al rendimiento en cosechas escalonadas a los 70, 77, 84 y 91 días, los mejores rendimientos fueron los de las papas-semillas mantenidas en la oscuridad a 20–22°C por 14 días, seguidas por los de luz solar directa y las papas almacenadas hasta la siembra a 4.5°C.

Se puede resumir la información presentada, en lo siguiente: la semilla de papa verdeada desarrolla brotes verdes, gruesos y cortos. Las variedades de papas muestran gran variabilidad a los efectos de la luz indirecta sobre la cáscara, la corteza y el anillo vascular.

El tratamiento de verdeo ha probado ser satisfactorio para la conservación de la papa-semilla, cuando ha terminado el reposo natural y las condiciones de almacenamiento que siguen, en cuanto a temperatura, no son las más adecuadas (sobre 8°C) para prolongar la ausencia de brotación.

La emergencia de las plantas provenientes de tubérculos-semillas mantenidos en el almacén a 4.5°C fue activada por tratamiento de las semillas a la luz indirecta y a la oscuridad a temperatura de alrededor de 20°C por 15 días, al ser comparadas con tubérculos verdeados por exposición directa a la luz solar a 20°C o dejados en el almacén hasta la siembra. En cuanto a rendimiento, no hay ventaja en verdear la papa.

Desinfección

La desinfección consiste en el tratamiento que se hace con productos químicos a la papa-semilla, entera o partida, para evitar el ataque de enfermedades fungosas o bacterianas cuyo inóculo esté presente en el suelo o vaya adherido a la propia semilla.

La incidencia de las enfermedades en la siembra no es igual todos los años y depende, en gran parte, de las condiciones de humedad y temperatura del suelo. En general, si se hace una explotación racional de la finca se habrá delineado un plan adecuado de rotación de cultivos, con lo cual se logra controlar enfermedades que se transmiten a través del inóculo que queda de una temporada a la siguiente en el suelo de cultivo (Fig. 54).

Garese y Calderoni (1960) probaron diversos productos en la desinfección de la papa, variedad Huinkul, con los resultados anotados en el Cuadro N° 59.

CUADRO N° 59. Productos químicos, forma de aplicación, dosis en gramos por 100 kg de semilla cortada, porcentaje de plantas falladas y rendimiento en ton/ha de diferentes tratamientos de desinfección. Balcarce, Argentina (Garese y Calderoni, 1960).

Productos químicos	Forma aplicación	g por 100 kg semilla	% Plantas falladas	Rendimiento ton/ha
Ortocide 75 %	húmedo	100	22.2	9.67
Zineb 8 %	seco	500	9.6	11.63
Phygon 8 %	seco	500	11.2	9.79
Ortocide 75 %	seco	100	23.4	9.06
Captan 50 %	inmersión	100	26.2	9.37
Testigo	—	—	28.2	8.00
Captan 5 %	seco	500	11.4	11.14
Captan 50 %	inmersión	50	26.0	8.28
Terraclor 20 %	seco	500	30.4	6.89
Maneb 8 %	seco	500	12.4	11.59

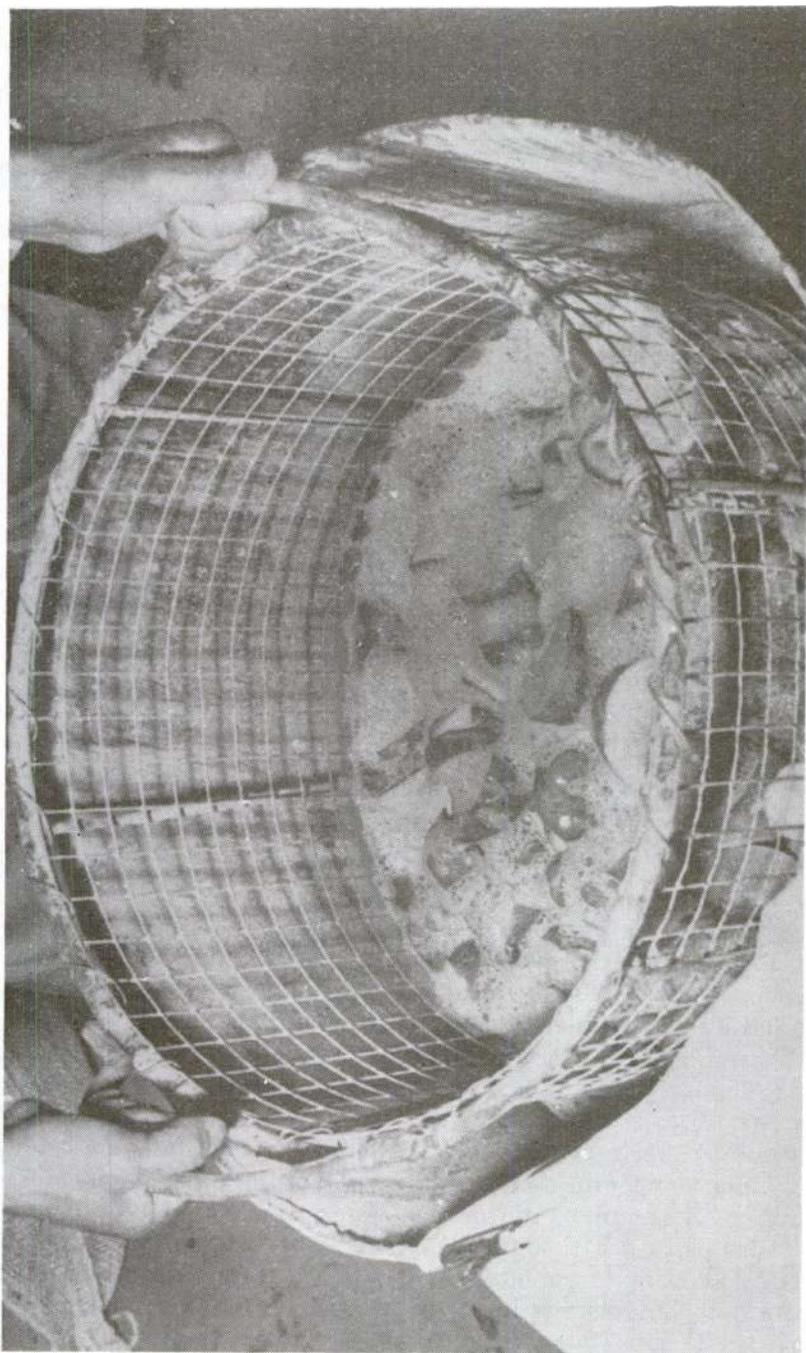


Fig. 54. Desinfección húmeda de trozos de papa-semilla.

Con respecto al porcentaje de plantas falladas y al rendimiento hubo diferencias estadísticas altamente significativas de los tratamientos secos de Zineb, Phygon, Captan 5 % y Maneb, con respecto a los restantes.

Vise (1968) para controlar la infección del hongo *Rhizoctonia solani*, presente en la mayor parte de los suelos paperos, experimentó con tratamientos de Semesan Bel a la papa-semilla, y Terraclor 75 % (PCNB) al suelo en la Sierra del Perú. Terraclor 75 % a cualquiera de las dosis empleadas (28, 56 y 84 kg/ha) disminuye tanto el ataque de *Rhizoctonia* en las plantas como la intensidad de la infección; de los tubérculos con esclerocios del hongo, pero sin dar aumentos significativos de rendimiento sobre el testigo. El tratamiento a los tubérculos-semillas con Semesanbel no fue efectivo.

Se estima que el mejor control de *Rhizoctonia solani* se logra con una buena rotación de cultivo.

En Venezuela se desinfecta la papa-semilla con un tratamiento húmedo a base de una pasta compuesta de 750 g de zineb x 4 litros de agua que alcanza para 400 kg de semilla.

Desbrote y retardo de brotación

La papa pasa por un período inmediato, después de la cosecha, durante el cual no desarrolla brotes aunque se mantenga bajo condiciones favorables de desarrollo.

Este lapso de aparente inactividad se denomina período de reposo. En variedades como Amarilla y Criolla temprana (Venezuela) de *Solanum* t. gr. phureja este reposo es casi nulo, llegando en otros casos hasta más de 5 meses, como ha sido determinado por Montaldo (1946) para las variedades Cebolla, Camota, Caribaja, Chona, Frutilla rosada, Guapa, Pedán, Calichagua, Toltena, Notra, Corahila rosada, Zapatona, Blanca redonda y otras de *Solanum tuberosum* gr. tuberosum. El período de reposo puede prolongarse almacenando las papas a una temperatura más baja que el óptimo para brotar; a este período se le denomina dormencia. Según Emilsson (1949), manteniendo las papas a 5° C se han obtenido valores de dormencia desde 18 semanas para la variedad Ackersegen, hasta 33 semanas para Birgitta. Los factores más importantes que afectan la dormencia son la variedad de papas y la temperatura.

Schippers (1956) estudió el comportamiento de 40 variedades de papa a temperaturas entre 3–20°C. Encontró que elevando la temperatura de 10–20°C se acortaba el período de dormencia residual en sólo 18%, mientras que bajando la temperatura de 10 a 5°C se alargaba el período en 67 % y de 10 a 3°C en más de 150 %.

Burton (1966) señaló que el almacenamiento por un mes a -1°C puede llevar a un prolongado reposo o aun provocar una incapacidad permanente de la semilla de papa para brotar.

Se considera que el período de dormencia ha finalizado cuando a lo menos el 80 % de los tubérculos mantenidos a 20°C desarrolla brotes de por lo menos 3 mm de largo en el plazo de 3 semanas.

No se recomienda productos químicos en forma amplia para retardar la brotación de la papa-semilla. Se puede usar el producto Fusarex en polvo o Belvitán K, pero teniendo la precaución de efectuar antes de la siembra la práctica de verdeo y prebrotación de los tubérculos.

No siempre es posible al final del período de reposo prolongar el almacenamiento de papas mediante la dormencia, pues se necesita de refrigeración que proporcione baja temperatura; tampoco son de uso corriente los productos químicos enumerados anteriormente, por lo que es frecuente en las localidades de climas benignos (15–20°C) utilizar el desbrote de los tubérculos, operación que a veces se hace una, dos o tres veces, con las funestas consecuencias de pérdida de vigor de las semillas y fallas del cultivo. Además, se pierden brotes en las faenas de transporte en los cambios de embalajes, en los manipleos y en la siembra mecanizada.

Boock (1962) en Campinas, Brasil, estudió el efecto en los tubérculos-semillas de uno, dos y tres desbrotos, a uno, dos y tres meses después de iniciado este proceso, comparados con un testigo sin desbrotar. Los mayores rendimientos en peso y los tubérculos más grandes (sobre 80 g) se obtuvieron con la papa-semilla sin desbrotar. Un desbrote dió una ligera disminución de rendimiento, no significativa estadísticamente en el tipo de tubérculos sobre 80 gramos; el tratamiento de dos desbrotos se mostró inferior al de un desbrote en cuanto a rendimiento y con mayor porcentaje de plantas falladas; el tratamiento con tres desbrotos produjo menos rendimiento que el de uno o dos desbrotos, dando gran porcentaje de fallas. Se vio también

que los desbrotos tardíos (después del tercer mes) eran más perjudiciales, especialmente cuando se efectuó más de un desbrote.

Es evidente la inconveniencia del desbrote de las semillas y para mantenerlas en buenas condiciones hasta el período de siembra habrá que recurrir a sistemas especiales de almacenamiento o bien, como ya fue señalado por Fernández (1960), podría recurrirse al verdeo de las semillas.

Aceleramiento del brote

A veces el clima de la localidad permite efectuar dos y aun tres cultivos de papa en un mismo suelo durante el año, pero se tiene el problema de que la semilla de papa necesita un reposo que retardaría estas siembras; los campesinos de algunas de estas localidades han ideado métodos propios, como el de romper el reposo de los tubérculos. En Aconcagua, Chile, la papa-semilla recién cosechada se extiende al sol en pisos de concreto, se tapa con sacos y se mantiene húmeda mediante un rociado permanente. Al término de 15–20 días los tubérculos comienzan a emitir brotes que los hace aptos para la siembra.

Existen productos químicos que también aceleran la brotación de la papa-semilla, como han señalado Denny (1926) y Stuart (1931). Se usa una solución al 1.5 % de tiocianato de sodio, potasio o amonio en la cual se sumergen las papas partidas por 1–1.5 horas, procediéndose a su siembra inmediatamente. Estos productos son muy venenosos y se deberá adoptar las precauciones correspondientes; temperatura: 15–20°C.

También se emplea solución de tiourea al 1 % en semillas partidas (Cásseres *et al*, 1952); clorhidrato de etileno en solución al 40 % que se coloca en recipientes poco profundos para permitir su evaporación; este tratamiento debe prolongarse por cinco días y tener una temperatura ambiente de alrededor de 20°C. Un litro de solución alcanza para 300 kg de semilla de papa.

Mendoza (1968) estudió el efecto del producto 'rindite' (mezcla de monoclorhidrina etilénica, dicloruro de etileno y tetracloruro de carbono en proporción 8:3:1) sobre las variedades de papas Renacimiento y Antarqui. El tratamiento se hizo por 48 horas y las concen-

traciones de 0.4–0.6 cc por litro fueron las más efectivas. El mismo autor dice que la mayor eficiencia sobre la fisiología del desarrollo y la producción de plantas se obtuvo cuando se trataron los tubérculos con rindite 20 días después de la cosecha y fueron sembrados 15 días después del tratamiento.

Choudhuri y Ghose (1960) en Bengala, India, estudiaron el efecto del ácido giberélico, tanto en la brotación como en el desarrollo de los internudos y forma y rendimiento de los tubérculos de papa de las variedades Royal Kidney, Uptodate y Vorán. Los tubérculos lavados recién cosechados se sumergieron en soluciones de ácido giberélico a concentraciones de 0.25, 50 y 100 ppm; después se almacenaron por 4 horas a 16–23°C antes de sembrarse; el experimento continuó por 120 días después del tratamiento.

Los resultados muestran que los tubérculos brotaron completamente en 21–35 días después del tratamiento con ácido giberélico y que la mejor concentración fue de 100 ppm, con diferencias de reacción según las variedades. Con respecto al desarrollo de internudos, en todas las variedades fue mayor cuanto más elevada fue la concentración de ácido giberélico. El índice foliar tendió a reducirse con el tratamiento en Royal Kidney y Uptodate, mientras que en Vorán todas las concentraciones mostraron un valor mayor que el testigo. El rendimiento aumentó en todas las variedades con el tratamiento de ácido giberélico de 100 ppm, por 90 minutos.

La semilla de papa tratada con ácido giberélico produjo un gran porcentaje de papa deformada; estas anomalías fueron más acentuadas con 100 pp de ácido giberélico por 90 minutos.

Scivitaro y Boock (1963) aceleraron la brotación de los tubérculos de semillas de papas con un tratamiento de 40 cc de bisulfuro de carbono por cada metro cúbico de semilla en tratamiento de 72 horas a 22°C.

Inducción de tallos múltiples

La semilla de papa produce por lo general 2 a 3 tallos, debido a la dominancia apical que existe en los tubérculos de papa. Esta dominancia apical se altera por almacenamiento prolongado de las semillas, por desbrotes continuos o por tratamientos químicos (Denny, 1926 y Woodbury, 1938), y produjeron plantas con 4–6 tallos, que

dieron origen a una mayor proporción de tubérculos de tamaño mediano aptos para semilla.

Entre los productos químicos utilizados están la tiourea en solución al 2—4 % recomendada por Denny (1926) y el tiocianato de potasio recomendado por Woodbury (1938).

SELECCIÓN DE SEMILLAS PARA LA SIEMBRA

Estado de la semilla

La semilla al momento de la siembra debe estar turgente y con los brotes en el comienzo de su desarrollo. Sobre el tamaño de la semilla, ya ha sido tratado en el capítulo ' Cultivo '.

Respecto al empleo de semilla madura e inmadura se ha visto que no hay diferencia entre ellas en cuanto a rendimiento en tubérculos, además que con la semilla inmadura, cosechada antes del incremento de la población de pulgones en el campo, se tiene mayor seguridad de bajo o escaso ataque de virosis (Figs. 55, 56).

Tolerancia de enfermedades

Para establecer la tolerancia de enfermedades en la semilla de papa es necesario determinar y evaluar los problemas fitopatológicos del país (Niederhauser, 1966), (Rangel, 1946).

Fusarium oxysporum se encuentra en casi todas partes del mundo y ataca a las plantas de papa en el estado de madurez. No es un patógeno de mucha importancia y su inclusión en las normas de tolerancia es relativa.

Fusarium eumartii es de gran patogenicidad en algunas localidades. La tolerancia depende de su presencia y de las variedades de papas cultivadas pues algunas como Netted Gem son muy susceptibles y otras como Katahdin y muchas variedades sudamericanas son inmunes o tolerantes a la enfermedad.

Rhizoctonia solani existe en casi todos los suelos de cultivo. Su tolerancia puede ser amplia, hasta de un 10 %, porque tiene medios

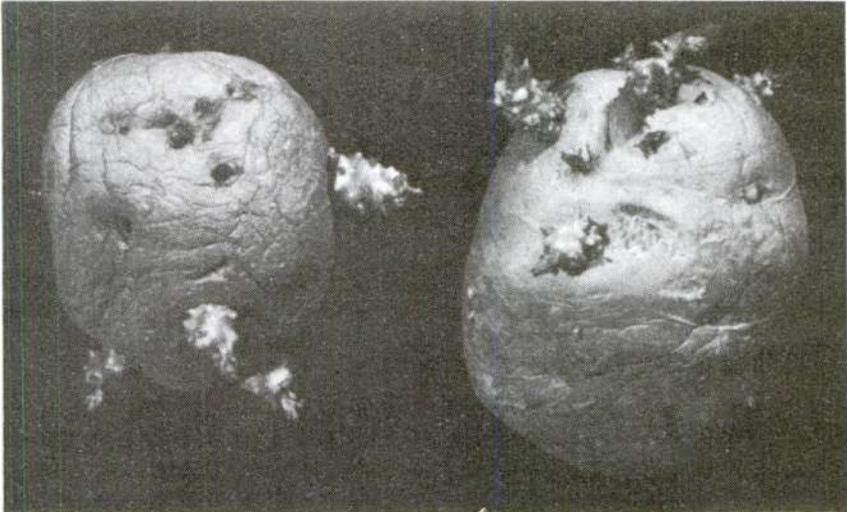


Fig. 55. Papa-semilla en buen estado fisiológico. Al tubérculo de la izquierda se le ha eliminado el brote apical rompiendo la dominancia y provocando la brotación lateral; tubérculo de la derecha con dominancia apical.

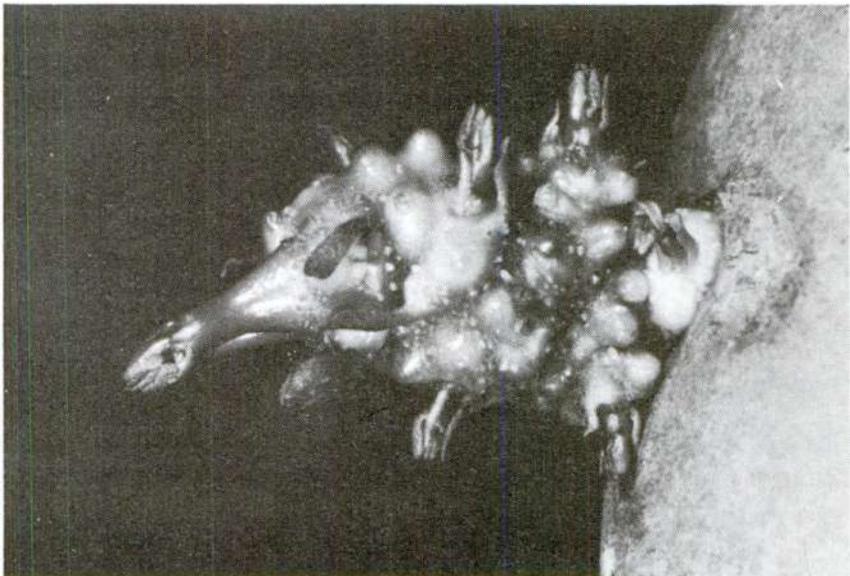


Fig. 56. Detalle de un brote.

efectivos de control con la desinfección de la semilla. Además será necesario en cada caso determinar si el tratamiento químico es económico cuando la enfermedad está presente en el suelo de cultivo.

Spongospora subterranea sólo prospera en suelos fríos, de manera que su tolerancia para cultivos en regiones tropicales calientes también puede ser amplia.

Streptomyces scabies produce daños no muy severos. Se puede aceptar hasta un 10 % de la superficie de los tubérculos con pústulas superficiales.

Synchytrium endobioticum presente en áreas restringidas de Chile y Perú. Ningún porcentaje de tolerancia en la semilla; uso de variedades inmunes en los países con áreas contaminadas.

Pseudomonas solanacearum bacteria limitante de la producción, especialmente en climas calientes y templados de los trópicos; tolerancia mínima.

Erwinia carotovora bacteria que existe en los suelos paperos en todas partes del mundo. No es conveniente establecer tolerancias fijas para esta enfermedad.

Virosis. Este tipo de enfermedades es la base de la certificación de la semilla de papa por lo difícil de controlar; sus tolerancias deben ser mínimas.

Algunas virosis son generalizadas como el 'enrollamiento de la hoja'; otras más localizadas como la 'punta morada'.

Nematodos

Heterodera rostochiensis y *Heterodera pallida*. Son un factor limitante del cultivo; por lo cual su tolerancia debe ser 0 %.

Meloidogyne sp., no es de importancia ya que existe en casi todos los suelos paperos y a pesar de eso hay producción. La tolerancia será de acuerdo a la situación de infestación de los suelos y podrá ir de 0 a 10 %.

Características, trabajos y selección en un plan de producción de semillas

Es muy difícil apreciar la calidad de una papa-semilla por su simple examen exterior. Este examen puede revelar la presencia de pústulas de *Spongospora subterranea*, *Streptomyces scabies*, *Rhizoctonia solani* o lesiones de *Phytophthora infestans* o *Fusarium* sp., pero las enfermedades virosas como mosaicos, enrollamiento, otros, que causan elevadas bajas de rendimiento, no es posible determinarlas por este método.

El empleo de semillas de calidad, sometidas durante el cultivo a continuas inspecciones y eliminaciones de enfermedades, es el único método que da garantía de ausencia o bajo porcentaje de virosis. Estas semillas de calidad se producen en climas fríos donde no sólo se favorece la expresión de los síntomas de la virosis sino que también se puede hacer un mejor control de los insectos vectores.

Existen pruebas anticipadas de la sanidad de los tubérculos semillas, explicadas más adelante en detalle.

Elección del campo

Este deberá estar aislado de otros cultivos de papas, libre de solanáceas silvestres, posibles portadoras de plagas o enfermedades comunes al género; los suelos deberán estar libres de infestación de quistes de nematodos, especialmente de los géneros *Meloidogyne* y *Globodera*.

Cuidados culturales e inspecciones. Selección negativa

Al plantel se le deberá dar todos los cuidados culturales requeridos: limpieza de malezas, aporque, aplicación de abonos en cobertura —si el cultivo así lo requiere— y si es posible riegos livianos suplementarios cuando el régimen pluvial sea irregular. Durante el desarrollo del cultivo deberá hacerse eliminaciones de plantas enfermas y de 'variedades extrañas' o plantas con 'variaciones del tipo', para mantener un alto estándar sanitario y una excelente

pureza varietal; se hace lo que se ha denominado una selección masal negativa pues se saca lo positivamente malo y se deja lo aparentemente bueno.

Las enfermedades más frecuentes en un cultivo y las más dañinas son las virosis y éstas en gran parte son transmitidas por áfidos o pulgones (virus Y, A y enrollamiento de la hoja) o por contacto entre plantas enfermas y sanas (virus X y S).

Es recomendable que el semillero se plante aislado de otros cultivos de papa y con semilla de alta sanidad lo más temprano posible en la estación (lo que estará condicionado por el período de heladas), para obtener, con el auxilio de granulados sistémicos, plantas sanas y con buen desarrollo antes que aparezcan en cantidad los pulgones en los campos vecinos. Esto permitirá ver con más claridad los síntomas de virosis en las plantas y proceder a su eliminación. En todo caso, en cualquier localidad que se destine a semillero deberá hacerse estudios de la dinámica de vuelo de los áfidos, que será junto con las heladas el otro factor determinante de la época de plantación.

Las plantas eliminadas del campo se introducen en bolsas de tejido denso (lona), tratando, al hacer operación, de no rozar las plantas vecinas sanas y que los posibles pulgones que contengan las plantas enfermas permanezcan adheridos a ellas. Estas plantas se destruyen por un método eficaz: fuego, por lo general.

El número de inspecciones hechas al campo y el porcentaje de tolerancia de plantas enfermas determina el tipo o grado de semilla (Fig. 57).

Selección clonal o selección positiva

Existe lo que se ha denominado selección clonal o selección positiva, en la que se elige en un plantel de semilla las mejores plantas, es decir las que responden al tipo varietal y que posean perfecto estado de sanidad, lo que se comprueba posteriormente por diversos métodos. Cada planta individual elegida y que reúna completamente los requisitos anotados, constituye un clon.

A continuación se señala el método de selección clonal en papa, seguido en Dinamarca, según Jacobsen (1973), y que es muy similar en los países con alta tecnología en la producción de semillas de este cultivo.



Fig. 57. Inspección para eliminación de plantas enfermas durante el cultivo de papas.

Planta sana seleccionada.	1 planta.
1er. año de propagación. Todas las plantas son examinadas serológica, visual o biológicamente para ausencia de enrollamiento, virus Y, X, S y M.	10—20 plantas.
2do. año de propagación. Todas las plantas son examinadas para enrollamiento, virus Y, X, S y M.	100—200 plantas.
3er. año de propagación. 10 % de las plantas son examinadas para las enfermedades virosas ya enumeradas.	1 000—2 000 plantas.
4to. año propagación. Por lo menos 100 plantas son examinadas para enfermedades virosas y todo el campo es cuidadosamente examinado para otras enfermedades.	aprox. 0.5 ha Clase SE
5to. año de propagación. 200 plantas x ha son examinadas serológicamente para virus X, S y M y el campo cuidadosamente inspeccionado.	aprox. 3 ha Clase SE

Tipos de semilla de alta calidad

Las semillas de calidad tienen diversas categorías y son:

- a. Semillas libre de virus.
- b. Semillas lote fundación.
- c. Semillas certificadas.

Libre de virus. Constantinescu (1968) hace la siguiente descripción sobre el trabajo de producción de semilla libre de virus en Rumania.

La semilla 'libre de virus' tiene su origen en un clon cuyas familias se mantienen en observación durante 4 años; en un comienzo hay gran cuidado sanitario mediante el método del tubérculo índice, pruebas serológicas y pruebas biológicas. El primero y segundo año el material es observado en un 100 %, el tercer año el 10 %, el cuarto año el 2 %, y en el último año a razón de 30 plantas por hectárea.

CUADRO N° 60. Control de enfermedades a través de selección clonal (Hardie, 1970).

Enfermedad	Organismo causal	Método de dispersión	Síntomas visibles	Controlada por selección clonal
Mosaico benigno	Virus X	Contacto	Latente o suave	Si
Mosaico latente	Virus parainfluenza y 'S'	Afidos o contacto	Latente	Si
Mosaico severo	Virus Y	Afidos	Generalmente pronunciados	No
Enrojecimiento	Virus del enrollamiento	Afidos	Generalmente pronunciados	No
Necrosis de las venas	Virus de necrosis de las venas	Afidos	Latente o suave	No
Cogollo-mechudo y chocolate	Virus del cogollo mechudo (<i>mop-top</i>)	Limitado al suelo	Latente, suave o pronunciado	No
Mortecido del tallo y chocolate	Virus rattle	Limitado al suelo	Latente, suave o pronunciado	No
Pata negra	<i>Erwinia carotovora</i> var. <i>atroseptica</i>	Tubérculo-semilla	Latente o pronunciado	Si
Rizoctonia	<i>Rhizoctonia solani</i>	Limitada al aire y agua	Generalmente pronunciada	No
Tizón	<i>Phytophthora infestans</i>	Limitada al aire y agua	Generalmente pronunciada	No
Sarna común	<i>Streptomyces scabies</i>	Limitada al suelo	Generalmente pronunciada	No
Pudrición seca	<i>Fusarium caeruleum</i> y otras especies	Limitada al suelo	Latente o pronunciada	No
Gangrena	<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveata</i>	Preferentemente de tubérculo s-semillas	Latente o pronunciada	Parcialmente
Sarna polvorienta	<i>Spongospora subterranea</i>	Limitada al suelo	Generalmente pronunciada	No
Sarna plateada	<i>Helminthosporium atroviens</i>	Probablemente de tubérculo s-semillas	Latente o pronunciada	Parcialmente
Cáscara manchada	<i>Oospora pustulans</i>	Tubérculo-semilla	Latente o pronunciada	Si

Lote de fundación. Del material semilla 'libre de virus' se obtiene la semilla 'lote fundación' (Super Elite), que por un nuevo aumento al año siguiente origina la semilla élite (E) y su multiplicación posterior da las diversas categorías de semilla certificada, con denominaciones de A, B, C u otras.

CUADRO N° 61. Exigencias de diversas categorías de semillas (Constantinescu, 1968).

Categorías de semilla	Pureza varietal	Virosis %		Phytophthora infestans, %
		Severa	Suave	
Lote Fundación o Super Elite.	100	1	4	1
Elite	99.9	2	7	1
Semilla original	99.5	4	9	2.5
Otros lotes	95.0	7	12	3

Proudfoot y Mc. Callum (1961) para Irlanda del Norte dan las siguientes categorías:

Semilla lote certificada especial (S.S.S.), que correspondería a lo que se llama 'lote fundación'; debe cumplir con los siguientes requisitos:

- que sea el producto de semilla libre de virus, o de lotes especiales de semillas, con 100 % de pureza y completamente fiel al tipo varietal;
- libre de variaciones indeseables y tipos silvestres;
- libre de enrollamiento y de signos visibles de otras enfermedades virosas y de pata negra;
- libre de los virus X y S por prueba de hojas;
- que sea cultivada en suelos que no hayan tenido papas por cinco años y que el examen de laboratorio antes y después del cultivo demuestre ausencia de quistes del nematodo *Heterodera rostochiensis*;
- que tenga suficiente aislamiento de otros cultivos;
- que el follaje sea destruído con productos químicos a la cosecha para impedir un ataque tardío de virosis.

Certificada (S.S.). Esta categoría se da a los cultivos:

- a. producto de Semilla Lote Certificada Especial con 99.95 % de pureza y fiel al tipo varietal;
- b. que no contenga más de 0.05 % de variaciones indeseables;
- c. que no contenga más de 10 plantas por hectárea de enrollamiento y mosaico severo, o más de 0.25 % de mosaico suave, o más de 2 % de pata negra;
- d. que sea cultivada en suelos que no hayan tenido cultivo de papa por más de dos veces en 8 años y que esté libre de nematodo dorado;
- e. que los planteles estén suficientemente aislados de otros cultivos de papa;
- f. que el follaje sea destruido con productos químicos a la cosecha.

Semilla certificada (A). Es el producto de semilla lote certificada o certificada con a lo menos 99.75% de pureza y fiel al tipo varietal.

- a. Que no contenga más de 0.5% de virosis severa (enrollamiento y mosaico) o más de 2 % de pata negra;
- b. que no sea cultivada en la proximidad de plantíos no controlados;
- c. que sea cultivada en suelos que no hayan tenido papa más de dos veces en 8 años y libres de signos visibles de nematodo dorado en el desarrollo y en el sistema radicular.

MÉTODOS PARA EVALUAR LA SANIDAD DE LA SEMILLA

Determinación de la presencia del virus del 'enrollamiento' en semilla de papa mediante la prueba Ingel-Lange, callosa o resorcina.

La infección del virus del enrollamiento produce cambios específicos en el floema de los tallos de papa y en los tubérculos, que se caracterizan por la formación de un callo. Esta alteración precede a la aparición de necrosis o síntomas externos y puede ser revelada por métodos de tinción.

Redolescu y Pop (1968) dan la siguiente composición de la tintura: 1 g de resorcina, 100 cc de agua, 1 cc de amonio concentrado. La solución se almacena en un matraz abierto por 14 días, después se calienta rápidamente a 100°C, luego se le agrega 5 g de detergente y se enfría.

Se cortan tres secciones longitudinales del tercio superior del tallo de la planta de papa que se va a examinar o se hace cortes de 2 mm de espesor en el extremo proximal (del estolón) de los tubérculos, allí donde las fibras vasculares pueden distinguirse más fácilmente, (estos tubérculos fueron mantenidos a 10–20°C por 3 a 4 semanas después de la cosecha). Las secciones se ponen en agua; después se pasan a la tintura, donde se tienen por 5 minutos, se lavan en agua y se examinan a 100–500 aumentos en el microscopio. En el floema de los tubérculos o tallos infectados aparecen células individuales o grupos de ellas teñidas de azul, mientras que en las plantas sanas sólo se tiñe una pequeña área cerca del tubo criboso.

Esta prueba se usa ampliamente para verificar la presencia de enrollamiento en los tubérculos-semilla (Alvarez, 1962).

Determinación de la presencia de virus de mosaico suave (X), mosaico severo y necrosis de las nervaduras (Y), mosaico rugoso (X e Y) y enrollamiento, en semilla de papa, mediante la prueba del tubérculo-índice.

Mediante la siembra de trozos de tubérculos que contengan yemas, bajo condiciones especiales (invernadero), es posible determinar aquellos virus que no alcanzan a manifestarse en el campo (Alvarez, 1962). A veces es necesario romper la latencia de los tubérculos con los métodos correspondientes.

La temperatura del invernadero debe mantenerse a 18–20°C y el período de iluminación debe ser de 12–14 horas. Los síntomas de mosaicos aparecen a las 4 semanas y los de enrollamiento a las 6 semanas.

Determinación de la presencia de virus en semilla de papa mediante la prueba Florida.

Esta prueba consiste en sembrar muestras de tubérculos-semillas inmediatamente después de la cosecha, en áreas de clima apropiado,

y determinar el porcentaje de infección de virus por síntomas externos.

Determinación de la presencia de los virus X, A e Y en semilla de papas mediante la prueba con plantas indicadoras, biológicas o de frotamiento

La determinación del virus X se hace por inoculación directa de la savia de la planta de papa sospechosa en las hojas de una plantita de tabaco de la variedad *White Burley* o de chamico, *Datura stramonium*.

Los síntomas aparecen después de tres días, como pequeñas áreas pálidas que después se transforman en un punto necrótico marrón con anillos amarillos.

Otras plantas en que produce necrosis el virus X son *Chenopodium amaranticolor* y *Gomphrena globosa*. Los virus A e Y se determinan por su reacción al híbrido de papa A6 (*Solanum demissum* x *Aquila*). También se usan dos líneas de *Solanum demissum*, llamadas *Solanum demissum* A y *Solanum demissum* Y para la reacción de los virus A e Y respectivamente.

El método de inoculación es bastante sencillo. Se pone el abrasivo carburum dum sobre la hoja a inocular y se agrega una gota de savia de la planta aparentemente enferma (por probar). Se presiona suavemente con los dedos la hoja indicadora, produciéndose heridas en la epidermis de la planta sana y su correspondiente inoculación. La planta se coloca después a 20–25° C y se ve la reacción a los 4–5 días.

Determinación de la presencia de virus X, Y, S y M en papas mediante prueba serológica.

Esta prueba se basa en el hecho de que cuando una proteína—virus— o sustancias ajenas se inyectan al torrente sanguíneo de un animal (conejo) provocan la formación de sustancias defensivas (anticuerpos). Se inyecta un conejo con virus, ya sea X, Y, S ó M, obtenido de plantas de papas enfermas. Pronto aparecen anticuerpos en el suero sanguíneo del animal.

Este suero sanguíneo cargado de anticuerpos, llamado antisuero, produce una reacción de aglutinación en presencia del virus específico que lo originó (savia de planta enferma).

Las reacciones virológicas se efectúan añadiendo 2 cc de una solución salina a ampollas de antisuero disecado del virus por determinar; a esto se agrega savia de la planta de papa sospechosa; la aparición del precipitado denota la presencia del virus.

Métodos de recuperar la sanidad a partir de plantas con virus

Cultivo de meristemas. El Servicio de Certificación de Semilla de Papa, dependiente de los Servicios Científicos Agrícolas del Departamento de Agricultura y Pesquería de Escocia, es el primero que utiliza el sistema de 'cultivo de meristemas' apicales de los brotes de tubérculos de papa, para 'limpiar' de virus las variedades infectadas.

Este trabajo fue iniciado en forma experimental por Kassanis (1957) en la Estación Experimental de Rothamsted, Inglaterra, perfeccionado posteriormente y hecho en forma sistemática al presente.

Técnicas del cultivo de meristemas:

- a. se pretratan los tubérculos-semillas por 3 semanas a 34° C;
- b. se extraen los brotes una vez que sobrepasan 1 cm de largo;
- c. se introducen en alcohol 95° y después en 'deosan' (hipoclorito de calcio) al 5 %, por 15 minutos;
- d. se lavan en agua esterilizada;
- e. se colocan los brotes entre hojas de papel filtro para secarlos, y el material estará listo para disectar;
- f. se extraen extremos de meristemas de 150 u, que contienen el primer primodio;
- g. se colocan en frascos de vidrio que contienen el medio Morel y Miller (Anexo N° 1) y la solución micronutriente de Burholder y Nickell (Anexo N° 2). También se recomienda el medio descrito por Murashige y Skoog (1962). Se mantienen a 20–22° C y con iluminación de 4 000 lux;
- h. las plantitas de 2–3 cm se llevan a maceteros pequeños con mezcla de enraizamiento especial y permanecen cubiertas por frascos por 3 días. Las plantas después se llevan a maceteros

mayores y se hacen pruebas rutinarias para determinar la ausencia de los diversos virus.

El método se basa en el hecho de que los extremos crecientes de los brotes de tubérculos infectados por virus están a menudo libres de éstos. También puede ser posible que los meristemas al momento del cultivo contengan pequeñísimas cantidades de virus que quedan inactivas durante el tiempo que están en dormencia en el medio de cultivo.

Según Mac Donald (1973), ya fue posible en Escocia limpiar totalmente de virus 45 variedades que estaban infectadas y obtener un 60 % de germinación en el medio de cultivo y plantas resultantes con un 99 % de ausencia de virus, de acuerdo a las pruebas biológicas o serológicas realizadas. Con este método se ha obtenido hasta ahora control de los virus X, S, M, Y y A.

Cultivo de esquejes. Hide (1973), de la Estación Experimental de Rothamsted, Inglaterra, examinó muestras de tubérculos-semillas de diversas variedades de papas, tanto en cuanto a enfermedades visibles como microscópicamente para hongos patógenos, localizados en los 'ojos' de los tubérculos.

Los resultados han mostrado que hay grandes diferencias anuales en presencia de enfermedades, como también lo frecuentes que son algunas de ellas y la necesidad de mejorar la sanidad de la papa para 'semilla'.

Encontró que las estacas herbáceas de tallos de papa enraizados producían sistema radicular sano cuando eran cultivadas en campos que no habían tenido papa en los últimos 100 años; los tubérculos estaban también libres de infecciones de *Oospora pustulans*, *Helminthosporium solani* y *Rhizoctonia solani*. Estos resultados sugirieron que podía ser posible producir lotes de tubérculos sanos, tanto para ser usados en experimentos para medir el efecto de las enfermedades por reintroducción de hongos como para utilizar el método en mejorar la sanidad de la semilla, incluyendo la propagación por estacas herbáceas como un primer paso en la selección de la semilla para multiplicación.

Pruebas posteriores con campos con 7 a 9 años de no tener cultivo de papa mostraron en algunos casos infecciones de enfermedades en los tubérculos. El tratamiento de los tubérculos con

fungicidas a base de mercurio orgánico no disminuyó la infección; esto sugirió que la infección venía del inóculo que estaba en el suelo, inóculo al que hasta ahora se le había restado importancia porque los tubérculos-semillas estaban comúnmente infectados.

Los resultados también mostraron que el método de propagación por estaca herbácea no daba protección contra enfermedades que comúnmente se contraen del suelo (v.g. sarna común *Streptomyces scabies* y sarna polvorienta *Spongospora subterranea*).

Se probó varios fungicidas, entre los cuales Benomyl y Tiabendazole disminuyeron grandemente las infecciones de *O. pustulans*; *R. solani*, *H. solani*. Como el tratamiento húmedo aumenta el riesgo de pata negra *Erwinia carotovora* var. *atroséptica*, se prefiere el espolvoreo usando como relleno el caolín. Hasta ahora ha sido difícil el control de la gangrena *Phoma exigua* var. *foveata*.

Se concluyó que es fácil producir pequeños clones de tubérculos sanos de estacas herbáceas, pero el mantenimiento de la sanidad en las multiplicaciones posteriores es difícil si no se hace un tratamiento adicional con fungicida.

Los fungicidas disponibles al presente controlan algunas enfermedades de los tubérculos pero no otras que son corrientemente readquiridas desde el suelo. Hay un leve aumento en rendimiento de tubérculos cosechados, y hay menos descarte entre los tubérculos almacenados.

Técnicas del cultivo de esquejes. El trabajo se inicia con tubérculos producidos por plantas provenientes de 'cultivo de meristemas' y probadas para ausencia de virus. Las etapas que sigue este sistema son las siguientes:

- a. Los tubérculos para producir esquejes se plantan en maceteros bajo invernadero al comienzo de primavera (abril). Cuando las plantas tienen 15 cm de alto se prueban para ausencia de virus, después se dejan crecer hasta los 30 cm, cuando se les suprime el extremo apical. Esto provoca un crecimiento axilar vigoroso y son las hojas axilares las que usan para producir los esquejes herbáceos, las que se extraen 4 semanas después de la plantación (Fig. 58).

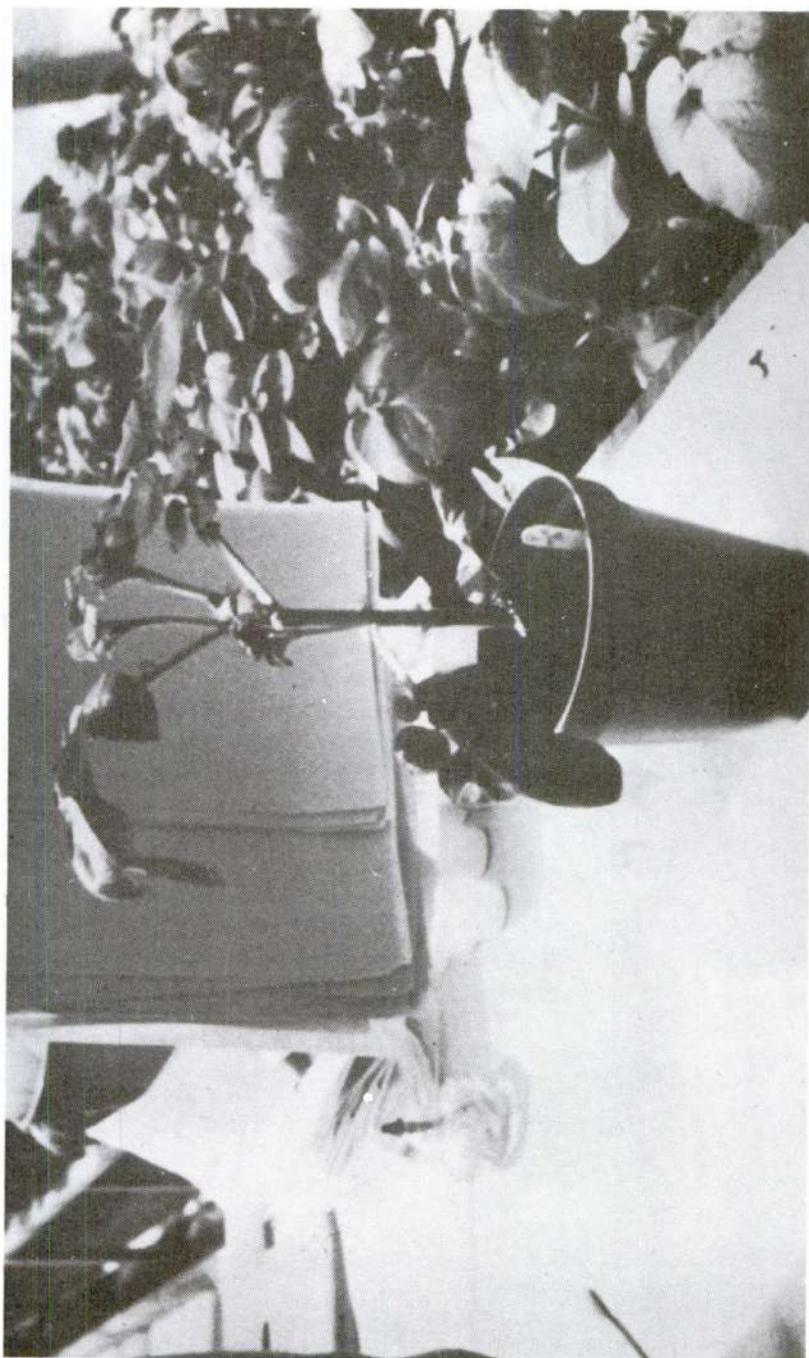


Fig. 58. Plantas de papa para la obtención de material para cultivo de esquejes.

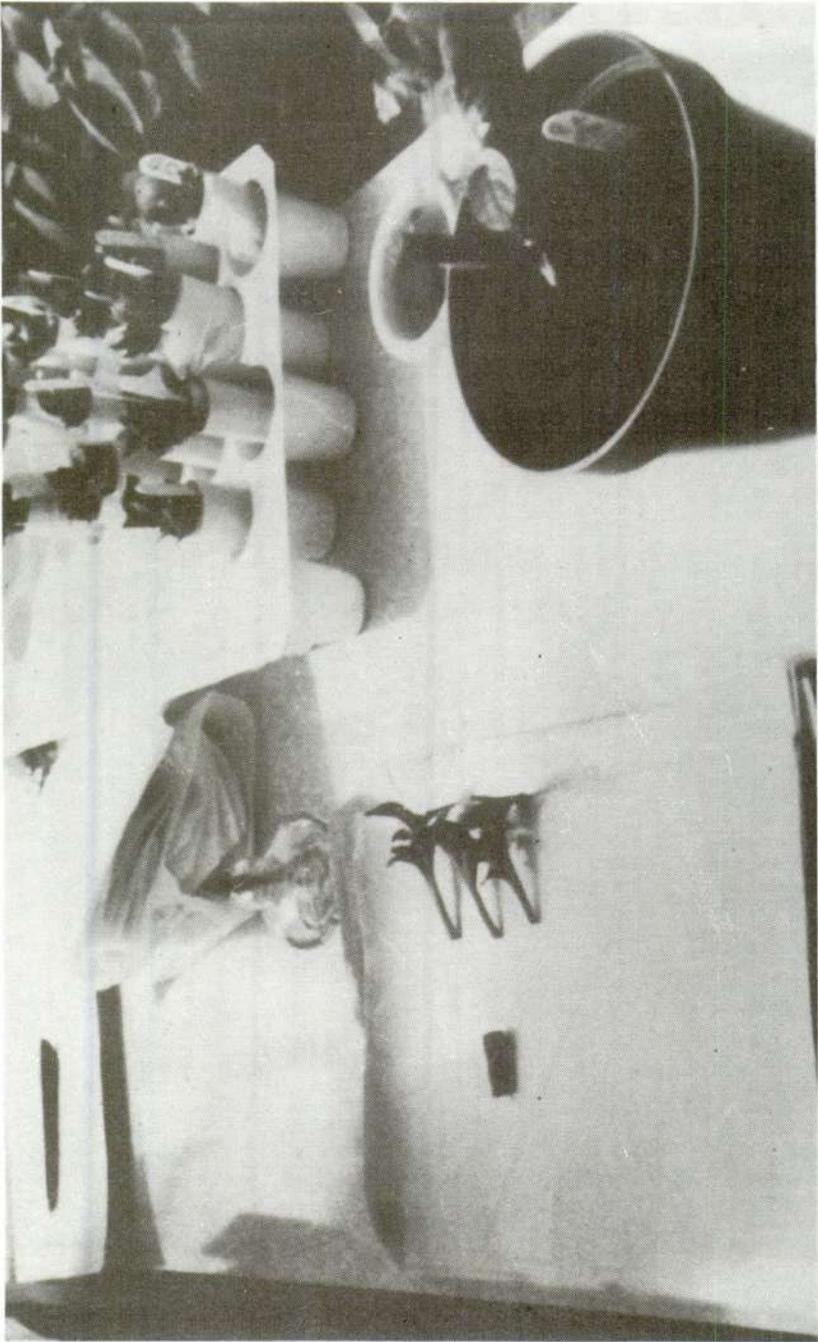


Fig. 59. Esquejes herbáceas provenientes de una planta de papa para su reproducción.

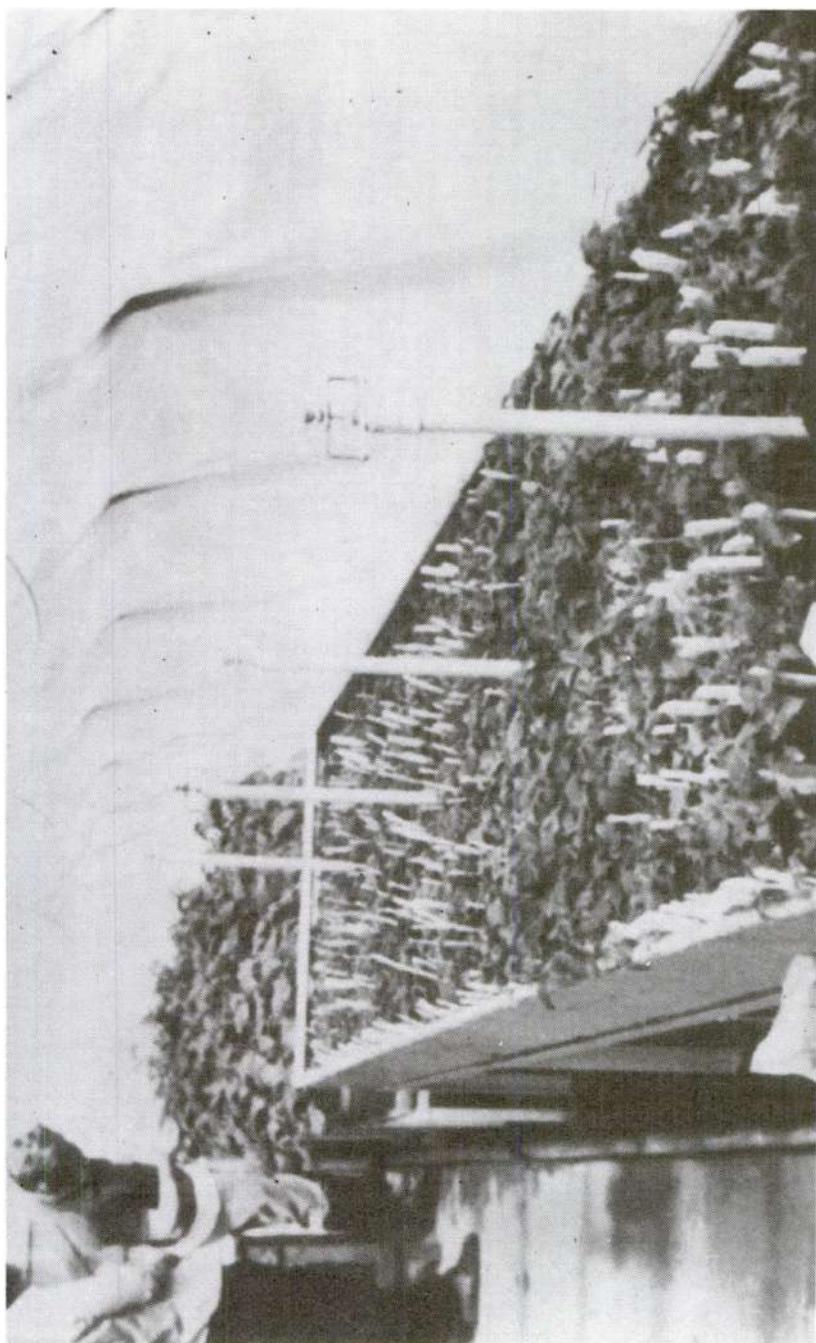


Fig. 60. Enraizamiento de esquejes de papa.

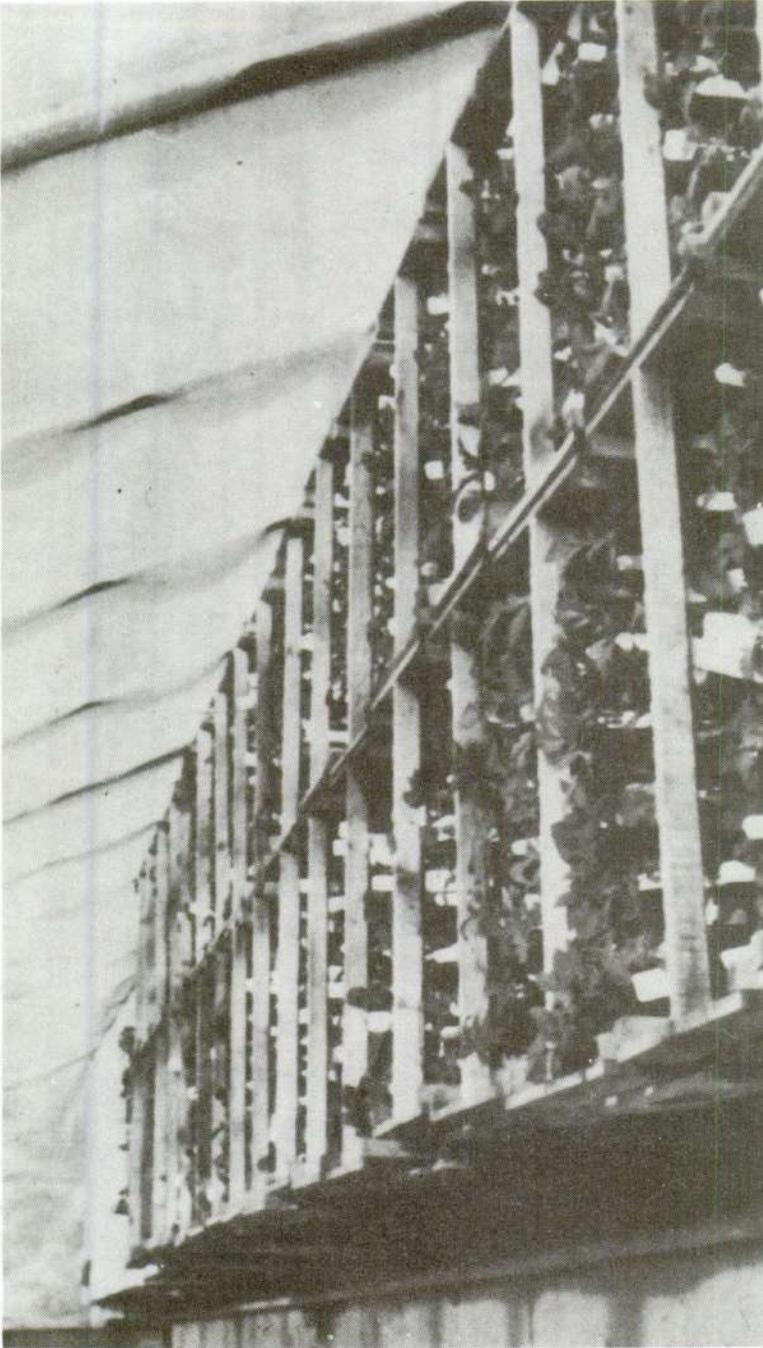


Fig. 61 Plantas de papa provenientes de esquejes, transplantadas a maceteros individuales en condiciones de ser llevadas al campo. Previamente se han tratado con frío para darles endurecimiento.

b. Todos los esquejes provenientes de una planta se conservan juntas en un vaso de plástico por 48 horas, envueltas en papel de filtro humedecido. Todas las muestras se toman sobre los 15 cm de la base de las plantas; una sección de tallo de 2.5 cm de largo se envía al laboratorio para la prueba de ausencia del organismo de la pata negra; otra sección de 15 cm del tallo principal se usa para la prueba de la gangrena (Fig. 59).

Si se tienen los resultados negativos al patógeno en el laboratorio los esquejes se plantan en el propagador de neblina. La temperatura del medio de enraizamiento se mantiene a 21°C, lo cual induce la producción de raíces en 10 a 12 días; no se usa hormonas (Anexo N° 3).

c. Los esquejes que enraizan satisfactoriamente se transplantan a maceteros de 7.5 cm y se mantienen en invernadero por otros 10 a 12 días, dándose después un corto período de endurecimiento en propagadores fríos, transplantándose posteriormente al campo para su completo crecimiento y desarrollo (Figs. 60 y 61).

d. El campo recibe los tratamientos culturales y de abonadura corrientes, identificándose adecuadamente los esquejes provenientes de la misma planta madre como un clon.

e. La cosecha es manual y los clones se guardan separadamente para ser plantados como grupos clonales en la próxima temporada y hasta que haya suficiente cantidad de cada uno de ellos para la certificación y venta.

CONCLUSIONES

Con los procedimientos anteriormente descritos, cultivo de meristemas y cultivo de esquejes, se han obtenido clones libres de:

a. Virosis:

Mosaico benigno, virus X.

Mosaico latente, debidas al virus paracrinkle, y al virus S.

b. Enfermedades bacterianas:

Papa negra, *Erwinia carotovora* var. *atroséptica*.

c. Enfermedades fungosas:

Cáscara manchada, *Oospora pustulans*.

Gangrena, *Phoma exigua* var. *foveata*.

Sarna plateada, *Helminthosporium atrovirens*.

Hasta ahora las siguientes enfermedades no han podido ser eliminadas por cultivo de meristemas o cultivo de esquejes:

a. Virosis:

Mosaico severo, virus Y.

Enrollamiento de la hoja, virus del enrollamiento.

Necrosis de las venas, virus de necrosis de las venas.

Cogollo mechudo, virus del cogollo mechudo.

Moteado del tallo, virus rattle.

b. Fungosas:

Rizoctonosis, *Rhizoctonia solani*.

Tizón, *Phytophthora infestans*.

Sarna común, *Streptomyces scabies*.

Sarna polvorienta, *Spongospora subterranea*.

Pudrición seca, *Fusarium* sp.

La gangrena y la cáscara manchada de la papa también han sido controladas con la fumigación de los tubérculos-semillas de papa, inmediatamente después de la cosecha, con butilamina-sec en dosis de 200 mg/kg.

La producción de los inventarios básicos de semillas ha llegado en Escocia a alcanzar un alto grado de sanidad, y mediante el cultivo en suelos con largas rotaciones y aislamiento de otros cultivos se evitan las reinfecciones. Se estima que será necesario hacer un cuidadoso análisis económico antes de llevar estas nuevas técnicas a constituir una práctica generalizada en la producción de 'semilla' de papa, pues siempre ocurrirán reinfecciones en la producción de semilla de los grados comerciales y también en los numerosos plantales de producción de papa de consumo.

También podría suceder con esta limpieza de virus, bacterias y hongos, que otros organismos, inclusive patógenos de segundo orden o no detectados en el cultivo, pasen a primer plano al no tener competencia antibiótica de los patógenos comunes (Fig. 62).



Fig. 62. Precauciones en semillero de papas contra contaminaciones llevadas por los operadores. Empleo obligatorio de botas de plástico desinfectadas al entrar en la finca papera.

PROBLEMAS DE RECONTAMINACIÓN DE SEMILLA DE PAPA

Perombelon (1973) estudió en Escocia que la semilla de papa se contamina extensamente por *Erwinia carotovora* var. *atroséptica*. En algunos años la enfermedad causa casi la mitad de los rechazos de los lotes de certificación.

Desde 1967 se prepararon lotes libres de pata negra usando estacas herbáceas probadas bacteriológicamente. Los clones fueron manejados bajo estrictas condiciones higiénicas en un campo aislado donde nunca se habían cultivado papas, para después ser entregados a los cultivadores de semilla especializada.

En 1971 —sólo después de una o dos temporadas de cultivo— cerca del 22% de los lotes comerciales se reinfecaron con generalmente más bajos que los encontrados en lotes producidos de estacas herbáceas, pero que sin embargo causaron problema ya que no existe tolerancia para pata negra en los lotes de semilla 'elite'.

La infección sistemática no detectada en los tallos herbáceos, y la supervivencia de la bacteria en el suelo, son sin duda fuentes de contaminación, pero hay otras cuya importancia hasta ahora no ha sido suficientemente apreciada. Así, la bacteria puede sobrevivir por varios meses en las máquinas seleccionadoras y plantadoras que recontaminan lotes sanos; la bacteria también puede ser transmitida por las ruedas de los tractores usados recientemente en campos infectados. Las plantas de papa que quedan de un año a otro en el campo son otra fuente importante de contaminación; pájaros, insectos, fauna del suelo y viento pueden transmitir la bacteria. Considerando todas estas fuentes su impacto se disminuye si se toman las precauciones adecuadas. Por ahora, en Escocia están proporcionando un lote 'elite' sano dentro del plan de certificación, lo que progresivamente diluirá el grado de inóculo, de manera que se espera que al final la pata negra dejará de ser un problema de importancia en la producción de semilla certificada de papa.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA EN LA AMÉRICA LATINA

América Latina presenta cuatro regiones de producción de papa bastante bien definidas, cada una con requerimientos y necesidades especiales de semilla, debido a las especies y variedades que allí se adaptan y a los problemas de suelo, clima, enfermedades y plagas, además de los requerimientos del público consumidor.

La principal de estas regiones es la zona alta de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, que posee un ecosistema relativamente comparable para el cultivo de papa. Estas condiciones consisten en: temperaturas frías casi permanentes de 5–15°C, en días neutros en cuanto a iluminación solar (11–12 horas luz/día) y

lluvias durante la estación de crecimiento de la papa. El área ocupada por el cultivo en todos estos países alcanza a 640 000 hectáreas y si se considera un requerimiento de semilla de 1.2 ton/ha, la necesidad anual de semilla sería de 768 000 ton.

En este sistema ecológico se han formado las variedades del grupo andígena de *Solanum tuberosum*, que no tolera temperaturas superiores a 18°C en promedio ni días largos de las zonas templadas del sur y del norte del globo terrestre para producir tubérculos económicamente. Las buenas variedades del grupo andígena se caracterizan por una excelente calidad culinaria, tienen alto contenido de almidón y de materia seca y un período de reposo más prolongado, lo que permite el almacenamiento de los tubérculos por un tiempo relativamente largo. Por lo tanto estos países tienen su ecología propia para las variedades difíciles de encontrar fuera de los Andes y además exigencias especiales de mercado por calidades del tubérculo. El comercio posible en estos países está circunscrito a su grupo geográfico por el aspecto ecológico y por las exigencias regionales de calidad y conservación del tubérculo, además de las distancias más reducidas. Por ello se debe destacar la posibilidad de producir semilla de este tipo en los países incluidos dentro del ecosistema andino.

Por otra parte, las variedades mejoradas de la región andina corresponden a cruces entre las variedades de andígena (Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela) o a cruces de gr. tuberosum x gr. andígena en que se han seleccionado, por los diferentes caracteres agronómicos, por resistencia a enfermedades y por calidad (Estrada, 1966).

Así, el país que tenga facilidades de producir semilla más sana en cuanto a ataque de enfermedades y plagas estará en las mejores condiciones para proporcionar semilla de papa a sus vecinos, siempre que ello sea a precios razonablemente económicos.

El Instituto Colombiano Agropecuario, la Caja Agraria y los agricultores colombianos han emprendido un plan coordinado de producción de semilla de papa. Se considera que las fincas del páramo de 3 000 a 3 500 m de altitud son las más apropiadas para la producción de semilla. En estas regiones de temperaturas bajas, de deficiente luminosidad y de suelos de escasa fertilidad, el período vegetativo de la papa es más largo y los rendimientos por unidad de superficie son bajos tanto en cantidad como en calidad con respecto a la producción de las regiones localizadas a 2 500 m de altitud; por

consiguiente, el productor del páramo siempre está en condiciones desventajosas para competir en el mercado de la papa de consumo. En cambio, desde el punto de vista de transmisión de las enfermedades virosas, los páramos son los más apropiados para mantener la sanidad de la papa debido a la reducida población y escasa movilidad de los insectos vectores de virus. De acuerdo con estas observaciones, las medidas de control de enfermedades y plagas son también relativamente económicas y más eficientes. La semilla sana de papa siempre tiene un mayor precio que la mejor papa de consumo; la conservación de la semilla podría facilitarse con la exposición de los tubérculos a la luz natural o artificial en almacenes instalados en los mismos páramos.

Esquema de producción de semilla

La producción estimada de tubérculos aprovechables para semilla es de 10 ton/ha; la semilla indispensable para la plantación es de 2 ton/ha.

Año	Tipo semilla	Productor	Area (ha)	Prod. ton
1973	Básica	ICA	5	50
1974	Registrada	Caja y Agric.	25	250
1975	Certificada	Caja y Agric.	125	1 250
1976	Mejorada	Agricultores	625	6 250

La segunda zona papera de importancia en América Latina es la formada por Argentina, Uruguay y Chile, donde la producción está localizada en la zona baja con temperaturas de 11 a 18°C, fotoperíodos largos de 13–15 horas y lluvias irregulares durante la estación de crecimiento, debiendo en muchos casos recurrirse al riego. El área ocupada por el cultivo de la papa en estos países llega a 274 000 hectáreas y su gasto anual de semilla es de alrededor de 300 000 ton. En esta región la especie cultivada es *Solanum tuberosum* grupo *tuberosum* con variedades ya sea de Europa, Estados Unidos o desarrolladas localmente.

Tanto Argentina como Chile tienen desde hace largos años (1936–1938) servicios de producción de semilla de papa certificada y están en condiciones de suplir sus necesidades.

En Argentina, el Ministerio de Agricultura y Ganadería dictó la Resolución 2 051/49 que establece el **Reglamento de Fiscalización de la Producción de Semilla Certificada de Papa**, que fija como zona de producción el SE de la Provincia de Buenos Aires, aunque acepta la posibilidad de nuevas zonas. Además, creó el 'Registro de Variedades' que podrán ser certificadas.

Dicho reglamento fija la obligación de inspecciones periódicas a los cultivos, normas de selección, tolerancias, grados (tubérculos redondos o alargados), etiquetado, precintado, envases, muestreo, entre otras.

La tercera región papera es la zona relativamente caliente del sur de Brasil, Sao Paulo, Río Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais y Santa Catarina, que cultiva papa semilla importada de los mercados holandeses y alemanes, aparte de sus propias variedades. Allí, a pesar de que existe un programa de certificación, no siempre se encuentran las condiciones ideales de producción de semilla; cultiva 220 000 hectáreas.

Por último, la cuarta zona está constituida por México y Guatemala, con 45 000 hectáreas, donde se produce la papa en tierras altas con temperaturas bajas y donde las variedades dominantes son la europea Alpha y las variedades desarrolladas localmente. También México cuenta con un buen servicio de certificación de semillas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de México (INIA) está realizando trabajos para producir 'semilla' de papa libre de virus. La semilla de papa que se produce es de la variedad Alpha, en el Campo Experimental de Chapingo, México, perteneciente al CIAMEC.

Sería interesante coordinar la producción de semillas de todos estos países y estudiar los requerimientos de variedades y tolerancias de enfermedades y plagas de cada región para aprovechar al máximo las buenas condiciones allí donde ellas estén y dedicar las áreas de los otros países a la producción de papa de consumo.

Se espera que con una buena integración en el mercado común latinoamericano esto pueda llegar a ser posible.

CUADRO N° 62. Superficie y producción de semilla de papa certificada (El Baz, 1974).

Región	Superficie (ha x 10 ³)					Producción (ton x 10 ³)				
Suramérica	1 965	1 970	1 971	1 972	1 965	1 970	1 971	1 972	1 972	1 972
	977	1 059	1 062	1 152	7 010	9 087	8 632	7 997	7 997	7 997
Europa	741	772	738	673	14 990	17 896	17 312	15 849	15 849	15 849
	8 657	7 354	7 025	6 823	138 283	136 286	120 395	128 153	128 153	128 153
URSS	8 638	8 064	7 894	8 000	81 628	96 783	92 655	77 800	77 800	77 800

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

Especies y variedades de papas adaptables a diversas regiones ecológicas americanas. Condiciones de clima y suelo de las posibles regiones productoras de semillas.

Tipos de semillas más adecuados:



Tratamientos de las semillas:

- Verdeo
- Desinfección
- Desbrote o retardo de brotación
- Aceleración de la brotación
- Inducción de tallos múltiples

Importancia relativa de las enfermedades, insectos y nematodos en cada región ecológica americana, en cada país y en cada zona.

Métodos de cultivo y plan de rotaciones culturales para producción de semilla.

Capacidad científica de los agrónomos e inspectores de certificación y personal de extensión.

Capacidad técnica de los agricultores productores de semilla de papa. Requerimientos sanitarios y de variedades de papas del mercado local, nacional o de la región andina y del mercado común latinoamericano.

ANEXO N° 1

CULTIVO DE MERISTEMAS DE PAPA

Medio Morel y Müller (1964) por litro:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1 g
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.5 g
KCl	1.0 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.125 g
KH_2PO_4	0.125 g
Acido giberélico	0.1 g
Sacarosa	20.0 g
Agar	5.0 g
Sol. Micronutriente Burkholder y Nickel (o Berthelot)	1 ml
Agua destilada hasta completar	1 l

Solución Micronutriente Burkholder y Nickel (1949) por litro

$\text{Fe}_2(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_3$	1.827 g
H_3BO_3	0.570 g
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.360 g
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.268 g
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.252 g
ZnCl_2	0.625 g

Reemplazar el Tartrato de Fe con Fe-EDTA a 7.2 g/l

Esterilizar los constituyentes inorgánicos a $0.73 \text{ kg/cm}^2 \times \text{min}$.

Agregar azúcar, ácido giberélico y microelementos por filtración.

Ajustar el pH a 5.5-5.8.

ANEXO N° 2

PREPARACIÓN O COMPOSICIÓN DEL MEDIO MURASHIGE Y SKOOG PARA CULTIVO DE MERISTEMAS

Solución <i>stock</i>		Concent. en solución <i>stock</i> . g/l	Volumen de sol. <i>stock</i> en medio fi- nal. cc/litro	Concen- tración final en medio. mg/litro
A	NH ₄ NO ₃	82.5	20	1 650.0
B	KNO ₃	95.0	20	1 900.0
C	H ₃ BO ₃	1.24	5	6.2
	KH ₂ PO ₄	34.00		170.0
	KI	0.166		0.83
	Na ₂ MoO ₄ /2H ₂ O	0.05		0.25
	CoCl ₂ 6H ₂ O	0.005		0.025
D	CaCl ₂ 2H ₂ O	88.0	5	440.0
E	MgSO ₄ 7H ₂ O	74.0	5	370.0
	MnSO ₄ H ₂ O	3.45		22.3
	ZnSO ₄ 7H ₂ O	1.72		8.6
	CuSO ₄ 5H ₂ O	0.005		0.025
F°°	Na ₂ EDTA	7.45	5	37.35
	FeSO ₄ 7H ₂ O	5.57		27.85
G	Tiamina HCl	0.02	5	0.1
	Acido nicotínico	0.01		0.5
	Piridoxina HCl	0.1		0.5
	Glicina	0.4		2.0

Agregar: sacarosa 30 g/litro, mio-inositol 100 mg/litro, kinetina 0.04 mg/litro (también si se desea ácido indol 3-acético 10 mg/litro), agar 10 g/litro.

Las soluciones *stocks* A—G se preparan y almacenan en un refrigerador y se mezclan inmediatamente antes de preparar el medio final.

El FeSO₄ 7H₂O se disuelve en aproximadamente 200 cc de agua bidestilada. El Na₂ EDTA se disuelve en 200 cc de agua bides-

tilada, calentado y mezclado (bajo continuo movimiento) con la solución $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Después de enfriado el volumen se ajusta a 1'000 cc. El calentamiento y la agitación da por resultado un complejo más estable Fe—EDTA.

- a. Agregar el volumen requerido de soluciones *stock* a aproximadamente 800 cc de agua destilada;
- b. agregar sacarosa, mio-inositol, kinetina (y ácido indol acético);
- c. ajustar el volumen a 1 000 cc con agua destilada;
- d. ajustar el pH a 5.75 con NaOH al 2 %;
- e. colocar el medio en tubos;
- f. introducirlos al autoclave por 10 minutos.

ANEXO N° 3

CULTIVO DE PAPA

Medio de cultivo de *Erwinia carotava* var. *atroseptica*, Pectatogel de Steward (Modificado) (*Nature* 195: 1023. 1962).

Gránulos Agar MacConkey (oxid Código CM7).

Preparar según las instrucciones, pero antes de la esterilización agregar 0.53 g de cloruro de calcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) por 100 ml de medio.

Usar cuatro discos petri y dejar que la superficie del medio se seque. (Si la preparación Oxoid no está disponible, usar Agar MacConkey hecho según la forma estándar).

Capa de pectato

Polipectato de sodio (*)	2.0 g
Suspender en 6.0 ml de etanol (o 1 M Spirit)	
Sal disódica de ácido etilenodiaminatetra-acético	0.1 g
Agua destilada	100 ml

Agregar la solución de EDTA a la suspensión de pectato y ajustar el pH a 7.4–7.6 con N_1 NaOH. Se debe tener cuidado, cuando se agrega la solución de NaOH, de hacer distribución regular; esterilizar por 10 min.

Los discos MacConkey son cubiertos por una fina capa de pectato y se dejan por una noche antes de usarlos.

El jugo de la pequeña porción de tallo de papa se incuba en el medio anterior a 25°C por 48 horas. En este medio el organismo de la pata negra forma colonias discretas en depresiones en la capa de pectato y si es necesario su identidad puede confirmarse por pruebas de aglutinación usando antisuero preparado contra el organismo o por pruebas bioquímicas.

(*) 'Exchange' Polipectato de sodio. Producto 6024 de Sunkist Growers, Inc., Ontario, California, EUA.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ, M., y ACCATINO, P. Métodos del "tuber-index" en papas. Santiago, Depto. Investigaciones Agrícolas, 1962. pp. 325—326. (Bol. Esp. 15).
2. BAZ, S. A. El. Present problems with imported seed. *In: Seed Production Technology*. Lima, Centro Internacional de la Papa, 1974. pp. 108—115.
3. BOOCK, O. J. Desbrotamiento de tubérculos semente de batatinha. *Bragantia (Campinas)* 12 (1/3): 75—80. 1962.
4. BURTON, W. S. The potato, Wageningen, H. Veenman and Zonen N. V. 1966. 237 p.
5. CASSERES, E. H., SMITH, O. y ELLISON, J. A. Effect of thicurea on the number of stems, on the tuber set and on the yield of Katahdin, Kennebec and Sebago potatoes. *American Pot. Jour (New Brunswick)* 29(4):89—96. 1952.
6. CARSON, G. P. y HOWARD, N. W. Inheritance of bolter condition in the potato, *Nature (London)* 154:829. 1944.
7. CONSTANTINESCU, E. Production of planting material in potatoes. *In: Seed Production and Certification*. Bucarest, 1968. pp. 141—159. (F. A.O.).
8. CHIPMAN, E. W. Greensprouting seed potatoes. *American Pot. Jour. (New Brunswick)* 43(10):371—374. 1966.
9. CHOUDHURI, H. C. y GHOSE, S. Effect of gibberelic acid on sprouting, growth of internodes, tuber shape and yield in different varieties of potato. *European Pot. Jour. (Wageningen)* 6(3):160—167. 1960.

10. DENNY, F. E. Hastening the sprouting of dormant potato tubers. *American Pot. Jour.* (New Brunswick) 13:118–125. 1926.
11. EMILSSON, B. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta Agriculturae Suecana* (Stockholm) 3(3):189–284. 1949.
12. ESTRADA, N. La certificación de semilla de papa en Latinoamérica frente al mercado común de ALALC, Maracay. Seminario Panamericano de Semillas, 5°. 1966. 4 p.
13. FERNÁNDEZ, M. V. El verdeado de la papa: un método de conservación eficaz de los plántulos que se mantienen en los valles de San Luis. *Idia* (Buenos Aires) Supl. 2, 1960. p. 65.
14. GARESE, P., y CALDERONI, A. Tratamiento de los cortes de tubérculos de papa para semilla. Balcarce. *Est. Exp. Agron.* 1960. pp. 25–26. (Men. técn.).
15. HARDIE, J. L. *Potato growers guide to clonal selection.* Agric. Scient. Serv. East Craigs. Scotland, 1970. 20 p.
16. HIDE, G. A. Producing and maintaining healthier stocks of potatoes. Conference European Assoc. Potato Research, 5th. Norwich, Proc. 1973. 136 p.
17. HOWARD, H. W. The chimerical nature of a potato wilding. *Plant Pathology* (London) 16(2):89–92. 1967.
18. JACOBSEN, B. Seed potato production in Europe. Conference European Assoc. Potato Research, 5th. Norwich, Proc. 1973. pp. 28–37.
19. KASSANIS, B. The use of tissue culture to produce virus-free clones from infected potato varieties. *Ann. Appl. Biol.* (London). 45:422–427. 1957.
20. MAC DONALD, D. Notas sobre el cultivo de meristemas. Depto. de Agricultura y Pesquería de Escocia. 1973. (Comunicación personal). 4 p.

21. MENDOZA, H. A. Efecto del activante de brotamiento rindite sobre dos variedades peruanas de papa. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968. 5 p.
22. MONTALDO, A. Observaciones sobre el período de reposo de la papa. Agricultura Técnica (Santiago) 6:93–108. 1946.
23. —————. Papas, en siete años de Investigación Agrícola. Dept. Inv. Agric. Santiago. 1950. 135 p.
24. MURASHIGE, T. y SKOOG, F. Medium for tobacco tissue culture. *Physiología Plantarum* 15:473–497. 1962.
25. NIEDERHAUSER, J. S. Bases biológicas de la producción de semilla de papa certificada en Latinoamérica Maracay, 5°. Seminario Panamericano de Semillas, 1966. 4 p.
26. PEROMBELON, M. C. M. Recontamination problems in blackleg-free seed potato stocks in Scotland. Conference European Assoc. Potato Research, 5th. Norwich, Proc. 1973. pp. 136–137.
27. PROUDFOOT, K. G., y Mc CALLUM, J. Seed potato production in Northern Ireland. *European Pot. Jour (Wageningen)* 4(4):330–340. 1961.
28. PUN, A., PUENTE, F. DE LA y QUINJANDRÍA M. Estudio de la influencia del tipo de corte en semilla fraccionada en el cultivo de la papa. Lima 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968. 7 p.
29. REDOLESCU, E. y POP, I. Seed potato health testing. *In: Seed Production and Certification*. Bucarest. 1968. 160 p. (F.A.O.).
30. RANGEL, J. F. As bases biologicas de certificacao de batatas para plantio. *Bot. Fitossan. (Río Janeiro)* 2:157–182. 1945. y 3:35–46. 1946.
31. SCHIPPERS, P. A. De duur van de rustperiode van een veertigtal aardappelrassen, bewaard bij verschillende constante temperaturen. *Publ. Aardappelbawa (Wageningen) A. (112):10*. 1956.

32. SCIVITARO, A. y BOOCK, O. J. Experiencia sobre a ativacao das batatas sementes pelo bissulfureto de carbono. *Bragantia* (Campinas) 22(1):XIX—XXV. 1963.
33. SIFUENTES, O., QUIJANDRÍA, M. y PUENTE, F. DE LA. Sensibilidad al verdeo en diferentes genotipos de papa. Lima. 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968.
34. STUART, W. Breaking the rest period of the potato. *Pot. Assoc. America*, 18th. Ann. Meet., 1931. pp. 20—30 (Proc.).
35. VISE, C. Control químico de *Rhizoctonia* en el cultivo de la papa. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968. 1 p.
36. WOODBURY, G. W. Effects of certain chemicals on apical dominance and rest period of Russet Burbank potatoes. *Proc. American. Soc. Hort. Sci. (Beltsville)* 36:601—604. 1938.

CAPÍTULO 7

GENÉTICA Y MEJORAMIENTO

PRIMERAS INVESTIGACIONES CON RESPECTO A GENÉTICA Y MEJORAMIENTO DE LA PAPA EN AMÉRICA LATINA.

PRINCIPALES ASPECTOS DE LA GENÉTICA Y EL MEJORAMIENTO DE LA PAPA CON ESPECIAL REFERENCIA A AMÉRICA LATINA.

Floración y Esterilidad.
Erosión genética.
Mutaciones
Haploides.
Resistencia a heladas.

RESISTENCIA A ENFERMEDADES Y PLAGAS

Tizón
Bacteriosis
Sarna común
Alternariosis
Virosis
Nematodos
Insectos

MEJORAMIENTO

Objetivos
Métodos
Técnicas de trabajo

VARIEDADES:

Variedades más importantes en el comercio mundial
Variedades más importantes en América Latina.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

GENÉTICA Y MEJORAMIENTO

PRIMERAS INVESTIGACIONES

Argentina

Auborne en 1930 da cuenta de ensayos de variedades de papas; Vidal e Issouribehere en 1940 se refieren a trabajos experimentales en papas; Ratera, estudia en diversos trabajos publicados (1938, 1940, 1942 y 1947) los cromosomas, el polen y la resistencia a heladas en papas; Millan en 1939 hace mención a las variedades cultivadas en Argentina hasta 1936; Pujals en 1949 trata los problemas de fertilidad de polen y germinación en cruzamientos. Actualmente existe en la Estación Experimental de Balcarce, Sureste de la Provincia de Buenos Aires, un amplio programa de mejoramiento en papas.

Bolivia

Gandarillas estudia en 1943 la fertilidad de las flores de papas indígenas de Bolivia.

Brasil

Borne en 1940 se refiere a trabajos experimentales en papa; Decker en 1940 trata problemas genéticos ligados al cultivo de la papa en el Estado de Sao Paulo; Castro en 1941 expone los problemas de mejoramiento del cultivo de la papa; Amaral en 1947, hace análisis de peso medio de los tubérculos en diversas descendencias; Boock (1948, a.b) refiere el comportamiento de variedades europeas en el Estado de Sao Paulo.

En Brasil existe un programa de mejoramiento en papas en la Estación Agronómica de Campinas, Sao Paulo y en otras de los Estados del Sur.

Montaldo en 1942 describe el programa de mejoramiento genético en papas desarrollado en la Estación Experimental Centinela; en otro trabajo publicado en 1946 presenta un estudio de herencia de reacción a *Phytophthora infestans* y llama la atención sobre la necesidad de seleccionar para resistencia al hongo tanto en los tubérculos como en el follaje; en otro estudio (1950) da cuenta de los trabajos de mejoramiento realizados en Chile desde 1941 hasta 1947; Sanz en 1946 publica estudios sobre esterilidad observada en papas chilenas.

El trabajo de mejoramiento de la papa en Chile está actualmente ubicado en la Estación Experimental Carillanca, Provincia de Cautín.

Perú

Herrera en 1931 hace estudios sobre variedades de papas cultivadas en el Cuzco; Boza en 1937 y 1944 da cuenta del mejoramiento de la papa y de la producción de papa semilla mejorada; Vargas en 1945 se refiere al mejoramiento de la papa peruana.

Perú cuenta con un programa amplio de papas, con la colaboración del Centro Internacional de la Papa, que tiene su sede en La Molina, Lima.

Venezuela

Carrillo en 1943 presenta un estudio de las papas criollas cultivadas en los páramos andinos del Estado Mérida.

En Venezuela se desarrolla trabajo de mejoramiento en la Estación Experimental de Mucuchíes, Estado Mérida.

Otros Países

La investigación y mejoramiento de la papa se inició posteriormente en otros países como Colombia y México y ha tenido un desarrollo notable gracias en especial a la ayuda de la Fundación Rockefeller. En Ecuador, lo mismo que en Guatemala, Costa Rica y Bolivia se han desarrollado interesantes trabajos de mejoramiento en este cultivo.

PRINCIPALES ASPECTOS DE LA GENÉTICA Y EL MEJORAMIENTO DE LA PAPA CON ESPECIAL REFERENCIA A LA AMÉRICA LATINA

Floración y Esterilidad

La producción de flores y formación de frutos en variedades comerciales es innecesaria, pero son esenciales desde el punto de vista genético.

En la mayoría de las variedades del grupo *tuberosum* hay poca producción de frutos (unas florecen y otras no) lo cual se atribuye a esterilidad del polen; en cambio en las variedades venezolanas, colombianas, ecuatorianas, peruanas y bolivianas, grupo *andigena*, se observa una abundancia en la floración y la fructificación y son muy buenas variedades polinizadoras.

Se puede estimular la floración por los siguientes medios: dificultando el descenso de la savia mediante ataduras o haciendo cortes en los tallos; injertando brotes de papa sobre plantas de tomate, o cultivando papa sobre un ladrillo, tapando con arena y eliminando los tubérculos apenas empiecen a formarse.

En algunas variedades con tendencia a dejar caer las flores antes de la formación del fruto es recomendable cortar las ramas florales y colocarlas en una solución nutritiva en la que completan, sin dificultad, su desarrollo.

Generalmente la esterilidad que ocurre en las variedades se debe al polen y no al óvulo. También se presenta esterilidad como resultado de cruzamientos entre especies de diferentes números de cromosomas, como se observa en híbridos triploides y pentaploides. Además existe la incompatibilidad especialmente notable entre las diploides, siendo algunas autoincompatibles y otras pueden formar fruto solamente por polinización entre clones (Whitehead, Mc Intosh y Findlay (1953)).

Howard (1969) ha sugerido que la esterilidad del polen puede deberse a un gene dominante sencillo, a genes recesivos o a interacciones citoplasmáticas.

Erosión genética

Se refiere a la desaparición de clones de papas cultivadas o de especies silvestres, ya sea por el cultivo de otras plantas alimenticias o forrajeras o por reemplazo por nuevas variedades de papas mejoradas.

Hawkes (1973) ha hecho un reconocimiento de esta situación en Perú y Bolivia y elaborado un informe sobre este problema en los diversos genocentros de papa. En México y Guatemala hay una fuerte amenaza a las especies silvestres de papas.

En cuanto a las papas cultivadas, nunca en estas regiones ha existido gran variación y la poca que ha habido ha sido casi suprimida por la introducción de nuevas variedades resistentes al tizón por el Programa del Ministerio de Agricultura.

Desde Venezuela hasta Chile ha habido una gran erosión en las especies silvestres y en las papas cultivadas, por las causas generales antes anotadas.

En Argentina, en las provincias del Noroeste, existe una drástica disminución de las papas cultivadas tradicionalmente; en cuanto a las papas silvestres no se nota una erosión apreciable.

En Brasil, Paraguay y Uruguay hay información sobre erosión de especies silvestres; respecto a la papa cultivada, no existen formas autóctonas en esos países.

El informe de Hawkes destaca que el problema es grave y que debe abordarse a corto plazo si no se quiere perder un material genético insustituible.

Mutaciones

Estrada (1967) estudia una mutación para color de flor en una variedad de *S. t.* gr. phureja, variedad que como casi todas las de su grupo es autoincompatible. Una planta presentó una inflorescencia que poseía al mismo tiempo tres flores rosadas y dos blancas; la aparición de flores blancas la atribuyó Estrada a una mutación. Para estudiar otros efectos genéticos se utilizó polen de flores blancas para aplicarlo en flores rosadas de la misma planta; al polinizar 12 flores, cinco de ellas produjeron frutos con semillas. Cuando se polinizó flor rosada con polen de flor rosada no hubo ningún fruto en 25 flores polinizadas. Esto indicaría que había un efecto de este gene mutante no sólo en el color de la corola de la flor sino en que favorecería la autocompatibilidad. Como explicaciones a este fenómeno, Estrada anota:

Que el gene para color de flor tuvo un efecto pleiotrópico sobre la autocompatibilidad, es decir que efectos fisiológicos metabólicos sobre el color de la flor estarían afectando, hasta cierto punto, los efectos metabólicos para la autocompatibilidad, que el cambio genético pudo incluir más de un gene, talvez un pequeño bloque cromosómico con dos o más genes en el cual quedó también incluido un gene del tipo S para autocompatibilidad.

Howard (1969) cita dos ejemplos de cambio de color de flor coloreada a blanca y lo atribuye a mutación en la capa L_1 del meristema apical y, por lo tanto, el pigmento para flores coloreadas debe estar en las células de la epidermis. El mismo autor manifiesta que en el meristema apical (punto de crecimiento) del brote de papa hay tres capas que denomina L_1 , L_2 y L_3 . De L_1 se produce la epidermis, de L_2 la corteza exterior y de L_3 la corteza interna, el tejido vascular y la médula.

Constitución de:

Tipo	L ₁	L ₂	L ₃	Observaciones:
1	S	N	N	Posiblemente no reconocible como 'silvestre', estable.
2	N	S	N	Definitivamente 'silvestre', pues la forma de la hoja es principalmente determinada por L ₂ ; tendencia a producir N S S.
3	N	N	S	Posiblemente no reconocible como 'silvestre', tendencia a producir normal (N N N).
4	S	S	N	Improbable de producción, requiere de dos mutaciones.
5	S	N	S	Improbable de producción, requiere de dos mutaciones.
6	N	S	S	Puede ocurrir, producida por N S N; definitivamente 'silvestre'. Ver número dos.
7	S	S	S	Improbable de producción, requiere de tres mutaciones.

Este tipo de quimeras ocurre 1 en 200 000 plantas.

Howard (1967) en otro trabajo explica la naturaleza quimérica del tipo de follaje 'silvestre', aparecido en la variedad Redakin. Manifiesta que por extirpación de los ojos y por tratamiento por rayos X el carácter follaje silvestre mostró ser quimera, en la cual la capa más exterior del punto de crecimiento, L₁, estaba sin cambios, y las otras capas L₂ y L₃ tenían una mutación para el carácter 'silvestre'.

Otros tipos de quimeras se refieren a deficiencias de clorofila, hojas subdivididas, plantonas (plantas de gran desarrollo).

Haploides

La obtención de haploides ($n = 24$) de las variedades cultivadas de papas tetraploides ($2n = 48$) ha abierto un nuevo campo a la

CUADRO N° 63. Obtención de haploides en México (Pérez, 1964).

Cruce	N° de Flores	N° de Frutos	%	N° de Semillas	Semilla por Fruto	N° de Plantas	Tallo Verde	Tallo Pigmentado
Alpha x S.t.gr. phureja (*)	140	59	42	123	2.08	64	36	28
Alpha x S. phureja (**)	302	129	42	150	1.1	60	46	14
Anita x S. phureja (*)	286	197	68	275	1.3	101	45	56
Anita x S. phureja (**)	214	160	74	200	1.2	29	19	10
Conchita x S. phureja (*)	69	53	76	85	1.6	17	12	5
Conchita x S. phureja (**)	99	74	76	100	1.3	31	23	8
Amarilla de Puebla x S. phureja (*)	11	3	27	5	1.6	3	2	1
Amarilla de Puebla x S. phureja (**)	15	4	26	13	3.2	-	-	-
Leona x S. phureja (*)	91	48	52	105	2.1	2	1	1
Leona x S. phureja (**)	68	43	63	100	2.3	2	1	1
López x S. phureja (*)	33	21	63	50	2.3	7	6	1
López x S. phureja (**)	65	33	50	40	1.2	5	3	2
57 DZ - 29 x S. phureja (*)	235	169	71	325	1.9	123	95	28
57 DZ - 29 x S. phureja (**)	301	208	69	275	1.3	65	45	20
	1 929	1 201	62	1 846	1.5	509	334	175

Nota. El material de *S. tuberosum* gr. phureja utilizado corresponde a dos clones: (*) P.I.225682.13 y (**) P.I.225682.22.

genética y citogenética de la papa, especialmente para el estudio de la herencia de caracteres y para el mejoramiento, ya que será posible en los cruces, trabajar con un menor número de descendientes y también aprovechar los enormes recursos genéticos que poseen las especies diploides ($2n = 24$).

Howard en 1950 ya menciona la obtención de plantas haploides de *S. demissum* ($2n = 72$) cuando se le cruza con *S.t.* gr. phureja y manifiesta que Dodds ya los había obtenido de hibridaciones similares. Houghas, Peloquin y Ross (1958) obtienen 28 plantas haploides ($n = 24$) al cruzar 10 variedades de *S. tuberosum* ($2n = 48$) usadas como plantas pistiladas con 7 especies diploides ($2n = 24$). Se seleccionó material con caracteres contrastantes, tales como pigmentación y morfología de la hoja, para distinguir los híbridos F_1 de los haploides. Las plantas haploides fueron de menor tamaño que los híbridos F_1 ó de la especie *S. tuberosum* de la cual se originaron.

Pérez (1964) señala que la técnica de obtención de haploides consiste en cruzar *S. tuberosum* ($2n = 48$) x *S.t.* gr. phureja ($2n = 24$) (dominante para pigmentación del tallo) y sembrar las semillas en viveros; después de unas dos o tres semanas se procede a descartar los híbridos y a transplantar las no pigmentadas (haploides).

Empleo actual de los haploides de papa

A continuación se resume diversos trabajos en desarrollo sobre el empleo de haploides de papa.

Fertilidad: los haploides ($n = 2x = 24$) presentan una enorme ventaja frente a los tetraploides ($2n = 4x = 48$) para la obtención de líneas endocriadas, ya que no habría necesidad de avanzar más de 2–3 generaciones para la obtención de caracteres en forma homocigota. Sin embargo, el problema de la fertilidad del polen es bastante serio, por lo cual es estudiado por diversos investigadores.

Jakubiec (1973) estima que la baja fertilidad del polen de los dihaploides de *S. tuberosum* ($2n = 24$) es, en gran parte, el resultado de varias anormalidades en divisiones meióticas, aunque estas anormalidades no son la única causa de tan baja fertilidad. Ocurren varios casos de división normal pero la fertilidad del polen es aun baja. La fertilidad del polen es mucho más alta en dihaploides —híbridos

diploides de especies silvestres—. Además los híbridos muestran menores porcentajes de anomalías en divisiones meióticas.

Suchtelen (1973) manifiesta que si se considera a los haploides como autofecundaciones se puede esperar un efecto heterótico después de un cruce; debido a la escasez de haploides con polen fértil sólo puede ser efectuado un número restringido de combinaciones de haploides x haploides.

No puede ser encontrado un claro efecto heterótico para rendimiento en las descendencias; algunas plantas individuales pueden tener un rendimiento algo superior que los padres pero el rendimiento promedio de la familia no ha sido mayor que el de los padres.

Un aumento de fertilidad en haploides secundarios permitió comenzar un programa de mejoramiento a nivel diploide con sólo diploides *S. tuberosum* (sec. haploides).

Se obtuvo aproximadamente 50 clones de selecciones de un gran número (+ 1 600) de sec. haploide de *S. tuberosum* que rindieron más de 1 500 g por planta; de éstas, 7 rindieron aun más de 2 000 g por planta. Esto llega a igual nivel que las variedades tetraploides, sólo que estos diploides son de madurez muy tardía.

Las posibilidades de producir material de *Solanum* diploide autofértil son presentadas por Maag y Keller (1973). Los resultados se dan esquemáticamente en el Cuadro N° 64.

Experimentos preliminares realizados por Sunderland y Dunwell (1973) han mostrado que el polen de papa puede ser inducido en una activa división por la técnica del cultivo de anteras. Se producen embrioides multicelulares, algunos de los cuales dan plántulas que poseen el número gamético de cromosomas. Existe otra posibilidad en la formación de callo de polen.

Se describe por Hermsen (1973) la exitosa selección de polinizantes 'ideales' de *S. tuberosum* grupo phureja. Un polinizante ideal tiene buena fertilidad masculina, homocigosis para el marcador de semilla dominante (*embryo-spot*) y la capacidad de inducir en papas autotetraploides; un alto número de dihaploides tanto por fruto (baya), como por 100 semillas.

Carroll (1973) se ha trazado un programa de mejoramiento de papas comestibles diploides utilizando dihaploides de grupo 4x *tu-*

CUADRO N° 64. Relaciones interespecíficas de compatibilidad en cruces en angiospermas y excepciones en el género *Solanum* (Maag y Keller, 1973).

Tipo de Cruce		Compatibilidad, descendencia esperada	Excepciones observadas en el género <i>Solanum</i>	Reacción de compatibilidad F ₁
♀	♂			
I	ac ai	+	F ₁ esterilidad masculina autoplasmática con ac <i>S. verrucosum</i>	ac** o ai*
II	ai ac	—	Casos de descendencia viable descrita	Descrita como ac
III	ac ac	*o ⁻	El resultado depende de la distancia taxonómica entre especies	Descendencia ai descrita en <i>Lycopersicon</i>
IV	ai ai	*	Cruces recíprocos ocasionales no posibles, pues un tipo de hembra solamente compatible	Autoincompatibilidad del F ₁ descrita con una excepción

*ai = autoincompatible

**ac = autocompatible

berosum y cultivares primitivos del grupo *phureja stenotomum*. Las dificultades en el uso de dihaploides primarios como padre son debidas a los disturbios de fertilidad que afectan muchos aspectos del comportamiento reproductivo, tales como fallas en la iniciación de la florescencia, abscisión en varios estados desde el botón hasta el fruto, reducida producción de óvulos y fallas en el desarrollo del polen. Los dihaploides derivados de diferentes clones *tuberosum* muestran gran

variabilidad en la incidencia de diversos tipos de esterilidad; sin embargo, eligiendo fuentes 4x para dihaploides, el valor de tales clones como material de mejoramiento al nivel tetraploide debe ser tomado en cuenta. Los dihaploides raramente se acercan a la *performance* agronómica de sus clones originales, se puede obtener mejoramiento en rendimiento y fertilidad por inter cruzamientos de dihaploides de variados orígenes, pero el 'pool' de genes diploides así creado es necesariamente limitado. El desarrollo paralelo de clones diploides mejorados de *phureja stenotomum* con rendimientos que se acercan al nivel comercial dan la posibilidad de obtener material híbrido vigoroso y de alto rendimiento.

Autoincompatibilidad: la base genética de la autoincompatibilidad la determina Hermsen (1973) con tres dihaploides primarios muy fértiles del cultivar Gineke; uno altamente autoincompatible (G 609) y dos altamente autocompatibles (G 16 y G 254). Los haploides fueron inter cruzados recíprocamente y las plantas F_1 resultantes fueron autofecundadas y se efectuaron dentro de cada F_1 .

Los genotipos tentativos obtenidos al final para los dihaploides padres fueron: G 609 = $S_1 S_2$; G 254 = $S_1 S_3 / S_1$ y G 16 = $S_3 S_4 / S_1$.

Por lo tanto, el cultivar Gineke = $S_1 S_2 S_3 S_4 / S_1$.

Resistencia a enfermedades: Marie (1973), presenta los resultados de un estudio con descendencia tetraploide de *S. tuberosum* que indicaron la herencia de resistencia al hongo *Synchytrium endobioticum* (Schilb), pero raza 1 debe ser más compleja que la sugerida hasta ahora.

Estudios con dihaploides de la variedad Rode Star, con esterilidad masculina y moderadamente susceptible, segregan en 28 resistentes y 50 susceptibles.

Langton (1973) seleccionó híbridos (2x) entre *S. tuberosum* dihaploides con especies silvestres y cultivadas diploides principalmente por su resistencia al nematodo del quiste (*Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*) y al enrollamiento de la hoja. Un programa de duplicación vegetativa de cromosomas se está realizando para producir clones duples tetraploides (4x). Se efectúan comparaciones entre los clones 2x y 4x para ver cómo la resistencia, que en ambos casos es heredada en forma más o menos compleja, es afectada por el aumento del nivel de ploidía.

Uno de los objetivos del trabajo de Ross (1973) en Koin, Alemania, es el mejoramiento para resistencia a *Globodera pallida*, *Phytophthora infestans* y enrollamiento de la hoja a través del nivel di-haploide.

Hiperploides

De acuerdo a Lange y Wagenvoort (1973) se puede producir plantas hiperploides con dihaploides de *S. tuberosum* grupo *tuberosum* como con otro material diploide del género *Solanum*. Primero, tales hiperploides se originan espontáneamente cuando células huevo de plantas tetraploides obtenidas naturalmente o por tratamiento de colchicina son inducidas a ser desarrolladas parte o genéticamente. Estas llamadas plantas aneiuaploides se desarrollan de gametos aneuploides, que resultan de irregularidades citológicas que ocurren durante la meiosis en el material poliploide. Otra forma de producir plantas hiperploides es cruzar $3x \times 2x$. Aquí primero puede ser producido un triploide del cruce entre diploides y tetraploides, posteriormente este triploide puede ser usado para producir las plantas hiperploides.

En el laboratorio se ha estado trabajando con ambos métodos, tanto como ha sido posible con material *S. tuberosum* grupo *tuberosum*. La meta es producir una serie completa de los 12 trisómicos primarios, con un antecedente genético tan homogéneo como sea posible.

Estudios genéticos

De Jong (1973) esboza el programa de mejoramiento diploide en Canadá. Se extraen haploides de inventarios de mejoramiento de los grupos *tuberosum* y andígena. Clones diploides seleccionados primariamente de los grupos de *phureja* y *stenotomum* serán usados en cruzamientos con haploides para establecer híbridos de 24 cromosomas vigorosos. Se efectuará un mejoramiento, selección y estudios genéticos intensivos a nivel de 24 cromosomas. El programa trabajará en íntima colaboración con estudios de genética cuantitativa y estudios de calidad para mesa y procesamiento, lo mismo que resistencia a enfermedades. Híbridos superiores de 24 cromosomas con una relativa alta frecuencia de 'gametos no reducidos' serán cruzados con cultivares tetraploides superiores y con material de mejoramiento para tratar de obtener el máximo de vigor híbrido.

De acuerdo con trabajos de Suchtelen (1973) la descendencia de cruces entre cultivares de *S. tuberosum* tetraploides y diploides (haploides) de la misma especie son casi siempre tetraploides.

Plantas triploides se encuentran sólo por excepción, pero ahora existen unos pocos clones diploides, los cuales cuando son combinados con *stocks* tetraploides producen un número relativamente alto de triploides.

La capacidad de estos clones para inducir triploides parece tener base genética. Los clones triploides (± 25) tienden al tipo tetraploide pero no los sobrepasan en rendimiento; el contenido en almidón parece bueno; la mayoría de las plantas poseen tanto esterilidad femenina como masculina.

Un triploide pudo ser doblado por tratamiento con colchicina y ahora están disponibles los genotipos $2x$, $3x$, $4x$ y $6x$ de papa.

Según Ross (1973) están en desarrollo los siguientes trabajos genéticos con base en haploides:

Transferencia de un sistema de compatibilidad de las especies silvestres a las papas cultivadas para lograr líneas homocigotas.

Creación de haploides y monoploides por cultivo de anteras.

Comparación de padres tetraploides normales con padres re-tetraploides en mejoramiento práctico.

Ramanna (1973) estudia en aneuploides de *S. tuberosum* y en un clon de *S.t.gr. phureja*, el mecanismo de producción de microsporos no reducidos; se encuentra que los microsporos no reducidos son producidos no sólo por restitución nuclear en la meiosis sino también por citoquinesis aberrante en el meiocito. Rowe (1973) se refiere al uso de haploides en estudios genéticos de la papa en Wisconsin.

Haploides ($2n = 24$) provenientes de *S. tuberosum* grupo *tuberosum* ($2n = 48$) han sido usados como material básico para la mayor parte de los estudios de genética y citogenética de las papas desde 1958. Relaciones genéticas simplificadas y el potencial de hibridación directa, con la vasta diversidad genética disponible en las especies tuberíferas de 24 cromosomas han estimulado nuevos esfuer-

zos de investigación que llevarán a un gran conocimiento de la genética de la papa. Híbridos de la combinación de haploides de *tuberosum* con diploides de los grupos phureja y stenotomum proporcionan vigorosos clones fértiles que expresan un máximo de diversidad genética y tienen una buena disposición para 'tuberizar'. El descubrimiento de la autoincompatibilidad en ciertos híbridos diploides ha permitido estudios que muestran que la endocría tiene un efecto detrimento en el vigor y en el rendimiento de las papas diploides. La pérdida de vigor se corresponde con un aumento en la homocigosis. La disponibilidad de autocompatibilidad ha llevado también a investigar en nuevos aspectos que son expresados en poblaciones autofecundadas. Un programa para sintetizar clones con genotipos establecidos para marcadores conocidos y nuevos ha producido clones con genotipos confirmados hasta para 8 loci. La mayoría de estos loci controlan aspectos de pigmentación. A lo menos 5 de éstos están localizados en el mismo grupo de ligamiento. Los *stocks* genéticos están siendo usados para establecer otras relaciones de ligamiento y en cruzamientos con trisómicos como parte de un programa para asociar genes con cromosomas particulares.

Origen de la papa cultivada

Howard (1973), del Instituto de Mejoramiento de Plantas, Cambridge, Inglaterra, hace estudios de dihaploides en relación al origen de *Solanum tuberosum*. Manifiesta que las razas de andígena de la cual —según él— se ha desarrollado la papa comercial *S. tuberosum*, aparece según algunos autores como producida directamente de un doblamiento cromosómico de *S. stenotomum*.

El hecho que algunos *S. tuberosum* dihaploides formen 12 bivalentes en muchas células madres del grano de polen que tienen óvulo y polen fértil puede ser usado como evidencia para la autotetraploidía de *S. tuberosum*, pero debe recordarse que la mayoría de los híbridos interespecíficos de especies diploides cultivadas y silvestres de papas también, generalmente, forman 12 bivalentes y tienen tanto óvulo como polen fértil. Las observaciones citológicas no dan una respuesta adecuada a cómo se originó *S. tuberosum*.

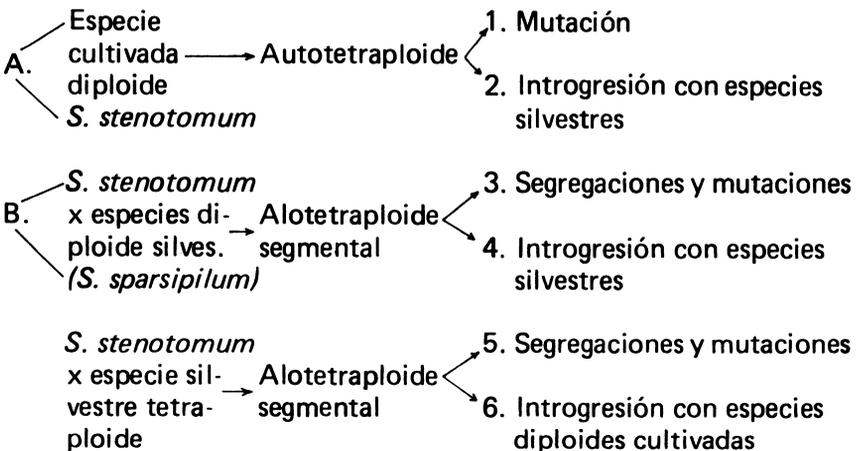
Hacia 1956 Hawkes indicaba que *S. stenotomum* tiene un cáliz típico irregular con sépalos relativamente largos, mientras que *S. tuberosum* tiene un cáliz regular con sépalos relativamente cortos.

También sugirió que los sépalos cortos de *S. tuberosum* venían probablemente de la especie silvestre diploide *S. sparsipilum*. La respuesta es por lo tanto que *S. tuberosum* probablemente emergió por doblamiento cromosómico de un híbrido entre *S. stenotomum* x *S. sparsipilum* y es un aloploiploide segmental.

Esta respuesta, sin embargo, necesita según Howard (1973) mayor prueba y podría haber otras explicaciones respecto a los tipos de cálices. Parece que hay poca duda de que *S. stenotomum*, o un diploide ancestral de él, fue un padre original de *S. tuberosum*, las dos especies tienen en común genes S y un sistema similar de genes para pigmentación de tubérculos, entre otros. La evidencia de que *S. sparsipilum* sea la otra especie padre de *S. tuberosum* no es fuerte; las dos especies parecen, sin embargo, tener en común un gene para hipersensibilidad a la virosis X: N_x .

Se requiere también mayor información respecto a cómo las especies *S. stenotomum* y *S. sparsipilum* se mantienen aparte, o si ocurren hibridaciones frecuentes; además necesita ser considerada la posibilidad de introgresión de genes de especies silvestres en *S. tuberosum*.

Posible origen y evolución de *S. tuberosum*. (Howard, 1973).



Herencia de caracteres

La papa cultivada es considerada como un autotetraploide. De un gene A y de su alelo recesivo a se originan cinco genotipos diferentes en la cigota: AAAA (cuadriplex); AAAa (triplex); AAaa (duplex); Aaaa (simplex) y aaaa (nuliplex).

Muchos de los caracteres de las papas se heredan en forma cuantitativa y existe muy poca información sobre su forma de herencia (Whitehead, McIntosh y Finday, 1953). Toxopeus (1953) corrobora esta afirmación y explica que la experiencia de los genetistas es muy poco aprovechada ya que hay poca comunicación.

Se indica algunas formas de herencia:

La forma de tubérculo está, según Schick (1956) condicionada por varios genes. En color de pulpa, Salamán (1926) indica que amarillo es dominante a blanco. Para Krantz (1924) el color rojo de la cáscara depende de tres genes complementarios.

Salamán (1928) manifiesta que rendimiento en tubérculos depende de dos o más genes, siendo alto rendimiento dominante sobre bajo; al analizar este carácter también hay que considerar la influencia del fotoperiodismo y la temperatura (Montaldo, 1968).

Para fines prácticos Estrada (1956) cree que un estudio de la herencia de muchos de los caracteres cuantitativos en la papa ayudaría muy poco en el mejoramiento de las variedades ya que el material progenitor es demasiado extenso y muy heterocigota. Por otra parte, el sistema de herencia de los caracteres más nuevos y relativamente poco introducidos, como resistencia a *P. infestans* y a virosis resulta de grandísima importancia y se está efectuando mucha investigación al respecto. Al tratar la "Resistencia a enfermedades y plagas" se indicará el tipo de herencia de cada uno de los casos conocida.

Estrada (1960) estudia la herencia de albinismo en especies de papas diploides y tetraploides. Este carácter es bastante simple y se hereda independientemente y sin factores complementarios.

Se hizo autofecundaciones con dos diploides, *S. chacoense* y *S. t. gr. phureja* y en dos tetraploides, *S. t. gr. tuberosum* y *S. scaule*.

Las semillas resultantes se sembraron y se observó el carácter albinismo; los resultados se muestran en el Cuadro N° 65.

CUADRO N° 65. Segregantes por albinismo en una población de cuatro especies de papa, después de una autofecundación (Estrada, 1960).

	Número de cro- mosomas	Plántulas verdes	Plántulas albinas	Propor- ción obser- vada	Propor- ción teó- rica inter- pretada
<i>S. chacoense</i>	24	242	74	3.2:1	3:1
<i>S. gr. phureja</i>	24	225	72	3.1:1	3:1
<i>S. tuberosum</i> gr. tub.	48	422	14	30.1:1	35:1
<i>S. acaule</i>	48	25	2	12.5:1	15:1

Se aprecia en el Cuadro N° 65 que las proporciones obtenidas se acercan bastante a las proporciones teóricas para un par de factores mendelianos.

En las especies diploides la proporción 3:1, fue bien definida y estuvo de acuerdo con los resultados logrados por Dodds y Long (1955, 1956) en herencia de color en papas diploides.

En la especie tetraploide *S. tuberosum* resultó la proporción aproximada de 35:1, lo que corresponde a una herencia de auto-tetraploide y estaría de acuerdo con lo encontrado por Lechnovitz (1958).

S. scaule, tetraploide, dio una proporción aproximada de 15:1, lo que indicaría, según Estrada, una herencia alotetraploide, semejante a los resultados obtenidos por Cadman (1942).

Resistencia a heladas

Estrada (1967) presenta resultados obtenidos en el Programa de Resistencia a Heladas en Papas en Colombia. Manifiesta que tradi-

cionalmente el sistema era emplear *S. acaule* y duplicar los cromosomas de clones tetraploides ($2n = 4x = 48$), obtener clones octoploides ($2n = 8x = 96$) y utilizar *S. tuberosum* como polinizante.

En esta forma se requería 3 ó 4 generaciones de cruzamientos regresivos con *S. tuberosum* para mejorar la producción de tubérculos. Mediante estos cruzamientos se pierden, además, varios cromosomas, por lo cual al final hay tendencia a disminuir grandemente la resistencia a heladas.

En Colombia se hizo variaciones en el método con el fin de ver si era posible reducir el número de cruzamientos regresivos y obtener al final mejor resistencia a heladas, en la siguiente forma:

Se utilizó *Solanum acaule* hexaploide ($2n = 6x = 72$) sin duplicación.

Solanum acaule ($2n = 6x = 72$) se empleó como polinizante.

Como progenitores femeninos se usó no sólo variedades de *S. tuberosum* (gr. tub.) sino también variedades de *S. tuberosum* gr. andigena, las cuales poseen, en general, mayor fertilidad masculina bajo control citoplásmico.

Se utilizaron además, en los primeros cruzamientos regresivos, clones diploides ($2n = 24$) de tipo cultivado, no silvestres, especialmente híbridos *S. t.* gr. phureja ($2n = 24$) x *S. tuberosum*, haploides ($n = 24$).

Los principales resultados muestran que ha sido posible seleccionar:

- a. Clones de primeros cruzamientos regresivos con alta resistencia a heladas (de -2°C a -4°C , por varias horas).
- b. Clones con mediano rendimiento y buena precocidad (4–5 meses).
- c. Clones con forma y tamaño de tubérculo tipo comercial.
- d. La fertilidad masculina de clones provenientes de cruzamientos *S. tub.* gr. andigena x *acaule* es mucho mayor. Esto puede facilitar una mejor transferencia de genes y hacer más eficiente el mejoramiento.

Richardson y Estrada (1971) evalúan en otro trabajo la resistencia a heladas de diversos cruces híbridos usando plantas completas en una cámara de crecimiento a baja temperatura. Las plantas se expusieron por dos horas al frío durante el período oscuro y la temperatura mínima de la prueba fue sucesivamente disminuida en 1°C en las noches subsiguientes. El follaje fue visualmente marcado para daño 10–20 horas después de cada prueba. Mientras la mayoría de las variedades comerciales de papa fueron muertas entre –2 a –3°C, sobrevivieron 101 de 121 clones que habían sido mejoradas para resistencia a heladas hasta por lo menos –5°C, y algunos cruzamientos resistieron –9°C sin observarse daño al follaje. Esto sugiere a los autores la posibilidad de obtener variedades cultivadas de *S. tuberosum* gr. andigena, gr. phureja, gr. stenotomum subgr. ajanhuiri y otros que son resistentes al frío.

Estrada (1974) menciona las siguientes fuentes de resistencia a heladas: *S. acaule*, *S. boliviense*, *S. brevicaula*, *S. bukasovii*, *S. chomatophilum*, *S. canasense*, *S. commersonii*, *S. demissum*, *S. multidissectum*, *S. megistacrolobum*, *S. sanctae-rosae*, *S. sogarandinum*, *S. toralapanum*, *S. tuquerrense* y *S. vernei*.

Como tolerantes señala clones de *S. tuberosum* gr. andigena, gr. stenotomum subgr. stenotomum y subgr. ajanhuiri, *S. x curtilobum* y *S. x juzepczukii*. Menciona que no hay problemas para mejorar la resistencia a heladas ya que es posible producir híbridos entre especies resistentes y clones de especies cultivadas.

La resistencia se hereda en muchos casos, de acuerdo a Mastenbroek (1956) como un factor dominante, especialmente cuando se usa *S. acaule*. En otros casos, según informa Estrada (1974) es acumulativa o un carácter recesivo.

Los sistemas de selección para resistencia a heladas se basan en pruebas con hojas amputadas a –2.5°C por 2 horas; otros usan plantas completas en maceteros que se exponen en cámaras de crecimiento enfriadas, o bien las plantas son expuestas en el campo a las heladas tardías de otoño.

RESISTENCIA A ENFERMEDADES Y PLAGAS

En cada caso particular hay que conocer los problemas de enfermedades y plagas, no sólo desde el punto de vista entomo-

fitopatológico sino especialmente el económico. Esto dará información sobre qué enfermedades y qué plagas son importantes, y qué grado de resistencia es necesario.

Tizón

Contra el patógeno *Phytophthora infestans*, que provoca la enfermedad llamada tizón, existen dos tipos de resistencia, la debida a 'hipersensibilidad' y la de 'campo' o 'multigénica'.

En las plantas con resistencia debida a hipersensibilidad, según Müller (1941), el hongo penetra en los tejidos del huésped y es capaz de infectar algunas células, determinando su muerte. Sin embargo, antes de que esto ocurra se produce una sustancia tóxica del grupo de los taninos, que detiene el desarrollo del hongo; los cultivares de papa susceptibles también lo producen pero muy tardíamente para detener el desarrollo completo del patógeno. Los genes de resistencia —R— funcionan solamente como aceleradores de la reacción del huésped al patógeno.

El hongo *P. infestans* presenta razas fisiológicas, que han sido denominadas, por acuerdo internacional (16): 0, 1, 2, 3, 4, 1.2, 1.3, 1.4, 2.3, 2.4, 3.4, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.4, 2.3.4, 1.2.3.4. Los genes que controlan la resistencia también han sido denominados internacionalmente como R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , $R_1 R_2$, $R_1 R_3$, $R_1 R_4$, $R_2 R_3$, $R_2 R_4$, $R_3 R_4$, $R_1 R_2 R_3$, $R_1 R_2 R_4$, $R_1 R_3 R_4$, $R_2 R_3 R_4$, $R_1 R_2 R_3 R_4$.

Por ejemplo, la raza 1.2 es capaz de atacar a los genotipos R_1 , R_2 y $R_1 R_2$, pero no sobreviven la presencia de los genes R_3 o R_4 . Esta susceptibilidad es posible solamente cuando la raza tiene en su designación todos los números presentes en el genotipo de la planta huésped. De acuerdo con esto, siendo el genotipo $R_1 R_2$ el huésped natural de la raza 1.2, es susceptible a las razas 1.2, 1.2.3, 1.2.4, y 1.2.3.4 e inmune al resto.

Bazán (1956) indica que el sistema internacional de designación de genes y razas tenía la ventaja de poder descubrir nuevos genes R (R_x), los que fácilmente serían incluidos en la escala y establecerse la interrelación genes R, razas del patógeno.

Black (1954) encontró que algunas razas de *P. infestans* eran capaces de atacar plantas de papa que contenían los cuatro genes

RAZAS DEL PATOGENO (x)

GENOTIPO S. DEL HUESPED

r	RAZAS DEL PATOGENO (x)															
	0	1	2	3	4	12	13	14	23	24	34	123	124	134	234	1234
R ₁	S	S	S	S	S	S	S	S				S	S	S		S
R ₂			S			S			S	S		S	S		S	S
R ₃				S			S		S		S	S		S	S	S
R ₄					S		S			S			S	S	S	S
R ₁ R ₂						S						S	S			S
R ₁ R ₃							S					S		S		S
R ₁ R ₄								S					S	S		S
R ₂ R ₃									S			S			S	S
R ₂ R ₄										S			S		S	S
R ₃ R ₄											S			S	S	S
R ₁ R ₂ R ₃												S				S
R ₁ R ₂ R ₄													S			S
R ₁ R ₃ R ₄														S		S
R ₂ R ₃ R ₄															S	S
R ₁ R ₂ R ₃ R ₄																S

Nota (x) Se da este cuadro como un ejemplo de interrelación, ya que nuevos genes R (R₅ a R_x) y nuevas razas del patógeno lo mantienen en constante crecimiento.

$R_1 R_2 R_3 R_4$ que controlaban la hipersensibilidad, lo que indicaba estar en presencia de otro complejo de razas y genes de resistencia.

Black y Gallegly (1957) hicieron estudios de resistencia a *P. infestans* que incluía *S. demissum* y otras especies, siendo el principal objetivo determinar si otros genes de resistencia existían dentro de *S. demissum*, si los correspondientes genes estaban presentes en otras especies y si la resistencia de 'campo' jugaba un papel prominente en la protección contra la enfermedad.

Los resultados mostraron varios clones de *S. demissum*, resistentes a las cinco razas. Otros clones de *S. demissum* dieron descendencias que segregaban para resistencia a las razas 1.2.3.4, lo que indicaba que portaban un gene R, no identificado, en condición heterocigota. La reacción de ciertas descendencias de *S. bulbocastanum*, *S. pinnatisectum*, *S. polyadenium* y *S. stoloniferum* sugirió que estas especies poseían genes mayores que se corresponden con los genes R de *S. demissum*.

Lapwood (1971) hace ver la identificación incompleta de las 16 razas del hongo *P. infestans* o de los 4 genes de los cultivares en 1962, mencionando ya, en 1971, 10 genes R y que podrían distinguirse 210 razas (1 024).

En el informe Anual de 1976, el Centro Internacional de la Papa manifiesta que en Toluca, México, se tienen clones de papa con los genes R_5 , R_7 , R_8 , R_{10} y R_{11} , siendo los genes R_5 , R_8 y R_{10} de frecuencias más bajas. La raza del hongo 1.2.3.4.5.7.8.10.11 se ha hecho presente en la prueba (no se usaron los diferenciales R_6 y R_9).

La reacción exhibida por muchas descendencias muestra que existen varios grados en el tipo de 'resistencia de campo', término que incluye todas las formas de resistencia heredada que posean las plantas, con excepción de la debida a hipersensibilidad y controlada por genes R.

La 'resistencia de campo' es, por lo tanto, un complejo determinado por características morfofisiológicas de la planta y su operación se debe a un sistema 'poligénico'.

Estrada y Guzmán (1969) estudian la herencia de resistencia de campo al hongo *Phytophthora infestans* en cultivares de papa de la

Colección Central Colombiana, en Tibaitatá, que abarcaba 650 clones de *Solanum tuberosum* gr. andigena, gr. tuberosum y gr. phureja.

Como base para el estudio del funcionamiento de estos genes se partió de variedades que no hubieran recibido genes R, de manera que la evaluación se hizo con base en la raza O, que es la predominante en el campo. Basados en la herencia tetrasómica asumen distribución independiente de genes que denominaron M_1 , M_2 , M_3 y M_4 . Así un clon con máxima resistencia sería: $M_1 M_1 M_1 M_1$, $M_2 M_2 M_2 M_2$, $M_3 M_3 M_3 M_3$, $M_4 M_4 M_4 M_4$; y un clon con mínima resistencia sería: $m_1 m_1 m_1 m_1$, $m_2 m_2 m_2 m_2$, $m_3 m_3 m_3 m_3$, $m_4 m_4 m_4 m_4$.

Observaciones efectuadas por Estrada y Guzmán (1969) en progenies de más de treinta diferentes familias de cruzamientos entre variedades indicaron que:

Altamente resistente x altamente resistente produce plantas en alto porcentaje con resistencia.

Altamente resistente x medianamente resistente produce alto porcentaje de plantas con mediana resistencia. Algunas plantas tienen alta resistencia y otras son susceptibles.

Altamente resistente x altamente susceptible produce alto porcentaje de plantas susceptibles. Unas pocas son resistentes.

Medianamente resistente x susceptible produce alto porcentaje de plantas susceptibles. Muy pocas plantas son resistentes.

Susceptible x susceptible produce todas las plantas susceptibles, dando un grado variable de susceptibilidad en las plantas.

Razas fisiológicas

- a. Se indica para Colombia (Guzmán, 1963; Thurston, 1955) las razas de *P. infestans*: 0, 1, 1.4, 3.4 y 4.
- b. En Argentina (Calderoni, 1961; Calderoni y Malamud, 1965) se localizaron las razas 1.4, 3 y 4.
- c. Para Brasil (Cruz, 1961; Rossetti, 1960) se señala las razas 0, 1.4, 3 y 4.

d. En México (Mills y Niederhauser, 1953; Niederhauser, 1954) fueron encontradas las razas 0, 1, 1.2, 1.3, 1.4., 1.2.4, 1.3.4, 1.2.3.4, 2, 2.4, 2.3.4, 3, 3.4, 4.

e. En Perú (Bazán, 1951; Quevedo, 1958) se indica las siguientes razas: 1.2, 1.3, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.4, 1.2.3.4, 2, 2.3.

f. En el sur de Chile (1968) están determinadas las razas 0, 1, 1.4 y 4.

CUADRO N° 67. Razas fisiológicas de *P. infestans* determinadas en América (Adaptado de Bazán, 1967).

Razas	PAÍSES					
	México	Perú	Colombia	Brasil	Argentina	Chile
0	+	.	+	+	.	+
1	+	.	+	.	.	+
1.2	+	+
1.3	+	+
1.4	+	.	+	+	+	+
1.2.3.	.	+
1.2.4.	+	+
1.3.4.	+	+	+	.	.	.
1.2.3.4.	+	+
2	+	+
2.3	.	+
2.4	+
2.3.4.	+
3	+	.	.	+	+	.
3.4	+	.	+	.	.	.
4	+	.	+	+	+	+
1.2.3.4.5.7.8.10.11	+

Fuentes de resistencia

Como fuentes de resistencia contra el hongo *Phytophthora infestans* han sido señalados clones de *S. demissum*, *S. pinnatisectum*, *S. stoloniferum*, *S. bulbocastanum*, *S. huerreroense*, *S. oxycarpum*, *S. polyadenium*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum* y los cultivares comerciales indicados en la sección correspondiente.

Bacteriosis

Thurston y Lozano (1968) dan cuenta del trabajo de selección para reacción de especies y variedades de papa a la raza 3 del organismo de la dormidera, *Pseudomonas solanacearum*, encontrando resistencia sólo en seis clones de *Solanum tuberosum* gr. phureja. Estos clones, al ser inoculados con las razas denominadas 1 y 2 del organismo patógeno, continuaron mostrando resistencia; las pruebas se efectuaron a temperaturas de 20, 25 y 30° C.

De acuerdo a Buddenhagen y Kelman (1964) las razas 1 y 3 de *Pseudomonas solanacearum* atacan la papa bajo condiciones de campo. La raza 3 característica de las tierras altas tropicales frías ataca a la papa y al tomate (*Lycopersicon esculentum*), pero muy poco al tabaco (*Nicotiana tabacum*); la raza 1 se encuentra en áreas tropicales y subtropicales y ataca tanto a la papa como al tabaco, tomate, solanáceas y bananos diploides (*Musa* sp.).

Sequeira y Rowe (1969) prueban 250 clones de *Solanum tuberosum* gr. phureja y 300 cruces de *S. tuberosum* gr. phureja x *S. tuberosum* para reacción a las tres razas de *Pseudomonas solanacearum*. Encuentran entre los clones, tipos resistentes a las tres razas, a una sola raza y otros completamente susceptibles. Los cruces entre clones de *S. tuberosum* gr. phureja x *S. tuberosum* gr. phureja y de *S. tuberosum* gr. phureja x *S. tuberosum* gr. tuberosum (24 cromosomas) dieron descendencias con diversos grados de resistencia, algunos tan altos como los observados en los clones de *S.t.* gr. phureja resistentes. Pruebas realizadas en cámaras de crecimiento mostraron que la resistencia era expresada más frecuentemente a alta intensidad luminosa (21 500 luxes), que a bajas intensidades (14 000 luxes) y a temperatura de 24 y 28° C.

Rowe, Sequeira y González (1972) indican que la resistencia a *P. solanacearum* en *S.t.* gr. phureja se debe a genes dominantes, además de genes modificadores.

Sarna común

La resistencia a la sarna común debida a *Streptomyces scabies* es un carácter útil para una variedad de papa. Esta resistencia, de acuerdo a Krantz y Eide (1941), la exhiben las variedades de *S. tuberosum* gr. tuberosum en diversos grados.

Emilsson y Gustafsson (1953) han determinado que la variedad *Ackersegen* es resistente a la sarna común; Bintje es susceptible y President Krüger y Up to Date, muy susceptibles.

Montaldo (1962) selecciona entre material autóctono de Chile, de *S. tuberosum* gr. *tuberosum* las siguientes variedades resistentes a la sarna común: Corahila, Americana, Americana blanca, Huevo, Chiruca, Rosada, Guapa, Pedán, Bastoneza morada, Oropana, Rosada temprana, Camote, Corahila ovalada, Zapatona, Clon 198, Clon 200 y Coquiiao.

Según Dunnett (1972), hasta hace pocos años las principales variedades de papa en Gran Bretaña eran King Edward y Majestic, ambas susceptibles a la sarna común; todas las variedades actuales Pentland, producidas en Escocia, son resistentes a este mal. Esto significa que los fines para selección son adecuados y que la selección para resistencia ha sido altamente eficiente.

Según Dunnett (1972), lo que se necesita para lograr tipos resistentes a la sarna común es tener un infectario y hacer un juzgamiento correcto de los resultados. El mejoramiento es empírico en lo que respecta a: ¿cuántos genes están envueltos? , ¿de dónde vienen? , ¿qué es lo que hacen? , y, ¿cómo interactúan?

Emilsson (1953) determinó que no hay relación entre el contenido en ácido clorogénico en la cáscara de los tubérculos de papa y su resistencia a la sarna común, como ha sido atribuido por otros autores como Johnson y Schaal (1932).

Wiersema (1973) manifestó que la resistencia a la sarna común es parcial y uniforme, es decir, no específica. No se encontró inmunidad, ni aún en las especies silvestres de papa. Ejemplo de variedades resistentes son: Jubel y sus descendientes, como Hindenburg, Ackersegen, Menominée y Ontario. El modo de herencia, que es cuantitativa, no se conoce con precisión y se cree que intervenga más de un gene.

Alternariosis

O'Brien y Akeley (1971) probaron un extenso material cultivado de papas en su reacción al ataque del hongo *Alternaria solani*, mediante la inoculación artificial de las plantas.

En la prueba de un año, cuatro selecciones se comportaron con ataque grado cero. Al año siguiente estas selecciones mostraron grado de ataque muy bajo, que variaron de 0.88; 1.00; 1.25; y 1.38, medido en una escala de 0 (inmune) a 5 (muy susceptible). Los otros resultados mostraron que existe una alta variabilidad en la resistencia entre las variedades y selectas cultivadas.

Virosis

Howard y Fuller (1965) estudiaron la necrosis apical a las virosis X, A, B y C, en *S. tuberosum* gr. *tuberosum*, la que se debe a cuatro genes dominantes N_x , N_a , N_b , y N_c , respectivamente. Estos investigadores mostraron que en dos familias, N_x , N_a , y N_c estaban en un mismo grupo de ligamiento; los genes estaban presentes en tres cromosomas diferentes del mismo grupo homólogo de cuatro. El otro gene, N_b , se encontró que era independiente de N_x , y N_c . En una tercera familia, de origen diferente a las otras dos, N_x , N_b y N_c eran independientes uno del otro.

Las pruebas de necrosis apical fueron hechas por injerto de una púa que lleva el virus en un punto situado a 6 cm bajo el ápice de la planta, de aproximadamente 12 cm de alto.

La resistencia al virus del enrollamiento, según Ross (1958), se hereda en forma poligénica.

Fuentes de resistencia

Enrollamiento: entre las variedades de papas resistentes se señalan (Ross y Rowe, 1972) varias de origen europeo, especialmente alemanas y holandesas entre las que están: Antje, Augusta, Bismarck, Bona, Burmania, Doré, Electre, Eva, Falke, Feldeslohn, Fortuna, Fruhmolle, Grata, Mirka, Pimpernell. Calderoni y Cappelletti (1967) manifestaron que las variedades Huinkul, Buena Vista, Santa Rafaela, Sierra Larga y Cinco Cerros son tolerantes a la enfermedad y dan rendimientos satisfactorios.

Virus X: inmunes: Anett, Saphir; hipersensibles: Clivia, Craigs Snow White, Fortuna, Olev, Pentland Aca, S. 41956. Esta última proviene de G.S. 9-1 (Villarroela autofecundada) x S. 24642 (Arostock Wonder x Sutton Flourball), (Schultz, Clark, Bonde, Raleigh y Stevenson, 1934).

También existe resistencia a virus X, según Bagnall (1972), en las especies silvestres: *S. acaule*, *S. kurtzianum*, *S. sparsipilum*, *S. sucrense* y *S. tarijense*, y en *S. tuberosum* gr. phureja.

Virus Y: variedades con resistencia genética: Champion, Advira, Alpha, Bevelander, Anett, Antje, Burmania, Clivia, Datuna, Desirée, Pentland Crown, Dorita, Eva, Feldeslohn, Fruhmolle, Maritta, Mirka, Pimpernell (Ross y Rowe, 1972).

Virus A: resistencia genética: Anett y Clivia (Ross y Rowe, 1972); hipersensibles: Ackersegen, Albión, Arran Cairn, Bintje, Bona, Craigs-Snow White, Fortuna, Fruhperle, Grata, Pentland Ace, Saphir. La hipersensibilidad a virus A ha sido obtenida de los descendientes de Garnet Chili, como Rough Purple Chili y Villarroela (Bagnall, 1961).

Tubérculo puntado: Bagnall (1972) señaló a *S. huerreroense* como resistente.

Nematodo del quiste

Ellenby (1954) resumió sus trabajos en Newcastle, Inglaterra, sobre búsquedas de fuentes de resistencia a *H. rostochiensis* realizados desde 1941 a 1954, en que ha probado 1 300 genotipos pertenecientes a más de 60 especies silvestres y cultivadas de papa.

Entre el material marcadamente resistente anotó: *S. vernei*, varias líneas y en *S. tuberosum* gr. andigena, las líneas CPC* 1595 de Oruro, Bolivia; CPC 1673 de La Paz, Bolivia; CPC 1685 de Puno, Perú; CPC 1690 de Puno, Perú y CPC 1692 de Cochabamba, Bolivia.

Las especies *S. sucrense* y *S. vernei*, de acuerdo a Mai y Petersen (1952), son resistentes a *H. rostochiensis*. Lechnovitz (1958) señaló también a *S. vernei* como resistente.

Toxopeus y Huijsman (1953) presentaron un estudio de herencia de resistencia en papa a *H. rostochiensis* y revelaron la existencia de un gene dominante HI que controla esta resistencia en gr. andigena CPC 1673, mientras que en el clon CPC 1685 esa resistencia

(*) CPC = *Commonwealth Potato Collection*.

es debida a dos factores complementarios. En las plantas resistentes las larvas penetran las raíces en gran número, pero no alcanzan el estado de madurez sexual.

Brücher y Ross (1953) señalaron la importancia de las especies silvestres de papa del noroeste argentino como fuentes de resistencia a *H. rostochiensis*.

Quevedo, Simon y Toxopeus (1956) examinaron 82 clones de papa obtenidos en Holanda, provenientes de la línea resistente CPC 1673, que resultaron susceptibles a una población de nematodos provenientes de Perú.

Cole y Howard (1957) estudian la herencia de resistencia en el clon CPC 1690, además de los clones CPC 1673 y CPC 1685 al nematodo del quiste común en Inglaterra, en 1957, patotipo A. Concluyen que la resistencia se debe a un gene dominante simple, H1. Anteriormente Toxopeus y Huijsman (1953) habían determinado igual comportamiento para CPC 1690, pero no así para CPC 1685, en que consideraron que había dos factores complementarios involucrados.

Dunnett (1957) informa en 1957 sobre la aparición de una raza agresiva del nematodo del quiste en Duddington, Edimburgo. Esta raza ataca a los tipos seleccionados CPC 1673, CPC 1685 y CPC 1690. Determina igualmente que la resistencia de *S. vernei* fue aparentemente mantenida contra el nuevo patotipo clasificado después como *Globodera pallida*.

Huijsman, en otro trabajo (1955) afirma que la resistencia de los clones CPC 1673 y CPC 1685 se debió a un gene dominante con un efecto principal en el esquema tetraploide. Según el mismo autor (1956) la introducción de los genes de resistencia del nematodo del quiste es tarea fácil, pero la combinación de resistencia en otros caracteres agronómicos de valor en una nueva variedad de papa es tarea difícil.

Para determinar el tipo de resistencia que posee una variedad de papa al nematodo es necesario, de acuerdo a Huijsman (1959) tener métodos apropiados para estimar la población de nematodos, tanto en el suelo como en las raíces de las plantas probadas.

Jones (1954) y Williams (1956) consideran que la resistencia en *S.t. gr. andigena* se debe a la producción, por la planta de papa, de una sustancia difusible capaz de evitar la incubación de las larvas del nematodo. Las plantas son invadidas por las larvas pero a pesar de que los machos parecen desarrollarse normalmente la evolución de las hembras se detiene en un estado primario antes de la madurez sexual.

Huijsman (1960) determina a la especie *S. kurtzianum* como resistente a un nuevo patotipo del nematodo del quiste que denomina Holanda B, que ataca a las papas resistentes al patotipo Holanda A (británico A). Estima el investigador que un híbrido que combine la resistencia de CPC 1673 —con gene H1— y la resistencia de *S. kurtzianum* dará resistencia aproximadamente al 90 % de todos los patotipos del parásito existentes en Holanda. Informa que algún material resistente de *S. kurtzianum*, ha sido ocasionalmente atacado por el nematodo del quiste, por lo que estima la existencia de otro patotipo en Holanda.

Dunnett (1960) encontró que la especie *S. multidissectum* se comporta como resistente a *G. pallida*. En otro trabajo determina que la resistencia de *G. pallida* es controlada por un gene dominante H2, pero este gene no da resistencia al patotipo británico A de *G. rostochiensis*.

Howard (1965) da cuenta del trabajo hacia resistencia al nematodo del quiste realizado en Cambridge, Inglaterra, y de las diversas fuentes de resistencia disponibles. Estas se encuentran en diversos clones de *gr. andigena* resistentes al patotipo británico A (holandés A); *S. multidissectum*, proveniente de Perú, que es resistente a *G. pallida* pero susceptible al patotipo A de *G. rostochiensis*. Indica que se ha obtenido clones resistentes a los patotipos de *G. rostochiensis* y *G. pallida* por cruces entre clones resistentes de *gr. andigena* y *S. multidissectum*. Otras fuentes de resistencia son *S. vernei*, originaria de Argentina, que aparece como resistente a todos o casi todos los patotipos de nematodo del quiste. *S. kurtzianum* es resistente al patotipo holandés B (*G. rostochiensis*). En *S. sanctae-rosae* se ha encontrado resistencia muy similar a la producida por el gene H2 de *S. multidissectum*.

Ross y Huijsman (1969) prueban en su reacción al nematodo del quiste 63 especies de *Solanum* de 200 orígenes, tanto a la raza A como a 11 desviaciones encontradas en Europa. Se comportaron como resistentes a 11 razas las especies *S. oplocense*, *S. leptophyes*, y *S.*

vernei. Como resistentes a seis razas se encontraron *S. sanctae-rosae* y *S. megistacrolobum*, y el clon EBS* 2084, *S. tuberosum* gr. *tuberosum* de Chile. Otras especies resistentes fueron *S. andreanum* y *S. sparsipilum*.

Howard, Cole y Fuller (1970) encuentran los clones de gr. andígena CPC 2775, CPC 2802 y CPC 2805 resistentes a los patotipos del *G. pallida* británico B y E (este último holandés D). El clon CPC 2775 demuestra también tener resistencia a *G. rostochiensis* patotipo A y parece poseer dos genes dominantes, el gene H1 que da resistencia al patotipo A y el gene H3, que da resistencia a los patotipos británicos B y E. El clon 2805 no ha podido, de acuerdo a los autores, ser investigado por falta de vigor de las plantas pero parece poseer los genes H1 y H3.

Howard y Fuller (1972) determinan que el clon AND 586/1, proveniente de un cruce en que uno de los padres es CPC 2775 posee dos genes de resistencia, H1 y H3. El gene H1 es similar o idéntico al proporcionado por CPC 1673. El clon AND 586/1 se ha encontrado resistente a todas las poblaciones del nematodo del quiste existentes en Gran Bretaña, aún a las del nematodo crema o blanco, a través de su gene H3. Sin embargo hay ciertas indicaciones de que algunos genes modificantes pueden estar envueltos y que en familias provenientes de AND 586/1 no hay siempre una separación clara entre las plantas susceptibles y las plantas resistentes.

Parrot y Trudgill (1972) encuentran resistencia a *G. pallida* patotipo E suplementaria a la conferida por los genes H1 y H2 entre descendientes F1 de cruces entre cultivares resistentes x susceptibles. La resistencia en el híbrido K2/6 fue igual a la del padre D40 y se considera que este clon puede ser incorporado como un cultivar resistente y agrónomicamente útil. El padre D40 es producto del cruce: CPC 1673 (H1) x *S. multidissectum* (H2) y tiene el genotipo H1H2.

Huijsman (1972) señala que las plantas de papa resistentes son invadidas por el mismo número de larvas que las susceptibles. En las resistentes ocurre primero una fuerte reacción necrótica en las células de la corteza cercanas al sitio de invasión, y segundo, la misma reacción de células rodeando células gigantes jóvenes que causan el deterioro de ellas y como consecuencia la muerte de las larvas por inani-

(*) EBS = *Erwin Bauer Sortiment*.

ción. Esto es lo que ocurre con las hembras pero muchos machos pueden alcanzar su madurez. Se desconoce el aspecto bioquímico de estas reacciones.

En los Estados Unidos el principal trabajo de mejoramiento para resistencia al nematodo del quiste patotipo *Long Island* (británico y holandés A) es el desarrollado por la Universidad de Cornell y el *United States Department of Agriculture*, en el Estado de Nueva York.

Petersen y Plaisted (1966) dan cuenta de la variedad Peconic, resistente al nematodo. Esta variedad proviene del cruce de Katahdin x LNA (ex gr. andigena CPC 1673). Akeley, Petersen y Snyder (1968) mencionan la variedad Wauseon, de un cruce entre Katahdin x un cruzamiento múltiple que incluye a CPC 1673, resistente al nematodo. Momeni *et al* (1969) muestran que la resistencia al nematodo del quiste de clones de *S. canasense* var *neohawkesii* y dos clones de *S. sucrense* se debe a un gene dominante.

Mayer *et al* (1973) avanzan la hipótesis de que clones de ex *S. vernei* tienen dos genes de resistencia a *G. rostochiensis*, siendo uno de estos igual al que proporciona CPC 1673; el otro estaría localizado más alejado del centrómero.

Fuentes de resistencia

G. rostochiensis patotipo A (Gran Bretaña, Holanda, USA).

Gene H₁ en CPC 1673, CPC 1685 y CPC 1690.

Varios genes en clones de *S. vernei*; forma de herencia no conocida; no hay distinción neta entre clones resistentes y susceptibles; no está claro a cuáles patotipos es resistente.

Genes de resistencia en clones de *S. canasense* var *neohawkesii*, *S. sucrense*, y *S. oplocense* y *S. leptophyes*.

G. rostochiensis patotipo B (Holanda).

Clones con genes de resistencia en *Solanum kurtzianum* y *Solanum vernei*.

G. rostochiensis patotipo C (Holanda).

Clones con genes de resistencia en *Solanum vernei*.

G. pallida patotipo B (Gran Bretaña).

Gene H₂ en clones de *S. multidissectum* y *S. sanctae-rosae*.

Gene H₃ en: CPC 2775, CPC 2802, y CPC 2805 (este gene también da resistencia al patotipo E (Gran Bretaña) o D (Holanda) de *G. pallida*).

G. pallida patotipo E (Gran Bretaña) o D (Holanda).

Gene H₃ en las fuentes indicadas. No se trata de un gene simple; se parece en su comportamiento a *S. vernei*.

De acuerdo a Howard (1972) hasta el año 1972 el mejoramiento para resistencia a *G. rostochiensis* patotipo A se ha cumplido satisfactoriamente, pero no ha sucedido lo mismo con los otros patotipos.

Ross y Rowe (1972) en una lista sobre el material disponible del Banco de Germoplasma de Wisconsin, USA, en 1972, que incluía a 155 variedades de Alemania, Holanda, Checoslovaquia, Gran Bretaña, Noruega, Francia, U.R.S.S., México, Costa Rica, España, Italia, Japón, Australia, Indonesia, India y Kenia, menciona a la variedad Maris Piper (gene H₁) de Gran Bretaña, como la única disponible con resistencia al patotipo A.

En Holanda (Ivro, 1973) se señala en la lista oficial de variedades de papas como resistentes al patotipo A de *Globodera rostochiensis*: 1) Para consumo humano, Alcmaria, Amaryl, Bellona, Cardinal, Maritje, Provita y Saturra; 2) para la industria del almidón, Amalfy (también con resistencia a los patotipos BC de *G. rostochiensis*), Ehud, Element, Krostar, Mara (también con resistencia a los patotipos BC de *G. rostochiensis*), Prevalent, Procura, Prominent, Prumex, Rector y Simson. No hay aún material comercial holandés resistente al patotipo D (holandés) de *G. pallida*.

En Gran Bretaña, las variedades comerciales resistentes al patotipo A de *G. rostochiensis* son: Maris Piper, Ulster Glade, Maris Anchor, Pentland Lustre y Pentland Javelin. Howard (1970) señala que aún no hay material de valor agronómico resistente a los patotipos B y D de *G. pallida*.

Insectos

La papa está expuesta al daño de muchos insectos. Algunos trabajos realizados respecto a la resistencia genética a insectos son los siguientes: Slesman y Stevenson (1941) estudian la resistencia de variedades comerciales de papa al saltahoja verde, *Empoasca fabae*, encontrando: Sebago, Sequoia, Katahdin, Rural New Yorker N° 2 y a sesenta y una selectas, como bastante resistentes.

Allen y Rieman (1939) encuentran que las variedades de papa de madurez temprana son más susceptibles que las de madurez tardía a *Empoasca fabae*.

Slesman (1940) manifiesta que *Solanum polyadenium* es altamente resistente al ataque de *Empoasca fabae* y que *Solanum chacoense* y *Solanum commersonii* son muy resistentes. También encontró que *Solanum polyadenium* es casi inmune al ataque de *Epitrix cucumeris*, llamado escarabajo o coquito pulga.

Radcliffe y Lauer (1956) estudian la resistencia de especies y variedades de papa a los áfidos: *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae*. Encuentran que existe gran variación en la resistencia a los áfidos en las variedades de *S. tuberosum* gr. *tuberosum* y gr. andígena, por lo que sugieren que la resistencia en las variedades cultivadas puede ser mejorada sin la incorporación de genes de especies silvestres.

Un alto grado de resistencia a ambos áfidos fue observado en *S. trifidum* y *S. bulbocastanum*. Cuatro especies poseen la más alta resistencia a *Macrosiphum euphorbiae* y son *S. hjertingii*, *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum* y *S. polytrichon*. Tres especies mostraron alta resistencia a *Myzus persicae* y fueron *S. trifidum*, *S. stenophyllidium* y *S. bulbocastanum*.

Torka (1950) encontró que *S. demissum* es resistente a *Leptinotarsa decemlineata*, el coleóptero del Colorado.

MEJORAMIENTO

El mejoramiento genético en papa debe basarse en dos requisitos fundamentales: 1) poseer una adecuada variabilidad genética que motive la selección, y 2) hacer una selección eficiente.

Esta selección debe estar orientada hacia objetivos definidos y por lo tanto el mejorador debe conocer bien cuáles son los principales problemas en el cultivo y cuáles los secundarios.

Objetivos

Los objetivos de mejoramiento en papas pueden agruparse en: 1) rendimiento, 2) calidad, y 3) resistencia a enfermedades y plagas.

Rendimiento: cualquier nueva variedad de papa debe producir un rendimiento tan alto o más alto que las variedades en actual cultivo; de lo contrario será muy difícil su introducción al gran cultivo. Se ha comprobado que mientras menos emparentados estén los padres tanto mayor será el rendimiento, es decir hay que aprovechar al máximo la expresión de la heterosis.

Calidad: es difícil definir la calidad; sin embargo, en cada país o región existe una predilección por ciertas variedades que, en general, parece estar basada en: 1) alto contenido en materia seca, 2) que no se ennegrezca y deshaga cuando está cocida, 3) que no se pierda mucho al pelarla, 4) que tenga buena conservación, y 5) que la pulpa tenga un determinado color.

En Latinoamérica las variedades autóctonas son preferidas por las amas de casa. Actualmente con el avance de la industrialización y la preparación de papas fritas en diversas formas se prefiere las variedades con alta materia seca, bajas en azúcar y de buena conservación. Se recomienda cuando se está trabajando en mejoramiento para calidad evitar, en los cruces, el uso de especies silvestres de papa pues con ello se introduce muchos factores opuestos a buena calidad.

Resistencia a enfermedades y plagas: es necesario tener una clara evaluación económica del daño que causan las plagas y las enfermedades y así poder determinar resistencia hacia qué plagas y qué enfermedades deberá trabajarse. Este objetivo debe, en lo posible, estar confinado a una o dos enfermedades para lograr algún resultado positivo.

Se debe trabajar preferiblemente hacia resistencia de campo o poligénica por el problema de la especialización cada día creciente de los patógenos frente a las variedades con resistencia debida a hipersensibilidad hacia razas o patotipos y controlada por genes individuales.

El uso de los haploides no ha alcanzado el desarrollo que se esperaba. Parece que el mayor problema ha sido la falta de fertilidad del polen y la cantidad de trabajo que requiere el probar la capacidad combinatoria de las líneas endocriadas. Es muy importante tener presente que el reemplazo de las antiguas variedades de papa por nuevas, trae consigo el riesgo de nuevos problemas.

El autor estima que gran parte del problema del nematodo del quiste, *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida* en las Américas, se debe a la erosión de genes de resistencia o tolerancia, por el reemplazo de las antiguas variedades cultivadas por nuevas variedades, las que en un principio muestran alto rendimiento pero que por carecer de estos genes de resistencia pronto el rendimiento decae. También las nuevas variedades, con el comercio no siempre honesto de semilla de papa, han introducido nuevos patotipos de la plaga.

Métodos

Los métodos de mejoramiento utilizados en papa pueden ser asexuales y sexuales:

Asexuales: la selección clonal no ha probado ser un método de mejoramiento efectivo en papa, a pesar de que se presentan ocasionalmente algunas mutaciones. Krantz (1923) indica que la estabilidad de la papa bajo propagación asexual se acerca a la línea pura derivada de cultivos de autopolinización.

La selección clonal es principalmente un método para mantener una variedad pura y con un alto grado sanitario. Sin embargo, algunas variedades se han formado por este método, como Red Pontiac, mutación de Pontiac, que cambió el color de la cáscara del tubérculo de blanca a rosada.

Sexuales: los métodos sexuales de mejoramiento se basan en cruzamientos, selección de líneas autofecundadas, cruzamientos entre líneas autofecundadas o hibridaciones interespecíficas.

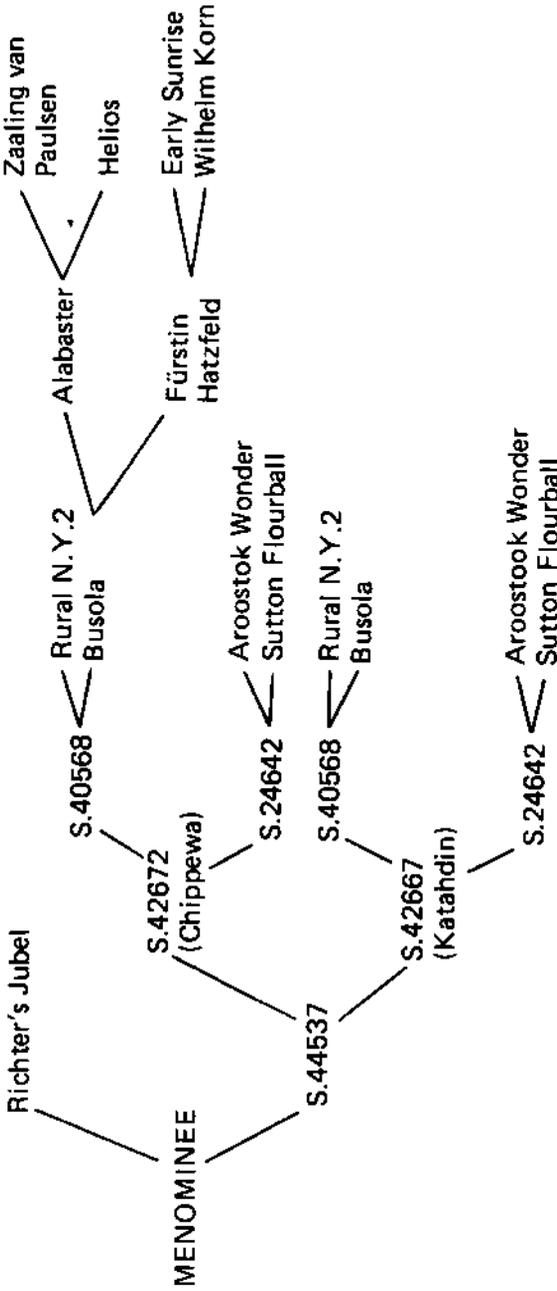
Para efectuar el mejoramiento sexual no sólo hay que elegir los padres sino que es necesario efectuar pruebas de progenies y de habilidad combinatoria. Existe el problema ya señalado de la esterilidad del polen que presenta muchas variedades.

La gran heterocigocidad de la papa, debido a su propagación normalmente asexual y a su condición de autotetraploide (Lamm, 1944; Swaminathan, 1954, a, b) hace necesario trabajar con gran número de selectas. Sin embargo, se espera que el uso de los haploides y la estrecha afinidad entre sus cromosomas y los de los diploides cultivados (Lamm, 1944; Bains, 1951; Swaminathan, 1953) este trabajo podrá hacerse más fácil. Los cruzamientos pueden ser: intervarietales, fraternales o de construcción múltiple.

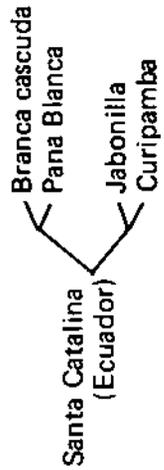
Cruzamientos intervarietales:

Guadalupe	— Branca cascuda	x Pajarita careta
Guantivá	— Jabonilla	x Yurac Tarma
Bintje	— Munsterson	x Fransen
Alpha	— Paul Krüger	x Preferent
Puracé	— SSRPB 1521 b	x Curipamba
C56—2	— Caribaja	x Corahila
Sebago	— Chippewa	x Katahdin

Cruzamientos fraternales: por las dificultades en la autofecundación, debidas a los fenómenos de esterilidad del polen y a la pérdida de vigor de las descendencias, el sistema de cruzamientos fraternales se usa ampliamente en la obtención de variedades de papas. Tal es el caso de la variedad selecta S. 44537 (del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA), uno de los padres de la variedad Menominée.



Construcción múltiple.—



Autofecundaciones: la declinación de vigor en las líneas autofecundadas debido a la homocigosis es posible recuperarla y aun sobrepasarla por cruzamientos de líneas endocriadas que posean diverso genotipo, debido a la heterosis.

Krantz (1946) presentó resultados obtenidos comparando el rendimiento de cinco líneas en diferentes generaciones.

Generación autofecundada	Número de familias	Rendimiento obtenido en porcentaje*
1	52	83
2	77	82
3	36	49
4	20	29
5	9	27
6	4	19

* Los rendimientos obtenidos en las diferentes generaciones son dados en porcentajes del rendimiento promedio F1 de 66 cruzamientos.

Krantz anotó que la disminución en rendimiento de tubérculos al autofecundar está acompañado por un aumento en la proporción de plantas débiles, las cuales no florecen. Estas plantas que no florecen no tienen ya más valor para mejoramiento. De ahí que la selección para combinaciones deseables bien podría estar limitada a F1 y F2. Si se desea mayor homocigosis para los caracteres en la nueva combinación de selección podría ser autofecundada por una generación más. Una práctica más común que autofecundar para obtener la combinación deseada es el uso de formas menos intensas de endocría, tales como el cruce entre hermanos y el cruce entre individuos que tienen caracteres similares pero de diferente origen genético. La autofecundación es también menos empleada que el cruzamiento, para determinar el comportamiento de mejoramiento de los individuos. Sin embargo, la autofecundación es un método eficiente para obtener nuevas combinaciones de selecciones F1, para aumentar la homocigosis de factores deseados y para obtener información en el comportamiento de selecciones.

Un buen ejemplo de autofecundación y cruzamiento es la Selecta Minnesota 56-1.

CUADRO N° 68. Segregación cromosómica y cromatídica al retrocruzar o autofecundar posibles genotipos heterocigotas tetraploides (Burnham, 1945).

Genotipos	Tipo de progenie	Segregación cromosómica		Segregación cromatídica		Diferencia en porcentaje de recesivos
		A : a	% aa	A : a	% aa	
AAaa	Retrocz.	0	0	27	1	3.6
	Autofec.	0	0	783	1	0.13
AAaa	Retrocz.	5	16.7	11	3	21.4
	Autofec.	35	2.8	187	9	4.6
Aaaa	Retrocz.	1	50.0	13	15	53.6
	Autofec.	3	25.0	599	225	28.7

Para ilustrar lo complicado que resultaría obtener homocigosis en la papa cultivada tetraploide, donde muchos de los caracteres están condicionados por varios genes, se presenta una comparación de las razones obtenidas al retrocruzar y autofecundar los posibles genotipos heterocigotas para un solo locus. Fue calculado por Burnham (1945) para segregación cromosómica y cromatídica con diferencias en el porcentaje de genes recesivos (Cuadro N° 68).

En este Cuadro se nota que sólo la segregación cromatídica producirá recesivos del genotipo AAAa y, aun así, en muy baja frecuencia; su aplicación a los resultados de autofecundaciones poliploides es obvia. Aun con grandes poblaciones sería difícil estar seguro que una determinada línea endocriada es homocigota. La aproximación a la homocigosis con autofecundaciones será mucho más lenta que en los diploides.

Cruzamientos interespecíficos y retrocruzamientos: estos métodos son usados especialmente para introducir resistencia a enfermedades, plagas, heladas, otros existentes en las especies silvestres de papa.

Como por lo general el número de cromosomas es diverso al de la especie cultivada, se usa cruzamientos puentes, germinación de polen en estilos cortados, aplicación de hormonas, otros.

Howard y Swaminathan (1952) estudian las posibilidades de cruzamientos interespecíficos y llegan a las siguientes conclusiones: Se sugiere que pueden existir pequeñas diferencias estructurales entre los cromosomas de los genones de las especies tuberosas de papa.

Para las especies diploides ($2n = 2x = 24$) la mejor evidencia para tales pequeñas diferencias se obtiene de estudios comparativos de meiosis en amfidiploides y autotetraploides.

El problema más complejo es en las especies tetraploides ($2n = 4x = 48$) y hexaploides ($2n = 6x = 60$). Estudios de meiosis en F_1 de *S. demissum* x *S. tuberosum* gr. tuberosum, F_1 de *S. demissum* x *S.t.* gr. phureja y el híbrido triple (*S. demissum* x *S.t.* gr. phureja) x *S.t.* gr. tuberosum, sugiere que el genón sencillo de *S.t.* gr. phureja, los dos genones de *S.t.* gr. tuberosum y los tres genones de *S. demissum*, son suficientemente similares en sus cromosomas como para formar bivalentes.

Del resultado de cruces múltiples, parece que las especies que no pueden ser cruzadas directamente con *S. tuberosum* gr. *tuberosum* pueden no tener genones muy diferentes de los encontrados en esa especie.

Los autores citados mencionan los casos de *S. cardiophyllum* ($2n = 3x = 36$) y *S. lanciforme* ($2n = 2x = 24$), los cuales son de interés para los mejoradores, pero no han podido ser cruzados con *S. tuberosum* gr. *tuberosum*. Sin embargo, se considera que ellas pudieran ser hibridadas usando cruces múltiples.

Técnicas de trabajo

Cruzamientos

Maceteros y suelos: se utiliza maceteros de 15–20 cm de diámetro previamente esterilizados en autoclave a 95° C con presión de 1 kg/cm² por 4–6 horas. También se puede sembrar las plantas directamente en el suelo de los viveros o invernaderos; la composición del suelo es 1/3 arena; 1/3 estiércol y 1/3 tierra de jardín.

Iluminación. Se usa luz corriente; el sistema fluorescente proyecta sombra en el día sobre las plantas. Se usan 100 watts x 1 m² de vivero. Cada bulbo se cubre con una pantalla de 35 cm de diámetro para mejor aprovechamiento de la luz; la altura de los bombillos se regula durante el crecimiento de las plantas para que no queme los tejidos nuevos de las hojas.

En el período de crecimiento —emergencia hasta la floración— las luces se mantienen encendidas desde las 4 horas hasta que haya plena luz, y en la tarde desde antes del crepúsculo hasta las 23 horas.

Stevenson y Clark (1933) encontraron una estrecha asociación entre iluminación artificial y producción de frutos en papas.

Polinización. La polinización requiere unos pocos instrumentos y utensilios: pinzas, alcohol (para la esterilización de las manos y de las pinzas después de cada intervención), etiquetas coloreadas y un lápiz de grafito. Se puede usar diversos colores de etiquetas: blanca para cruzamientos, roja para autofecundaciones y verde para cruzamientos interespecíficos.

La viabilidad del polen de cada planta se prueba con tintura de yoduro de potasio-ácido y se examina al microscopio. Las plantas que se usará como femeninas y tienen polen viable son castradas antes que maduren las anteras, si son plantas autofértiles.

Para efectuar la polinización el polen se transporta en las propias flores y mediante una vibración se deposita sobre la uña del dedo pulgar izquierdo o sobre un vidrio de reloj y se aplica al estigma de la flor castrada. Por lo general dos racimos florales, que consisten en 15—30 flores, se usan para cada cruzamiento. El número de semillas producido por cada baya es de aproximadamente 200.

Las flores polinizadas son identificadas con una etiqueta en que se anotan los padres. Cuando los frutos se desarrollan y tienen aproximadamente 1 cm de diámetro son cubiertos por una bolsa de tela de tejido suelto de 10 x 12 cm para evitar su caída.

La cosecha de los frutos se hace cuando éstos toman color amarillo verdoso, señal de que están maduros. Los frutos se abren y lavan en agua tibia, agregándose levadura para que por fermentación suelten las semillas del mucílago interno del fruto. Posteriormente se lavan y se secan extendidas. La semilla se guarda en sobres de papel de aproximadamente 5 x 8 cm a 2°C para mantener su vitalidad por varios años.

Selectas

Las semillas producto de los cruzamientos se siembran en la temporada correspondiente en cajones de madera de 40 x 50 x 10 cm. Cuando se desarrolla la segunda hoja se lleva las plantitas a maceteros individuales de 7 cm de diámetro y quedan así listas para la cosecha en un período de seis meses. En la cosecha se guarda un tubérculo de cada macetero, colocándose todos los que pertenecen a un mismo cruzamiento en una misma bolsa.

En la temporada siguiente estos tubérculos se llevan al campo y se mantiene una separación entre cada familia. A la cosecha, se hace una cuidadosa selección planta por planta de cada familia, la que deja un elevado desecho; finalmente se guarda la cosecha de cada planta por separado con su respectivo registro.

Sistema de registro

A cada nueva selecta, ya sea proveniente de un cruzamiento o de una línea autofecundada, se le da una designación bifactorial, como M2048.

La primera parte, M, representa el lugar donde se hizo el cruzamiento, M = Mucuchíes, Venezuela, y la segunda parte, 2048, el número correlativo en la serie de genealogía. Cada línea que se selecciona de este cruzamiento se identifica con un número colocado después de un guión, así: M2048—44, significa que es la selección No. 44 del cruzamiento M2048. En el libro de registro se anotan los padres del cruzamiento, el año en que se realizó y el objetivo con que se hizo.

VARIEDADES

Una variedad es un tipo hereditariamente distintivo dentro de la especie. Aplicando esta definición se verá que no sólo justifica la aplicación de un nombre a una variedad los caracteres morfológicos, sino también los caracteres distintivos hereditarios como rendimiento, calidad, resistencia a enfermedades, plagas o condiciones adversas de ambiente.

Es difícil decir cuántas variedades de papa hay actualmente en cultivo. A veces una misma variedad o cultivar recibe en diferentes localidades nombres diversos, o se le da el mismo nombre a variedades diferentes. Para evitar este tipo de confusiones las estaciones experimentales ponen un número de introducción a cada variedad y lo usan junto con el nombre corriente de la variedad.

Variedades más importantes del comercio mundial (Canadá, 1975; Ivro, 1973; Scotland, 1966).

EUA

Russet Burbank
Katahdin
Kennebec
Norchip
Norland

Canadá

Kennebec
Sebago
Russet Burbank
Katahdin
Red Pontiac

Gran Bretaña

Majestic
King Edward
Pentland Crown
Home Guard
Maris Peer

Holanda

Bintje
Majestic
Sirtema
Eersteling
Maritta

Francia

Bintje
Etoile du Leon
Arran Banner
Institute de Beavais

Alemania

Ackersegen
Bona
Maritta
Eersteling
Vorán

Variedades más importantes en Latinoamérica

Argentina. El sureste de la provincia de Buenos Aires es la principal zona productora de papa para consumo y para semilla en Argentina.

La principal variedad cultivada en el S.E. de la provincia de Buenos Aires es Huinkul, y después Spunta, Bonaerense La Ballenera, Kennebec, White Rose, Sierra Larga, Santa Rafaela y otras.

Brasil. Existe una producción de papa para semilla en Río Grande del Sur, Paraná y Santa Catalina. Sin embargo el país continúa importando gran parte de sus necesidades de semilla desde Holanda y Alemania.

Las principales variedades cultivadas son Alpha, Eersteling, Katahdin, Maritta, Bintje, Lerche, Eigenheimer, Augusta y Konsouragis. Entre las nuevas variedades producidas en el país están Gaucha, Pantucha, Arary, Piraquara, Jacy, Yara e Itaiguara (Boock, 1970).

Uruguay. Este país importa gran parte de la semilla de papa que utiliza desde Canadá y Estados Unidos. Las variedades más cultivadas son: Katahdin y Kennebec (Abella, 1969).

Chile. La variedad dominante es la Corahila larga. En 1937 se introdujo, por el Ministerio de Agricultura, las variedades Green Mountain, Katahdin e Industrie, con las que se inició la certificación de semillas, labor que se interrumpió en 1941 por una fuerte competencia en los mercados tradicionales.

Aparte de Corahila larga se cultivan Ackersegen, Aguila, Gineke, Condor, Arka, Desirée, Spartaan y Ultimus (Santos Accatino, Callejas, Fernández y otros, 1974).

Perú. Se ha desarrollado un intenso trabajo de mejoramiento genético, especialmente para elevar los bajos rendimientos. Como consecuencia de éstos se han introducido al cultivo Molinera, Caxamarca, Huagalina, Renacimiento, Ticahuasi, Mariva, Tarmeña, Ccompia, Imilla blanca, Imilla negra, Chata negra de Huasahuasi, Chata negra de Canta, San Mateo, Tarma, entre otros (De la Puente, 1975).

Ecuador. Entre las principales variedades están Chola, y Santa Catalina.

Colombia. Junto a las variedades tradicionales como Tuquerreña, Tocana, están las producidas en la Estación Experimental de Tibaitatá: Parđa pastusa, Puracé, Monserrate, Tolima, Huila, Guantivá (Colombia, S.a.).

Venezuela. Importa gran parte de la semilla de papa que ocupa. Entre las principales variedades de papas cultivadas están Sebago, Red Pontiac, Kennebec, Alpha, Maritta (Montaldo, 1964). En la parte alta de los Andes se cultivan preferencialmente variedades autóctonas como Arbolona negra y algunas provenientes de Tibaitatá.

Costa Rica. El cultivo de la papa se hace desde 1 500 m de altitud hacia arriba. Las variedades son Ticanel, Rosanel, Guetar y Hartford (Cartín, 1975).

México. La gran expansión del cultivo de la papa que ha ocurrido en este país en los últimos veinte años ha sido a base de la variedad Alpha y variedades producidas por el programa de mejoramiento local, como Anita, Conchita, Elenita, Florita, Greta, Atzimba, Rosita y Juanita (Delgado y Rubio, 1962).

Guatemala. Atzimba y variedades mexicanas (Schieber, 1968).

Panamá. En altitudes sobre 1 000 m cultiva las variedades Red Pontiac, Urgenta, Alpha, Mirka y Kennebec (Esquivel, Polanco y Blandon, 1972).

Nicaragua. Kennebec (Nicaragua, 1963).

Descripción de variedades

Ackersegen. (Alemania). Hinderburg x Allerfrüheste Gelbe. 1929.

Tardía; rendimiento alto; tubérculos medianos, cáscara blanca y pulpa amarilla; contenido medio en materia seca; inmune al cáncer, resistencia de campo al tizón, alguna resistencia al enrollamiento, inmune al virus A; altamente resistente a la sarna común; susceptible a las manchas chocolates o ferruginosas.

Alpha. (Holanda). Paul Krüger x Preferent. 1919.

Tardía; buen rendimiento; tubérculos ovales de cáscara y pulpa amarilla; alto contenido en materia seca; largo reposo, conservación buena; inmune al cáncer, susceptible al tizón, muy susceptible al enrollamiento y mosaico; susceptible a la sarna común y rosada (debida a *Spondylocladium atrovirens*).

Anita. (México). Tardía; tubérculos redondos de cáscara rojiza clara, ojos profundos y pulpa crema; resistente al tizón.

Arka. (Holanda). Semi-tardía; tubérculos de cáscara rosada y pulpa amarilla; posee resistencia de campo al tizón, susceptible a enrollamiento y mosaicos; presenta manchas ferruginosas en la pulpa.

Aquila. (Alemania). 1942. Semitemprana; tubérculos ovales, de tamaño mediano, de pulpa y cáscara amarilla; resistencia debido a hipersensibilidad a algunas razas de tizón; susceptible a rizoctonosis y a la sarna común, algo resistente a la sarna polvorienta.

Arbolona. (Venezuela). Tardía; susceptible al tizón; tubérculos de cáscara violeta y pulpa blanca; largo período de reposo; buena calidad culinaria.

Atzimba. (México). 1967. Semitardía; buen rendimiento; tubérculos cáscara crema y pulpa amarilla clara; resistencia al tizón, mediana resistencia a virosis.

Bintje. (Holanda). Musterson x Fransen, 1910. Medio temprana; tubérculos ovales, cáscara blanca y pulpa amarilla; susceptible al cáncer y al tizón; resistente al enrollamiento; inmune al cirus A; se utiliza en Europa en la industria de papas fritas en hojuelas.

Conchita. (México). Semitardía; tubérculos oblongos con cáscara marrón, y pulpa crema claro; resistente al tizón.

Condor (Alemania). Tardía; alto rendimiento y buenas condiciones de almacenamiento; tubérculos grandes, ovalados, cáscara rosada y pulpa amarilla; resistente en el campo al tizón, poco sensible a los virus del enrollamiento y mosaicos, resistente a la sarna común; buena calidad culinaria.

Corahila. (Chile). Tardía; tubérculos ovalados, cáscara rosada y pulpa amarilla; susceptible al tizón y virosis; buena conservación; excelente calidad culinaria.

Cunca. (Chile). Autofecundación de President; mediana; tubérculos grandes, ovalados de cáscara rosada y pulpa amarilla; muy susceptible al tizón; buena calidad culinaria; excelente rendimiento.

Chata negra de Huasa-Huasi. (Perú). Tubérculos grandes y redondos de cáscara morada y pulpa blanca.

Chata negra de Canta. (Perú). Tubérculos grandes y redondos de cáscara morada y pulpa blanca.

Desirée. (Holanda). Urgenta x Depesche, 1962. Semitardía; alto rendimiento; tubérculos grandes, ovalalargados, cáscara rosada y pulpa amarilla clara; resistencia de campo al tizón, susceptible al enrollamiento, susceptible a la sarna común; tiene tendencia a las manchas de color ferruginoso en la pulpa.

Eersteling. (Duke of York). (Escocia). Early Primrose x King Kidney 1878. Temprana; tubérculos grandes, cáscara y pulpa amarilla; susceptible al cáncer, al tizón y virosis, buen rendimiento.

Eigenheimer. (Holanda). Blauwe Renzen x Fransen. 1890. Media temprana; tubérculos de cáscara y pulpa amarilla; susceptible al cáncer y tizón; alto contenido en materia seca.

Elenita. (México). Variedad temprana; tubérculos ovalados, cáscara marrón y pulpa crema; resistente al tizón.

Florita (México). Variedad semitardía; tubérculos redondos, cáscara marrón y pulpa crema claro; resistente al tizón; buena adaptación.

Furore. (Holanda). Rode Star x Alpha. 1924. Medio tardía; tubérculos de cáscara rosada y pulpa amarilla; inmune al cáncer, algo resistente al tizón; rendimiento alto; buen contenido en materia seca total.

Gineke. (Holanda). Ultimus x Record. 1950. Medio temprana; tubérculos de cáscara rosada y pulpa amarilla; inmune al cáncer y algo resistente al tizón; susceptible a bacteriosis; rendimiento alto; se deshace cuando está cocida.

Grata. Semitemprana; buen rendimiento; tubérculos redondo-ovalados, cáscara y pulpa amarilla; resistencia de campo al tizón tardío; alguna formación de manchas ferrugíneas en la pulpa; firme a la cocción.

Greta. (México). Semitardía; buen rendimiento; tubérculos oval-redondeados, cáscara marrón y pulpa amarillo claro; resistente al tizón.

Guadalupe. (Colombia). Branca cascuda x Pajarita careta. Semitardía; buen rendimiento; tubérculos grandes de cáscara y pulpa blancas.

Quantivá. (Colombia). Jabonilla x Yuruc Tarma. 1959. Madurez mediana; buen rendimiento; tubérculos medianos, ovalados, cáscara roja con halos blancos y pulpa crema; alta resistencia de campo al tizón, resistente a virus excepto a mosaico benigno, tolerante a rizoctonosis, tolerante hasta heladas de -2°C .

Güetar. (Costa Rica). Tubérculos redondos ovalados, de cáscara y pulpa blanca; rendimientos altos; buena calidad.

Hartford. Tardía. Tubérculos alargados, muy lisos, de cáscara y pulpa blancas.

Huila. (Colombia). Jabonilla x Yuruc Tarma. 1972. Temprana; buen rendimiento; tubérculos grandes, redondos, cáscara rosada y pulpa blanca; resistencia mediana de campo al tizón, resistente a virus, susceptible a rizoctonosis; tolerante hasta -3°C ; buen contenido en materia seca total.

Katahdin. (EUA). S40568 x S24642. 1935. Tardía; tubérculos de excelente aspecto, redondo algo aplanado; cáscara y pulpa blanca; resistente al mosaico benigno, susceptible al tubérculo puntudo; algo resistente al enrollamiento, algo susceptible al tizón; resistente a la pata negra; es la segunda variedad en certificación en EUA; gran adaptación.

Kennebec. (EUA). B 127 x 96—56. 1948. Semitardía; tubérculos elípticooblongos, de cáscara y pulpa blanca; tiene resistencia a algunas razas del organismo del tizón; moderadamente resistente a la pata negra y pudrición seca.

Majestic. (Inglaterra). 1911. Semitardía; tubérculos arriñonados, cáscara y pulpa blanca, de buen tamaño; inmune al cáncer, moderadamente resistente en los tubérculos al tizón, susceptible a la sarna común y a las rajaduras del tubérculo, susceptible al enrollamiento y mosaicos; buena capacidad de conservación.

Mantaro. (Perú). Tubérculos grandes, redondos, de cáscara y pulpa blanca; buen rendimiento.

Maritta. (Alemania). 66/10a x Mittelfruhe. 1955. Tardía; tubérculos de tamaño mediano, de cáscara y pulpa amarilla; inmune al cáncer, resistente a tizón; buen rendimiento; buen contenido en materia seca total.

Mirka. (Holanda). Triumpf x Kerkov nr. B/53. 1970. Semitemprana; buen rendimiento; tubérculos ovalalargados; cáscara y pulpa amarillas; susceptible al tizón.

Monserate. (Colombia). Branca cascuda x Pana blanca.

Media. Tubérculos grandes de cáscara y pulpa blanca; tolerante al tizón, susceptible a las principales virosis; calidad buena.

Norchip. (EUA). Temprana; tubérculos redondos a oblongo; cáscara y pulpa blancas; moderadamente resistente a la sarna común; susceptible a: pata negra, pudrición seca, tizón, enrollamiento, virus X e Y; buena calidad culinaria; excelente para preparación de hojuelas (*chips*).

Norland (EUA). Temprana; tubérculos medio oblongos, ligeramente aplanado; cáscara rosada y pulpa blanca; moderadamente resistente a la sarna común; susceptible a: pata negra, pudrición seca, tizón, enrollamiento, virus X e Y y verticilosis; buena calidad culinaria; buenas condiciones para preparar hojuelas; buen rendimiento temprano en la estación.

Parda pastusa. (Colombia). Tardía; tubérculos tamaño mediano, forma redonda aplanada, ojos medianamente profundos, cáscara rosada y pulpa crema; susceptible a tizón, muy susceptible a virus, y rizoctonosis; susceptible a heladas; calidad culinaria buena.

Pimpernel. (Holanda). Populair x (Bravo x Alpha) 1938. Tubérculos tamaño mediano, redondo ovalados, cáscara rojo oscuro, pulpa amarilla; posee resistencia de campo a tizón, poco sensible al enrollamiento y a otras virosis; no muy resistente a la cocción.

Puracé. (Colombia). —SSRPB— 1521d x Curipamba. Madurez mediana; tubérculos grandes, redondos, ojos superficiales, cáscara morada y pulpa blanca; inmune a la raza o de *Phytophthora infestans*; susceptible a virosis; tolerante a rizoctonosis; ligera resistencia a heladas (-1°C).

Renacimiento. (Perú). Tubérculos de forma redonda y cáscara y pulpa blanca; buena conservación y buen rendimiento.

Rosanel. (Costa Rica). Tubérculos de cáscara rosada y pulpa blanca, de forma redonda achatada; buen rendimiento.

Russet Burbank. (Netted Gem) (EUA). Tardía; tubérculos grandes, largos, cilíndricos o ligeramente aplanados; cáscara casposa, color marrón claro, pulpa blanca; altamente resistente a la pata negra, moderadamente resistente a la sarna común, resistente a la pudrición seca; susceptible a: tizón, enrollamiento, virus X e Y, verticilosis; excelente calidad culinaria, muy buena capacidad de conservación, excelente para hojuelas.

Red Pontiac. (EUA). Mutación de Pontiac. Medio temprana; tubérculos oblongo a redondeados; cáscara rosada, algo casposa, pulpa blanca; moderadamente resistente a pata negra; susceptible a: pudrición seca, tizón, enrollamiento, virus X e Y, sarna común, verticilosis; alto rendimiento, propensa a deshollejarse.

Sebago. —(EUA).— Chippewa x Katahdin. 1947. Tardía. Tubérculos de forma elíptica a redondo elíptica; cáscara amarilla marfil y pulpa blanca; moderadamente resistente a tizón; susceptible a enrollamiento, virus X e Y; muy susceptible a pata negra, y pudrición seca.

Spartaan. (Holanda). Bintje x C.I.V.T.III.I. 1963. Semitardía; alto rendimiento; tubérculos grandes, redondo ovalados, cáscara crema, pulpa amarillo-clara; resistencia de campo a tizón, moderadamente susceptible a enrollamiento, susceptible a la pudrición seca; no resiste bien el almacenamiento.

San Mateo. (Perú). Temprana; tubérculos achatados, no muy grandes, con cáscara de color oscuro, y pulpa blanca; es fuertemente atacada por diversas virosis, susceptible al tizón.

Santa Rafaela. (Argentina). 1959. Semitardía; tubérculos de cáscara y pulpa blancas; tolerante al tizón; larga dormencia de los tubérculos; buen rendimiento.

Santa Catalina. (Ecuador). (Branca cascuda x Pana blanca) x (Jabonilla x Curipamba), 1964.

Ticanel. (Costa Rica). Tubérculos de cáscara y pulpa blancas, de forma alargada; susceptible a las principales enfermedades de virus.

Tocana. (Colombia). Tubérculos de cáscara rosada o blanca y pulpa blanca; tardía; susceptible al tizón y virosis; rendimiento medio; buena calidad culinaria.

Tolima. (Colombia). Jabonilla x Yuruc Tarma. 1959. Tardía; tubérculos medianos, oval aplanados, ojos superficiales, cáscara roja clara y halos blancos, pulpa crema; alta resistencia de campo al tizón, resistente a las virosis comunes, susceptible a rizoctonia, tolerante a heladas (-2°C); muy buena calidad.

Tuquerreña. (Colombia). Variedad de antiguo cultivo en Colombia; tardía; susceptible al tizón, rendimiento regular; tubérculos de cáscara roja amarillenta, pulpa blanca; muy buena calidad culinaria.

Ultimus. (Holanda). Semitardía; alto rendimiento; tubérculos grandes, alargados de forma irregular, ojos profundos; cáscara rosada y pulpa amarilla; susceptible al tizón, medianamente sensible al enrollamiento y sarna común; la pulpa muestra manchas color ferrugíneo; variedad con alto porcentaje de materia seca.

Urgenta. (Holanda). Furore x Katahdin. 1939. Semitemprana; alto rendimiento; tubérculos medianos oval alargados, cáscara rosada y pulpa amarilla; resistencia de campo a tizón, susceptible al enrollamiento, muy susceptible a la sarna común; presenta manchas de café en la pulpa; firme en la cocción.

White Rose. (EUA). 1893. Madurez media temprana; tubérculos largos, elípticos, aplanados, generalmente irregulares; cáscara y pulpa blanca; alto rendimiento; susceptible a casi todas las enfermedades.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

- a. Mejoramiento para resistencia al nematodo del nudo (*Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*).
- b. Mejoramiento para resistencia a *Pseudomonas solanacearum*.
- c. Mejoramiento para resistencia a *Phytophthora infestans* en el follaje y tubérculos.
- d. Mejoramiento para resistencia a heladas.
- e. Mejoramiento para resistencia a infección del virus del enrollamiento de la hoja.
- f. Estudio de las características de las variedades para procesamiento y su mejoramiento.
- g. Desarrollo de pruebas para resistencia a enfermedades bajo bases internacionales.
- h. Genética, citogenética y taxonomía de la papa.

Hay que entender que:

- 1) Lo más importante y básico es un estudio de la genética de los caracteres de importancia económica para que el mejoramiento de la papa cultivada deje de ser una actividad empírica, como lo es hasta ahora. Este estudio hay que comenzarlo en la especie *S. tuberosum* en sus diversos niveles de ploidía (2x, 3x y 4x), grupos: stenotomum, phureja, chaucha, tuberosum y andigena.
- 2) La introducción de especies silvestres en el mejoramiento sólo deberá hacerse en casos excepcionales y cuando se conozca la composición de sus genones y cromosomas, ya que si estos son diferentes a los de la papa cultivada (*S. tuberosum*) se alterarán los resultados que se obtendrán en los cruzamientos y también se introducirán muchos caracteres indeseables.
- 3) Hacer énfasis en los estudios de fertilidad del polen de los haploides para lograr, por esta vía, la solución de los puntos anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABELLA, R. Papa. Asoc. Rural del Uruguay (Montevideo) 97: 19–20. 1969.
2. AKELEY, R.V.; PETERSEN; L. C. y SNYDER, T. E. Wauseon a new potato variety resistant to golden nematode good processing quality. American Pot. Jour. (New Brunswick) 45:146–149. 1968.
3. ALBORNOZ, G. y ORTUÑO, C. Santa Catalina, una variedad de papa para el Centro de la Sierra Ecuatoriana. Agro (Quito) 13:32–33. 1969.
4. ALLEN, T. C., y RIEMAN, G. H. Occurrence of hopperburn resistance and susceptibility in the potato. American Pot. Jour. 16:130–142. 1939.
5. AMARAL, E. Análisi de variacao do peso medio dos tubérculos em batatinha. Bol. Min. Agric. (Rio Janeiro) 36:60–63. 1947.
6. AUBORNE, G. Ensayo con variedades de papas inglesas en la Chacra Experimental de Alto de Sierra. Rev. BAP (Buenos Aires) 1930. 41 p.
7. BAGNALL, R. H. Hypersensibility to viruses A and X in Canadian and American potato varieties. American Pot. Jour. 38:192–202. 1961.
8. —————. Resistance to potato viruses M, S, X and the spindle tuber virus in tuber-bearing *Solanum* species. American Pot. Jour 49:342–348. 1972.

9. BAINS, G. S. Cytological studies in *Solanum* sect. *Tuberarium*. Univ. Cambridge, 1951. (M. Sc. degree Dissertation). 92 p.
10. BAZÁN, C. Trabajos preliminares para la obtención de variedades de papa resistentes al hielo (*Phytophthora infestans*) en el CNIEA de la Molina. Reacción de las variedades de papa peruana al hielo (*Phytophthora infestans*) (Mont.) de Bary. Lima, Est. Exp. Agric. La Molina, 1951. (Rol. 43) 24 p.
11. —————. El *Phytophthora infestans* causante del hielo de la papa. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1956. (Curso Internacional de Producción y Mejoramiento de Papa). 36 p.
12. —————. Problemas fitopatológicos de la papa en Latinoamérica. Maracay. 7a. Reunión Soc. Latinoamericana de Fitoecnia, 1967. 16 p.
13. BIRMINGHAM University potato collecting expedition to Bolivia and Perú, 1971. England, University of Birmingham, 1971. 9 p. (mimeograph).
14. BLACK, W. Late blight resistance work in Scotland. American Pot. Jour. 31:93–100. 1954.
15. BLACK, W. y GALLEGLY, M. E. Screening of *Solanum* species for resistance to physiologic races of *Phytophthora infestans*. American Pot. Jour. 34:273–281. 1957.
16. BLACK, W., MASTENBROEK, C. MILLS, W. R. y PETERSEN, L. C. A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. Euphytica 2: 173–179. 1953.
17. BOOCK, O. J. Variedades de batatinhas (*S. tuberosum* L.) procedentes de Holanda. I. Resultados experimentais da primeira plantacao no pais, com tuberculos importados em 1947. Bragantia (Campinas) 8:25–52. 1948 a.

18. BOOCK, O. J. Variedades de batatinhas (*S. tuberosum* L.) procedentes de Holanda. II. Resultados experimentais da segunda plantacao no país, com tuberculos importados em 1947. *Bragantia* (Campinas) 8:53–73. 1948 b.
19. —————. Cinco novas cultivares de batatinha. Bogotá, 8a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1970. 1 p.
20. BORNE, J. A batata americana. Síntese de alguns trabalhos experimentais. Porto Alegre, Anais 2o. Congreso Rio Grandense de Agronomía 2:571–584. 1940.
21. BOZA, T. El mejoramiento de la papa. Lima, Dir. Agric. Gan, Cal. 1937. 29 p. (Bol. 7).
22. —————. Plan genético para la producción de papa semilla. Lima, Est. Exp. Agric. La Molina, 1944. 18 p. (Bol. 24).
23. BRÜCHER, H. y ROSS, H. La importancia de las especies tubérferas de *Solanum* del noroeste argentino como fuente de resistencia a las enfermedades. *Lilloa* (Tucumán) 36:453–488. 1953.
24. BUDDENHAGEN, I. y KELMAN, A. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Ann. Rev. Phytopath.* 2:203–230. 1964.
25. BURNHAM, C. R. Cytogenetics. Saint Paul, Univ. of Minnesota, 1945. 40 p. (Mimeograph.).
26. CADMAN, C. H. Autetraploid inheritance in the potato. Some new evidence. *Jour. Genet.* 44:33–52. 1942.
27. CALDERONI, A. V. Informe preliminar sobre determinación de razas de *Phytophthora infestans* en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, 5a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1961. pp. 387–388.
28. —————, y MALAMUD, O. Enfermedades de la papa. Informativo SENAPET. 1965. 9 p. (Programa de Papa).

29. CALDERONI, A. y CAPPELLETTI, C. A. Control del virus del enrollado en variedades de papa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Maracay, 7a. Reunión Latinoamericana Fitotecnia 1967. 13 p.
30. CANADA. Seed potatoes from Canada. Ottawa, Dept. Industry, Trade and Commerce, 1975. 63 p.
31. CARRILLO, P. Ligeros apuntes sobre papas criollas que se cultivan en los Páramos del Estado Mérida. Caracas, 1943. 4 p. (Inf. Min. Agric. y Cría).
32. CARROLL, C. P. (El uso de dihaploides y sus híbridos en el mejoramiento de papas a nivel diploide). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 1 p.
33. CARTÍN, L. F. Problemática, acciones y logros y proyecciones de producción e investigación de la papa en Costa Rica. Lima, Reunión Latinoamericana de coordinación de actividades de investigación y producción en papa. 1975. 4 p.
34. CASTRO, J. B. DE Cultura de batata: o seu melhoramento com relacao as variedades. Agronomico (Campinas) 1:187—194. 1941.
35. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. Plan de acción 999. Investigaciones sobre tizón tardío. Lima, Informe Anual 1976. pp. 25—29.
36. COLE, C. S. y HOWARD, H. W. The genetics of resistance to potato root eelworm of *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum*, clone CPC 1690. Euphytica (Wageningen) 6:242—246. 1957.
37. —————, y HOWARD, H. W. The effect of growing resistant potato on a potato root eelworm population —a microplot experiment. Ann. Appl. Biol. (London) 50:121—127. 1962.
38. COLOMBIA. El cultivo de la papa. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. s/d. 4 p. (Programa Tuberosas, Hoja divulgativa 001).

39. CRUZ, B. P. *et. al.* Resistencia de clones de papa IAC al tizón. *Biológico (Sao Paulo)* 27:135—136. 1961.
40. CHILE. Determinación de razas fisiológicas de *Phytophthora infestans* (Mont.) D. By. en las zonas paperas del sur del país. *In: 4a. Memoria anual Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 1968. 106 p.
41. DECKER, J. S. Problemas genéticos ligados a cultura de batatinha. *Bol. Agric. (Sao Paulo)* 41:705—719. 1940.
42. DELGADO, S. y RUBIO, R. Recomendaciones para el cultivo de la papa en el Valle de Toluca. México, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1962. 8 p. (Circ. Cib. 1.).
43. DODDS, K. S., y LONG, D. H. The inheritance of colour in diploid potatoes. I. Types of anathocyanidins and their genetic loci. *Jour. Genet.* 53:136—149. 1955.
44. —————, y LONG, D. H. The inheritance of colour in diploid potatoes. II. A three factor linkage group. *Jour. Genet.* 54:27—41. 1956.
45. DUNNETT, J. M. Variation in pathogenicity of the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) and the significance in potato breeding. *Euphytica (Wageningen)* 6:77—89. 1957.
46. —————. Potato breeder's strains of root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll). *Nematologica (Leiden)* Suppl. 2. pp. 84—94. 1960.
47. —————. Inheritance of resistance to potato root eelworm in a breeding line stemming from *Solanum multidissectum* Hawkes. *Rept. Scottish Plant Breeding Station* 1961:39—46.
48. —————. Potato breeding with special reference to Pentland varieties. *In: 5th, Conference European Association for Potato Research*, 1972. Norwich University of East Anglia, 1972. pp. 126—127.

49. ELLENBY, C. Tuber forming species and varieties of the genus *Solanum* tested for resistance to the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). *Euphytica* (Wageningen) 3:195–202. 1954.
50. EMILSSON, B. The relation between content of chlorogenic acid and scab resistance in potato varieties. *Acta Scandinavica*. 3:328–333. 1953.
51. —————, y GUSTAFSSON, N. Scab resistance in potato varieties. *Acta Agr. Scandinavica*. 3:33–52. 1953.
52. ESQUIVEL, E., POLANCO, C. A., POLANCO, I. A. y BLANDON, Q. El cultivo de la papa. Panamá, Min. Agric. Gan., 1972. s/f. (Pub. Misc. 4).
53. ESTRADA, N. Mejoramiento genético de las variedades de papa. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1956. 6 p. (Curso de Mejoramiento de la Papa).
54. —————. Herencia de albinismo en especies de papas diploides y tetraploides. *Agric. Trop.* (Bogotá) 16:349–353. 1960.
55. —————. Mejoramiento para resistencia a heladas partiendo de *Solanum acaule* Bitt. var. *albicans*. Maracay, 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1967. 4 p.
56. —————. Un mutante para color de flor en *Solanum phureja* Juz et Buk. Maracay, 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1967. 2 p.
57. —————. Breeding potatoes for frost tolerance. *In: Environmental Stress*, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú, 1974. (Appendix II). pp. 61–65.
58. —————, y GUZMAN, J. Herencia de resistencia de campo al tizón (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) en variedades cultivadas de papa (subespecies *Tuberosa* y *Andigena*). *ICA* (Bogotá) 4:117–137. 1969.
59. —————, y PÉREZ, E. Ica-Tolima, Ica-Huila, e Ica-Guativa, tres variedades hermanas de papa con buenas ca-

- racterísticas hortícolas. Fitotecnia Latinoamericana 8:103–106. 1972.
60. FOLQUER, F. La papa. Tucumán, Facultad de Agronomía, 1971. 20 p. (multigrafiado).
61. GANDARILLAS, H. Fertilidad en las flores de las papas indígenas de Bolivia. Santiago, Universidad de Chile, 1943. (Fac. Agron., Tesis). 39 p.
62. GUZMÁN, J. Gota de la papa *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. Bogotá, Informe Anual de Labores del Programa de Fitopatología, 1963. 6 p. (Depto. de Inv. Agr. D.I.A.).
63. HAWKES, J. G. Potato genetic erosion survey-Preliminary Report, January 1973. England, University of Birmingham, 1973. 13 p. (mimeograph.).
64. HERMSEN, J. G. T. (Inducción de haploides con alta frecuencia en papa usando un marcador de semilla homocigota). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa. 1973. 1 p.
65. —————. (Análisis genético de autoincompatibilidad en diploides primarios de un cultivar de papa). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 1 p.
66. HERRERA, F. Variedades de papas cultivadas en el Cuzco. Bol. Agric. Gan (Lima) 1(2):281–284. 1931.
67. HOUGHAS, R. W., PELOQUIN, S. J. y ROSS, R. W. Haploids of the common potato. Jour. Hered. 49:103–106. 1958.
68. HOWARD, H. W. Haploid plants of *Solanum demissum*. Nature 166:795–796. 1950.
69. —————. Potato cytology and genetics 1952–1959. The Hague, Martinus Nijhoff, 1961. 216 p.
70. —————. Potatoes. Root-eelworm (*Heterodera rostochiensis*). Cambridge, Plant Breeding Institute, 1965 (Rept. 1963–1964).

71. HOWARD, H. W. The chimerical nature of a potato wilding. *Plant Pathology* 16:89–92. 1967.
72. ----- . Genetics of the potato. *Solanum tuberosum*. London, Logos Press Ltd., 1969. 126 p.
73. ----- . Breeding potatoes for resistance to cyst nematodes. *Adas (Edinburg)* 7:132–138. 1972.
74. ----- . (Estudios dihaploides en relación con el origen de *Solanum tuberosum*). Wageningen, Conferencia de Haploides en Papa, 1973. 3 p.
75. ----- , y SWAMINATHAN, M. S. Species differentiation in the section *Tuberarium* of *Solanum* with particular reference to the use of interspecific hybridisation in breeding. *Euphytica* 1:20–28. 1952.
76. ----- , y FULLER, J. M. The inheritance of top-necrosis to viruses X, A, B and C in *Solanum tuberosum* *Euphytica* 14:189–195. 1965.
77. ----- , COLE, C. S. y FULLER, J. M. Further sources of resistance to *Heterodera rostochiensis* Woll. in the *andigena* potatoes. *Euphytica (Wageningen)* 19:210–216. 1970.
78. ----- , y FULLER J. M. Resistance to the cream and white potato cyst nematodes. *Pl. Path. (London)* 20:32–35. 1971.
79. HUIJSMAN, C. A. Breeding for resistance to the potato root eelworm II. *Euphytica (Wageningen)* 4:133–140. 1955.
80. ----- . Breeding for resistance to the potato eelworm in the Netherlands. *Nematologica (Leiden)* 1:94–99. 1956.
81. ----- Prüfungsmenthoden zur Ermittlung der Populationsdynamik des Kartoffelälchens und der Nematodenresistenz, ihre Fehlerquellen und ihre Begrenzung. Berlin, Deutsche Akad. Landwirtschaftswissenschaften. 1959. pp. 5–15.

82. HUIJSMAN, C. A. Some data on the resistance against the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) in *Solanum kurtzianum*. Euphytica (Wageningen) 9:185–190. 1960.
83. —————. Resistance as a means of control of the potato root eelworm. OEPP/EPPO Bull. 7:27–30. 1972.
84. IVRO. 48e. Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen – 1973. Wageningen, Instituut voor Rassenonderzoek van Landouwgewassen, 1973. 312 p.
85. JAKUBIEC, J. (Microsporogénesis en dihaploides de *S. tuberosum* y sus híbridos con especies silvestres diploides). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 2 p.
86. JOHNSON, J. y SCHAAL, L. A. Relation of chlorogenic acid to scab resistance in potatoes. Science 115:627–629. 1952.
87. JONES, F. G. W. First steps in breeding for resistance to potato root eelworm. Ann. appl. Biol. (London) 41:348–353. 1954.
88. JONG, H. DE (El programa del mejoramiento diploide en Canadá). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa. 1973. 1 p.
89. KRANTZ, F. A. Permanence of variety in the potato. Jour. Agric. Res. 23:947–962. 1923.
90. —————. Genetics studies in potatoes. II. The inheritance of red cortical color in tubers. Potato Assoc. America. Proc. 13:52–55. 1924.
91. —————. Potato breeding methods III. A suggested procedure for potato breeding. Saint Paul, Univ. of Minnesota, 1946. (Tech. Bull. 173. 24 p.).
92. ————— y EIDE, C. J. Inheritance of reaction to common scab in the potato. Jour. Agric. Res. 63:219–231. 1941.

93. LAMM, R. Cytogenetic studies in *Solanum*, Sect. *Tuberarium*. Hereditas, Lund 31:1—128. 1944.
94. LANGE, W. y WAGENVOORT, M. (Aneuploides en papas dihaploides con especial referencia a trisómicos) Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 2 p.
95. LANGTON, F. A. (Investigaciones con 2x y clones de papa vegetativamente dobladas 4x). Wageningen, Conferencia haploides en papa. 1973. 2 p.
96. LAPWOOD, D. H. Observations on blight (*Phytophthora infestans*) and resistant potatoes at Toluca (México). Annals of Applied Biology 68:41—53. 1971.
97. LECHNOVITCZ, W. Ergebnisse der Prüfungen von kartoffelarten auf resistenz gegen den kartoffel-nematoden (*H. rostochiensis*). Nematoden-Symposium, Tagungsbericht N° 20. Berlin, 1958.
98. MAAG, H. P. y KELLER, E. R. (Posibilidades de producir material de *Solanum* diploide autofértil). Wageningen, Conferencia Haploides en papa, 1973. 3 p.
99. MAI, W. F.; y PETERSEN, L. C. Resistance of *Solanum ballsii* and *Solanum sucrense* to the golden nematode, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Science (New York) 116:224—225. 1952.
100. MARIE, B. (Estudios de la herencia de resistencia al cáncer en dihaploides de papa). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa. 1973. 20 p.
101. MASTENBROEK, C. Some experiences in breeding frost resistant potatoes. Euphytica 5:289—297. 1956.
102. MAYER, M. PLAISTED R. L. y HARRISON, M. L. Resistante to the potato nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. in clones derived from *Solanum vernei*. American Pot. Jour. (New Brunswick) 50:9—18. 1973.
103. MILLAN, R. Noticia acerca de las variedades de papas cuyo

cultivo se radicó en Argentina hasta 1936. Rev. Argentina Agron. (Buenos Aires) 6:41—48. 1939.

104. MILLS, W. R. y NIEDERHAUSER, J. S. Observations on races of *Phytophthora infestans* in México. Phytopath. 43:454—455. 1953.
105. MOMENI, D. A.; PLAISTED, R. L., PETERSEN, L. C. y HARRISON, M. B. The inheritance of resistance to the golden nematode (*Heterodera rostochiensis*) in *Solanum famatiniae* and *Solanum neohawkesii*. American Pot. Jour. (New Brunswick) 46:128—131. 1969.
106. MONTALDO, A. La papa. Problemas actuales. Métodos de mejora según la forma de reproducción. Programa de mejoramiento genético. Agric. Austral (Osorno) (3428/3430): 1942.
107. —————. Papas. Producción en el país y trabajos de mejoramiento. In: Siete años de Investigación Agrícola. Santiago, Departamento de Investigaciones Agrícolas, 1950. pp. 130—151.
108. —————. Variedades de papa para los Estados Aragua y Carabobo (Venezuela). Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alc. 6:1—43. 1964.
109. —————. Avances en el proyecto tuberización de la papa bajo condiciones tropicales. Lima, 5a. Reunión Latinoamericana Inv. de Papa, 1968. 91 p. (Multigraf.).
110. —————, y AKELEY, R. V. Herencia de reacción a *Phytophthora infestans* en la papa. Agric. Técn. (Santiago) 6:12—41. 1946.
111. —————, y SANZ, C. Las especies de papas silvestres y cultivadas de Chile. Agric. Técn. (Santiago) 22:66—152. 1962.
112. MULLER, K. O. Physiologisch-genetische Untersuchungen zur Analyse der *Phytophthora* —Resistenz der Kartoffel. Proc. 7th Inst. Genet. Congr. Edinburgh, 1939. (pp. 22—223). 1941.

113. NICARAGUA. Coseche mejores papas. Managua. Ming. Agric. Gan., 1963. 14 p. (Circ. 38).
114. NIEDERHAUSER, J. S. *et al.* Late blight in México. American Pot. Jour. 31:233–238. 1954.
115. O'BRIEN, M. J. y AKELEY, R. V. Evaluation of some potato varieties and breeding lines for resistance to early blight. Washington, U.S.D.A., 1971. 6 p. (Prod. Res. Rept. 140).
116. PARROT, D. M. y TRUDGILL, D. L. The resistance of hybrids of *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* and *S. multidissectum* to *Heterodera rostochiensis* pathotype E. Pl. Path. (London) 21:86–88. 1972.
117. PÉREZ, G. Haploides en papa. Lima, 6a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1964. 4 p.
118. PETERSEN, L. C. y PLAISTED, R. L. Peconic, a new potato variety resistant to the golden nematode. American Pot. Jour. New Brunswick 43:450–452. 1966.
119. PUENTE, F. DE LA. Problemática, acciones y logros y proyecciones de investigación de papa en Perú. Lima, Reunión Latinoamericana de actividades de investigación y producción en papa, 1975. 2 p.
120. PUJALS, E. A. Problemas de fertilidad y germinación en cruzamiento en papas. Idia (Buenos Aires) 2(24):22. 1949.
121. QUEVEDO, A. Resistencia a nuevas razas de *P. infestans* en el Perú. Lima, Est. Exp. Agric. La Molina, 1958. 43 p. (Bol. 70).
122. —————, SIMÓN, J. E. y TOXOPEUS, H. J. Estudios de resistencia a la 'anguilula dorada de la papa'. La Molina, Estación Experimental Agrícola, 1956. pp. 10–15. (Inf. 347).
123. RADCLIFFE, E. B. y LAUER, F. I. A survey of aphid resistance in the tuber-bearing *Solanum* (Tourn.) L. species. St. Paul, Univ. of Minnesota, 1956. 23 p. (Tech. Bull, 253).

124. RAMANNA, M. S. (El origen de microsporas no reducidas debido a citoquinesis-aberrante en el meiocito de papa y su significación genética). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 1 p.
125. RATERA, E. L. Determinación del número de cromosomas de varias especies de papas de la República Argentina. Buenos Aires, Instituto de Genética de la Facultad de Agronomía, U. de Buenos Aires, 1938. 18 p.
126. ----- . Contribución al estudio del polen de las papas. Buenos Aires, Instituto de Genética, U. de Buenos Aires, 1940. 19 p.
127. ----- . Cariología de algunas variedades cultivadas de papas sudamericanas. Rev. Fac. Agron. y Vet. (Buenos Aires). 9:254–261. 1942.
128. ----- . Resistencia a las heladas de algunos *Solanum (Tuberarium)* argentinos. Anales Soc. Cient. Argentina (Buenos Aires). 145:258–263. 1947.
129. RICHARDSON, D. G. y ESTRADA, N. Evaluation of frost resistant tuber bearing *Solanum* hybrids. American Pot. Jour. 48:339–343. 1971.
130. ROSS, H. Virusresistenzzüchtung an der kartoffel. European Pot. Jour. 1:1–19. 1958.
131. ----- . (Resumen de trabajos con haploides en desarrollo en el Max-Planck-Institut in Koln.) Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 2 p.
132. ----- , y HUIJSMAN C. A. Über die Resistenz von *Solanum (Tuberarium)* Arten gegen europäische (Rassen des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll)). Theor. appl. Genet. (Berlin) 39:113–122. 1969 (ex. Der Züchter).
133. ROSS, R. W. y ROWE, P. R. Inventory of interspecific and intervarietal hybrids of tuber bearing *Solanum* species. Madison, Univ. Wisconsin, 1972. 40 p. (Res. Div. Coll. Agric. Pub. R. 1 095).

134. ROSSETTI, V. *et al.* Reacoes de clones de batatinha IAC a infestacao por racas fisiologicas de *Phytophthora infestans*, em estufa. Arquivos Instituto Biologico (Sao Paulo) 27:169—177. 1960.
135. ROWE, P. R. (Uso de haploides en estudios genéticos en la papa). Wageningen, Conferencia de Haploides en Papa, 1973. 2 p.
136. —————, SEQUEIRA, L. y GONZÁLEZ, L. C. Additional genes for resistance to *Pseudomonas solanacearum* in *Solanum phureja*. Phytopath. 62:1093—1094. 1972.
137. SALAMÁN, R. N. Potato varieties. Cambridge, University Press, 1926. 378 p.
138. —————. The inheritance of cropping in the potato. 5th. Internat. Kong. Vererbungswiss. Berlin. 1927. Verhandl. 2:1240—1253. 1928.
139. SANTOS, J., ACCATINO, P., CALLEJAS, P., FERNÁNDEZ, M., BANSE J., CASTILLO, D. y LOPEZ, H. Manual de producción de papas. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1974. 161 p.
140. SANZ, C. Problemas de esterilidad de las papas chilenas. Simiente (Santiago) 16:75—77. 1946.
141. —————. Observaciones de la esterilidad en algunas papas, Agric. Tecn. (Santiago) 9:99—114. 1953.
142. —————. Influencia climática sobre el polen de papa. Agric. Técn. (Santiago) 14:5—10. 1954.
143. SCHICK, R. Methoden und Probleme der Kartoffelzuchtung. Sber. dtsch. Akad. Landwiss. Berlin 5:1—40. 1956.
144. SCHIEBER, E. Atzimba, variedad de papa para siembra de invierno en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, 1968. 3 p. (D.G.I.E.A.).
145. SCHULTZ, E. S., CLARK, C. F., BONDE, R., RALEIGHT, W. P. y STEVENSON, F. J. Resistance of potato to mosaic

and other virus diseases. *Phytopath.* 24:116–131. 1934.

146. SCOTLAND. Seed potatoes. Edinburgh, Dept. Agric. and Fisheries, 1966. 131 p.
147. SEQUEIRA, L. y ROWE, P. R. Selection and utilization of *Solanum phureja* clones with high resistance to different strains of *Pseudomonas solanacearum*. *American Pot. Jour.* 46:451–462. 1969.
148. SLEESMAN, J. P. Resistance in wild potatoes to attack by the potato leafhopper and the potato flea beetle. *American Pot. Jour.* 17:9–12. 1940.
149. —————, y STEVENSON, F. J. Breeding a potato resistant to the potato leafhopper. *American Pot. Jour.* 18:280–298. 1941.
150. STEVENSON, F. J. y CLARK, C. F. Artificial light as an aid in potato breeding. *American Pot. Jour.* 10:103–107. 1933.
151. STOUT, A. B. y CLARK, C. F. Sterilities of wild and cultivated potatoes with reference to breeding from seed. Washington, U.S.D.A. 1924. 32 p. (Bull. 1195).
152. SUCHTELEN, N. V. (Rendimiento potencial de *Solanum tuberosum*). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 1 p.
153. —————. (Triploides en *Solanum tuberosum*). Wageningen, Conferencia Haploides en papa, 1973. 1 p.
154. SUNDERLAND, N. y DUNWELL, J. M. (Inducción de haploides de polen de papa). Wageningen, Conferencia Haploides en Papa, 1973. 1 p.
155. SWAMINATHAN, M. S. Studies on the interrelationships between taxonomic series in the section *Tuberatum* genus *Solanum* I. *Commersoniana* and *Tuberosa*. *American Pot. Jour.* 30:271–281. 1953.

156. SWAMINATHAN, M. S. Nautre of polyploidy in some 48 chromosome species of the genus *Solanum*, sect. *Tuberarium*. Genetics 39:59–76. 1954 a.
157. —————. Microsporagénesis in some commercial potato varieties. Jour. Hered. 45:265–272. 1954 b.
158. THURSTON, H. D. Razas de la gota. *Phytophthora infestans* en Colombia. Bogotá, 3a. Reunión Latinoamericana de Fito-genetistas (Fitotecnia), 1955. 239 p.
159. —————, y LOZANO T. J. C. Resistance to bacterial wilt of potatoes in Colombian clones of *Solanum phureja*. American Pot. Jour. 45:51–55. 1968.
160. TORKA, M. Breeding potatoes with resistance to Colorado beetle. American Pot. Jour. 27:263–271. 1950.
161. TOXOPEUS, H. J. On the significance of multiplex parental material in breeding resistance to some diseases in the potato. Euphytica 2:139–146. 1953.
162. —————, y HUIJSMAN, C. A. Breeding for resistance to potato root eelworm. I. Preliminary data concerning the inheritance and the nature of resistance. Euphytica (Wageningen) 2:180–186. 1953.
163. VARGAS, C. El mejoramiento de la papa peruana. Agronomía (Lima) 10:18–37. 1945.
164. VIDAL, J. e ISSOURIBEHHERE, P. Trabajos experimentales con papas. Anuario Rural (La Plata) 8:139–158. 1940 (Dir. Agric. Indus.).
165. WIERSEMA, H. T. Breeding for resistance to common scab, leaf roll and virus Y in potato. Wageningen, Institute 'de haaff', 1973. 9 p. (mimeograph.).
166. WHITEHEAD, T., McINTOSH, T. P. y FINDLAY, W. M. The potato in health and disease. 3rd. ed. London, Oliver and Boyd, 1953. 744 p.

167. WILLIAMS, T. D. The resistance of potatoes to root eelworm. *Nematologica* (Leiden) 1:88—93. 1956.
168. —————. Potatoes resistant to root eelworm. *Proc. Linn. Soc. London* 169:93—104. 1958.

CAPÍTULO 8

COMPETIDORES BIÓTICOS

ENFERMEDADES FUNGOSAS Y BACTERIANAS

ENFERMEDADES VIROSAS

PLAGAS

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

COMPETIDORES BIÓTICOS

ENFERMEDADES FUNGOSAS Y BACTERIANAS

INVESTIGACIONES Y DESCUBRIMIENTOS CON RESPECTO A ENFERMEDADES FUNGOSAS Y BACTERIANAS DE LA PAPA EN AMERICA LATINA.

El estudio de las enfermedades y su relación con los organismos causales es relativamente reciente y bien se podría decir que toma forma definitiva con los descubrimientos de Pasteur y Köch en el siglo pasado.

Antes casi todas las lesiones o alejamiento de lo que se consideraba 'normal' se atribuían a cambios de tiempo, secreción de humores o bien acción de astros, dioses o hechiceros. El médico había de ser

sacerdote y brujo. Si esto ocurría con las enfermedades de los humanos y animales, mucho más rudimentario era el conocimiento de las enfermedades de las plantas.

Con la papa nace el interés por el estudio de las enfermedades de las plantas como consecuencia de la epidemia de tizón debida a *Phytophthora infestans* que azotó Europa desde 1842, tuvo su clímax en 1845–1846 en Irlanda y que hizo perder la totalidad de las cosechas, acarreado la muerte por inanición de miles de campesinos del norte de Europa.

Se comprende por qué en los países latinoamericanos, donde la población era escasa (no existían grandes superficies de cultivo y por lo tanto era poco aparente la presencia de una enfermedad, aun en forma epifítica) haya habido un conocimiento tardío de estas lesiones. La ausencia de facultades de Agronomía, Estaciones Experimentales o Ministerios de Agricultura, y por tanto de profesionales, hacía más difícil estas determinaciones.

A continuación se dará una relación histórica sobre la presencia y estudio de las enfermedades de la papa en Latinoamérica, lo que demuestra la preocupación permanente de los países en uno de los problemas más limitantes de la producción papera.

Tizón, *Phytophthora infestans*. Este hongo fue observado por primera vez en 1842, en Europa, por Martius, y fue descrito en 1845 por Montagne.

Boussingault (1845) señaló tizón de la papa en la Sabana de Bogotá en 1845; Gándara (1908) mencionó el añublo o tizón de la papa en México en 1908; otra referencia sobre esta misma enfermedad es la de Palm (1932) en Guatemala, en 1932.

Cañas, en 1901, cita a Jensen apoyado por Prillieux, que supone que el organismo causante del tizón, *Phytophthora infestans*, existía en Quito en 1840, de donde habría sido llevado a Europa. Esta teoría ha sido actualmente desechada.

Potel (1900) en 1898 describe las principales enfermedades de la papa en el Estado de Sao Paulo, y entre ellas incluye el *ferrugen* o tizón.

Rieder (1887) en los Anales de la Estación Experimental de Santa Catalina, Buenos Aires, 1887, hace referencia a 'la enfermedad de la papa', nombre con que se conocía el tizón.

Lagerheim (1903) constata la presencia en Quito de *Phytophthora infestans* en 1890. Jehle (1915) detalló el ataque de *P. infestans* y la pudrición de la papa en Cuba. Esta enfermedad ya había sido mencionada también en Colombia, Ecuador, Argentina, Brasil y Guatemala.

Reddick (1939) creyó que *Phytophthora infestans* había sido importada a Quito con la papa traída de Europa. Dijo que de Bary consideraba que la papa no sería el huésped natural del hongo, puesto que éste no formaba oosporas en la papa, mientras que las otras especies de Peranosporáceas las producían sobre sus mesoneros.

Manifestó, además, que *P. infestans* apareció por primera vez en América del Norte, en la faja costanera de Boston a Nueva Escocia, en 1842. Otro argumento contra el origen americano de *P. infestans* es que no se encontraron síntomas de su ataque en especímenes de herbario recolectados en los diversos países de América antes de 1850, los que son bastantes, especialmente en los museos europeos.

Niederhauser y Mills (1953), por otra parte, estimaron que la enfermedad es originaria de México, donde *P. infestans* está presente en forma permanente en el Valle de Toluca, siendo probable que haya existido allí por cientos de años.

Según Calderoni (1967), el primer ataque notable de tizón se registró en Argentina en 1898, y posteriormente fueron severos los ocasionados en 1940—1941, 1946—1947, 1957—1958, 1962—1963. La incidencia máxima ocurrió en la temporada de 1963—1964, que causó pérdidas de un 45 % en la producción. Las epifitias se han presentado en forma irregular, a veces con lapsos de 40 años y otras en forma continuada.

En Chile, Opazo (1919) observa la inexistencia del tizón de la papa, en 1919. En Venezuela, Chardón y Toro (1934) señalan el tizón o 'candelilla' de la papa, en 1934.

En Perú, Abbott (1929) indicó al tizón o 'hielo' como una enfermedad de presencia general en el país y contra la cual se empleaba medidas de control sólo en la costa. En la sierra se atribuyó al clima y corrientemente se le confundió con el daño provocado por las heladas.

La Revista de Agricultura, de Cochabamba (1943), en un artículo anónimo informó que la primera epifitía del tizón ocurrió en Bolivia en 1943.

En Chile, Montaldo (1953) indicó que el tizón fue observado por primera vez en 1949, año en que causó una grave epifitía en la Isla de Chiloé y en el Valle de Mallarauco, este último cercano a Santiago, a 1 200 km de distancia al norte de Chiloé.

Otras enfermedades

La alternariosis, peste seca o polvillo de la papa, causada por *Alternaria solani*, fue mencionada por primera vez en Chile por Lavergne (1901); en Perú, por Abbott (1929); y en Venezuela, por Chardón y Toro (1934).

En Argentina, según Autran (1908), apareció en forma notoria el ataque de *Fusarium* sp., en ese año en los cultivos de papas. Opazo (1919) mencionó a *Fusarium* sp. como causa de daños a la papa en Chile. Esta misma enfermedad fue citada por Abbott (1929) para Perú.

Rhizoctonia solani, causante de la rizoctonosis, fue mencionada por Girola (1921) para Argentina; por Mujica (1941) para Chile; y por Garcés (1949) para Colombia.

Streptomyces scabies, organismo causante de la sarna común del tubérculo, fue descrita para Argentina por Girola (1921), y por Mujica (1941) para Chile.

La sarna polvorienta o roña polvorienta, debida a *Spongospora subterranea*, según Abbott (1929) era de amplia distribución en la sierra del Perú, pero no se presentó en los cultivos de la costa debido posiblemente a las altas temperaturas del suelo. Esta misma enfermedad fue descrita para Chile por Mujica (1941), pero no se indicó para otros países.

La bacteriosis, dormidera, maya o murcha es una grave enfermedad de la papa debida a *Pseudomonas solanacearum*, señalada primeramente para Brasil, por Drummond Goncalves (1935), por Mejía (1939) en Colombia, y por Cásseres (1948) en Costa Rica. Muller (1941) señaló para Venezuela a *Corynebacterium sepedonicum*, pero según Ciccarone (1949) se trataba de *Pseudomonas solanacearum*.

Primeros tratamientos

Otro hecho importante que cabe relatar es que las enfermedades del tubérculo fueron muy poco importantes en los primeros 40 años de este siglo. Argentina, un país tradicionalmente cultivador de papa, sólo practicó, según Millán (1936) la desinfección de los tubérculos-semillas, por primera vez en 1935, en algunas chacras del sudeste de la provincia de Buenos Aires.

Referente a enfermedades del follaje, Lavergne (1901) recomienda para los cultivos de papas atacados de alternarioris en La Serena en 1900 el siguiente tratamiento:

“Sulfato de cobre	2 kg
Cal viva en piedras	1 300 kg
Agua potable	100 litros

La primera operación —el tratamiento preventivo— se hará cuando las plantas hayan alcanzado 15 cm de alto y las otras en número de 2 ó 3, a intervalos de 15 días”.

Abbott (1919) ya señala que en los cultivos de la costa peruana, que crecen con una temperatura fresca, 18°C y bajo una continua ‘camanchaca’ (neblina), en 1929 se adoptaban medidas de control contra el tizón o ‘hielo’.

Investigación actual

Actualmente existe una intensa investigación sobre las enfermedades causadas por hongos y bacterias en la papa tanto en Brasil, Chile, Argentina, Perú, Colombia como en México. Estos trabajos están centrados especialmente en *P. infestans* y *Pseudomonas*

solanacearum. También se efectúan, pero en forma más regional, investigaciones en *Alternaria solani*, *Streptomyces scabies*, *Spongospora subterránea*, *Rhizoctonia solani*, *Erwinia caretovora* var. *atroseptica* y *Puccinia pittieriana*.

Otras enfermedades de importancia secundaria o muy local son las causadas por: *Colletotrichum* sp., *Verticillium albo-atrum*, *Synchytrium endobioticum*, *Aecidium cantensis*, *Phoma* sp., *Pythium debaryanum*, *Rosellinia* sp., *Sclerotinia sclerotiorum*.

PRINCIPALES ENFERMEDADES

En el texto se tratará en forma separada las principales enfermedades fungosas y bacterianas que afectan a la papa (tizón y bacteriosis) y las de ocurrencia regional (alternariosis, rizoctonosis, sarna común, sarna polvorienta, pata negra, fusariosis, royas, marchitez o esclerotiniosis y septoriosis).

Se indicará en cada una de ellas su organismo causal, importancia económica de la enfermedad, especies huéspedes, distribución geográfica y condiciones predisponentes, sistemas, efectos y control. La descripción de los organismos causales de las enfermedades y su biología han sido, en casi todos los casos, omitidas, ya que el objeto de este texto es principalmente agronómico y esas referencias pueden ser localizadas en diferentes libros de fitopatología.

TIZÓN

Importancia

El organismo causante del tizón de la papa (*Phytophthora infestans*) origina la reducción de los rendimientos en las papas desde la epifitía europea de 1845—1846.

Según Stuart (1915) y Salamán (1926) los daños causados por la epifitía de tizón, tanto en Europa como en Norteamérica, estimularon a los investigadores a obtener variedades de papa resistentes a esta enfermedad. Esto produjo los más importantes cambios que se conocen en la evolución de las variedades de papa, aunque no propiamente resistencia al tizón, la que sólo se ha logrado en los últimos 40 años.

Especies huéspedes

Aparte de la papa, Tucker (1933) señaló como plantas huéspedes de *P. infestans* a Solanáceas entre las que están *Anthrocercis viscosae*, *Hyoscyamus niger*, *Lycium halimifolium*, *Lycium turcomanicum*, *Lycopersicon esculentum*, *Physalis alkekengi*, *Schizanthus grahamii*, *Solanum atropurpureum*, *Solanum aviculare*, *Solanum cardiophyllum*, *Solanum caripense*, *Solanum commersonii*, *Solanum dulcamara*, *Solanum etuberosum*, *Solanum fendleri*, *Solanum jamesii*, *Solanum maglia*, *Solanum marginatum*, *Solanum melongena*, *Solanum muricatum*, *Solanum nigrum*, *Solanum polyadenium*, *Solanum pyracanthum*, *Solanum stoloniferum*.

Distribución de la enfermedad y condiciones predisponentes

Esta enfermedad es de distribución mundial y en las regiones de clima fresco y de alta humedad relativa es endémica. Según Crosier (1934) los esporangios o zoosporangios se forman sólo en atmósferas completamente saturadas y la temperatura óptima para rapidez de producción y abundancia de formación es de 21°C.

A temperaturas sobre 20°C los esporangios pierden su viabilidad muy rápido en aire seco, y regularmente rápido en aire húmedo. La temperatura de 12°C es la más favorable para la germinación indirecta de los zoosporangios.

La duración de la motilidad de las zoosporas producidas varía de 15 minutos a 24°C, a 24 horas a 1–2°C. La germinación de las zoosporas ocurre a todas las temperaturas entre 3 y 28°C. Por lo menos el 70% de la germinación se espera entre 6 y 24°C. La elongación de los tubos germinales es más rápida a 21 y 24°C, y las infecciones tienen más éxito cuando se realizan en la cara inferior de las hojas.

A temperaturas entre 10 y 25°C unas pocas zoosporas germinan y el micelio resultante se establece en los tejidos del huésped en 2:30 horas. De 90 a 100% de las inoculaciones originan infecciones cuando las condiciones favorables de penetración continúan por 10 horas.

El hongo ataca tanto al follaje (tallos y hojas) como a los tubérculos de la papa. La infección primaria se origina en plantas 'huachas' o espontáneas que aparecen en el campo provenientes de la cosecha,

del año anterior, de plantas que nacen en los montones de desecho de la selección de la 'semilla', de solanáceas silvestres que crecen a la orilla de los potreros, o de las siembras tempranas de papas que se hacen en las huertas familiares para consumo doméstico del agricultor y su familia.

Ciclo biológico

Bazán (1956) hace la siguiente descripción del ciclo biológico del patógeno:

"El hongo *P. infestans* se conserva como micelio en los tubérculos infectados, y quizás en el suelo como micelio u oosporas. Las primeras infecciones ordinariamente se originan en los brotes infectados, producidos por tubérculos enfermos o en aquellos tubérculos que quedan amontonados como desperdicios. En la superficie de esos primeros brotes infectados, en condiciones de alta humedad atmosférica, se forman las fructificaciones del hongo: los esporangioforos. Estas mismas fructificaciones se forman en los tubérculos enfermos a través de las lenticelas, o en la superficie de heridas o cortes.

Las conidias se encargan de propagar la enfermedad, ayudadas por las lluvias, vientos y el hombre, germinando en forma directa o produciendo zoosporas, según las condiciones ambientales reinantes.

Cuando hay producción de zoosporas, éstas en contacto con la superficie del huésped nadan un cierto tiempo de acuerdo con la temperatura, en seguida pierden sus cilias y quedan sin movimiento, desarrollando luego un tubo germinativo que penetra a través de los estomas y se pone en contacto con las células del mesofilo, donde comienza su acción parasitaria. El micelio sigue invadiendo y destruyendo las células, hasta que a los 5 días de iniciada la infección la necrosis ya es visible.

Bajo condiciones de alta temperatura no hay formación de zoosporas; el esporangio germina directamente e infecta al huésped.

El nuevo follaje infectado produce a su vez esporangios, y este proceso se repite rápidamente y se extiende cada vez más la destrucción de los cultivos.

El agua de lluvia lava las hojas y los tallos infectados, lleva las zoosporas y esporangios al suelo y los pone en contacto con los tubérculos de la papa en los que inicia las lesiones, que conservarán al hongo, cerrando su ciclo biológico. Los tubérculos se contaminan también cuando al momento de la cosecha entran en contacto directo con hojas y tallos enfermos, pero todavía verdes. Hay cierta evidencia de que el hongo puede vivir en forma saprofitica en el suelo, en los restos de plantas enfermas, y quizás invernar en esta forma, pero esto no es de importancia como para ser considerado en un programa de control”.

Establecimiento de la enfermedad

Cuando se ve el primer síntoma exterior ya la planta está infectada, y esto ocurre tanto en plantas adultas como en plantas nuevas. La enfermedad se manifiesta como manchas húmedas irregulares, al comienzo verde pálidas, y se convierten rápidamente al marrón oscuro y negro, con un borde clorótico.

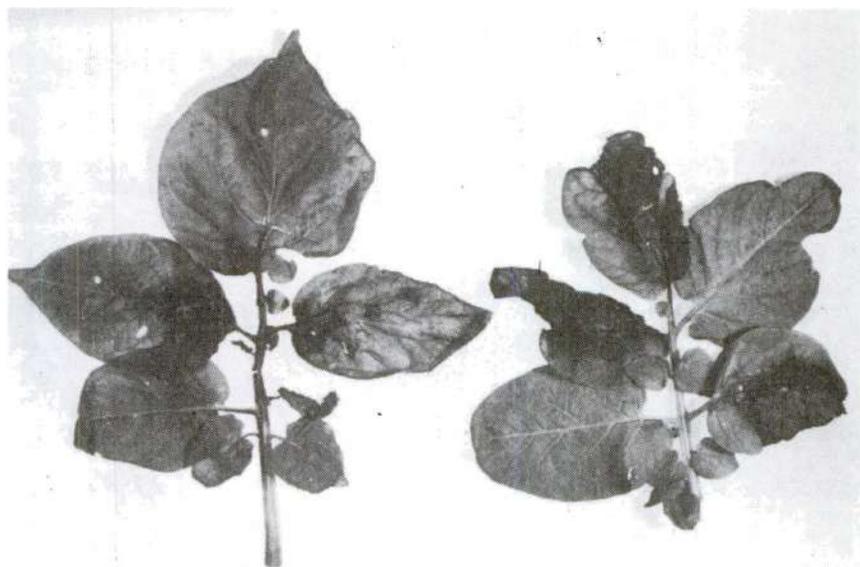


Fig. 63. Síntomas de tizón causado por el hongo *Phytophthora infestans* en papa. Nótese las manchas húmedas irregulares.

Cuando la temperatura es fresca y en presencia de rocío, caso que ocurre inmediatamente antes de la salida del sol, o en un ambiente nublado, se observa sobre la pústula una masa blanca formada por los zoosporangios (Fig. 63).

La infección en los tubérculos origina una mancha marrón grisácea irregular, y a veces algo hundida, que o permanece seca o es invadida por saprófitos, dando origen a una pudrición húmeda de olor característico.

Cuando aparecen los primeros síntomas de tizón en un campo la infección puede haberse extendido a una gran parte de la plantación, no siendo ese ya el momento oportuno para hacer los tratamientos con fungicidas.

Control

Se recomienda hacer los tratamientos preventivos antes de que aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad.



Fig. 64. Aspersión de fungicidas contra el tizón. Obsérvese el gran número de hileras que cubre la máquina y los callejones especiales para el paso del tractor.

CUADRO N° 69. Rendimiento de la papa 'Argentina', susceptible al tizón en un experimento de aspersiones con 200 g de maneb en 200 litros de agua a diferentes períodos y niveles de lluvia (Castaño, 1964).

TRATAMIENTOS Aspersiones cada:	Rendimiento promedio en kg sin clasificación comercial				4°	kg/trat.	ton/ha	% promedio	Total
	1°	2°	3°						
1 semana	12.61	9.80	7.41	2.50	32.32	28	0.0	15	
2 semanas	9.13	8.58	4.83	1.56	24.10	21	2.5	8	
3 semanas	9.46	7.40	5.01	2.00	23.87	21	10.2	5	
13 mm	11.65	5.36	7.51	2.21	30.73	27	0.0	16	
25 mm	10.33	7.95	5.41	2.28	25.97	23	4.0	10	
32 mm	7.31	6.86	6.06	1.80	22.03	19	8.0	8	
Testigo (s.a.)	2.85	2.60	2.63	0.46	8.54	7	98.0	0	

(*) % de tizón s/evaluación escala de Horsfall (1955).

(**) Lluvia total durante el ciclo de aspersiones (98 días): 310 mm.

En Europa y Norteamérica existe lo que se ha denominado el 'sistema de alarma' contra el tizón y consiste en informar mediante anuncios en la radio y la televisión a los productores de papas cuando existen las condiciones climáticas predisponentes óptimas para el desarrollo de la enfermedad. Se debe entonces proteger los cultivos con aspersiones de fungicidas o repetir el tratamiento para proteger el follaje nuevo.

El control del organismo del tizón se efectúa mediante 1, 2 ó más tratamientos preventivos con fungicidas adecuados. A veces, debido al tiempo lluvioso, es necesario efectuar un tratamiento cada 7—15 días; otras veces pueden ser más espaciados. En el Cuadro N° 69 se muestra resultados logrados por Castaño (1964) en ciclos periódicos de aspersión con el fungicida maneb en papa en comparación con aspersiones a distintos niveles de lluvia, en un experimento realizado en la Estación Experimental Tulio Ospina, de Medellín, Colombia (Fig. 64).

Los datos del Cuadro N° 69 indican que a un mayor número de aspersiones corresponde un menor porcentaje de infección, lo cual muestra que el maneb es un buen fungicida; sin embargo se debe aplicar correctamente.

Los tratamientos a los que se aplicó fungicida dieron rendimientos superiores al testigo sin proteger. La máxima protección y rendimiento en tubérculos se obtuvo con aspersiones cada 13 mm de lluvia acumulada y aspersiones cada semana. Los rendimientos de la papa, inclusive el testigo, indican la influencia favorable, según Castaño (1964), que en el ciclo vegetativo y en el rendimiento de la papa tienen los factores ambientales, que en esa temporada fueron muy adecuados.

Fungicidas

Compuestos del cobre: estos productos ya son poco usados porque producen una reducción en el área foliar y un 'endurecimiento' de la planta que redunde en bajos rendimientos. Sin embargo, pueden usarse excepcionalmente en regiones lluviosas y cuando las plantas ya se encuentran desarrolladas.

Ditiocarbamatos y compuestos afines: son de acción fungicida más activa que los compuestos del cobre, aunque menos persistentes.

No son fitotóxicos al cultivo y no tienen control sobre el tizón en los tubérculos.

Compuestos orgánicos de estaño: entre los más recientes fungicidas contra el tizón (Potatoes, 1972) están los compuestos orgánicos de estaño. Estos productos han resultado ser más fitotóxicos que los ditiocarbamatos; dan igual control del tizón en el follaje y cierto control en el tizón en los tubérculos.

Hay dos compuestos orgánicos de estaño disponibles: el hidróxido y el acetato; ambos pueden obtenerse solos o en mezcla con maneb. Se debe evitar la inhalación de cualquier fungicida que contenga ditiocarbamato o compuestos de estaño y el contacto de los productos en polvo con la piel del operador.

Métodos de aplicación: el fungicida puede ser efectivamente aplicado tanto a alto volumen, 600–800 l/ha, como a bajo volumen, 80–160 l/ha. También la aplicación puede hacerse mediante aviones a ultra bajo volumen, 20–30 l/ha, siempre que se utilice una formulación adecuada, que el campo sea plano, que esté libre de obstáculos y se realice una labor cuidadosa. La aplicación aérea evita el daño de las ruedas del tractor a las plantas de papa cuando éstas ya han ‘cerrado’ la melga; igualmente evita la compactación del suelo y a veces es el único medio recomendable especialmente en el caso de suelos muy sueltos, susceptibles a encharcamientos y cuando el cultivo cubre grandes superficies.

También el fungicida puede ser aplicado en polvo, pero estos son más fácilmente lavables aún por lluvias poco intensas.

Productos actualmente en el mercado

Compuestos de cobre: Sulfato de cobre monohidratado, sulfato de cobre básico, caldo bordelés, cobre-amonio, óxido de cobre, oxícloruro de cobre.

Ditiocarbamatos y compuestos afines: Maneb, etileno-bis-ditiocarbamato de manganeso, 80 % equivalente en Mn metálico 16.5 %, Zineb, etileno bis-ditiocarbamato de zinc, 75 %.

Estaño-orgánico: Hidróxido de estaño, Trifenil-acetato de estaño.

CUADRO N° 70. Fungicidas, nombre común, formulación, dosis por hectárea.

Nombre común	Formulación	Dosis x Hectárea
Clorotalonil	75 % susp.	1.2–1.8 l
Captafol (Difolatán)	50 % susp.	2.8–4.2 l
Hidróxido de estaño (Du-Ter)	20 % P.M.	1.1–1.5 kg
Mancoseb (Dithane M45)	80 % P.M.	1.7–2.2 kg
Maneb (Dithane M22, Manzate D)	80 % P.M.	1.7–2.2 kg
Metirán (Polyrán)	80 % P.M.	1.7–2.2 kg

Aspectos económicos de la aplicación de fungicidas

El agricultor debe saber el costo de aplicación de los fungicidas para decidir si el tratamiento resulta económico.

En regiones con alta humedad relativa, debido a frecuentes lluvias durante la estación de cultivo o por la presencia de rocío nocturno seguido de neblinas y de temperaturas frescas 15–20°C, es necesario mantener permanentemente el cultivo protegido. En las regiones de ambiente más seco, en años en que no se producen condiciones adecuadas al patógeno, posiblemente sea mejor no aplicar fungicidas, especialmente compuestos del cobre, que son fitotóxicos al cultivo y también para evitar el daño de las ruedas de los tractores a las plantas de papa ya desarrolladas. Esto último puede evitarse en parte usando una máquina que cubra, en una pasada, un gran número de hileras. Hay que tener presente que los fungicidas no dan una protección total al cultivo ya que cada día habrá hojas nuevas no cubiertas que estarán expuestas a la infección; igualmente el líquido asperjado no cubrirá totalmente las plantas tratadas.

Cuando se obtienen rendimientos de 10 a 15 ton/ha de tubérculos posiblemente la protección del cultivo permitirá a éste prolongar la vida por 15–20 días, lo que podría producir 1.5–2 ton más de rendimiento por hectárea.

Si la utilidad neta obtenida de 1.5–2 ton/ha de papa es superior al costo del tratamiento al cultivo, conviene asperjar; si ocurre lo contrario, el tratamiento es antieconómico.

Empleo de variedades de papa resistentes

Existen variedades de papa con resistencia genética al organismo del tizón, la que puede ser multigénica o de campo, o debida a hipersensibilidad; esta última es específica a razas determinadas del organismo del tizón.

Antes de recomendar el uso de variedades resistentes es necesario conocer las razas fisiológicas del hongo existentes en la región y las posibilidades de mercado de las nuevas variedades que vaya a introducirse.

BACTERIOSIS

La bacteriosis, dormidera, marchitez bacteriana o pudrición par-da, causada por *Pseudomonas solanacearum* es una enfermedad grave en los cultivos de papa. En Latinoamérica ha sido reportada en Brasil (Bitancourt, 1935), Venezuela (Texera y Muller, 1941), Costa Rica (Echandi, 1952; Muller, 1953), Colombia (Garcés, 1949; Rojas, 1951), y Perú (Revilla, 1967).

La enfermedad se presenta por una clorosis de las hojas inferiores de la planta, una marchitez general que lleva finalmente a la pudrición de los tallos.

De acuerdo a Garcés (1949), al apretar el tallo se observa la salida de una masa blanquecina (constituida por las bacterias). La enfermedad se muestra primero en forma de un anillo oscuro de tejido reblandecido en la vecindad de aquellos que conducen los alimentos a los tubérculos, y luego como áreas oscuras cerca de los ojos. Algunas veces hay un exudado de la bacteria en los ojos, que los agricultores llaman 'moco'. A veces la tierra se adhiere al moco; el tubérculo cortado presenta un anillo descolorido y al apretarlo exuda la masa bacterial blanquecina.

En Colombia esta enfermedad se encuentra endémica desde los 1 800 m de altitud en el Valle del Cauca, y hasta los 2 600 m en la Sabana de Bogotá. Thurston (1963) informó de ataques hasta de 100 % en cultivos de papa realizados en la Sabana de Bogotá con la variedad Monserrate. Esta observación es interesante ya que como el mismo autor lo indica otros investigadores señalaban, sin embargo,

temperaturas de 25–36°C como la óptima para el desarrollo de la enfermedad y manifestaban que bajo + 13°C ésta era inhibida.

Las temperaturas anuales medias de la Sabana de Bogotá son:

máxima: 23.0°C
media: 12.8°C
mínima: 0.9°C

Pseudomonas solanacearum ataca también a los bananos y plátanos (*Musa* spp), berenjena (*Solanum melongena*), maní (*Arachis hypogaea*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), ricino (*Ricinus communis*), chamico (*Datura stramonium*), ají (*Capsicum frutescens*), tabaco (*Nicotiana tabacum*).

Thurston y Lozano (1968) encontraron resistencia genética a esta enfermedad, cuyo funcionamiento fue explicado por Rowe, Sequeira y González (1972). Buddenhagen y Kelman (1964) estudiaron la especialización fisiológica del bacterio en razas, los que fueron probados en su virulencia en la papa por Sequeira y Rowe (1968).

Herrera y French (1970) aislaron tres cepas de *Pseudomonas solanacearum* provenientes de papa en Perú e inocularon diversas plantas con los siguientes resultados: virulencia en berenjena (*Solanum melongena*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad *bonny best*, y no virulencia en el banano diploide (*Musa balbisiana*) y en tabaco (*Nicotiana tabacum*), variedad *bottom special*. Se considera que estos aislamientos son nuevas cepas de la raza 3, por lo que el material resistente de papa que se obtuvo hasta esa fecha, especialmente de Colombia y EUA, pudo no serlo bajo las condiciones de Perú.

French (1973) estima que la resistencia varía con la temperatura del suelo, haciendo a las variedades más susceptibles cuando más alta es la temperatura.

El control de la enfermedad se debe hacer con el empleo de variedades resistentes a las razas de la localidad. Otra forma es el empleo de semilla de papa certificada con 0 % de tolerancia a la infección y en suelos en que se practique la rotación de cultivos.

ENFERMEDADES DE OCURRENCIA REGIONAL

ALTERNARIOSIS

La alternariosis debida al hongo *Alternaria solani* es una enfermedad preferentemente foliar, de gran importancia económica en las áreas con alta humedad atmosférica y temperaturas medias entre 18 y 24° C.

Además de la papa, el hongo ataca al tomate (*Lycopersicon esculentum*), a la berenjena (*Solanum melongena*) y al ají (*Capsicum* sp.).

El ataque de *Alternaria solani* se efectúa por lo general en el follaje maduro, o cuando se producen condiciones fisiológicas o ambientales adversas a la planta. La infección primaria se produce por esporas que permanecen en el suelo o en otras plantas huéspedes. La penetración del patógeno en las hojas requiere presencia de humedad y alguna abertura natural; también lo hace a través de la epidermis.

La enfermedad ataca hojas, tallos y tubérculos. En la hoja provoca pústulas secas marrones rodeadas de un área más clara. La pústula está formada por una serie de líneas concéntricas.

Según Calderoni y Malamud (1972), *Alternaria solani* produce en la variedad Cinco Cerros, una podredumbre seca de aspecto semiduro y color castaño oscuro que profundiza pocos milímetros pero que perjudica totalmente los tubérculos de papa para la comercialización.

Díaz (1965) observó que el hongo produce dos tipos de efecto: en el tubérculo mismo y en las yemas; donde se producen infecciones que causan la necrosis de la plántula a veces se puede observar la producción de conidios del patógeno. Díaz (1965) observó que el tejido tuberoso que se cree detiene el avance al interior del parásito no logra siempre tal efecto, posiblemente porque a la temperatura de 26° C a que trabajó la rata de crecimiento del hongo fue mayor que la del tejido defensivo.

Douglas y Groskopp (1974) observaron que la alternariosis aumentó mucho en regiones donde normalmente se presentaba un ata-



Fig. 65. Ataque del hongo *Alternaria solani* a una planta de papa. Obsérvese las pústulas secas y de forma concéntrica.

que bajo, debido al empleo del riego por aspersión que expone a las hojas a una humedad libre en forma más continuada. Esto se agravó en los suelos livianos, donde los riegos deben repetirse cada 3.1/3 a 4 días. Para un óptimo desarrollo de *Alternaria solani*, el agua libre proporciona un microclima ideal dentro del follaje de las plantas.

Venette y Harrison (1973) analizaron los factores que afectan la infección de los tubérculos por *Alternaria solani*. Indicaron que éstos se infectan a la cosecha, a través de heridas. Esta infección se reduce permitiendo a los tubérculos una completa madurez o con la aplicación de productos químicos al suelo, como maneb o sulfato de cobre.

Los factores más importantes en el aumento de la infección de los tubérculos son: 1) el uso de riego por aspersión, que aumenta el inóculo en los suelos; 2) el uso de cosechadoras a granel, que produce más heridas en las papas, y 3) la acción abrasiva de los suelos muy arenosos en la cáscara de los tubérculos durante la cosecha (Fig. 65).

Control

La aplicación inicial de fungicidas debe hacerse cuando la infección secundaria comienza en el campo.

Douglas y Groskopp (1974) consideraron que dos o tres aplicaciones bien planeadas dan mejor resultado que aspersiones cada 12—14 días. Cuando también se vaya a controlar el tizón debido a *Phytophthora infestans* se deberá coordinar los tratamientos para ambos propósitos, ya que se utilizan los mismos productos fungicidas. Deben usarse tubérculos-semilla libres de infección de *Alternaria solani*.

RIZOCTONOSIS

La rizoctonosis de la papa es causada por el hongo *Rhizoctonia solani* que también, de acuerdo a Zarka (1965), ataca a 200 especies de plantas que comprenden 66 familias; vive como parásito o saprófito en las plantas y bajo condiciones ecológicas adecuadas produce esporas en las hojas y tallos del huésped.

La forma de perpetuarse es mediante la formación de esclerocios, cuerpos negros y duros, que se originan en la superficie de los tubérculos o viven en el suelo. Estas formas latentes son muy resistentes a condiciones adversas de temperatura y humedad. La germinación de los esclerocios origina micelios que invaden las plantas de papa.

El hongo *Rhizoctonia solani* comprende un vasto número de razas y el crecimiento del hongo se produce de 4 a 30°C. La temperatura óptima depende de la raza fisiológica que se trate. Muller (1924), Bateman y Dimock (1959) han mencionado alrededor de 18, 24 y 30°C.

Rhizoctonia solani ataca aun cultivos de papas que se realizan en suelos vírgenes, en los que se ha cortado el bosque y no han tenido ningún otro cultivo. Esta es una enfermedad generalizada en todas las regiones paperas y ha sido reportada en Argentina por Girola (1972), Chile por Mujica (1941), Uruguay por Desinfección (1953), Brasil por Días (1957), Perú por Bazán y Dongo (1965), Ecuador por Eguiguren (1957), Colombia por Buritica (1972), Venezuela por Malaguti (1967), y en Puerto Rico por Matz (1921).

La enfermedad se reconoce por manchas marrones que se observa en los estolones, brotes o cuello de las plantas afectadas. Destruye algunos brotes nuevos completamente y si la 'semilla' al plantarse se corta en secciones y no tiene otros brotes funcionales, aparecen fallas de plantas en el campo.

Cuando el ataque se efectúa en el período del desarrollo, las hojas de las plantas muestran un tipo de acartuchamiento o enrollado de consistencia blanda al tacto, lo que diferencia esta enfermedad del daño causado por virus que vuelve las hojas duras. Al observar las axilas de las hojas éstas a veces muestran la formación de tubérculos aéreos debidos a la destrucción que causa el hongo en los vasos conductores de la savia elaborada en la base de la planta y que impide el depósito de almidón en los órganos normales de reserva.

En caso de ataques severos el hongo invade la pulpa de los tubérculos, presentando ésta una decoloración y una pudrición. Como condiciones predisponentes se señalan a los suelos mal drenados, pobres o mal fertilizados, y la falta de rotación de cultivos. Los ataques de este hongo no son generalizados en los campos o chacras, sino que la enfermedad se manifiesta en plantas aisladas.

Control

En el control de la rizoctoniosis se debe:

- a. evitar cultivos de papas en suelos húmedos o cuando éstos aún están fríos al terminar el invierno;
- b. sembrar a la profundidad adecuada al tipo de suelo y evitar profundidades excesivas;
- c. cosechar la papa para semilla tan pronto esté madura, para reducir los esclerocios en los tubérculos;
- d. hacer una adecuada rotación de cultivos. Se puede desinfectar las 'semillas' de papa con formol, con organo-mercuriales y otros productos (Vise, 1968), pero no hay que olvidar que el organismo patógeno que está en la semilla también está en el suelo y en las malezas adyacentes al cultivo. Se ha recomendado tratar los suelos (Easton, Maxwell, Oldenburg y otros, 1970) con pentacloronitrobenceno, lo que reduce la incidencia del hongo pero no aumenta los rendimientos ni la proporción de tubérculos grandes; aparte de esto, se presentan residuos del producto químico en los tubérculos cosechados.

Buritica (1972) en Colombia encontró un alto grado de resistencia en clones de *S. tuberosum* gr. andigena.

SARNA COMÚN

El organismo de la sarna común (*Streptomyces scabies*) se encuentra en gran parte de los suelos paperos del continente americano, pero su presencia no siempre produce cosechas altamente infectadas.

Jones, McKinney y Fellows (1922) al estudiar la influencia de la temperatura de los suelos en la incidencia de la sarna encontraron un valor óptimo alrededor de 22°C. Esta observación, de acuerdo a los autores, está en concordancia con las observaciones de campo que han mostrado que la sarna es más frecuente en regiones con altas temperaturas en la estación de cultivos que aquellas donde las temperaturas son bajas, y que en una misma localidad la enfermedad causa más daño en una estación que se presente calurosa que en una fría.

La enfermedad se manifiesta en los tubérculos desde pústulas corchosas abiertas de más de 1 cm de diámetro y 5 mm de profundidad —característica de las variedades de papas muy susceptibles— hasta una cáscara casposa en las variedades resistentes.

El hongo se multiplica en la cáscara y en la corteza de la papa y produce muchas esporas que sobreviven de una temporada a la siguiente en los suelos o en los tubérculos en el almacén.

Lapwood (1972) estudió la influencia del riego en la presencia de sarna y llegó a la conclusión de que la sarna se desarrolla más en las temporadas que se presentan secas. Llegó a la conclusión de que la sarna puede ser controlada si se mantiene el suelo húmedo por lo menos un mes después de que los tubérculos empiezan a formarse.

Control

En los suelos se recomienda aplicar pentacloronitrobenzeno y modificar el pH mediante la aplicación de azufre para llevarlo a un nivel de 5.0 y no pasar de 5.4. Debe tenerse un buen plan de rotación de cultivos y aplicar abonos verdes, usar semillas sanas en tubérculos-semillas y en lo posible de variedades resistentes a la sarna.

Existen muchas variedades originadas en programas de mejoramiento de Alemania, Holanda y EUA (Ross y Rowe, 1972) que tienen resistencia al organismo de la sarna común.

Los tubérculos-semillas deben desinfectarse en solución al 2 % de formaldehído (40 % comercial). El formaldehído es dañino a la piel de los operadores y los vapores irritan los ojos y las vías respiratorias.

Se recomienda también el bicloruro de mercurio acidulado en solución en agua, que se prepara disolviendo 200 g de HgCl en 1 l de HCL y agregando 100 l de agua. Este producto es altamente venenoso. McIntosh (1972) recomienda el empleo de captafol, benzoquinonas e hidroquinonas. En todo caso deberá estudiarse el aspecto económico de la desinfección.

SARNA POLVORIENTA

La sarna polvorienta de la papa causada por *Spongospora subterranea* es una enfermedad frecuente en Latinoamérica, en los cultivos

que se hacen en regiones que poseen una estación de cultivo fría y suelos húmedos, ya sea en la zona tropical (páramos andinos) o templada (sur de Chile y Argentina). Esto se debe a que el patógeno requiere para su desarrollo períodos de lluvia seguidos de ambiente fresco, húmedo y nublado.

Según Kunkel (1915), Lagerheim afirmó que en 1891 la *Spongospora subterranea* era muy común en los cultivos de papa de los alrededores de Quito. En Colombia, Mejía (1938) observó que *Spongospora subterranea* ya existía en 1938 en los cultivos de papa del país. MacLeod *et al* (1931) mencionaron a *Spongospora subterranea* en Perú en 1915 y posteriormente en México. En Chile fue citada por primera vez por Mujica (1942) cuando se informó que en 1936 había atacado en forma intensa los cultivos de papa de Llanquihue y Chiloé. En Brasil, según Viegas (1943), no se encontró sino en muestras de semillas importadas. Según Marchionatto (1949), en Argentina, este hongo se determinó en papa importada de Chile desde 1925.

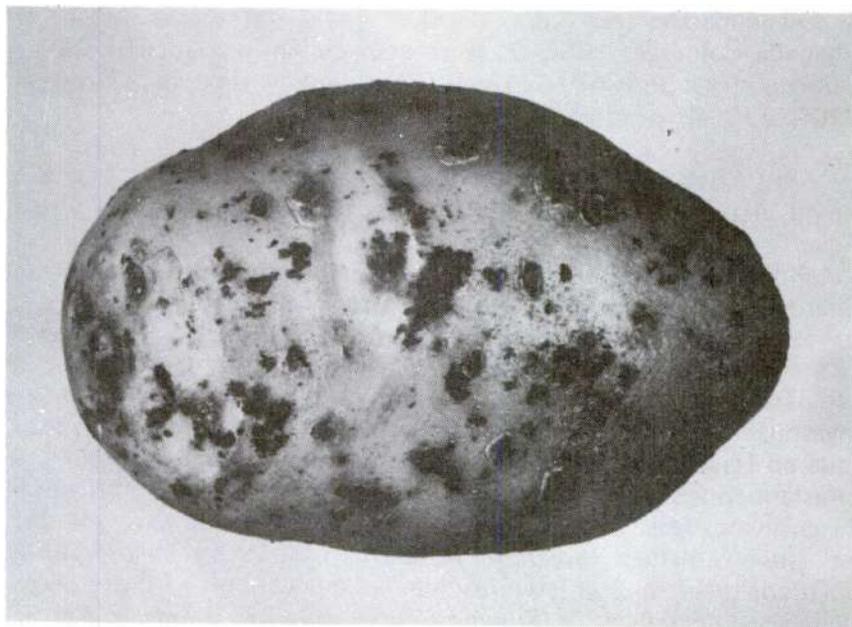


Fig. 66. Tubérculos atacados de sarna polvorienta de la papa causada por el hongo *Spongospora subterranea*. Se observan también esclerocios negros del hongo *Rhizoctonia solani*.

La enfermedad se manifiesta en los tubérculos con pústulas de diversos tamaños, por lo general circulares, con una depresión central y parcialmente llenas de un polvo granuloso café y de bordes irregulares cortados. Aparte de los tubérculos también ataca a los estolones y a las raíces (Fig. 66).

Control

En los suelos bajos y húmedos donde se conoce que la enfermedad se presenta debe usarse semilla de papa sana y cultivarse variedades de papas con resistencia genética.

Mujica (1942) hizo pruebas de variedades de *Solanum tuberosum* gr. *tuberosum*, entre las cuales seleccionó con ataque cero de *Spongospora subterranea* a: Huevo, Chapeda colorada y Mantequilla.

Montaldo (1951) probó un extenso material durante 4 años, del cual el más promisor fue Erie y Teton, variedades del USDA, provenientes del cruce de S.45146 x Earline y las selectas C182-79 (autofecundación de Var. 1248), C64-4 (autofecundación de Chapeda colorada), C67-2 (autofecundación de Guapa), C99-1 (Hindenburg x B44-4), C110-9 (President Kruger x Teton), y C204-2 (CI-5 x Industrie).

Entre las variedades susceptibles se señaló a Record, Majestic, Royal, Arran Consul, King Edward, President Krüger, Imperia, Friso, Ackersegen, Alpha, Bintje, Furore, Green Mountain, Bliss Triumph, Katahdin, Irish Cobbler, Golden, Earline, Sebago, Red Warba, Cherokee y White Rose. La prueba también incluyó variedades de *S. tuberosum* gr. *tuberosum* y cruces entre ellas.

Torres, Gamarra y Nielsen (1972) informaron en Perú de una investigación sobre la búsqueda de cultivares resistentes a roña, realizada en Haypo, Departamento de Cuzco, en un terreno naturalmente infestado por *Spongospora subterranea* a 3 800 msnm. Obtuvieron 21 cultivares resistentes, que correspondían en gran parte al grupo de las papas amargas (*Solanum juzepczukii*; *Solanum curtilobum* y *Solanum tuberosum* gr. *stenotomum* subgr. *ajanhui*). Entre las variedades comerciales de *Solanum tuberosum* gr. *andigena*, Renacimiento fue la más susceptible y Ticahuasi mostró trazas de infección. Todo lo anterior demuestra que existe un germoplasma resistente a la enfermedad.

PATA NEGRA

Pata negra es una enfermedad producida por una bacteria, *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*, que ataca tallo y tubérculos de la papa. La bacteria invade el parénquima de la base del tallo, que toma un color negro característico. La planta en un comienzo tiende a un desarrollo erguido, posteriormente las hojas se tornan de color verde claro y amarillentas, hasta que finalmente mueren.

Según French *et al* (1972) la enfermedad es favorecida por temperaturas y humedad alta pero, de acuerdo a los autores citados, progresa en condiciones frías porque la planta es más retardada en su desarrollo que la bacteria.

Hidalgo (1972) informó de trabajos sobre selección para resistencia a la pierna negra realizados en el Perú; gran parte del material fue susceptible y sólo se destacó la variedad Sipeña con posible valor genético.

Ciampi (1972) en Valdivia, Chile, determinó 53 cepas de *Erwinia carotovora* y señaló al patógeno como el más difundido y dañino al cultivo de la papa en esa región.

Lyon (1972) determinó que la resistencia de la papa a la pudrición causada por *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*, en condiciones aeróbicas, se debe probablemente en parte a factores físicos tales como la formación de una barrera de células suberizadas, y también sugirió que pueden estar envueltos factores químicos, tales como los polifenoles. Durante la investigación de los factores químicos se encontró que se producían como respuesta a la infección del patógeno, rishitina y fituberina (descritas previamente como fitoalexinas) en altas concentraciones en el tejido podrido por el hongo.

Control

Debe evitarse el cultivo de papas en suelos húmedos. No cubrir los tubérculos-semilla con más de 5–6 cm de tierra. Desechar los tubérculos-semilla que aparezcan con síntomas de la enfermedad y de todos aquellos que presenten descoloración. Tratar las secciones de semilla, una vez cortadas, con mancozeb o metirán, y desinfectar con sublimado corrosivo los cuchillos para cortar las papas (Figs. 67 y 68).



Fig. 67. Planta de papa marchita por inicio de ataque del bacterio causante de la pata negra *Erwinia carotovora*.



Fig. 68. Planta de papa con ataques severos de pata negra.

FUSARIOSIS

A esta enfermedad, causada por diversas especies del género *Fusarium*, se le ha denominado también marchitez, pudrición seca del tubérculo, pudrición del tallo o del pie.

Existen más de 50 especies (Fusariosis, 1942) que atacan a la papa; las más importantes son: *Fusarium solani* f. *radicicola*, *Fusarium solani* f. *eumartii* y *Fusarium oxysporum* que ocasionan la pudrición seca del tubérculo y la marchitez de las plantas. También es importante *Fusarium caeruleum* que provoca la pudrición seca, especialmente en las papas almacenadas.

El patógeno destruye el parénquima de la raíz e invade los tubérculos a través de heridas. Provoca en la planta marchitamiento, descoloración y curvado blando de las hojas. En los tubérculos aparecen manchas circulares de color pardo azulejo, especialmente en el extremo proximal.

Una importante invasión del hongo ocurre a la cosecha a través de heridas en los tubérculos, manifestándose la enfermedad en el almacén o en las pilas de guarda.

El hongo, de acuerdo a Calderoni y Malamud (1972) puede vivir como saprófito y los suelos húmidos favorecen su difusión. La enfermedad se presenta con diversos grados de intensidad, pero en ocasiones puede provocar hasta la pérdida total de un cultivo.

Seminario, French y Nielsen (1970) en Perú, estudiaron la reacción a *F. solani* y *F. oxysporum* de ocho variedades de papas y encontraron entre las más susceptibles a la variedad Sapa y la más resistente a Mantaro. Determinaron además que *F. solani* causa marchitez y pudrición seca y *F. oxysporum* en inoculaciones en papas atacadas por el virus del 'corcho', originó pudrición seca como efecto secundario.

Control

El control químico de los tubérculos-semillas o de los suelos ha probado ser ineficaz.

En las regiones donde se presenta la enfermedad debe hacerse una adecuada rotación de cultivos que no sólo controle el patógeno sino que sea también económica.

Hay que evitar el manipuleo y los golpes excesivos de los tubérculos en la cosecha y en el almacenamiento. Se debe tratar de efectuar la cosecha en cajones de 1/4 ó 1/2 ton de capacidad y almacenarlos en esa forma.

Hay que evitar el uso de semilla sospechosa de tener principios de ataque de fusariosis y eliminar aquella que presente una leve descoloración.

ROYAS

Royas es el nombre que designa las lesiones causadas por dos hongos Uredinales: *Puccinia pittieriana* y *Aecidium cantensis*. *Puccinia pittieriana* ataca a la papa y al tomate y es frecuente en toda la región andina, e inclusive llega hasta Costa Rica (Castaño, 1952; Chardon y Toro, 1904; French *et al*, 1972; Kern, 1933 y Pittier, 1967).

Se presenta en la cara superior de las hojas como puntos circulares amarillentos o descoloridos que se tornan posteriormente color café. Cuando el ataque es severo puede causar la defoliación de las plantas. *Aecidium cantensis*, de acuerdo a French *et al* (1972) ataca a todas las partes aéreas de la planta, apareciendo pústulas anaranjadas que se localizan en la cara inferior de las hojas o en los pecíolos, tallos o frutos.

MARCHITEZ O ESCLEROTINIOSIS

Enfermedad causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*. Se presenta en especial en los suelos orgánicos muy húmedos. En la superficie del suelo aparecen hilos blancos y la planta presenta amarillamiento y marchitez.

No hay control químico. Debe evitarse el uso de estiércol y el exceso de humedad en suelos en que se ha presentado la enfermedad; la semilla que se use debe ser de papa sana.

SEPTORIOSIS

Esta enfermedad ha sido observada localmente entre 1 800 y 3 000 m de altitud en los Andes venezolanos por Ciccarone y Malaguti (1966) y posteriormente a 2 000 m, en Perú, por Jiménez y French (1972). Las hojas de las plantas enfermas presentan manchas circulares, concéntricas, sobresalientes y algo endurecidas que se parecen bastante a las causadas por el hongo *Alternaria solani*.

Los investigadores peruanos estiman que la especie descrita por Ciccarone y Malaguti, como *Septoria* sp., debe ser considerada como *Septoria lycopersici* raza A.

OTRAS ENFERMEDADES

Otras enfermedades de importancia muy local son: antracnosis debida a *Colletotrichum atramentarium* que ataca a la papa en Argentina (Calderoni y Malamud, 1972) y Perú (French *et al*, 1972); verruga negra o cáncer debida a *Synchytrium endobioticum* mencionada localmente para Chile (Mujica y Oehrens, 1967) y Perú (French *et al*, 1972); gangrena causada por *Tecaphora solani* señalada para Perú y trópicos americanos (Barrus, 1944; French *et al*, 1972), y lama, citada por Bazán (1967) para Brasil, Colombia, Guatemala y Costa Rica y producida por *Rosellinia* sp.

ENFERMEDADES VIROSAS

INVESTIGACIONES Y DESCUBRIMIENTOS CON RESPECTO A VIROSIS DE LA PAPA EN AMÉRICA LATINA

En Brasil, un primer reconocimiento de las enfermedades de virus de la papa fue hecho por Puttemans en 1934, quien observó en plantas de variedades no determinadas la enfermedad del 'enrollamiento' en el Distrito Federal (Río de Janeiro) y la enfermedad *streak* en María de Fe (Minas Gerais). En la misma publicación pio-

nera, el autor da una descripción de los conocimientos de la época respecto a los virus de la papa y a sus medios de combate.

El reconocimiento por él iniciado fue continuado y ampliado por Silberschmidt (1937), que en esa fecha realizó en el Estado de Sao Paulo contajes de plantas enfermas en cultivos de papa de las variedades 'Paraná Branca Cascuda' y 'Paraná Ouro', y tentativamente estableció cinco diversos tipos de enfermedades de 'degeneración', de acuerdo a los síntomas observados: 1) mosaico benigno; 2) encrespamiento; 3) enrollamiento; 4) mosaico rugoso, y 5) plantas débiles.

En esta investigación se refiere a los trabajos para la diagnosis de los virus envueltos en las enfermedades de degeneración y que consisten en la inoculación de la savia en especies indicadoras. Así obtuvo la diagnosis de uno de los componentes del virus del mosaico rugoso, el virus Y de la papa. En los años siguientes continuó la descripción de varias enfermedades de virus observadas en Brasil e identificó a sus agentes causales.

Silberschmidt y Kramer confirmaron en 1942 la presencia en Brasil del virus causante de las 'fajas de las nervaduras' del tabaco, que ya Köch y Johnson (1935) habían encontrado en tubérculos de papa provenientes de Brasil. Se trata de una variante suave del virus Y, frecuente en la variedad Eigenheimer. Los métodos utilizados para la identificación de los virus Y y X de la papa y los resultados positivos alcanzados en el empleo de estos métodos, fueron descritos por Silberschmidt, Nobrega y Kramer, en 1941. Los mismos autores (1941) basándose en pruebas de inoculación comparativas, en las cuales se usaron fuentes de virus originarias de los Estados Unidos y Holanda, constataron la presencia del virus X de la papa en Brasil y describieron diversas variantes de este virus, aisladas en plantas cultivadas del Estado de Sao Paulo. Los mismos virus que habían sido objeto de un estudio en este país y cuya presencia había sido determinada en papa de variedades importadas fueron simultáneamente constatados en papas cultivadas en otros países latinoamericanos.

En Uruguay, Fielitz y Bertelli, en 1937 hicieron una tentativa de identificación del virus de la 'crespadura' (enrollamiento) de la papa.

En Argentina, Offermann y Vitoria, en 1941, por métodos exactos de identificación basados en la observación de síntomas inducidos

en plantas inoculadas con jugo extraído de plantas enfermas y por las cualidades físicas del virus *in vitro*, atribuyeron al virus X de la papa la causa de la enfermedad llamada por ellos 'marchitamiento apical'.

Fernández (1960) señaló el virus del enrollamiento como un problema serio en la mantención del nivel sanitario de la semilla de papa. Indicó que en 1936 se dejaron de cultivar, debido a la gran infección de enrollamiento, las variedades Blanca y Chaqueña. Responsabilizó a dicho virus como el principal factor en el decaimiento de la producción de cientos de variedades introducidas. Por otra parte, la incidencia del virus Y parece que fue escasa en esa época; en Perú, los estudios sobre enfermedades de virus en las papas comenzaron bastante temprano.

Abbott (1931) dio una descripción detallada de las enfermedades 'tubérculo puntado', que llamó 'tubérculo fusiforme', enrollamiento y mosaico. Pocos años después, 1947, Bazán (1947) identificó en virus X en la variedad Mayo por inoculación del jugo en plantas indicadoras. Ya antes en muestras de papas peruanas, enviadas al Brasil, Nobrega y Silberschmidt, en 1941, habían verificado la presencia del virus X e Y en muestras de tubérculos. Estos resultados sólo se refieren a variedades de papas originarias de Perú y no a variedades importadas de Europa.

En Colombia, en un levantamiento apenas visual de las enfermedades encontradas en algunas regiones productoras de papa, Silberschmidt, en 1946, atribuyó los síntomas observados tentativamente a los efectos de los virus A, Y, X, aucuba y enrollamiento. En ensayos de laboratorio ejecutados con tubérculos de las variedades colombianas de papa enviados al Brasil en años posteriores, Silberschmidt, en 1948, confirmó la presencia de una variante del virus Y y del virus X; este último más esporádicamente.

En 1936, en Chile, Mujica había advertido a los productores de papa sobre los daños resultantes de las infecciones con el virus A y el enrollamiento. Esas indicaciones basadas esencialmente en observaciones de campo, fueron más tarde ampliadas y fundadas en ensayos de laboratorio. De esta manera Mujica (1942) probó la presencia en Chile del virus del enrollamiento, de los virus X, Y aucuba y del 'tubérculo puntado'.

Sobre la presencia de enfermedades de virus en los otros centros de producción de papa en América Latina (México, Guatemala,

Venezuela, Bolivia, Ecuador y Paraguay) en los primeros 40 años de este siglo hay informaciones escasas, pero no se duda de la presencia en todos esos centros de los virus X, A e Y y del agente causante del enrollamiento.

A continuación se señalan otros virus de ocurrencia más regional que fueron observados, descritos e identificados en las áreas de producción de países latinoamericanos.

Ya en el trabajo citado anteriormente de Nobrega y Silberschmidt (1941), fueron descritos los síntomas inducidos por el jugo de la variedad peruana de papa 'Serrana Negra' en *Nicotiana tabacum* var. White Burley, que recuerdan aquéllos normalmente causados por variantes comunes del virus Y de la papa, en esa especie, pero más severos.

Nobrega y Silberschmidt (1944) continuaron los estudios sobre los virus portados en los tubérculos de la variedad peruana de papa 'Serrana Negra' y basaron los resultados en numerosas pruebas de inoculación en representantes de varias especies y en las propiedades físicas del virus, llegando a la conclusión de que los virus portados por los tubérculos de la papa 'Serrana Negra' eran una variante del virus Y de la papa caracterizada por la capacidad de provocar, sin la presencia simultánea del virus X, severos síntomas necróticos en *Nicotiana tabacum* var. White Burley.

Una enfermedad no muy diferente en la forma de manifestarse, llamada amarillamiento de las venas, observada con bastante frecuencia en Ecuador y en el Departamento de Nariño en Colombia, fue descrita por Alba en 1952. Sobre la misma enfermedad y su gran importancia económica se han referido también Fernow y Garcés, en 1949, y Guzmán, Galvez, Pérez y Mesa, en 1967.

Christiansen (1967) señaló en ese año, para la Sierra del Perú, una enfermedad que se denominó 'ojo de pollo' y que causa lesiones corchosas en los tubérculos, que Hinostroza y French (1972) describen como una virosis y que denominan corcho, manifestando que en sus síntomas se parece mucho a la causada por el virus del 'corcho' en Europa, del cual podría ser una raza.

PRINCIPALES VIROSIS

Enrollamiento

Las plantas de papa atacadas por este virus tienen las hojas enrolladas, de consistencia cueruda, que presentan clorosis y a menudo detención en el crecimiento. Se produce necrosis del floema y acumulación de carbohidratos en las hojas (Peters, 1970). Provoca una reducción drástica en los rendimientos, como lo muestran los Cuadros N°s 71 y 72 de Calderoni y Cappelletti (1967).



Fig. 69. Planta de papa afectada por el virus del enrollamiento de la hoja.

CUADRO N° 71. Cosecha de 150 plantas sanas y 150 plantas enfermas de enrollamiento. Rendimiento total en tubérculos y cantidad de tubérculos producidos (Calderoni y Cappelletti, 1967).

Número de plantas	Rendimiento kg			Cantidad de Tubérculos		
	Tubérculo consumo*	Tubérculo semilla**	Total	Tubérculo consumo	Tubérculo semilla	Total
150 sanas	86.550	7.705	94.255	642	215	857
150 enfermas	24.520	16.170	40.690	261	445	706

(*) Tubérculos mayores de 60 g.

(**) Tubérculos entre 30-60 g.

CUADRO N° 72. Cosecha de 150 plantas sanas y 150 plantas enfermas de enrollamiento. Rendimiento y número de tubérculos por planta (Calderoni y Cappelletti, 1967).

Plantas sanas				Plantas enfermas			
Rendimiento promedio g		Número de tubérculos		Rendimiento promedio g		Número de tubérculos	
Consumo	Semilla	Consumo	Semilla	Consumo	Semilla	Consumo	Semilla
577	51	4.28	1.43	163	108	1.74	2.97
628		5.71		271		4.71	

Rendimiento papa consumo = 92 %
 Rendimiento papa semilla = 8 %
 N° tubérculo papa consumo = 75 %
 N° tubérculo papa semilla = 25 %
 N° tubérculo con peso + 100 g = 90 %

Rendimiento papa consumo = 60 %
 Rendimiento papa semilla = 40 %
 N° tubérculo papa consumo = 37 %
 N° tubérculo papa semilla = 63 %
 N° tubérculo con peso + 100 g = 39 %

Este virus causa una necrosis reticular en la pulpa de los tubérculos en algunas variedades de papa. Su distribución es amplia en todo el continente americano.

Detección

Prueba biológica: *Physalis floridana*, *Physalis angulata*, *Datura stramonium* y algunas variedades de papa como Earlane (Smith, 1972).

Prueba serológica: no se ha preparado antisuero y por lo tanto no hay prueba serológica (Peters, 1970).

Transmisión: sólo por áfidos como *Myzus persicae*, *Macrosiphum solanifolii* y *Macrosiphum euphorbiae*.

Control

Control químico en forma indirecta por control de los áfidos. Uso de semilla de papa certificada o de variedades con resistencia genética.

VIRUS X

Este es un virus latente y la mayoría de las antiguas variedades de papa están 100 % infectadas (Bercks, 1970; French *et al*, 1972; Smith, 1972).

Distribución: amplia en todas las regiones paperas (Bagnall, 1961; Delgado, 1968; French *et al*, 1972; Mujica, 1942; Offermann, 1941; Silberschmidt, 1941 y 1947).

Detección

Prueba biológica: inoculación de la savia de plantas sospechosas en *Datura stramonium* y *Nicotiana glutinosa* (Smith, 1972). **Prueba serológica:** Mezclar gotas de savia con el antisuero respectivo en portaobjetos, agregar agua destilada, y observar la reacción de precipitación (Smith, 1972).

Transmisión: mecánica, por roce de plantas enfermas con plantas sanas.

Control

Uso de semilla de papa certificada o de variedades inmunes o hipersensibles o con resistencia de campo (multigénicas) (Bagnall, 1972; Ross y Rowe, 1972; Schultz *et al*, 1934).

VIRUS Y

En las variedades susceptibles al virus Y de la papa, se manifiesta como un mosaico o moteado por necrosis de las nervaduras de las hojas o por la caída de las hojas (Delgado y Grogan, 1970).

Presenta, como lo indican Nobrega y Silberschmidt (1944), una variante suave o virus de las fajas de la nervadura, y una variante severa que causa, sin la presencia del virus X, severos síntomas necróticos en *Nicotiana tabacum*.

Distribución: en todas las zonas paperas (Bazán, 1956; Delgado, 1968; French *et al*, 1972; Mujica, 1942; Nobrega y Silberschmidt, 1941; Silberschmidt, 1937; Silberschmidt, 1947).

Detección

Prueba biológica: *Capsicum frutescens* tabasco, *Datura stramonium*, *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana tabacum*.

Prueba serológica: transmisión mecánica y por áfidos.

Control

Control cultural; uso de semilla de papa certificada.

Empleo de variedades de papas con resistencia genética (Rieder, 1887).

VIRUS A

Este virus causa en las papas el mosaico benigno o suave. En combinación con el virus X los síntomas son más severos y las hojas se presentan arrugadas.

Distribución: amplia en todas las zonas paperas (Delgado, 1968; French *et al*, 1972; Morris y Smith, 1977; Silberschmidt, 1947).

Detección

Biológica: inoculación de savia de plantas sospechosas en *Nico-*

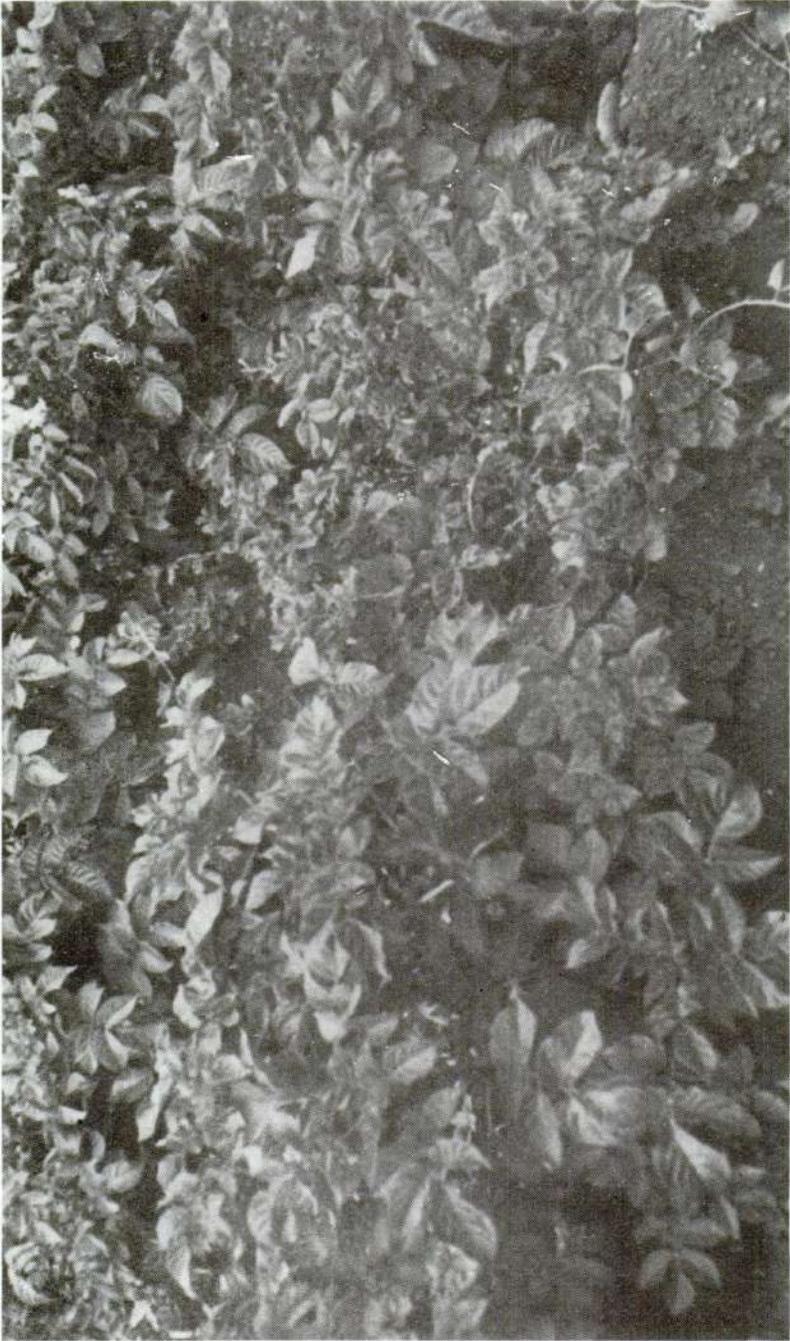


Fig. 70. Al centro-izquierda, papas atacadas de mosaico benigno o suave debido al virus A. Las plantas tienen menor desarrollo y aspecto clorótico.

tiana tabacum Samsun, *Nicotiana tabacum* White Burley, *Nicandra physaloides*, *Lycopersicon pimpinellifolium* y *S. tuberosum* Aquila (Smith, 1972).

Serológico: Con pruebas de precipitación el virus puede ser detectado en savia de tabaco infectado, pero no en savia de plantas de papa infectada (Bartels, 1971).

Transmisión: Mecánica y por los áfidos: *Myzus persicae*, y *Aphis rhamni* (Smith, 1972).

Control

Uso de semilla certificada de papa y empleo de variedades con resistencia genética (Ross y Rowe, 1972).

TUBÉRCULO PUNTUDO

Las plantas afectadas de tubérculo puntudo se presentan erguidas y los tubérculos son alargados y a veces quebradizos (Diener y Raymer, 1971).

Morris y Smith (1977) informan que el tubérculo puntudo ha mostrado ser provocado por una porción de ácido ribonucleico de bajo peso molecular, denominada 'viroide' por Diener. Los autores mencionados efectuaron (1977) la extracción del ácido nucleico celular, seguido de un análisis electroforésico del extracto en poliacrilamida gels al 5%. Se espera con base en estos resultados desarrollar un método práctico para iniciar la certificación de semilla de papa que incluya ausencia de tubérculo puntudo.

Detección

Prueba biológica: *Solanum tuberosum* y *Lycopersicon esculentum* Rutgers o Cheyenne.

No hay antisuero.

Transmisión: mecánica.

Control

Empleo como material de mejoramiento genético de clones de la especie silvestre *S. huerteroense* que ha sido indicada por Bagnall (1972) como resistente al tubérculo puntado.

Se habrá de tomar precauciones pues el viroide causante del tubérculo puntado se transmite por semilla botánica.

VIROSIS DE OCURRENCIA REGIONAL

Amarillamiento de las venas

Se le encuentra en Ecuador y en el sur de Colombia (Alba, 1962). Produce una clorosis en las venas, deformación en los tubérculos y disminución en los rendimientos. Hay gran diferencia en el comportamiento de las distintas variedades de papa.

El virus, según Díaz (1965), parece ser latente; se transmite por tubérculos enfermos y por injerto.

Mosaico Aucuba

La presencia del virus se manifiesta por manchas amarillas en las hojas medias e inferiores de la planta de papa. Se le ubica en varias regiones paperas americanas (Montaldo, 1967; Mujica, 1942; Silberschmidt, 1947). Su transmisión es mecánica y el vector es el áfido *Myzus persicae* pero sólo con la presencia de un virus 'ayudador' (Smith, 1972).

Punta Morada

El virus produce una decoloración amarillo-purpúrea en las hojas apicales de la papa, enrollamiento y marchitez; a veces hay formación de tubérculos aéreos. Es una enfermedad poco común y se ha observado en la región andina (Guzmán *et al*, 1967; Montaldo, 1967; Puttemans, 1934; Schieber, 1967).

Se transmite por cigarritas o langostinos (*Empoasca* sp.) (French *et al*, 1972).

Ojo de pollo o corcho

Se presentan lesiones circulares corchosas superficiales en los tubérculos, a veces acompañadas de síntomas amarillentos en el follaje. Existe en el Perú (Christiansen, 1967) entre 2 500 y 4 000 m de altitud en la Sierra, bajo condiciones frescas.

Sus síntomas tienen un parecido con el virus causante del *mop top* en Europa (Hinostraza, 1972).

Su transmisión es mecánica y posiblemente por el hongo *Spongospora subterránea*.

PLAGAS

Los insectos y otras plagas causan daño al alimentarse tanto de la parte aérea como de la subterránea de la planta. La absorción de los alimentos la hacen en función del tipo de aparato bucal que posean y así pueden ser: picador-chupador, raspador-chupador o masticador.

Aparte del retraso que producen estas plagas en el desarrollo de la planta, por el consumo de material o por daños mecánicos en el caso de cortadores, también algunos de ellos, como los áfidos, transmiten graves enfermedades causadas por virus que reducen la cosecha y degeneran la 'semilla'.

Los insectos y otras plagas como los ácaros, nematodos, moluscos de la papa, pueden ser controlados por medios biológicos, culturales o químicos en el estado más vulnerable de su desarrollo para lograr un resultado efectivo.

A veces una combinación de métodos es lo más conveniente. Si se usa productos químicos (insecticidas, acaricidas, nematicidas, otros) se debe seguir cuidadosamente las recomendaciones de las universidades, estaciones experimentales o indicaciones del fabricante para tener un control efectivo.

No existe una evaluación global de los daños de las plagas de la papa en Latinoamérica ya que éstas se controlan en forma sistemática en muy pocas áreas, haciéndose ocasionalmente esta labor en los planteles de 'semilleros'.

Se reconoce como las plagas más dañinas a los áfidos: *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*, especialmente por su papel de vectores de virosis; hay otros, como lo afirma Quintana (1966), cuya verdadera importancia como difusores de enfermedades aún no se conoce ya que en otras regiones cuentan con especies vectoras de virus. Entre ellas se encuentran representantes de los géneros: *Epicauta*, *Epitrix*, *Empoasca*, *Extianus* y *Diabrotica*.

Para una mejor comprensión del tema se tratan por separado:

- a. plagas de mayor importancia económica o principales;
- b. plagas de menor importancia económica o de ocurrencia regional;

A su vez estos grupos se han dividido en plagas que causan daño a: 1) la parte aérea; 2) la parte aérea y subterránea y 3) la parte subterránea.

Las plagas afines se tratan en conjunto.

Los 'pulgonos', forman el primer conjunto. Se indica orden y familia a que pertenecen y se hace una breve descripción de los daños y de la plaga.

Se indica los nombres científicos de las especies que forman el conjunto y sus respectivos nombres vulgares y se agrega, según sea el caso, algunos caracteres específicos o distintivos. Se señala su control, sea este biológico, químico, agronómico o genético. No se hace una descripción morfológica detallada de la plaga y su biología, ya que el objetivo de este libro es ante todo agronómico.

Se indica en forma resumida al final:

- 1) el control de plagas que dañan a la parte aérea de la papa, así como su parte subterránea.

Se detallan plaguicidas, nombre común, nombre comercial, categoría toxicológica, grupo químico y observaciones.

PLAGAS MAS IMPORTANTES

DAÑOS A LA PARTE AEREA:

Pulgones: *Homoptera-Aphididae:*

Al atacar y chupar la savia de las plantas de papa, pueden transmitir —como vectores— virus de plantas enfermas a plantas sanas. Se trata de insectos pequeños, verdes, de cuerpo blando, que se localizan en las caras inferiores de las hojas nuevas, formando colonias.

En Argentina (Quintana, 1968), se ha establecido que los cultivos hortícolas son la fuente principal, en el inicio de la estación de cultivo, para su difusión.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

<i>Myzus persicae:</i>	Argentina, Uruguay, Brasil, Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y México.
	Pulgón del durazno, pulgón verde, piojo.
<i>Macrosiphum euphorbiae:</i>	Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia, Venezuela.
<i>Macrosiphum solani:</i>	México, Perú.
	Pulgón de la papa, pulgón verde.

Esta especie ataca más tarde en la estación que *M. persicae*. Forma colonias en las hojas y en el extremo creciente del tallo. El insecto es de color verde mazano, presentando a veces áreas más claras.

Control:

Wille (1952), indica que las dos especies son parasitadas por larvas y coepinélidos, en especial: *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*.

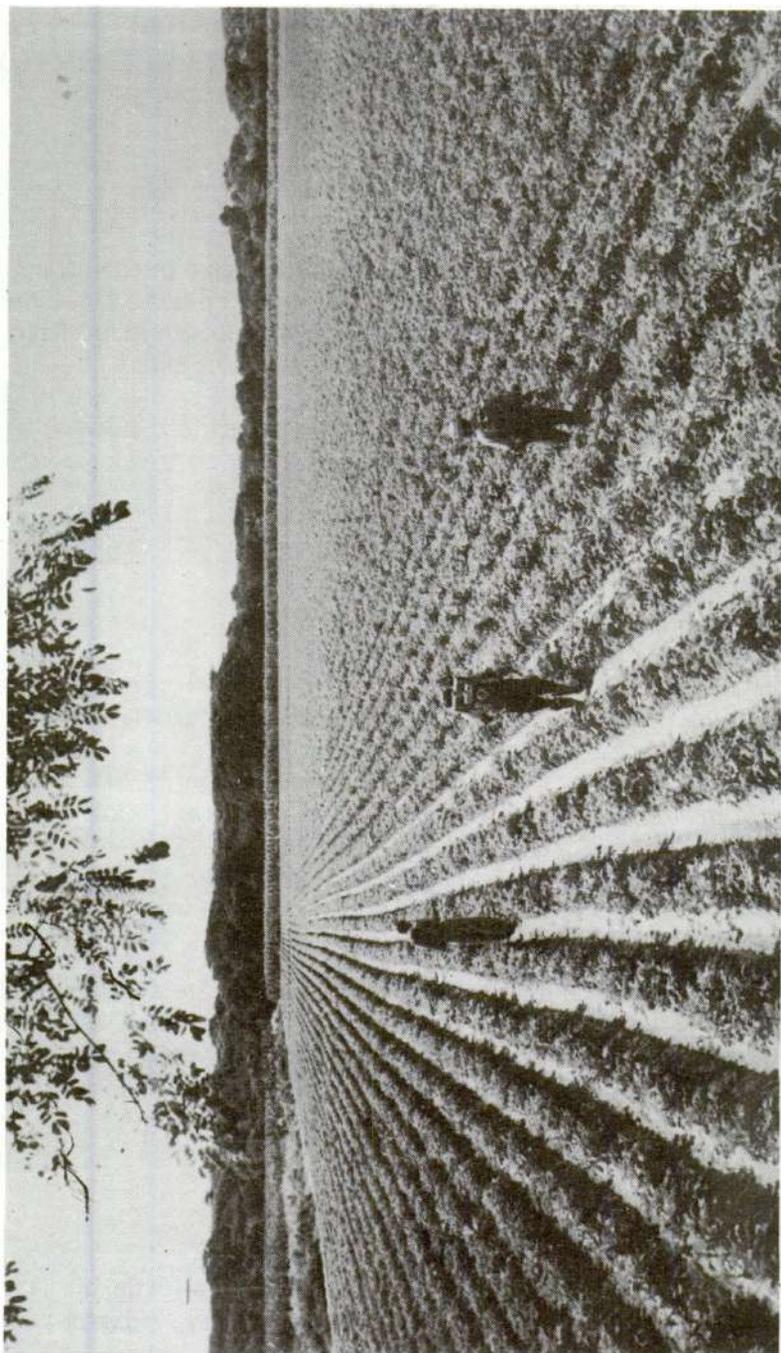


Fig. 71. Control de plagas con insecticidas mediante bombas de espalda. Este procedimiento es recomendable en huertas caseras o para combatir focos de ataque de una plaga.

El control químico es recomendable cuando falla el control biológico o en el caso de 'semilleros'. Para la producción de 'papa-consumo' hay que estudiar la conveniencia económica del control químico. Se recomienda los siguientes productos:

Morfotión	0.2–0.4 kg/ha i.a.		
Malatión E	0.5–1.0	"	
Dimetoato E	0.5	"	
Oxidemetonmetil E	0.7	"	
Fosfamidón E	0.7	"	
Endosulfán E	0.7	"	(suspender el tratamiento 4 semanas antes de la cosecha)
Disulfotón E	1.5	"	(suspender el tratamiento 10 semanas antes de la cosecha)
Azinfosmetil E	0.2–0.5	"	



Fig. 72. Control de plagas con insecticidas de aplicación aérea. Es el procedimiento más económico y eficaz en grandes plantaciones.

La aplicación durante la siembra de sistémicos en bandas asegura un control por 7–10 semanas seguidas después, si es necesario, con aspersiones foliares.

Se recomienda examinar el cultivo periódicamente y aplicar aspersiones foliares cuando haya hasta 10 áfidos por planta antes de la florescencia, o 25 áfidos por planta después de la segunda semana de florescencia. Para evitar el ataque tardío de los pulgones debe aplicarse matavástagos en la forma indicada en la sección 'cultivo'.

Langostinos o cigarritas: Homóptera-Cicadellidae.

Estos insectos pican las hojas y los tallos y ocasionan la desecación temprana del follaje; por lo tanto reducen la producción del cultivo. A veces los síntomas en las hojas se confunden con los que produce el hongo del tizón; pero en el caso de *Empoasca* las áreas secas son perfectamente limitadas; en cambio las pústulas de tizón tienen un borde indeterminado. Según Miranda, *et al* (1963), los langostinos encabezan los insectos dañinos más importantes de la papa en Chile, donde representan un 90 % de la masa insectil de la región central de ese país.

Larvas y adultos viven en la cara inferior de las hojas, donde pican para succionar su alimento; estas picaduras producen puntos blancos en la cara superior de las hojas. El daño más grave se produce por el quemado de los márgenes de las hojas, lo que provoca su sequía.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Empoasca camara. Bolivia, Chile.

Empoasca fabae. Venezuela, Argentina, Perú, Brasil.

Empoasca curveola. Argentina, Chile, Uruguay.

Empoasca maligna. Chile.

Empoasca batatae. Perú.

Empoasca plebeia. Perú.

Empoasca papae. Colombia.

Empoasca prona. Colombia.

Cotorrita, salta hojas verde, cigarrita verde, cigarrita saltadora, lorito, saltones, chicharritas, langostinos.

Control

Como enemigos naturales en el Perú, Wille (1952) mencionó a los chinches del género *Zelus*.

Control químico:

Malatión	E	1.0—1.5 kg/ha i.a.		
Paratión	E	0.5	“	“
Dimetoato	E	0.25—0.50	“	“

Debe hacerse la aplicación al follaje; en caso de usar Paratión se deberá suspender el tratamiento 15 días antes de la cosecha.

Acaro tostador. Acarina — Tarsonemidae

Es un ácaro muy pequeño, de color blanquecino y se localiza en la cara inferior de las hojas, desde donde succiona la planta. Las hojas de la papa adquieren una coloración oscura y se ponen duras, hasta llegar a secarse. Los ambientes secos son propicios para el ataque de este ácaro, y los meses de pocas lluvias los favorecen.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967)

Hemitarsonemus latus. Venezuela, Brasil.

Acaro tostador, ácaro blanco.

Control

Diazinón E.	40 g i.a./100 l agua
Azufre mojable	6 kg/ha
Endrín E.	200 g.i.a. + paratión E 125 g i.a./300 l agua

Minador de la hoja. Diptera-Agromyzidae

Las larvas provenientes de huevos depositados en el parénquima de las hojas, abren galerías semitransparentes que parecen minas y provocan su secado y caída. También las larvas barrenan los tallos y las ramas y destruyen toda la médula, lo que al final provoca la muerte de las plantas.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Liriomyza flaveola. Chile, Perú.

Liriomyza munda. Venezuela.

Liriomyza quadrata. Colombia.

Pasador de la hoja, minador, tostón.

Control

En el Perú (Wille, 1952), esta mosca tiene numerosos parásitos naturales de la familia Chalcidoidea, que la controla en alto grado.

Control químico:

Aldicarb G	2.0 kg/ha i.a.
Forate G	1.5 " "
Disulfotón G	2.0 " "

EPN	0.5 kg/ha i.a.	(suspender el tratamiento 3 semanas antes de la cosecha)
Perthane E	1.5 "	
Clorpirifos E	0.5 "	
Bromofos-etil E	1.5 "	
Metamidofos E	0.5 "	
Carbofurán PM, G	0.75 "	
Metomyl PM	0.25–0.50 kg/ha i.a.	
Azinfosmetil E	0.50–1.00 "	

Los insecticidas granulados hay que aplicarlos al momento de la siembra en el surco y hacer aplicaciones al follaje cuando se compruebe un aumento sustancial de la plaga.

Trips o Piojillos. Thysanoptera-Thipidae

Atacan la cara inferior de las hojas de las papas donde, con su aparato bucal especializado, pican y perforan los tejidos, chupando el contenido celular. En el exterior se ve manchas claras plateadas; se les considera como posibles vectores de enfermedades.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Thrips tabaci. Argentina, Chile, Uruguay, Colombia.

Trip, tripido, piojillo, collarejo.

Frankliniella sp., Uruguay, Perú, Argentina.

Trip lineado, yaya.

Control

Existen varios Coccinélidos como enemigos naturales. El control químico se hace a base de:

BHC	1.2	kg/ha i.a.
Paratión	250	g/ha i.a.
Malatión	250	g/ha i.a.

Cortadoras o Cuncunillas. Lepidoptera-Noctuidae

Las orugas cortan, comen y barrenan especialmente las plantas nuevas, en la base del tallo. Estas orugas permanecen bajo tierra durante el día y atacan duramente de noche.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Agrotis repleta. Venezuela.

Agrotis malefida. Uruguay, Brasil.

Gusano cortador, rosca, cuerudo, rosquilla, lagarta, cuncunilla.

Copitarsa turbata. Perú.

Copitarsa consueta. Colombia.

Gusano de tierra.

Feltia anexa. Colombia, Chile.

Feltia experta. Perú.

Feltia malefida. Argentina.

Feltia subgothica. Chile.

Feltia subterranea. Venezuela, Chile.

Rosquilla, cuncunilla, gusano cortador, rosca, cuerudo, lagarta, lagarta rosca.

Heliothis sp., Chile.

Gusano cortador.

Spodoptera frugiperda. Venezuela, Perú, Uruguay, Brasil.

Lagarta parda, lagarta, gusano de tierra, rosquilla, cuerudo, rosca, gusano cortador, gusano militar, oruga militar, cogollero.

Lycophotia interrupta. Perú.

Gusano cortador.

Prodenia eridania. Venezuela, Brasil.

Prodenia latisfacia. Venezuela.

Gusano pirero, gusano cortador, rosca, cuerudo, rosquilla, lagarta.

Plusia nu. Uruguay. Chile.

Lagarta, cuncunilla.

Rachiplusia nu. Argentina, Chile.

Isoca medidora, cuncunilla verde.

Trichoplusia nu. Colombia.

Gusano medidor.

Xylomyges eridania. Perú.

Gusano de tierra.

Control

En los países de clima templado o frío se puede efectuar un control cultural para la destrucción del parásito haciendo una aradura en el otoño anterior a la siembra. En el caso de que las cortadoras invadan campos cubiertos de alfalfa o de gramíneas, éstos deben segarse y enseguida efectuarse un rodillado en las horas en que emerjan las cuncunillas.

Se hace también un intenso control natural o biológico a través de abundantes enemigos naturales, como los Coleópteros: *Calosoma alternans*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*; los Himenópteros: *Chelonus texanus* y *Eiphosoma batatae* y el Díptero: *Archytas marmoratus*.

Para el control químico se recomienda:

Aldicarb G	2.0 kg/ha i.a.	
Forate G	1.5 kg/ha i.a.	
Disulfotón G	2.0	
Metomyl G, PM	0.5—1.0	(suspender el tratamiento 4 semanas antes de la cosecha)
Endosulfán E	0.75—1.0	(suspender el tratamiento 4 semanas antes de la cosecha)
Perthane E	1.5	(suspender el tratamiento 1 semana antes de la cosecha)
Azinfosmetil E	0.3—0.6	

Los insecticidas granulados se aplican en el surco de siembra.

DAÑOS A LA PARTE AÉREA Y SUBTERRÁNEA

Polilla de la papa. *Lepidoptera-Gelechiidae*

Las larvas minan el parénquima de las hojas, hacen galerías en las ramas y en los tallos y tubérculos, especialmente si estos están mal aporcados. Las galerías en los tubérculos son posteriormente invadidas por organismos de putrefacción. La plaga puede ser llevada a los almacenes donde se guarda la papa y ahí continúa su efecto destructor.

Tiene numerosas plantas huéspedes entre las que están el tomate, (*Lycopersicon esculentum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), pepino dulce (*Solanum variegatum*). Se comprende la gravedad, en especial en los climas benignos, donde por lo general existe una cantidad grande de huéspedes en el campo. En las localidades con inviernos fríos la plaga se mantiene en las bodegas donde se almacena el producto; esto hace que se constituya en una infestación endémica durante todo el año.

Especies y nombres vulgares

Phthorimaea operculella. Chile, Perú, Bolivia, Uruguay, Argentina, Brasil, Colombia, Venezuela, México.

Pilipintu, Kaspi-ckuru, Kaspi-kjuru, gusano minador, minador de la hoja, palomilla, polilla, traca da bätatinha.

Control

Cultural e higiénico. El campo en que se va a sembrar la papa debe mantenerse libre de malezas, lo mismo el cultivo, especialmente de solanáceas silvestres, que pueden servir de portadoras a la polilla.

Debe efectuarse una rotación sistemática de los cultivos, hacer una buena labor de aporque y tratar de cultivar variedades de papas que no tubericen muy superficialmente.

Se debe efectuar una cosecha rápida y no tapar los tubérculos que quedan en pilas sin recoger en el campo, de un día para otro, con restos de follaje de papa, desde donde puede pasar la infestación a los tubérculos sanos. En el caso de cultivos fuertemente infestados por la polilla debe aplicarse un matavástagos o desfoliante. El lugar del almacenamiento de los tubérculos debe limpiarse y desinfectarse.

Pilipintu, Kaspi-ckuru, Kaspi-Kjuru, gusano minador, minador de la hoja, palomilla, polilla, traca da batatinha.

Control biológico. El control biológico se hace a través del Hymcnoptera-Encyrtidae, *Arrenoclavus Koehleri* y Diptera-Tachinidae, *Incamia cruzcensis*.

Control químico. Se fumigan los tubérculos depositados en el almacén con bisulfuro de carbono o bromuro de metilo.

Se efectúa una aspersión al follaje con:

Oxidemetonmetil E 500 g i.a./100 l agua

Paratión E 20 g i.a./100 l agua

Carbaryl PM 180 g i.a./100 l agua

Gorgojos. Coleoptera-Curculienidae

Las larvas hacen galerías en los tubérculos y en los tallos de la papa. Los adultos se alimentan de las hojas. En casos severos pueden causar la pérdida total de la cosecha, especialmente cuando ésta se retarda, esperando un mejor precio en el mercado.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Phyrdenus muriceus. Argentina, Brasil, México.

Gorgojo boliviano, picudo, barrenador.

Premnotrypes solani. Venezuela, Perú.

Premnotrypes vorax. Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú.

Premnotrypes latithorax. Bolivia.

Gorgojo de los Andes, picudo.

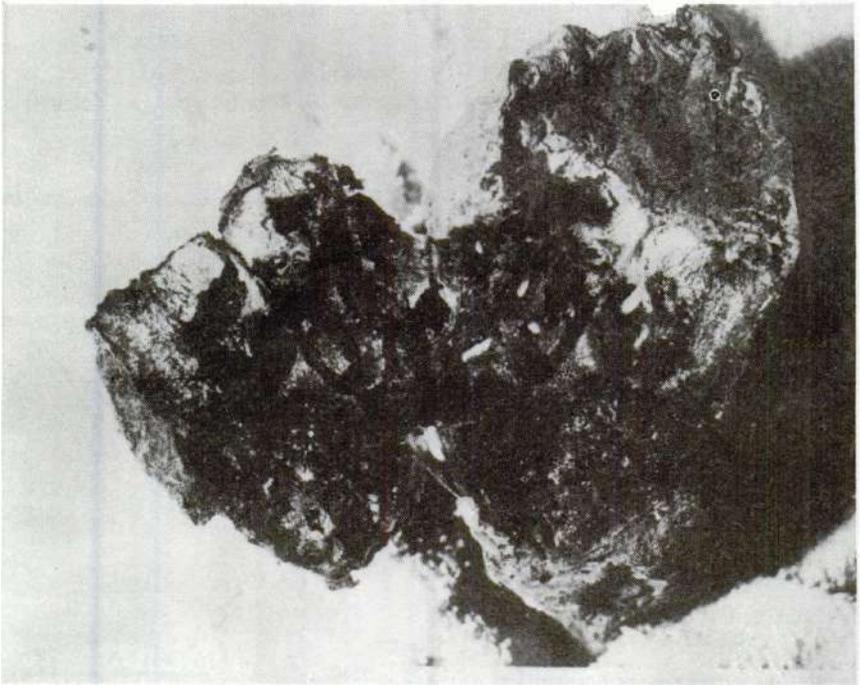


Fig. 73. Tubérculo de papa atacado por larvas del gorgojo de los Andes, *Premnotrypes vorax*.

Control

Control cultural. Se hace mediante labores del suelo para destruir las larvas y las pupas; también rotación de cultivos.

Se hace un barbecho del suelo con anticipación, especialmente cuando se incorporan al cultivo praderas viejas. En el campo debe evitarse dejar papa semilla en el suelo sin tapar, para evitar que sea infestada por huevos del parásito. Las semillas usadas deben estar completamente libres del parásito.

Control químico. El control químico hay que hacerlo en el estado adulto aplicando:

Aldrín P, PM 1—2 kg/ha i.a. al suelo

Aldrín E 1—2 kg/ha i.a. en 2—3 aplicaciones al follaje.

Coquitos perforadores. Coleoptera-Chrysomelidae

El adulto come las hojas que aparecen con huecos como perforados por municiones. Las larvas hacen galerías superficiales y sinuosas en los tubérculos y también atacan las raíces de la planta. Los coquitos son además una plaga en plantas hortícolas, en tabaco y en solanáceas silvestres.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Epitrix sp. Venezuela, Ecuador.

Epitrix cucumeris. México, Chile, Colombia.

Epitrix parvula. Argentina, Perú.

Epitrix argentinensis. Brasil, Argentina.

Epitrix hirtipennis. Uruguay.

Epitrix subcrinita. Perú.

Epitrix ubaquensis. Bolivia, Perú.

Epitrix ranquela-ranquela. Perú.

Coquito perforador, coquito pulga, pulga, pulguilla, pulga saltona, pulga de terra, llaja, escarabajo saltador.

Control

Se obtiene un buen control químico con los siguientes productos:

Adicarb G	2.0 kg/ha i.a.		
Disulfotón G	2.0	" "	
Forate G	1.5	" "	
Carbaryl PM	0.5–0.75	"	(suspender el tratamiento 3 semanas antes de la cosecha)
Bromofos-etil E	1.5	" "	(suspender el tratamiento 2 semanas antes de la cosecha)
Perthane E	1.5	" "	(suspender el tratamiento 1 semana antes de la cosecha)
Promecarb PM	0.9	" "	(suspender el tratamiento 3 semanas antes de la cosecha)
Clorpirifos E	0.5	" "	
Metamidofos E	0.5	" "	
Carbofurán PM, G	0.75	" "	
Metomyl PM	0.25–0.50	" "	
Azinfosmetil E	0.5–1.0	" "	

Los productos granulados deben aplicarse en el surco de la siembra.

Cortadoras o cuncunillas. Lepidoptera-Noctuidae

Las larvas destruyen los brotes nuevos de los tubérculos-semillas y posteriormente horadan los tubérculos en desarrollo. Cortan las plantas en el cuello y se comen el follaje; se observan en actividad durante la noche.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Peridroma saucia. Argentina, Uruguay, Colombia.

Peridroma margaritosa. Argentina, Brasil.

Peridroma polymorpha. Perú.

Gusano variado, cuncunilla, isoca cortadora.

Agrotis ypsilon. Argentina, Chile, Uruguay, Brasil, Ecuador y Colombia.

Agrotis subterranea. Colombia.

Gusano cortador, gusano trazador, grasiento, cuncunilla, rosquilla, lagarta rosca.

Control

Se obtiene muy buen control químico con los siguientes productos:

Aldrín P, PM, E	0.5—1 kg/ha i.a.
Clordano P, E	0.5—1 " "
Heptacloro P, E	0.5—1 " "
Toxafeno E cebo	2.0 " "
Triclorfón PS	1.0 " "

El aldrín, el clordano o el heptacloro se aplican antes de la última labor de restraje.

DAÑOS EN LA PARTE SUBTERRÁNEA

Gorgojos. Coleoptera-Curculionidae.

Las larvas construyen profundas galerías en los tubérculos de papa. Cuando se examinan los tubérculos a veces parecen sanos, pero al cortarlos se comprueba que están atacados.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Trypopermnon latithorax. Perú.

Trypopermnon sanfordi. Perú.

Trypopermnon sp. Colombia.

Gorgojo de los Andes.

Rhigopsidius tucumanus. Argentina, Bolivia, Perú, Norte de Chile.

Gorgojo de los tubérculos, barrenador.

Control

El control se hace en igual forma que como el indicado para los gorgojos aéreos-subterráneos.

Gusanos blancos. Coleoptera-Scarabeidae.

Las larvas ocasionan daño a los tubérculos. Se les encuentra a menudo en campos de suelos livianos (arenosos, franco arenosos), que han estado varios años con praderas.

Especies y nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Dyscinetus spp. Argentina, Brasil.

Gusano blanco, torito, bicho bolo, bicho gordo, mayote cavador, torresmo.

Diloboderus adderus. Argentina, Uruguay.

Gusano blanco, isoca loca.

Cyclocephala sp. Argentina, Uruguay.

Gusano blanco, isoca.

Heterogomphus sp. Argentina.

Gusano blanco.

Ligyris sp. Argentina, Perú.

Gusano blanco, torito.

Phyllophaga sp. Perú.

Gusano blanco.

Acognata scarabaeoides. Colombia.

Chiza.

Control

Control cultural. Los cultivos y sus alrededores deben mantenerse libres de malezas. Debe hacerse rotaciones de cultivos y arar y rastrear con anticipación el suelo para el cultivo de la papa. Cuando se incorpore una pradera vieja a la rotación debe prepararse bien los suelos.

Control químico. Junto con la última labor de preparación de suelo se debe aplicar alguno de los siguientes productos:

Aldrín P, PM, E	1.0—2.0 kg/ha i.a.
Clordano P, E	2.0 " "
Heptacloro	1.0—2.0 " "

Nematodo del quiste. Nematodos. Tylenchida-Heteroderidae.

Las larvas penetran las raíces de la planta, originando diversas alteraciones en su fisiología y, en casos extremos, incluso la muerte de la planta. Las larvas son amarillas, blancas o cremas primero, luego se tornan marrones; las hembras depositan sus huevos dentro de una cutícula gruesa, que constituye el quiste y que es la característica de este grupo de parásitos.

Especies y patotipos, nombres vulgares (Montaldo, 1967).

Globodera rostochiensis. Argentina, Chile, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela, Panamá, México. Existen diversos patotipos. Nematodo del quiste, nematodo dorado.

Globodera pallida. Bolivia, Perú y posiblemente otros países.

Existen diversos patotipos. Nematodo del quiste, nematodo blanco, nematodo crema.

Control

Control cultural. Se debe efectuar rotaciones con cultivos resistentes al nematodo y mantener los suelos infestados en barbecho descubierto.

Control químico. Nematicidas como D—D, dibromuro de metilo o ditiocarbamato metílico de sodio se usan en el control químico. Estos tratamientos son, por lo general, de costos muy elevados y de resultados no aún bien definidos ya que aunque aumentan los rendimientos no controlan la infestación en el campo. Lo más efectivo es el empleo de variedades de papas con resistencia genética a la plaga.

Previo a la introducción de variedades resistentes, es recomendable determinar en cada región las especies (*G. rostochiensis* o *G. pallida*) y los patotipos correspondientes.

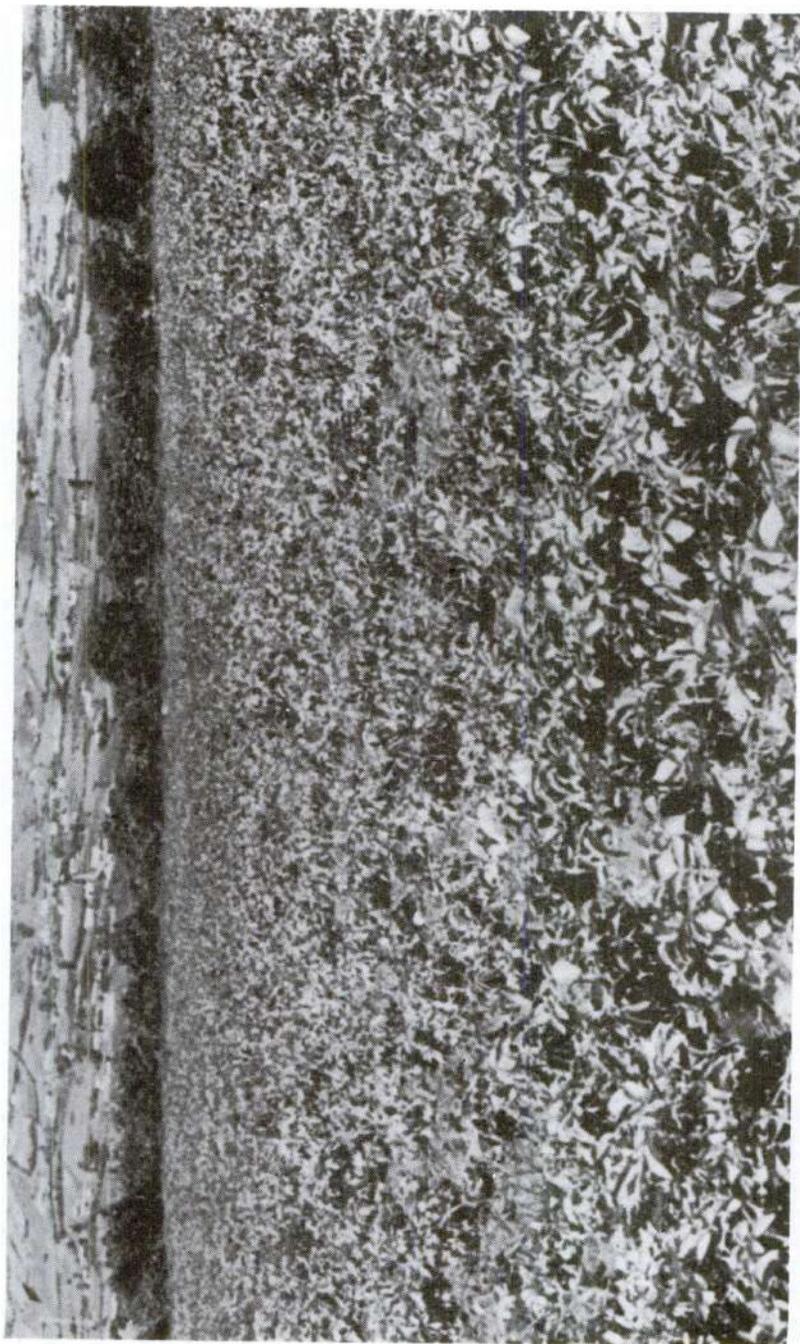


Fig. 74. Cultivo de papa de la región alta de Venezuela, Andes, atacado por el nematodo del quiste, *Globodera rostochiensis*. Obsérvase el gran número de fallas de plantas.

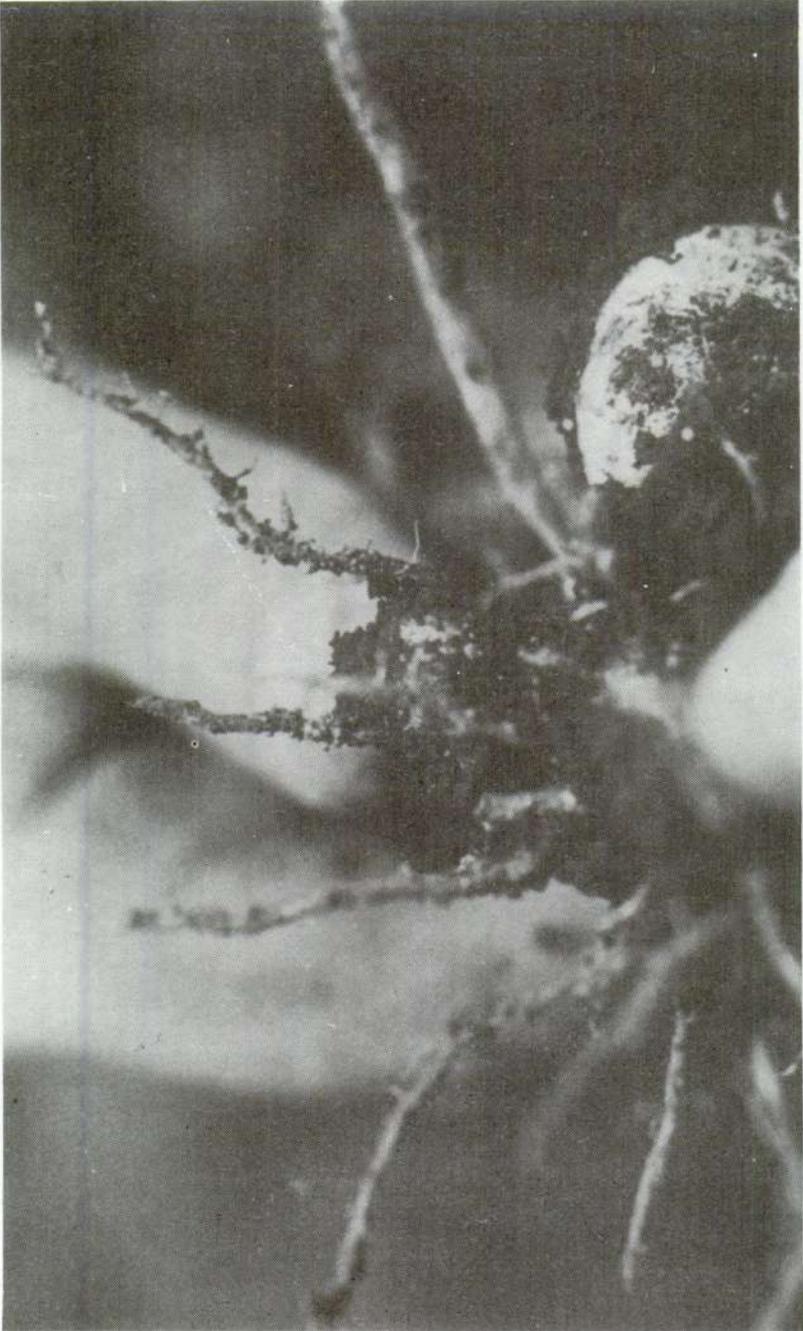


Fig. 75. Detalle de las raíces de una planta atacada de *Globodera rostochiensis*.



Fig. 76. Obsérvese los quistes junto a las raíces de una planta de papa atacada por *Globoderia rostochiensis*.



Fig. 77. Otro detalle del ataque del nematodo del quiste.

Nematodo del nudo. Nematodos. Tylenchida-Heteroderidae.

Este nematodo origina, por succión en el huésped, agallas o protuberancias en los tubérculos y nudos en las raíces; las hembras no producen quistes. Tienen numerosos huéspedes entre las plantas cultivadas y silvestres.

Especies (Montaldo, 1967).

Meloidogyne sp. México, Brasil, Colombia.

Meloidogyne incognita. Chile, Colombia.

Meloidogyne incognita acrita. Perú, Argentina.

Meloidogyne arenaria. Chile.

Meloidogyne hapla. Chile.

Control

Igual que en la especie anterior, se debe aplicar control cultural y uso de variedades de papas con resistencia genética.

Debe estudiarse la posibilidad económica de su control químico. Este nematodo tiene una reacción de sinorgismo a *Pseudomonas solanacearum* y rompe la resistencia que poseen algunas variedades de papa a *Pseudomonas*.

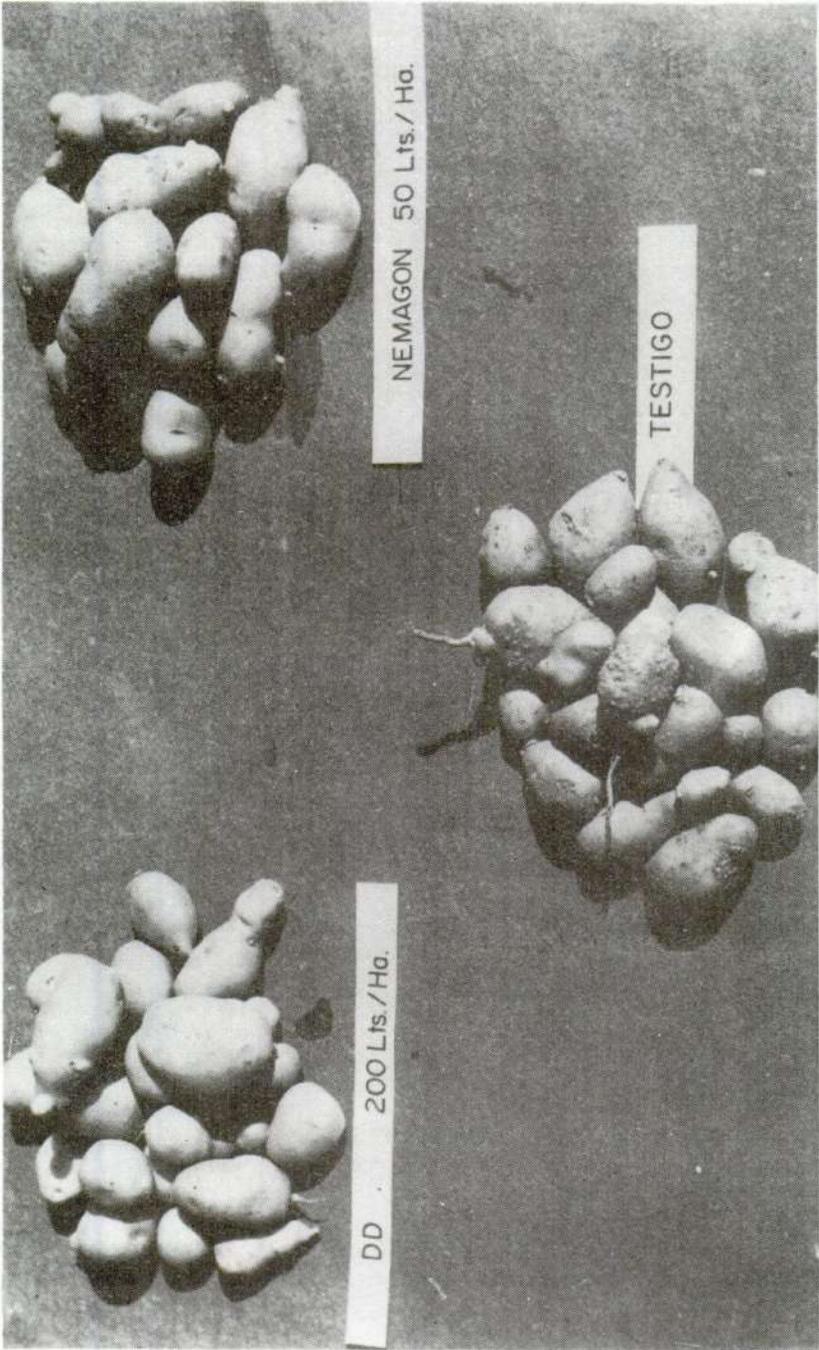


Fig. 78. Acción de las nematocidas D-D y Nemagón en el control del nematodo del nudo de la papa.

Control de plagas que dañan la parte aérea de la papa

Aplicar productos químicos que sirvan tanto para plagas chupadoras como masticadoras, ya que su presencia es casi siempre simultánea.

Carbofurán PM, G. 0.75 kg/ha i.a., aplicación en el surco de siembra.

Disulfotón G. 1.5 kg/ha i.a., se aplica en el surco de siembra. Después de 10 semanas, y si hay plagas, es recomendable aplicar un nuevo producto. En caso de presencia de masticadores se aplica algún producto de contacto como: Azinfosmetil E de 0.5 a 1 kg/ha i.a., Malatión E de 0.5 a 1 kg/ha i.a. o Endosulfán M E 0.75 a 1 kg/ha i.a., Metamidofos E 0.5 a 0.75 kg/ha i.a., Monocrotofos E 0.4 a 0.6 kg/ha i.a. hasta tres semanas antes de la cosecha. Si se quiere controlar *Empoasca* sp. se sube la dosis a 1.2 kg/ha i.a., Fosfamidón E 0.7 kg/ha i.a.

Control de plagas que dañan la parte subterránea de la papa

Se debe aplicar en el suelo antes de la última labor de rastraje:

Aldrín P, PM, E 1–2 kg/ha i.a.

Lindano P, E 2 kg/ha i.a.

Heptacloro P, E 1–2 kg/ha i.a.

Carbofurán PM, G 1 kg/ha i.a.

Carbofurán controla muchas plagas del follaje.

Para control de babosas utilice: Tratamiento con Metaldehido, Mesurol G. Carbaryl G, hasta tres semanas antes de la cosecha, Carbaryl Cebo 2.5 %, hasta tres semanas antes de la cosecha. Para el control de cochinillas (*Pseudococcus* sp.) se tratan los tubérculos con bromuro de metilo por 2–3 horas, o se espolvorean los tubérculos con Paratión P 3 g/100 kg de papa de i.a. Para hormigas, se inyecta polvo de Aldrín P o Heptacloro P, 100–250 g en el hormiguero.

CUADRO N° 73. Plaguicidas, nombre común, nombre comercial, categoría toxicológica, grupo químico y observaciones.

Nombre común	Nombre comercial	Categoría toxicológica y grupo químico	Observaciones
Azinfosmetil	Gusatión, Gutión	I-OP.	Insecticida-acaricida. Actúa por ingestión y contacto. Aplicar hasta 1 semana antes de la cosecha. Control de áfidos y larvas cortadoras.
Aldicarb	Temizid, Temik	I-C.	Insecticida. Control larvas cortadoras.
Aldrín	Aldrín, Aldrex	I y II CH.	Insecticida del suelo. Actúa por ingestión y contacto. Aplicar hasta 3 semanas antes de la cosecha. Control gusanos blancos.
BHC	BHC	II CH.	Insecticida. Actúa por ingestión, contacto e inhalación. A los tubérculos les comunica olor desagradable. Aplicar hasta 2 meses antes de la cosecha.

Bromofos etil	Nexagan	II OP	Insecticida. Control coquitos perforadores. Suspender tratamiento 2 semanas antes cosecha.
Carbaryl	Cebicid, Sevin, Carbin.	III C	Insecticida. Actúa por contacto e ingestión. Aplicar hasta 1 semana antes de la cosecha. Buen control de polilla de tubérculos.
Carbofurán	Furadán	I C	Insecticida y nematocida. Actúa por contacto e ingestión. Aplicar hasta 2 semanas antes de la cosecha. Buen control de áfidos, gorgojos de las hojas y coquitos (<i>Epitrix</i> sp.).
Clordano	Clordano	II CH	Insecticida. Actúa por contacto, ingestión e inhalación. Uso restringido en papas por su olor desagradable. Aplicar hasta 3 semanas antes de la cosecha. Control gusanos blancos.
Clorpirifos Diazinón	Dursbán, Lorsbán Diazinón, Basudín	II OP II OP	Insecticida-acaricida. Actúa por ingestión, contacto e inhalación. Buen control ácaro tostador.

Nombre común	Nombre comercial	Categoría toxicológica y grupo químico	Observaciones
Dimetoato	Roxión, Perfektion, Rogor, Diostop, Difós	II OP	Insecticida-acaricida. Sistémico. Actúa por ingestión y contacto. Aplicar hasta 1 mes antes de la cosecha. Control de áfidos, langostinos.
Disulfotón	Disyston, Solvirex	I OP	Insecticida-acaricida sistémico. Actúa por contacto, ingestión e inhalación. Aplicar hasta 10 semanas antes de la cosecha. Es efectivo contra áfidos, larvas cortadoras, coquitos y gusanos alambres.
Endosulfán	Thiodán, Chlorthiepin, Malix.	I CH	Insecticida. Actúa por ingestión y contacto. Aplicar hasta 4 semanas antes de la cosecha. Buen control de áfidos y larvas cortadoras.
Endrín	Endrín, Endrex	I CH	Insecticida-acaricida. Actúa por ingestión y contacto. Aplicar hasta 45 días antes de la cosecha. Control de ácaro tostador.

EPN	EPN	I OP	Insecticida-acaricida. Actúa por ingestión, contacto e inhalación. Aplicar hasta 3 semanas antes de la cosecha.
Forate	Thimet	I OP	Insecticida sistémico. Actúa por contacto e ingestión. Aplicar hasta 1 ½ meses antes de la cosecha. Controla áfidos, larvas cortadoras, gusanos alambres.
Fosfamidón	Dimecrón	I OP	Insecticida-acaricida sistémico. Actúa por contacto e ingestión. Aplicar hasta 3 semanas antes de la cosecha. Control de áfidos.
Heptacloro	Heptacloro, Ciclodrin	II CH	Insecticida. Control gusanos blancos.
Lindano (Isómero gamma de BHC).	Lindano, Gama BHC, Gammexane.	II CH	Insecticida. Actúa por ingestión, contacto e inhalación. De uso limitado en papa. Aplicar hasta 2 meses antes de la cosecha.
Malatión	Malatión, Carbophos	III OP	Insecticida-acaricida. Actúa por ingestión, contacto e inhalación. Aplicar hasta 1 semana antes de la cosecha. Controla áfidos, langostinos.

(Continúa Cuadro N° 73).

Nombre común	Nombre comercial	Categoría toxicológica y grupo químico	Observaciones
MesuroI	MesuroI	II C	Insecticida.
MetaIdehido	MetaIdehido	IIIM	Insecticida.
MetaIamidofofos	Monitor, Tamarón	IOP	Insecticida-acaricida sistémico. Actúa por ingestión y contacto. Buen control de Noctuidos.
MetaomyI	Lannate	IC	Insecticida. Controla larvas cortadoras. Suspender tratamiento 4 semanas antes cosecha.
Monocrotofofos	Azodrin, Nuvacrón	IOP	Insecticida. Actúa por contacto e ingestión. Aplicar hasta 1 mes antes de la cosecha.
Morfotión	Ekatín	IIOP	Insecticida. Control de áfidos.
Oxidermetonmetil	MetaSystox	IIOP	Insecticida sistémico. Actúa por ingestión y contacto. Control de áfidos y polilla tubérculos.

Paratión	Etilparatión, Folídol	I OP	Insecticida-acaricida. Actúa por ingestión y contacto. Aplicar hasta 10 días antes de la cosecha. Muy tóxico para los operarios. Control langostinos y polilla de tubérculos.
Perthane	Perthane	III CH	Insecticida. Controla larvas cortadoras. Suspender tratamiento 1 semana antes cosecha.
Promecarb	Carbamult	II C	Insecticida. Control coquitos perforadores. Suspender tratamiento 3 semanas antes cosecha.
Toxafeno	Toxafeno	II CH	Insecticida. Actúa por contacto e ingestión. Aplicar hasta 1 mes antes de la cosecha. Tener cuidado con dosificación.
Trictorfón	Dipterex, Dilox Profitox, Tugón, Neguvón	III OP	Insecticida. Actúa por contacto, ingestión e inhalación. Aplicar hasta 2 semanas antes de la cosecha.

Formulaciones

E: emulsionable
 PS: polvo soluble
 PM: polvo mojable
 G: granular

Grupo químico

CH: hidrocarburos clorinados
 OP: órgano-fosfóricos
 C: carbamatos
 M: misceláneos

Categoría toxicológica

I: altamente tóxicos
 II: medianamente tóxicos
 III: moderadamente tóxicos

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

Problemas prioritarios

- a. Área de dispersión, biología, control y evaluación del daño económico de las enfermedades: tizón debido a *Phytophthora infestans*, bacteriosis debida a *Pseudomonas solanacearum* y virosis provocadas por virus filtrables, en las diversas regiones ecológicas paperas de América Latina.
- b. Área de dispersión, biología, control y evaluación del daño económico de las plagas debidas a áfidos y otros vectores de virus y de nematodos en las diversas regiones ecológicas paperas de América Latina.
- c. Asesoramiento a los productores de papa-semilla y de papa-consumo sobre el control de enfermedades, ventajas del uso de semilla sana, y otras medidas para asegurar una alta sanidad de los cultivos.

Problemas secundarios

- a. Área de dispersión, biología, control y evaluación del daño económico de las enfermedades y plagas de la papa de ocurrencia regional.
- b. Estudio de las enfermedades fungosas portadas en los tubérculos-semillas, y producción de semilla de papa libre de estas enfermedades mediante el cultivo de peciolo.
- c. Control de enfermedades virosas mediante el cultivo de meristemas en variedades autóctonas de papa.
- d. Estudio de los nematodos como posibles vectores de virosis de la papa. Estudio de la eficiencia de los fungicidas y plaguicidas. Diseño de máquinas asperjadoras y pulverizadoras adaptadas a las condiciones económicas de cada región.
- e. Asesoramiento a los productores de papa-semilla y papa-consumo sobre el control de enfermedades, ventajas del uso de semilla sana y otras medidas para asegurar una alta sanidad en los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABBOTT, E.V. Diseases of economic plants in Perú. *Phytopathology* 19:645. 1929.
2. —————. Further notes on plant diseases in Perú. *Phytopath.* 21:1 061—1 071. 1931.
3. ALBA, V. El amarillamiento de las venas de la papa una enfermedad causada por virus. Medellín, Fac. Nac. Agron., 1962. 40 p. (Tesis).
4. ANGELES, N. Presencia del 'gorgojo de la papa' *Pramnotrypes vorax* (Hutache) (*Curculionidas coleoptera*) en la región andina de Venezuela. *Agron. Trop. (Maracay)* 16(4): 295—298. 1966.
5. AUTRAN, E. El Fusarium de las papas (*Fusarium solani*). Nueva enfermedad que ataca las papas. *Bol. Min. Agric. (Buenos Aires)*. 10(3):164—168. 1908.
6. BAGNALL, R.H. Hypersensibility to viruses A and X in Canadian and American potato varieties. *American Pot. Jour.* 38:192—202. 1961.
7. —————. Resistance to potato viruses M.S. X and the spindle tuber virus in tuber-bearing *Solanum* species. *American Pot. Jour.* 49(9):342—348. 1972.
8. BARRUS, M.F. A *Tecaphora* smut of potatoes. *Phytopath.* 34:712—714. 1944.

9. BARTELS, R. Potato virus A. Surrey, Commonwealth Mycological Inst. 1971. 4 p. (Descrip. Plant. Viruses N° 54).
10. BATEMAN, F. D., y DIMOCK, A. W. The influence of temperature on roots of poinsettia caused by *Thielaviopsis basicola*, *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum*. Phytopath. 49:641–647. 1959.
11. BAZAN, C. Virosis de la papa en el Perú. Lima, Est. Exp. Agric. La Molina, 1947. 6 p. (Bol. 31).
12. ----- . The golden nematode in Perú. Pl. Dis. Rept. 36:253. 1952.
13. ----- . El *Phytophthora infestans*, causante del hiefo de la papa. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1956. 36 p. (Curso Internacional de Papa).
14. ----- , y DONGO, S. L. Lista de enfermedades y microorganismos aislados en las plantas en el Perú. Lima, Est. Exp. La Molina, 1965. 46 p.
15. ----- . Problemas fitopatológicos de la papa en Latinoamérica. Maracay, 7a. Reunión de Fitotecnia, 1967. 16 p.
16. BELL, F. H. y ALANDIA, S. Golden nematode and other potato diseases in Bolivia. Pl. Dis. Rept. 38(5):407. 1955.
17. BERCKES, R. Potato virus X. Surrey, Commonwealth Mycological Inst. 1970. 4 p. (Descrip. Plant Viruses N° 4).
18. BERTELS, A. Pragas da batata. Pelotas, Inst. Agron. do Sul, 1961. 17 p. (Circ. 16).
19. BITANCOURT, A. R. *et al.* Relacao das doencas e fungos parasitos durante os annos 1933 e 1934. Arquivos Inst. Biol. (Sao Paulo). 6:205–211. 1935.
20. BOOCK, O. J. Instrucoes para a cultura de batatinha. Campinas. Instituto Agronomico, 1963. 68 p. (Bol. 128).

21. BOUSSINGAULT, J. B. Sur la maladie des pommes de terre dans la Nouvelle Grenade. Compt. Rend. Acad. Sci (Paris) 21:1 114—1 115. 1845.
22. BRÜCHER, H. Über das Wid-Vokmmen des Nematoden *Heterodera rostochiensis* in Nord-Argentinien. Naturwisenchft. (Berlin). 47:21—22. 1959.
23. BUDDENHAGEN, I. y KELMAN, A. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Ann. Rev. Phytopath. 2:203—230. 1964.
24. BURITICA, P. Fuentes de resistencia en papa (*Solanum tuberosum*) a *Rhizoctonia solani* Khün. Bogotá, 7a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas, 1972. pp. 6—7.
25. CALDERONI, A. V. Los virus de la papa en la región sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, 5a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1961. 1 p.
26. ----- . Tizón tardío de la papa y el tomate (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Castelar, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1968. 44 p. (Apuntes de Clases N° 27).
27. -----, y CAPPELLETTI, C. A. Control del virus del enrollado en variedades de papa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Maracay, 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. 1967. 13 p.
28. ----- y CAPPELLETTI, C. A. Incidencia de los virus mosaico latente (virus X) y mosaico deformante (nuevo virus sin identificar) en los rendimientos de papa variedad Huíkul. Maracay. 7a. Reunión Fitotecnia 1967. 17 p.
29. -----, y MALAMUD, O. Las enfermedades de la papa. Balcarce, Est. Exp. INTA, 1972. 10 p.
30. CAÑAS, A. La papa. Investigaciones sobre su origen, sus cultivos, las enfermedades i pestes que la atacan en Chile. Actes de la Societe Scíentifique du Chili (Santiago) 11:159—197. 1901.

31. CASSERES, E. H. Bacterias causan la maya de los papales. Suelo Tico (San José) 1(2):87–90. 1948.
32. CASTAÑO, J. J. Roya de la papa. Agric. Trop. (Bogotá) 8(9):47–48. 1952.
33. —————. Ciclos periódicos de aspersión con maneb en papa para controlar la 'gota' en comparación con aspersiones a distintos niveles de lluvia. Medellín, Inst. Colombiano Agrop. 1964. 10 p. (Centro Nac. Inv. Agron. Tulio Ospina).
34. CIAMPI, L. Enfermedades bacterianas de la papa en Chile: ecología y distribución. Bogotá 7a. Reunión Latinoamericana de Papa. 1972. pp. 29–32.
35. CICCARONE, A. T. Informe de la Sección de Fitopatología, 1948. Maracay. Centro de Investigaciones Agronómicas. 1949. 2 p.
36. —————, y MALAGUTI, G. Prime osservazioni su una septoriosi della patata (*Solanum tuberosum* L.) osservata nell'America Centrale. Israel Jour. Bot. 15:138–143. 1966.
37. CROSIER, W. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. New York, Cornell Univ., 1934. 40 p. (Agric. Exp. Sta Memoirs 155).
38. CHARDON, C. E., y TORO, R. A. Mycological explorations of Venezuela. Río Piedras, Univ. Puerto Rico, 1904. 335 p. (Monografías, Serie B, N° 2).
39. CHRISTIANSEN, J. El cultivo de la papa en el Perú. Lima, Editorial Jurídica. 1967. 361 p.
40. DAO, F. y GONZÁLEZ, J. A. El nematodo dorado de la papa, *Heterodera rostochiensis* Woll. y su presencia en los Andes venezolanos Agron. Trop. (Maracay) 21:105–110. 1971.
41. DARLING, H. M. Evaluación de las principales pestes del cultivo de la papa en el Perú en relación con el programa de

- producción de semilla certificada y de fundación. Lima, Misión Agrícola Carolina del Norte, 1968. 21 p. (Informe).
42. DELGADO, S. The occurrence of some previously unreported diseases of potatoes. *Pl. Dis. Rept.* 53(3):189–190. 1968.
 43. —————, y GROGAN, R. G. Potato virus Y. Surrey, Commonwealth Mycological Inst., 1970. 4 p. (Descrip. Plant Viruses N° 37).
 44. DESINFECCIÓN de las papas de siembra contra la *Rhizoctonia*. *Prop. Rural (Montevideo)* 51(1 001):50. 1953.
 45. DÍAS, C. A. de C. Batata. Rizoctoniose, same a podricao-seca tem combatt. *FIR (Sao Paulo)* 9(5):55–56. 1957.
 46. DÍAZ, C. El efecto de *Alternaria solani* en la brotación de tubérculos de papa. Maracay, 3a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papas 1965. 5 p.
 47. DÍAZ, J. El virus del amarillamiento de las papas. *Cienc. Naturales (Quito)* 8:25–37. 1965.
 48. DIENER, T. O. y RAYMER, W. B. Potato spindle tuber 'virus'. Surrey Commonwealth Mycological Inst., 1971. 4 p. (Descrip. Plant Viruses N° 66.).
 49. DOUGLAS, D. R., y GROSKOPP, D. G. Control of early blight in eastern and southcentral Idaho. *American Pot. Jour.* 51(11):361–368. 1974.
 50. DRUMMOND—GONCALVES, R. Murcha bacteriana da batatinha e outras solanaceas. *Biologico (Sao Paulo)* 1:118–120. 1935.
 51. EASTON, G. D., MAXWELL, R. C., OLDENBURG, C. R. y ANDERSEN, P. D. Terraclor (PCNB) for control of *Rhizoctonia solani*. II. PCNB residues in tubers. *American Pot. Jour.* 47(11):430–434. 1970.
 52. ECHANDI, E. Determinación y estudio de los organismos causantes de dos enfermedades de la papa: la maya (*Pseudomonas solanacearum*) y podredumbre suave

- (*Bacterium carotovorum*). Turrialba, Inst. Interamericano de Ciencias agrícolas, 1952. 94 p. (Tesis).
53. EGUIGUREN, R. Estudios sobre la variabilidad de *Rizoctonia solani* Kühn y posibilidades de su control químico. Quito, Universidad Central, 1957. 96 p. (Fac. Agron., Tesis Ing. Agr.).
 54. ENFERMEDADES y plagas de la papa. Agric. Téc. (Santiago) 29 (Supl.) 152–153. 1969.
 55. FERNÁNDEZ, M. V. Potato beaf-roll virus: A serious trouble in maintaining healthy seed potatoes in Argentina. American Pot. Jour. (New Brunswick). 37(3):90–94. 1960.
 56. FERNOW, K. H. y GARCÉS C. Producción de semilla certificada de papa. Rev. Fac. Nac. Agron. (Medellín) 10(36):257–295. 1949.
 57. FIELITZ, F. y BERTELLI, J. C. Enfermedad a ultravirus en las plantas. 'Crespadura de las papas'. Archiv. Soc. Biol. (Montevideo) 8(1):46–47. 1937.
 58. FRENCH, E. R. Evaluación de la resistencia de clones de papa a *Pseudomonas solanacearum*. Phytopath. 62:757–758. 1973.
 59. -----, AMES, T., SALAZAR, L., FRIBOURG, C., FERNÁNDEZ, E. N., MARTÍN, A., FRANCO, J., SCURRAH, M., HERRERA, I. A., VISE, C., LAZO, L. e HIDALGO, O. A. Enfermedades de la papa en el Perú. La Molina. Est. Exp. Agrícola, 1972. 36 p. (Bol. Técn. 77).
 60. FUSARIOSIS o pudrición seca de la papa. Santiago, Depto. Sanidad Vegetal, 1942. 4 p. (Circ. 5).
 61. GANDARA, G. El añublo o tizón tardío de la papa. México, Est. Exp. Central, 1908. 20 p. (Bol. 2).
 62. GARCÉS, C. La dormidera bacteriana de la papa. Bol. Agric. (Medellín) 352–357:3 053–3 055. 1949.

63. GARCÉS, C. Enfermedades de la papa y plan de defensa y mejoramiento del cultivo. Bol. Agric. (Medellín) 338-342:2 977-2 991. 1974.
64. GIROLA, G. D. Sobre algunas enfermedades de la papa. Roseta de la papa (*Corticium vagum* S. et Curt. var. *solani* Burt.) y sarna de la papa (*Oospora scabies* Thaxt. *Actinomyces chromogenus* (Gasper). Bol. Min. Agric. (Buenos Aires). 26:260-264. 1921.
65. GÓMEZ, F. Biocidas de uso común en Venezuela. Caracas, Consejo Bienestar Rural, 1972. 817 p.
66. GUZMÁN, J., GALVEZ, G. E., PÉREZ, E., y MESA, A. Pérdidas de papas debidas al amarillamiento, cogollo púrpura y amarillamiento de las venas en Colombia. Maracay 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 1967. pp. 220-221.
67. HERRERA, I. A., y FRENCH, E. R. Strains de *Pseudomonas solanacearum* aislados de papa en el Perú. Inv. Agrop. Perú 1(1):47-62. 1970.
68. HIDALGO, O. A. Trabajos sobre la pierna negra pudrición suave (*Erwinia atroseptica*), enfermedad bacteriana de la papa en el Perú. Bogotá, 7a. Reunión Latinoamericana de Papa, 1972. 4 p.
69. HINOSTROZA, A. M., y FRENCH, E. R. Potato mop-top virus in corkdiseased Peruvian potatoes. American Pot. Jour. 49(6): 234-239. 1972.
70. HORSFALL, J. C. y BARRETT, R. W. An improved grading system for measuring plant diseases. Phytopath. 35:655, 1955.
71. ICA. Guía para el control de plagas. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. 1975. 174 p. (Manual de asist. técn. 1).
72. INSECTOS del follaje de la papa. Cochabamba, Cent. Demostración, Producción de Semilla de Papa 'Toralapa', 1965. 5 p. (Hoja div. 3).

73. JEHLE, A. A. El tizón tardío y la pudrición de la papa. Habana, Est. Exp. Agron. Santiago de las Vegas. 1915. 6 p.
74. JIMÉNEZ, A. T. y FRENCH, E. R. Mancha anular foliar (*Septoria lycopersici* subgrupo A) de la papa. Fitopatología (Lima) 5(1/2):15–20. 1972.
75. JONES, L. R., McKINNEY, H. H. y FELLOWS, H. The influence of soil temperature on potato scab. Madison, Univ. Wisconsin, 1922. 35 p. (Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 53).
76. KERN, F. D. The microcyclic species of *Puccinia* on *Solanum*. Mycologia (New York) 25(6):435–441. 1933.
77. KOCH, K., y JOHNSON, J. A comparison of certain foreign and american potato viruses. Ann. Appl. Biol. 22:37–54. 1935.
78. KUNKEL, L. O. A Contribution to the life history of *Spongospora subterranea*. Jour. Agric. Res (Washington) 4:265–278. 1915.
79. LAGERHEIM, G. y WAGNER, G., Bladflacksjuka a potatis (*Cercospora concors*) (Casp) Sacc. K. Landbr. A ad. Dandl. och. Tidskr. 42:6–13. 1903.
80. LANDAU, C. E. Plagas de la papa. Panamá. MACI, 1965. 12 p.
81. LAPWOOD, D. H. The possibility of control of common scab on ware potatoes by irrigation. Norwich 5th. European Association for Potato Research, Conference, 1972. 149 p.
82. LAVERGNE, G. Enfermedad de las papas y de las sandías. Actes Societé Scientifique Chili Tome XI:42–50. 1901.
83. LYON, G. D. Some biochemical changes in potato tubers inoculated with *Erwinia carotovora*. Norwich 5th. Conference of the European Association for Potato Research, 1972. 143 p.
84. McINTOSH, A. H. Chemical of common scab. Norwich, 5th. Conference of the European Association for Potato Research, 1972. 148 p.

85. MAC LEOD, D. J., y HURST, H. R. Powdery and common scab of the potato. Canada, Dept. Agric. 1931. 4 p. (Pamph. 134).
86. MALAGUTI, G. Bacterias, hongos y virus citados como causantes de enfermedades a la papa en diversos países productores latinoamericanos. Venezuela. *In: Bibliografía Latinoamericana sobre papa Alc. 7 (Supl. 1):114. 1967.*
87. MARCHIONATTO, J. B. Hongos exóticos. *Linnaea Argentina (Buenos Aires) 21:135–153. 1949.*
88. MATZ, J. The Rhizoctonias of Porto Rico. *Jour. Agric. (Río Piedras) 5(1):5. 1921.*
89. MEJÍA, R. Enfermedades de la papa, algodón, arroz, caña y cacao. *Agricultura (Bogotá) 10:327–337. 1938.*
90. —————. Dormidera de la papa. *Rev. Fac. Nac. Agron. (Medellín) 1:34–42. 1939.*
91. MENSCHOY, A. B. y BAUCKE, O. Segunda relacao das pregas das plantas cultivadas no Río Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira 1:17–46. 1966.*
92. MILLAN, R. La desinfección de los tubérculos nueva práctica en el cultivo de la papa. *Almanaque del Ministerio de Agricultura. 1936. 447 p.*
93. MIRANDA, T., OLALQUIAGA, G., y SANTA CRUZ, S. Plagas de insectos de la papa en Chile, *Bol. Agric. Shell (Santiago) 22(5):8–11. 1963.*
94. MONTALDO, A. Fitomejoramiento para resistencia a la sarna polvorienta de la papa. *Agric. Técn (Santiago) 11:140–148. 1951.*
95. —————. El cultivo de variedades de papas resistentes al tizón. Santiago, Ministerio de Agricultura. 1953. 56 p. (Dept. Inv. Agric. Bol. Técn. 1).
96. —————, y SANZ, C. Las especies de papas silvestres y cultivadas de Chile. *Agric. Técn. (Santiago) 22(1/2):66–152. 1962.*

97. MONTALDO, A. Artrópodos, nematodos y moluscos citados atacando a la papa en diversos países productores Latinoamericanos. *In*: Bibliografía Latinoamericana sobre papas. Rev. Fac. Agron. Maracay. Alc. 7, Supl. 1. 1967. pp. 115–142 (Anexo 2). Según: Informes especiales para la Bibliografía de F. J. Quintana (Argentina), S. Alandra (Bolivia), O. J. Book (Brasil), Inge Zeiner, L. Posada y M. Revelo (Colombia), G. Olalquiaga (Chile), A. Silvairaguido y J. Carbonell (Uruguay) y F. Fernández Yopez *et al* (Venezuela).
98. MORRIS, T. J. y SMITH, E. M. Potato spindle tuber disease: procedures for the detection of viroid RNA and certification of disease free potato tubers. *Phytopath.* 67 (2):145–150. 1977.
99. MUJICA, F. La degeneración de la papa. *Agric. Austral (Osorno)* 7:9–12. 1936.
100. —————. Nómima de las enfermedades y pestes de la papa cuya existencia se ha comprobado en nuestro país. *Bol. San. Veg. (Santiago)* 1:70–73. 1941.
101. —————. Las enfermedades degenerativas de la papa. Santiago. Depto. San. Veg., 1942. 16 p. (Bol. Técn. 1).
102. —————. Susceptibilidad de variedades de papas a la sarna polvorienta de la papa causada por *Spongospora subterranea*. *Bol. San. Veg. (Santiago)* 2:17–19. 1942.
103. —————, y OEHRENS, E. Segunda addenda a flora fungosa chilena. Santiago, Estación Experimental Agronómica, 1967. 81 p. (Bol. Técn. 27).
104. MULLER, A. S. El reconocimiento de las enfermedades de las plantas cultivadas en Venezuela, 1937–1941. *Bol. Soc. Venezolana Cienc. Nat. (Caracas)* 8(48):99–113. 1941.
105. —————. Problemas fitopatológicos en la America Central. *Bol. Fitosan. FAO (Roma)* 1:144–147. 1953.
106. MULLER, K. O. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Hypochnus solani* P. U. D. (*Rhizoctonia*

- solani* K.) Arb. Biol. Bund. Anst. Land und Forstw. 13:197–262. 1924.
107. NIEDERHAUSER, J. S. W., y MILLS, R., Resistance of *Solanum* species to *Phytophthora infestans* in México. *Phytopath.* 43:456–457. 1953.
108. NIETO, L. E. Reconocimiento del nematodo dorado de la papa, *Heterodera rostochiensis* en Colombia, Bogotá, 7a. Reunión Latinoamericana de papa, 1972. pp. 8–17.
109. NOBREGA, N. R. y SILBERSCHMIDT, K. Estudio sobre o estado sanitario de algunas variedades de batatinhas peruanas, *Biológico (Sao Paulo)*. 7:243:248. 1941.
110. —————. Sobre una prova del variante de virus 'Y' da batatinha que tem a peculiaridade de provocar necroses em plantas de fumo. *Arq. Inst. Biol. (Sao Paulo)* 15:307–330. 1944.
111. OFFERMANN, A. M. y VITORIA, E. R. Estudio sobre un virus productor del 'marchitamiento apical' de la papa. *Rev. Argentina Agron. (Buenos Aires)* 8:105–113. 1941.
112. OPAZO, R. Instrucciones completas sobre el cultivo de la papa. Santiago. Edic. R. Opazo, 1919. 74 p.
113. ORIGEN de la *Phytophthora infestans*. *Rev. Agric. (Cochabamba)* 1(1):34. 1943.
114. PALM, B. Pflanzkrankheiten aus Guatemala. *Zeitschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz* 42:11–17. 1932.
115. PEÑA, R. y SIFUENTES, J. A. Lista de cultivos y sus principales plagas en México. *Agric. Técn. México* 3(5):178–193. 1972.
116. PETERS, D. Potato leafroll virus. Surrey, Commonwealth Mycological Inst., 1970. 3 p. (Descrip. Plant Viruses N° 36).
117. PITTIER, H. Ensayo sobre plantas usuales de Costa Rica. San José, Edit. Universo, 1967. 264 p.

118. POTATOES. London, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1972. 118 p. (Bull. 94).
119. POTEI, H. As moléstias cryptogámicas da batata inglesa (s.t.) a seu tratamento. Bol. Inst. Agron (Campinas) 10:795—799. 1898. También en Bol. Agric. (Sao Paulo) 1:45. 1900.
120. PUTTEMANS, A. Informacoes sobre 'doencas de degenerescencia' da batataira no Brasil. Rev. Agric. (Piracicaba) Fasc. 3/4. 1934.
121. QUINTANA, F. J. Plagas de la papa. Balcarce, Est. Exp. Agrop., 1966. 8 p. (Bol. Técn. 49).
122. RASSENLIJST voor landbouwgewassen 1973. Wageningen, IVRO, 1973. 312 p. (48e).
123. REDDICK, D. Whence came *Phytophthora infestans*? Chron. Bot. 5:410—412. 1939.
124. REVILLA, V. La enfermedad del 'moko' del plátano en el Perú. Lima Est. Exp. Agric. La Molina, 1967. 24 p. (Pub. técn. 70).
125. RIEDER, R. La enfermedad de la papa. Anales Santa Catalina (Buenos Aires) 1:256—258. 1887.
126. RODRÍGUEZ, R. Conozcamos los pesticidas. Caracas, Ministerios de Agricultura y Cría, 1972. (Oficina Nacional de Sanidad Vegetal). 146 p.
127. ROJAS, E. La dormidera de la papa (*Phytophthora solanacearum*). Agric. Trop. (Bogotá) 7:45—48. 1951.
128. ROSS, R. W. y ROWE, P. R. Inventory of interspecific and intervarietal hybrid of tuber-bearing *Solanum* species. Madison, College of Agric., 1972. 40 p. (Pub. R. 1695).
129. ROWE, P. R., SEQUEIRA, L., y GONZÁLEZ, L. C., Additional genes for resistance to *Pseudomonas solanacearum* in *Solanum phureja*. Phytopath. 62:1 093—1 094. 1972.
130. SALAMÁN, R. N. Potato varieties. Cambridge, University Press, 1926. 378 p.

131. SALAZAR, L. F. y TORRES, H. Estudios sobre el corcho de la papa en el Perú. Bogotá. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 7a. 1972. pp. 37–38.
132. SANTOS, J. *et al.* Manual de producción de papas. Santiago, Inst. Inv. Agrop. 1974. 161 p.
133. SCHIEBER, E. Purple top of potatoes in Guatemala. Pl. Dis. Rept. 51(4):265–266. 1967.
134. SCHULTZ, E. S., CLARK, C. F., BONDE, R., RALEIGH, W. P. y STEVENSON, F. J. Resistance of potato to mosaic and other virus diseases. Phytopath. 24:116–131. 1934.
135. SEMINARIO, B., FRENCH, E. R. y NIELSEN, L. W. Resistencia de tubérculos a las fusaria que atacan papa en el Perú. American Pot. Jour. 47(4):118–123. 1970.
136. SEQUEIRA, L. y ROWE, P. R. Selection and utilization of *Solanum phureja* clones with high resistance to different strains of *Pseudomonas solanacearum*. American Pot. Jour. 46(12):451–462. 1968.
137. SERVICIO SHELL para el Agricultor. Papas. Cagua, Fundación Shell. 1967. 87 p. (Serie A, N° 26).
138. SILBERSCHMIDT, K. A degenerescencia da batatinha. Biológico (Sao Paulo) 3:247–254. XII, XIV. 1937.
139. —————, NOBREGA, N. R. y KRAMER, M. Sobre as variantes de virus 'X' das batatinhas no Estado de Sao Paulo. Arq. Inst. Biol. (Sao Paulo) 1941. 12 p.
140. —————, NOBREGA, N. R. y KRAMER, M. A identificação das doenças de virus encontradas nos campos de multiplicação de tuberculos-sementes de batatinha. Rev. Agric. (Piracicaba) 16:23–40. 1941.
141. —————, y KRAMER, M. O virus 'Y' una das principais causas da degenerescencia das batatinhas no Estado de Sao Paulo. Biológico (Sao Paulo) 8:39–46. 1942.
142. —————. Enfermedades de virus de la papa en Colombia. Agric. Trop. (Bogotá) 3:27–35. 1947.

143. SILBERSCHMIDT, K. Observacoes sobre o teoría de virus de batatinhas colombianas. Ar. Inst. Biol. (Sao Paulo) 18:289—311. 1948.
144. SMITH, K. M. A texbook of plant virus diseases. London, Academic. Press, 1972. 684 p. (3er. ed.).
145. —————, y DENNIS, R. W. G. Some notes on a suspected variant of *Solanum* virus 2 (Potato virus Y). Ann. Appl. Biol. (London). 27:65. 1940.
146. SPEARS, J. The golden nematode handbook. Washington, U. S. D. A., 1968. 81 p. (Handbook 353).
147. STUART, W. Potato breeding and selection. Washington, U.S.D.A., 1915. 35 p. (N° 195, Professional paper).
148. TEXERA, D. A., y MULLER, A. S. La podredumbre anular o marchitez bacteriana de las papas. Agric. Venezolana (Caracas) 5(57/58):27—28. 1941.
149. THURSTON, H. D. Bacterial wilt of potatoes in Colombia. American Pot. Jour. 40(11):381—390. 1963.
150. —————, y LOZANO, J. C. Resistance to bacterial wilt of potatoes in Colombian clones of *Solanum phureja*. American Pot. 45(2):51—55. 1968.
151. TOLER, R. W., CUELLAR, R. y FERRER, J. B. Preliminary survey of plant diseases in the Republic of Panamá. Pl. Dis. Rept. 43:1 201—1 203. 1959.
152. TORRES, H., GAMARRA, F. y NIELSEN, L. Búsqueda de cultivares de papa resistente a condiciones de campo a (*Spongospora subterranea*) Bogotá, 8a. Reunión Latinoamericana de Papas, 1972. pp. 42—43.
153. TUCKER, C. M. The distribution fo the genus *Phytophthora*. M.S.A. Univ. of Mlssouri, 1933. 80 p. (College Agric., Res. Bull. 184).

154. USDA. Suggested guide for the use of insecticides to control insects effecting crops, livestock, households, stored products, forest, and forest products. Washington, Government Print. Office, 1968. 273 p. (Agric. Handbook 331).
155. VARÓN, F. H., GRANADA, G. A. y MERCHAN, V. M. Reconocimiento del nematodo dorado de la papa (*Heterodera rostochiensis* Woll.) en los Departamentos del Cauca y Valle del Cauca, Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario, 1971. (Prog. Fitop. Inf. An. Lab.). 25 p.
156. VENETTE, J. R. y HARRISON, M. D. H. Factors affecting infection of potato tubers by *Alternaria solani* in Colorado. American Pot. Jour. 50(8):283-292. 1973.
157. VIEGAS, A. P. y TEIXEIRA, A. R. Alguns fungos do Brasil '*Spongospora subterranea*'. Bragantia (Campinas) 3:224. 1943.
158. VISE, C. Control químico de *Rhizoctonia* en el cultivo de la papa. Lima, 5a. Reunión Soc. Latinoamericana Inv. Papa, 1968. 1 p.
159. WILLE, J. E. Entomología agrícola del Perú. Lima, Ministerio de Agricultura, 1952. 543 p.
- 160.-----, y BAZÁN, C. La anguilula dorada, *Heterodera rostochiensis*, una plaga del cultivo de las papas, recién descubierta en el Perú. Lima. Estación Experimental Agrícola La Molina, 1951. 17 p. (Bol. 48).
161. WOLCOTT, G. N. Entomología económica puertorriqueña. Río Piedras, Est. Exp. Agric., 1956. 208 p. (Bol. 125).
162. YUST, H. R. y CEBALLOS, M. A. Lista preliminar de las plagas de la agricultura de Ecuador. Bogotá, 3a. Conferencia Latinoamericana de Fitogenética, 1955, 265 p. (Después Reunión Latinoamericana de Fitotecnia).
163. ZARKA, A. M. EL. Studies on *Rhizoctonia solani* Kühn, the cause of black scurf disease of potato. Wageningen, Agric. Univ. 1965. 73 p.

CAPÍTULO 9

ALMACENAMIENTO

CAMBIOS QUIMICOS Y FISIOLÓGICOS

Período de curación

Período de reposo o guarda

Período de brotación

PUDRICIONES EN LAS PAPAS ALMACENADAS

TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Silos

Almacenes a la temperatura ambiente

Almacenes frigoríficos

Almacenes con aire enfriado nocturno

Almacenes de vidrio

Almacenes con inhibidores de brotes

Irradiación

Alcoholes

Preservación de papas por secado y enlatado

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

ALMACENAMIENTO

CAMBIOS QUÍMICOS Y FISIOLÓGICOS

La papas almacenadas pasan por los períodos de curación, reposo o guarda, y brotación.

Período de curación

Es el que sigue a la cosecha; durante este lapso hay una gran pérdida de peso por transpiración y evaporación de los tubérculos, que puede llegar a un 4 %, a lo que se suma la pérdida por respiración. En este proceso se combina el oxígeno del aire con los almidones y azúcares de los tubérculos, eliminando al ambiente, CO_2 y agua. Se recomienda mantener la temperatura del almacén sobre 20°C por 1 a 3 semanas y la humedad relativa entre 85–90 % para permitir la suberiza-

ción de las áreas dañadas de los tubérculos y la formación de periderma. Esto reduce al mínimo la pérdida de transpiración y evaporación. Otra ventaja del curado es que durante este período se cicatriza las heridas, y por lo tanto se bloquea la entrada de los organismos patógenos a los tejidos internos del tubérculo.

Período de reposo o guarda

Durante este período los tubérculos de papa se mantienen dentro de su reposo natural, que va desde 0 días en algunas variedades de 'papa amarilla' (*S.t. gr. phureja*) hasta 3, 4 ó 5 meses en *S.t. gr. tuberosum* siempre que la temperatura del almacén sea adecuada.

Los cambios principales durante el período de guarda son el endulzamiento por transformación de los almidones en azúcares y la pérdida de ácido ascórbico. El endulzamiento se produce en las papas mantenidas a baja temperatura y también por haber terminado el período de reposo o vejez de los tubérculos, que se manifiesta al exterior por brotación.

De acuerdo a Arreguín y Bonner (1949), el mecanismo que controla el endulzamiento depende de la regulación de tres componentes, por lo menos: una fosforilasa inhibidora, la cual se produce a altas temperaturas de almacenamiento; un interconvertidor glucosa-fructosa, el cual se aumenta en cantidad a baja temperatura de almacenamiento, y el sintetizador sacarosa, que también aumenta bastante durante el almacenamiento a baja temperatura.

El endulzamiento a baja temperatura puede evitarse si se mantienen las papas a 10°C o más. El endulzamiento por vejez se produce a los 3, 4 ó 5 meses de guarda de las papas, acelerándose mientras más alta es la temperatura del almacén.

En general se recomienda las siguientes temperaturas de almacenamiento durante el período de guarda:

Para papa-consumo, temperaturas uniformes de 4 a 7°C y una humedad relativa de 85–90 %.

Para papa-semilla, temperaturas de 3.5°C y 90 % de humedad relativa en el almacén.

Para papas destinadas a la industria de procesado, las temperaturas dependen del producto que se vaya a preparar.

En el caso de papas fritas preheladas a la francesa, el almacenamiento debe estar a 5–8°C; para papas fritas en rodajas finas a 7–11°C. Por lo general se requiere un período de reacondicionamiento a una temperatura más alta antes del procesado.

Con el descenso de temperatura se logra principalmente reducir al mínimo la respiración y la transpiración y detener la actividad de los microorganismos de putrefacción y/o plagas que puedan estar adheridas a los tubérculos.

Este almacenamiento deberá estar complementado con una buena circulación de aire, ya que siempre habrá desprendimiento de calor por el proceso de respiración. La ventilación normal requiere 10 m³ de aire/ha/ton de papa almacenada.

Según Burton (1958) (Cuadro N° 74), hay diversos valores de evaporación para papas almacenadas con ritmos de ventilación que varían de 10 a 500 m³/ha/ton de papa.

En el Cuadro N° 74 se puede observar que la evaporación aumenta con los diversos estados de los tubérculos cuando se pasa de 10 a 20 m³/h/ton y nuevamente cuando se pasa de 20 a 50, pero estos valores permanecen estables entre 50 y 500 m³/ha/ton; esto es muy importante al calcular los costos de ventilación de un frigorífico. También puede verse que las papas brotadas aumentan sustancialmente la evaporación, lo que parece deberse no sólo a que los brotes son más permeables sino a que hay mayor superficie expuesta.

Si la circulación de aire es deficiente se puede provocar en las papas el defecto fisiológico conocido como corazón negro, que también se produce a temperaturas bajo 1°C por acumulación en los tejidos de CO₂ por anaerobiosis.

Durante el período de reposo o guarda ocurre la conversión de los almidones en azúcares y en consumo de azúcar por la respiración con desprendimiento de agua y CO₂. De acuerdo a Toko y Johnston (1962) la conversión de almidón-azúcar a 10–15°C es casi igual a la reacción contraria. A más bajas temperaturas la conversión de almidón a azúcar aumenta y el azúcar se acumula en los tubérculos.

Durante este período no hay desarrollo de brotes, pero si se desea alargar estas condiciones hay que mantener las papas a 3–4°C. Este alargamiento del período de reposo causa un deterioro en el valor de las papas en los casos de papa-semilla o papa-consumo.

CUADRO N° 74. Evaporación estimada de tubérculos ventilados a diferentes intensidades (Burton, 1963).

Estado de los tubérculos	Tasas de evaporación en % del peso original por semana por mm de Hg (D.P.V. déficit de presión de vapor) inicial según valores de ventilación (m ³ /ha/ton) de						Tasas de ventilación a las cuales se alcanzará la máxima evaporación (m ³ /ton/ha).	
	10	20	50	100	200	300		500
Recién cosechadas	0.17	0.34	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	42
Sin brotar, después de algunas semanas en almacén	0.17	0.20	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	12
Brotados con 1 % por peso de brotes.	0.17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	18
Idem 2 %	0.17	0.34	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	24
Idem 4 %	0.17	0.34	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	36
Idem 8 %	0.17	0.34	0.84	1.0	1.0	1.0	1.0	60

Período de brotación

Con el inicio de la brotación se intensifica la respiración por una mayor actividad fisiológica. A medida que los brotes se desarrollan la pérdida de peso de los tubérculos es mayor.

Se recomienda elevar la temperatura del almacén a 10°C unas dos semanas antes de extraer las papas para evitar daños de manipuleo y estimular la formación de periderma en las heridas. La formación de periderma es muy importante cuando se va a sembrar papa-semilla partida para evitar el daño de los organismos de putrefacción del suelo al ser sembrada.

PUDRICIONES DE LAS PAPAS EN ALMACENAMIENTOS

En el Capítulo 8, 'Competidores Bióticos', se indica los diversos organismos que causan putrefacción de las papas en almacenamiento. Alvarado y Guzmán (1967) trabajando en almacenes refrigerados en Tibaitatá, Colombia, a 4°C, comprobaron que la pudrición de mayor importancia económica para las papas producidas en la Sabana de Bogotá fue la causada por el hongo del género *Phoma* sp., que produce la enfermedad denominada grangrena, con más de 10 % de tubérculos infectados. Siguen en importancia y a mayor temperatura: *Fusarium roseum*, *Fusarium oxysporum*, *Erwinia carotovora* y *Phytophthora infestans*. Con estos organismos se inocularon diversas variedades de papa, siendo *Phoma* sp. el único patógeno que prosperó a 4°C. Estas condiciones ponen en peligro el almacenamiento de la papa en frigorífico, muy poco común en América Latina y de costos bastante elevados.

TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Silos

El sistema de almacenamiento de la papa en silos es uno de los más tradicionales. Se usa ampliamente en la región Sur de Argentina (Millán y Pujals, 1948) y Chile (Callejas y Accatino, 1974), se le ha llevado a Europa y es de empleo común en Gran Bretaña, Irlanda, Alemania, Polonia, entre otros.

El silo, por lo general, se prepara en un costado de potrero que ha estado en cultivo con papas para evitar el transporte, especialmente en las grandes propiedades. La papa se deposita en una zanja, o sobre la superficie del suelo, sistema este último más en uso. Se prepara una hilera de papas de más o menos 2 m de base, 1 m de alto y de un largo variable, 15, 20, 30 o más metros. Una vez depositadas las papas se cubren con algún material vegetal protector —cañas y paja de maíz o de trigo— con un espesor de 5–10 cm cubriéndose después con tierra; cada 2 a 5 m se colocan troneras para permitir cierta circulación del aire. En Balcarce las papas se guardan en estas condiciones hasta la próxima siembra. Calderoni (1968) calcula un 10–30 % de pérdida durante el período de conservación.

En Europa, con los grandes cambios tecnológicos ocurridos en el último decenio en la agricultura y en las condiciones sociales del campo, se va gradualmente a la eliminación del silo.

Los salarios que se emplean para guardar la papa en silos no son muy elevados, pero el método de guarda en almacenes permite una más rápida selección y ésta no depende de las condiciones de tiempo, además de dar trabajo permanente a los obreros agrícolas de una finca en los períodos lluviosos.

Millán (1942) describe un silo araucano para conservar papas en Llao-Llao, Nahuel-Huapi, en la siguiente forma: "El silo estaba construido en un sitio, sin reventones de agua o 'mallines' y en una elevación del terreno. Allí se había hecho una excavación cuadrangular de unos 5 metros de longitud por 3 metros de ancho y de 0.60 metros de profundidad. La rústica construcción se fabrica enteramente con elementos que se tienen a la mano. Varios postes centrales sostienen la cumbrera, y sobre esta y los bordes de la excavación se apoya el techo de dos aguas. El techo se construye con tablonés de

ciprés (*Libocedrus chilensis*), sobre los cuales se dispone una camada de ramas, la que a su vez se cubre con una capa de tierra. La excavación se divide con tablas en varias secciones donde se depositan los tubérculos que se cubren con paja, la que evita que se verdeen y les sirve de abrigo. Una puerta de entrada comunica con un pasadizo longitudinal que facilita el movimiento dentro del silo.

Parece que el depósito cumple muy bien su objeto, pues en el mes de enero los tubérculos, después de 7 meses de conservación, aún están sin brotar”.

El silo usado en la principal región papera argentina, el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, es la pila, un simple montón de papas sobre el nivel del suelo y que se cubre con una capa de paja. Se ha introducido ciertas modificaciones a este sistema económico y primitivo, por silos semisubterráneos con troneras de respiración.

Almacenes a la temperatura ambiente

Este es el método más corriente utilizado en Latinoamérica. Las papas se colocan hasta una altura de 1.5 a 3 m; las condiciones de almacenamiento dependen ante todo de la temperatura local.

Con una temperatura mayor de 15°C la papa no se conserva más de 3 meses porque se manifiesta una brotación general por término del período normal de reposo de los tubérculos. Al elegir un almacén para papas se debe considerar la facilidad que pueda ofrecer éste para las operaciones de carga y descarga. Es preferible efectuar la carga desde el techo o de un segundo piso, aprovechando algún desnivel del terreno, mediante bandas transportadoras desde los carros o camiones, y la descarga desde el primer piso.

Almacenes frigoríficos

La calidad culinaria, palatabilidad y composición son influídas marcadamente por la temperatura del almacenamiento.

En general, el almacenamiento a +4° y menos da por resultado un aumento en el sabor dulce y cambios en la consistencia y el color. En el almacenamiento frío se debe considerar a una temperatura de 5°–8°C:

- a. suficiente ventilación a través de la troja, desde abajo hacia arriba, para extraer el aire viciado y el exceso de humedad;
- b. evitar la luz para papa-consumo, a fin de prevenir el desarrollo de la solanina;
- c. los tubérculos deben guardarse secos y libres de barro; un exceso de humedad o barro aumenta la cantidad de calor en las papas recién almacenadas y provoca el corazón negro;
- d. se debe eliminar todas las papas dañadas y enfermas antes del almacenamiento;
- e. no almacenar papas en trojas a más de 4 m de profundidad y proveerlas de rejillas de ventilación, tanto laterales como en el piso.

Barclay y McNair (1974) han estudiado la pérdida de peso de dos variedades de papas almacenadas bajo las mejores condiciones. Se experimenta con un lote de papa de variedad Kennebec y otro lote igual de la variedad Netted Gem, colocados en cajones y arreglados en diseño de bloques no pareados en dos almacenes, durante 8 meses.

CUADRO N° 75. Porcentaje de pérdida de peso total durante el período de almacenamiento (Barclay y McNair, 1974).

Cajón N°	Kennebec		Netted Gem	
	Almacén 1	Almacén 2	Almacén 1	Almacén 2
1	7.1	4.5	3.6	2.5
2	6.8	5.0	3.6	2.5
3	5.6	4.9	3.6	2.5
4	6.8	5.2	3.6	2.5
5	4.3	4.5	3.6	2.9
6	5.0	4.6	3.6	2.9
7	6.6	6.4	3.6	2.9
8	5.3	4.7	3.6	2.9
9	5.0	5.5	3.6	2.7
10	5.0	5.5	3.6	2.9
Promedio	5.8	5.1	3.6	2.7

El almacén N° 1 estaba equipado con ventilación automática con circulación de aire lateral por las murallas, la temperatura se mantuvo a 5.6°C con 92 % de humedad relativa, lograda mojando continuamente el piso de cemento. El almacén N° 2 estaba equipado con ventilación automática, con circulación de aire mediante ductos abiertos en el piso y con humidificador automático que mantuvo la humedad relativa en 92 %. La temperatura fue de 4.4°C. Cada cajón se pesó a intervalos de un mes y se calculó la pérdida media, en porcentaje, para el período de almacenamiento, la diferencia entre medias fue comparada por la prueba t de Student.

Se registró una pérdida de 5.8 y 5.1 % para Kennebec y 3.6 y 2.7 % para Netted Gem en el almacén N° 1 y en el almacén N° 2, respectivamente. Se ve que las pérdidas en el almacén N° 1 fueron superiores a las ocurridas en el N° 2, en ambas variedades de papas.

Si se hace un estimado económico a base de este 5.8 % de pérdida de peso a 100 cajones de 1/2 tonelada de capacidad cada uno con papas, cotizadas a US \$250 la tonelada puesta en la finca, se tendrá una pérdida de 2.9 ton, o sea de US \$725.00

Almacenes con aire enfriado nocturno

Este sistema desarrollado en Holanda (Conservación de papas), se basa en que, durante las horas más frías (noche), es posible soplar el aire frío exterior por medio de ventiladores a través de las papas almacenadas.

La influencia del calor exterior debe ser lo menos posible para retener las temperaturas bajas que puedan alcanzarse mediante el enfriamiento nocturno del almacén.

En el suelo del almacén se hacen ductos que se cubren con madera. El canal está comunicado con el aire exterior mediante un agujero del tamaño del diámetro de un ventilador. A través del canal de ventilación se encuentran rejillas de listones de madera, cada una de las cuales son de una longitud adecuada para ser elevadas fácilmente y que tienen una separación para que las papas que se depositan encima no pasen a través de los orificios mientras que el aire pueda circular entre ellas. En el techo se encuentran varios agujeros para la salida del aire, que pueden cerrarse en su parte inferior por unas pequeñas compuertas de madera.

La altura interior de estos almacenes es de unos 4 m. Para efectuar la ventilación se abren las contraventanas exteriores y las puertas corredizas del techo, correspondientes a los agujeros de escape del aire situados allí. Se pone en funcionamiento el ventilador y el aire frío pasa por el canal de alimentación y de las rejillas de listones de madera a través de las papas.

Teóricamente cada tubérculo de papa queda ventilado por este aire frío, puesto que 1/3 parte del montón de papas es espacio vacío y 2/3 partes son masa de papa. En realidad hay millares de canalitos a través de los cuales el aire halla su camino desde abajo hacia arriba; el aire algo calentado queda después libre en la parte superior del montón de papas y abandona la bodega a través de las aberturas del techo y las ventanas superiores. Y así se sigue con la ventilación hasta que la temperatura de las papas sea igual al exterior.

Almacenes de vidrio

En Europa se usa almacenes de vidrio, especie de invernaderos, especialmente contruidos para almacenar las papas-semillas de alta calidad durante el invierno; las paredes y parte del tejado están contruidos de vidrio rayado alambreado en doble capa; el aire que queda entre ambas paredes sirve de aislador. Para evitar que la temperatura suba demasiado, se aplica además material de aislamiento.

En los almacenes de vidrio sólo se puede conservar papas en bandejas, ya que la luz debe penetrar entre los tubérculos. Con tal motivo se usa bandejas poco profundas colocadas de tal manera que haya espacio entre ellas, así como entre las pilas de bandejas. También es preciso no llenarlas hasta el borde, pues esto impediría igualmente la penetración del aire. Si se usa tubérculos de tamaño pequeño conviene sólo poner capas delgadas en las bandejas.

Puede ocurrir que a pesar de la conservación a la luz haya germinación excesiva; en este caso hay que verter el contenido de las bandejas en otras, de modo que los tubérculos del fondo cambien de sitio y se encuentren arriba. De vez en cuando será necesario cambiar las pilas interiores y las exteriores entre sí.

Este sistema de conservación es uno de los más caros pues las papas ocupan un gran volumen por estar en bandejas. Sólo lo utilizan los establecimientos especializados en la producción de semilla.

Las ventajas y desventajas del brotado y verdeo fueron analizadas en el Capítulo 'Semillas'.

Almacenes con inhibidores de brotes

Los tubérculos de papa para consumo depositados en almacenes frigoríficos o en almacenes a la temperatura ambiente, predominantes en las regiones paperas latinoamericanas (10 a 25°C), pueden ser tratados con sustancias inhibidoras de brotación para prolongar el período de guarda de papas.



Fig. 79. Acción del inhibidor de brotación CACP en papas para el consumo a la temperatura ambiente de 25°C, en la región baja de Venezuela.

CUADRO N° 76. Inhibidores de brotación de las papas.

Nombre	Método	Observaciones
MH30 Hidrazida maleica	Asperje 4 kg i.a. al cultivo de papas en el campo antes de la cosecha.	4-6 semanas antes de cosecha.
CIPC Isopropil-N Clorofenil- carbarnato	Aplique en los almacenes de guarda después que las papas estén curadas. No use este producto cuando en el mismo almacén guarda semillas. La aplicación también puede ser hecha en la operación de clasificación y selección.	La efectividad es reducida en las papas sucias por barro. Actúa como gas. 10 g/ton de papas.
TCNB Tetracloro- nitrobenceno	En polvo al 6 %. Aplique 120 g/ton i.a.	Es un inhibidor débil.
EMANA Estermetílico ácido nafta- lenacético	30 g/ton	Impide la formación de periderma, lo que limita su uso.

De acuerdo a Sawyer (1959) EMANA, CIPC y TCNB inhiben la formación de periderma en las heridas de los tubérculos, por lo que hay siempre la posibilidad de tener problemas de pudriciones en el almacenamiento cuando se aplican estos productos.

Pérez, Luján, Estrada y Thurston (1964) dan cuenta del uso de antigerminantes en Colombia, desde 1950, habiendo utilizado: TCNB, EMANA, CIPC, MH30 y Co60 radioactivo.

CUADRO N° 77. Ensayo de conservación y papa-consumo, variedad Red Pontiac a la temperatura ambiente (20° C) y humedad relativa de 90 % en Rancho Grande, Estado Aragua, Venezuela. Observaciones de papas podridas y brotadas en porcentaje en diversos períodos (Montaldo y Sánchez, 1963).

TRATAMIENTOS	Fecha de Observaciones											
	50 días		90 días		120 días		160 días		200 días			
	Pod. (%)	Brot. (%)	Pod. (%)	Brot. (%)	Pod. (%)	Brot. (%)	Pod. (%)	Brot. (%)	Pod. (%)	Brot. (%)	Pod. (%)	Brot. (%)
MH30 4s.a.c.	5	0	8	10	2	20	8	100	12	100	12	100
MH30 3s.a.c.	2	0	6	15	4	25	17	100	37	100	37	100
MH30 2s.a.c.	4	0	3	35	5	70	44	100	40	100	40	100
CIPC	2	0	4	6	6	30	25	90	25	100	25	100
Testigo	1	5	4	100	4	100	18	100	40	100	40	100

(*) Las papas podridas fueron eliminadas en cada observación.

(**) Las papas brotadas se dejaron en el ensayo.

Las variedades de las papas comerciales en que se probaron los productos fueron: Yema de Huevo (diploide del grupo phureja); Alpha (tetraploide del grupo tuberosa), Tocana Blanca, Tuquerreña y Parda Pastusa (tetraploides del grupo andígena), Sumapaz (tetraploide de tuberosa x andígena). Los ensayos se probaron bajo almacenamiento a temperatura ambiente 13–15°C en la Sabana de Bogotá y humedad relativa de 80–85 %.

Los resultados indican que los mejores tratamientos son a base de CIPC en aspersiones y a concentraciones de 2–5 %, los cuales conservan las buenas características de las papas hasta por 4 meses.

Montaldo y Sánchez (1963) en Palo Negro, Estado Aragua, Venezuela, con papa-consumo de la variedad Red Pontiac cultivada a 500 m de altitud y con una temperatura promedio de 25°C, realizaron un ensayo de conservación para lograr un buen almacenamiento.

Se aplica hidrazida maleica MH30, 10 litros del producto comercial por hectárea, 4, 3 y 2 semanas antes de la cosecha; CIPC 10 g/ton; un testigo sin tratar. La papa se coloca en un almacén a la temperatura ambiente 20°C y humedad relativa de 90 % del Parque Nacional Rancho Grande a 1 000 m de altitud, donde se hicieron observaciones de pudriciones y desarrollo de brotes a los 50, 90, 120, 160 y 200 días con los resultados que muestra el Cuadro N° 77.

Se puede ver que la brotación de la variedad de papa Red Pontiac en almacenamiento natural a 20°C en el trópico ocurre entre 50 y 90 días, que es posible con antigerminantes como los tratamientos con MH30 aplicado al cultivo 3 y 4 semanas antes de la cosecha o CIPC prolongar el almacenamiento de las papas hasta 120 días (14 meses) y que los tratamientos no son efectivos a esa temperatura pasado este período.

Irradiación

Los rayos gama son un potente inhibidor de brotes. En Venezuela, Revetti *et al.* (1970) han logrado detener la brotación de las papas con 9–10 Krad a la temperatura de 18°C y 72–80 % de humedad relativa hasta por un año, pero el contenido en azúcares libres se ha elevado considerablemente aún a dos días de iniciado el tratamiento como lo muestra el Cuadro N° 78.

CUADRO N° 78. Contenido en azúcares libres (reductores y no reductores) (Revetti *et al*, 1970).

Tiempo en días	Dosis en Krad				
	0	8	9	10	11
2	0.371	0.336	0.568	0.536	0.482
4	0.285	0.535	0.619	0.666	0.592
8	0.287	0.494	0.460	0.456	0.603
92	0.347	0.380	0.319	0.417	0.511
148	—	1.829	1.193	1.052	1.172
203	—	2.365	2.272	2.490	2.787
239	—	2.627	2.198	3.063	2.379

Lo poco factible del tratamiento a nivel campesino, lo caro y lo ineficaz, lo descartan como un método de conservación de papa a ser usado en Latinoamérica.

Según Sawyer (1956), la irradiación aumenta la incidencia de puntos negros en la pulpa, ennegrecimiento de la papa después de cocida y las posteriores putrefacciones en el almacén; además inhibe la formación de periderma.

Alcoholes

Se utiliza vapores producidos por alcoholes amil o nonil, 1 mg/1 l de aire. Burton (1958) indicó que la ventilación debe ser de 0.099 a 0.140 m³ de aire por tonelada de papa.

Preservación de papas por secado y enlatado

La primera agroindustria de América fue posiblemente la preparación del 'chuño' o 'papa seca' hecha por los habitantes del Alto-Perú como una forma de conservar este tubérculo para los largos meses invernales en que por heladas, bajas temperaturas o continuas lluvias, no puede efectuarse el cultivo de la papa.

A continuación se transcribe la descripción que hace el Padre Fray Bernabé Cobo (1890) en 1653 de la fabricación del chuño en el Alto-Perú, y que aún hoy se realiza en igual forma a base de las papas amargas (*S. Tuberosum* gr. *stenotomum* sbrgr. *ajanhui*, *goniocalyx* y *stenotomum*) que crecen a grandes altitudes y que resisten en cultivo temperaturas aún de cero grado centígrado.

“El tiempo de cosecha de las papas, es cuando en las tierras que se dan, comienza el rigor de los fríos y hielos; pues en cogiéndolas, las tienden en el suelo, donde les dé, de día, el sol y de noche, los hielos, y al cabo de 12 ó 15 días, se ponen algo arrugadas, pero todavía muy aguanosas; entonces para exprimirles toda el agua que en si tienen, las pisan muy bien y las dejan al sol y al hielo por otros 15 ó 20 días, con lo que quedan tan secas y livianas como un corcho, muy densas, empedernidas y tan encogidas, que de 4 a 5 fanegas de papas verdes no sale más de 1 de chuño. Es de tanta dura el chuño que aunque se guarde muchos años, no se pudre ni se corrompe, y los indios lo comen cocido en lugar de pan; y es tan general este mantenimiento de chuño que en las provincias del Collao no comen los indios otro género de pan más que éste. Para los caciques y la gente regalada se hace suerte de chuño más delicado y de estima, el cual se hace de las papas blancas de esta manera: que después de seca al sol y al hielo, las tienen metidas por dos meses en agua, y luego las vuelven a secar al sol, con lo que quedan por dentro muy blancas. Llámase este chuño regalado: Moray, del cual se hace una harina más blanca y sutil que la del trigo”.

Actualmente se preparan diversos tipos de papas deshidratadas, como polvo de papas, papa en gránulos, papas en hojuelas y papa en forma de cubos.

También las papas se preparan en latas de conservería previo un tratamiento con cloruro de calcio al 2 % para evitar su posible desintegración.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR

- a. Investigaciones sobre la presencia de manchas negras en papas almacenadas.
- b. Reguladores de crecimiento endógenos en papa. Estudio de estas sustancias en relación a la dormencia y a la brotación.
- c. Cambios en carbohidratos en papas durante el almacenamiento con baja temperatura y endulzamiento por senescencia.
- d. Efecto de la composición de la atmósfera del almacén en el metabolismo del tubérculo, particularmente en relación con el endulzamiento por la baja temperatura y la dormencia.
- e. Estudio para establecer las condiciones óptimas para la cicatrización de las variedades comerciales de papa.
- f. Estudio anatómico de las lenticelas de papa a través del período de almacenamiento y el efecto de las condiciones ambientales en su estructura.
- g. Elucidación química de la estructura de los compuestos antimicrobiales en papas afectadas de *Erwinia carotovora*.
- h. Tipos de almacenamiento más adecuados para las diversas regiones de Latinoamérica de acuerdo a las modalidades de mercadeo del producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, L. F. y GUZMÁN, J. Pudriciones de papas en almacenes refrigerados. *Revista ICA (Bogotá)* 3(1):47–61. 1967.
2. ARREGUIN, B. y BONNER, J. Experiments on sucrose formation by potato tubers as influenced by temperature. *Pl. Physiol.* 24:720–738. 1949.
3. BARCLAY, G. M. y McNAIR, L. E. A study to determine the weight loss in Kennebec and Netted Gem potatoes stored under ideal conditions. New Brunswick, Dept. Agric. and Rural Development, 1974. 3 p.
4. BURTON, W. G. Experiments on the use of alcohol vapors to suppress the sprouting of stored potatoes. *European Pot. Jour.* 1:42–51. 1958.
5. —————, The basis principles of potato storage as practised in Great Britain. *European Potato Jour.* 6:2. 1963.
6. CALDERONI, A. V. Enfermedades de la papa. Su importancia y control. Rosario, Simposio sobre Papa, 1968. pp. 43–46.
7. CALLEJAS, P. y ACCATINO, P. Almacenaje de papas. Santiago, Estación Experimental La Platina, 1974. 18 p. (Bol. div. 23).
8. COBO, B. Historia del nuevo mundo. Sevilla, Ed. Marcos Jiménez de la Espada, 1890, T.I. 530 p. (Sociedad de Bibliófilos Andaluces).
9. CONSERVACIÓN DE LAS PAPAS. La Haya, Centro de Información Holandés para la patata de siembra, s/d. 15 p.

10. MILLÁN, R. Silo araucano para conservar papa. *Rev. Argentina de Agronomía* (Buenos Aires): 9(1):69-74. 1942.
11. -----, y PUJALS, E. A. Un ensayo de conservación de papa en silo semi-subterráneo. *Rev. Inv. Agríc.* (Buenos Aires). 2(2):89-92. 1948.
12. MONTALDO, A. y SÁNCHEZ, J. L. Conservación de papas con antigerminantes. Maracay, Instituto de Agronomía, 1963. pp.21-23 (Memoria Sección Raíces y Tubérculos 1962-1963).
13. PÉREZ, E., LUJÁN, L. ESTRADA N. y THURSTON, H.D. Almacenamiento de papa con antigerminantes. Lima, 6a. Reunión Soc. Latinoamericana de papas. 1964. 1 p.
14. REVETTI, L. M., LAGUNA, F. y SEQUERA, J. A. Gamma irradiación de papa cultivada en Venezuela. *Agronomía Tropical* (Maracay). 20(5):347-353. 1970.
15. SAWYER, R. L. Effect of irradiation on potatoes for processing. *Proc. 7th American Pot. Utiliz. Conference*, 1956. pp. 3-5.
16. ----- . Sprout inhibition. *In: W. Talburt and O. Smith, Potato Processing*. Westport, Avi-Publ. Co., 1959. 475 p.
17. TOKO, H. V. y JOHNSTON, E. F. Effect of storage on post harvest physiology of potatoes used for table stock and seed. *In: Potato Handbook*, 1962. pp. 10-7. New Brunswick, The Potato Association of América, 1962.

CAPÍTULO 10

ASPECTOS ECONÓMICOS

PRODUCCIÓN

COMERCIALIZACIÓN

COSTOS Y PRECIOS

COMERCIO EXTERIOR

**PROBLEMAS POR INVESTIGAR Y ESQUEMAS POR
DESARROLLAR**

ASPECTOS ECONÓMICOS

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PAPAS

Los principales países productores de papa a nivel mundial son: URSS, que cultiva 7 912 000 ha con un rendimiento medio de 11.0 ton/ha; China, con 3 846 000 ha y rendimiento medio de 10.4 ton/ha, y Polonia con 2 585 000 ha y rendimiento medio de 18.0 ton/ha (Cuadro N° 79).

URSS ha tenido una disminución de 8 638 000 ha para el período 1961 – 1965 a 7 912 000 ha en 1975, pero ha aumentado su productividad al elevar los rendimientos medios en igual período de 9.4 a 11.1 ton/ha.

China ha aumentado su superficie con papa en 635 000 ha y al mismo tiempo ha aumentado su productividad de 8.4 a 10.4 ton/ha.

Polonia ha aumentado en 200 000 ha, y ha logrado un alza apreciable en los rendimientos medios de 15.4 a 18 ton/ha.

CUADRO N° 79. Papa. Principales países* productores del mundo (con excepción de América Latina). Superficie, producción y rendimiento medio. Promedio 1961-1965 y año 1975 (FAO, 1976).

PAISES	Superficie ha x 10 ³		Producción ton x 10 ³		Rendimiento medio ton/ha	
	1961-1965	1975	1961-1965	1975	1961-1965	1975
Estados Unidos	551	509	12 356	14 323	22.4	28.1
Canadá	119	107	2 098	2 116	17.7	19.9
Alemania						
Democrática	728	636	12 066	13 404	16.5	21.0
Alemania Federal	900	415	22 230	10 853	24.7	26.1
Austria	161	69	3 217	1 579	20.0	22.8
Bélgica	61	36	1 673	1 049	27.4	29.0
Checoslovaquia	489	249	5 635	3 560	11.5	14.3
Dinamarca	59	27	1 227	661	20.9	24.9
España	394	376	4 496	5 162	11.4	13.7
Finlandia	74	49	1 067	680	14.3	14.0
Francia	773	311	13 297	7 219	17.2	23.6
Hungría	253	133	1 997	1 670	7.9	12.5
Irlanda	80	40	1 881	1 000	23.6	25.0
Italia	369	178	3 850	3 035	10.4	17.0
Holanda	129	151	3 773	5 003	29.2	33.1
Polonia	2 383	2 585	43 683	46 500	15.4	18.0
Portugal	105	111	1 025	927	9.7	8.3
Rumania	314	311	2 690	2 900	8.2	9.3
Reino Unido	302	205	6 889	4 536	22.8	22.1
Suecia	76	41	1 894	951	20.9	23.0
Suiza	46	21	1 145	1 000	24.7	47.6
URSS	8 638	7 912	81 628	88 480	9.4	11.1
Yugoslavia	311	315	2 711	3 191	8.7	10.1
Suráfrica	44	48	389	719	8.7	15.0
Egipto	24	44	397	750	16.5	17.0
Irán	50	54	400	559	8.0	10.4
Turquía	143	187	1 575	2 227	11.0	12.4
Bangladesh	54	87	354	880	6.5	10.1
China	3 211	3 846	27 012	40 028	8.4	10.4
India	399	594	2 946	6 171	7.3	10.3
Japón	215	140	3 788	3 000	17.6	21.4
Corea	144	172	925	1 110	6.4	6.4
Australia	40	40	551	699	13.9	17.4
América Latina	643	1 033	7 554	8 952	11.7	8.6
Mundo	23 728	21 783	283 277	291 321	11.9	13.4

* Países con sobre 500 000 ton de producción anual.

Se ha agrupado a continuación los países que cultivan entre 100 000 y 1 000 000 ha.

Alemania Democrática	636 000 ha	y	rendimiento	medio	de	21.0 ton/ha
India	594 000	"	"	"	"	10.3 "
E.U.A.	509 000	"	"	"	"	28.1 "
Alemania Federal	415 000	"	"	"	"	26.1 "
Francia	311 000	"	"	"	"	23.6 "
Reino Unido	205 000	"	"	"	"	22.1 "
Holanda	151 000	"	"	"	"	33.1 "
Japón	140 000	"	"	"	"	21.4 "

Siete de estos países poseen alta tecnología y climas templados adecuados al cultivo, por lo que sus rendimientos medios son elevados. India tiene un rendimiento medio relativamente bajo por no contar con el óptimo de condiciones agronómicas y climáticas. Sólo India y Holanda han aumentado el área plantada; en los otros países ésta ha disminuido.

Otros países que se distinguen por los rendimientos medios elevados logrados en el cultivo de la papa son:

Suiza	21 000 ha	y	rendimiento	medio	de	47.6 ton/ha
Bélgica	36 000	"	"	"	"	29.0 "
Irlanda	40 000	"	"	"	"	25.0 "
Suecia	41 000	"	"	"	"	23.0 "
Austria	69 000	"	"	"	"	22.8 "

PRODUCCIÓN AMERICANA DE PAPAS

Los principales países cultivadores de papa (Cuadro N° 83) en América Latina son:

Perú	280 000 ha	producción	1 870 000 ton,	y	rendimiento	medio	de	6.7 ton/ha
Brasil	185 000 ha	producción	1 664 000 ton,	y	rendimiento	medio	de	9.0 ton/ha
Argentina	111 000 ha	producción	1 349 000 ton,	y	rendimiento	medio	de	12.1 ton/ha

En Perú hubo un aumento en la superficie cultivada, de 256 000 ha en el período 1961—1965, 280 000 en 1975, y un aumento en los rendimientos medios de 5.8 a 6.7 ton/ha. Brasil y Argentina han disminuido el área sembrada, pero han aumentado los rendimientos medios.

Los siguientes son los países que siguen en importancia:

Colombia	90 000 ha producción	950 000 ton, y rendimiento medio de 10.6 ton/ha
Bolivia	136 000 ha producción	775 000 ton, y rendimiento medio de 5.7 ton/ha
Chile	72 000 ha producción	738 000 ton, y rendimiento medio de 10.3 ton/ha
México	54 000 ha producción	650 000 ton, y rendimiento medio de 12.0 ton/ha
Ecuador	40 000 ha producción	450 000 ton, y rendimiento medio de 11.2 ton/ha

En Colombia, Bolivia, México y Ecuador, ha habido un aumento en área en 1975, cuando se le compara con el período 1961—1965. En Chile el área ha disminuido en 18 000 ha. Los rendimientos medios en todos los países de este grupo han tenido un aumento en igual período.

El grupo siguiente lo forman Venezuela y Uruguay.

Venezuela	15 000 ha producción	159 000 ton y rend. medio de 10.6 ton/ha
Uruguay	26 000 ha producción	121 000 ton y rend. medio de 4.7 ton/ha

En estos países el cultivo de la papa ha tenido un leve aumento en área de 1961 a 1975.

Los otros países productores de papa son Cuba, Guatemala, República Dominicana, Costa Rica, Jamaica y Panamá que cultivan de 1 000 a 8 000 ha.

Se está conciente de que las calorías anuales producidas en cada país por los cultivos alimenticios no son siempre consumidas en el sitio de origen. Así, Cuba exporta grandes cantidades de azúcar; Argentina, trigo; Ecuador, Costa Rica y Panamá, bananos. Por otra

CUADRO N° 80. Papa. Superficie, producción y rendimiento medio en América Latina. Promedio 1961-1965 y año 1975 (FAO, 1975).

Países	Superficie ha x 10 ³		Producción ton x 10 ³		Rend. medio ton/ha	
	1961-1965	1975	1961-1965	1975	1961-1965	1975
Perú	256	280	1 487	1 870	5.8	6.7
Brasil	200	185	1 178	1 664	5.9	9.0
Argentina	179	111	1 738	1 349	9.7	12.1
Colombia	67	90	725	950	10.8	10.6
Bolivia	111	136	546	775	4.9	5.7
Chile	90	72	793	738	8.8	10.3
México	46	54	366	650	8.0	12.0
Ecuador	36	40	322	450	8.9	11.2
Venezuela	14	15	113	159	7.9	10.6
Uruguay	23	26	109	121	4.8	4.7
Cuba	8	8	89	88	10.5	10.9
Guatemala	4	7	18	30	4.1	4.2
R. Dominic.	1	2	11	28	15.2	11.7
Costa Rica	3	2	23	22	7.2	11.0
Jamaica	1	2	9	15	7.4	7.3
Panamá	1	1	8	13	10.0	10.7
Total						
América Latina	643	1 033	7 554	8 952	11.7	8.6

parte la importación de alimentos no procesados de origen agrícola es bastante grande en algunos países. Venezuela importó en 1976, sobre 1 600 000 toneladas de cereales (trigo, maíz y sorgo) para uso de alimentación humana y animal.

En todo caso, se estima que el estudio de los Cuadros N°s 81 y 82 muestra que la papa, por encontrarse en los países andinos y en Chile en su habitat natural, podría jugar, mediante la aplicación de una mejor tecnología, un papel preponderante en la alimentación y no sólo aportar en Venezuela el 1.9 % del total de calorías; en Colombia el 4.7 % y en Ecuador el 5 %. Igualmente, las cifras de Perú de 16.7 %, Bolivia de 16.3 % y Chile de 8.9 % podrían superarse en beneficio de una mejor alimentación de la población de escasos recursos.

Un aspecto interesante que ha emergido de este estudio es que el trigo es sólo importante en los países de clima templado: Argentina, Uruguay y Chile, y que se ha gastado un esfuerzo enorme por

CUADRO N° 81. Producción en calorías anuales por los principales
anuales producidas por cada país y el porcentaje

PAISES	MAIZ	%	PAPA	%	TRIGO	%	ARROZ	%
PERU	2 268 750	30.3	1 250 656	16.7	516 000	6.9	1 232 000	16.5
BRASIL	59 862 330	42.0	1 112 868	0.8	5 160 000	3.6	18 908 736	13.3
ARGENTINA	27 951 000	44.5	902 196	1.4	29 446 400	46.9	862 400	1.4
COLOMBIA	2 624 490	19.6	635 360	4.7	294 400	2.2	3 976 896	29.7
BOLIVIA	1 197 900	37.6	518 320	16.3	223 600	7.0	293 216	9.2
CHILE	1 194 270	21.9	493 544	8.9	3 450 320	61.9	187 264	2.4
MEXICO	32 670 000	60.4	434 720	0.8	9 408 400	17.4	1 535 072	2.8
ECUADOR	943 500	15.6	300 960	5.0	165 120	2.7	813 120	13.4
VENEZUELA	2 490 180	44.2	106 324	1.9	3 440	0.1	909 216	16.0
URUGUAY	569 910	20.8	80 940	2.3	1 568 640	57.3	465 696	17.0
CUBA	453 750	4.6	58 824	0.5	—	—	1 034 880	9.6
GUATEMALA	3 571 920	67.1	20 064	0.4	154 800	2.8	101 024	1.9
R. DOMINICANA	192 390	6.6	18 696	0.6	—	—	586 432	20.4
C. RICA	206 910	9.6	14 744	0.7	—	—	325 248	15.2
JAMAICA	36 300	4.7	10 032	1.3	—	—	—	—
PANAMA	221 430	12.9	8 664	0.5	—	—	438 592	25.6
PARAGUAY	1 241 460	35.5	1 976	0.0	154 800	4.4	110 800	3.2

cultivos en Latinoamérica (x 10⁶). Se indica el total de calorías correspondiente a cada cultivo.

CAÑA DE AZÚCAR	%	BANANO	%	YUCA	%	FRIJOL	%	Calorías Totales
1 476 000	19.7	—	—	596 835	8.0	141 540	1.9	7 481 781
14 749 340	10.3	447 260	0.3	34 550 154	24.3	7 683 600	5.4	142 474 288
2 624 000	4.2	267 410	0.4	388 620	0.6	367 330	0.6	62 809 356
3 138 404	23.4	750 750	5.6	1 676 268	12.5	293 190	2.2	13 389 758
380 480	11.9	195 250	6.1	363 222	11.4	13 480	0.4	3 185 448
—	—	—	—	—	—	249 380	4.5	5 574 778
5 248 000	9.7	765 050	1.4	—	—	4 050 740	7.5	54 111 982
902 000	14.9	2 359 500	39.0	463 590	7.6	101 100	1.7	6 048 890
872 644	15.5	697 180	12.4	430 542	7.6	128 060	2.3	5 637 586
53 300	1.9	—	—	—	—	6 740	0.2	2 745 226
8 744 000	81.4	55 770	0.5	303 552	2.8	80 880	0.7	10 731 656
803 600	15.1	371 800	7.0	8 874	0.2	293 190	5.5	5 325 272
1 547 506	52.5	225 225	7.6	265 455	9.0	94 360	3.2	2 930 662
376 872	17.5	976 250	45.4	12 699	0.6	235 900	11.0	2 148 623
616 476	80.0	89 430	11.6	19 125	2.4	—	—	771 363
282 408	16.5	698 500	40.7	53 397	3.1	13 480	0.7	1 716 471
229 600	6.6	185 240	5.3	1 440 036	41.2	131 430	3.8	3 495 422

CUADRO N° 82. Calorías totales consumidas por habitante/año y calorías habitante/año aportadas por la papa, en Latinoamérica.

PAÍSES	Calorías totales x 10 ⁶	Calorías papa x 10 ⁶	Población x 10 ³	Calorías to- tales (*)	hab/año % (**)	Calorías papa hab/año
Perú	7 481 781	1 250 656	15 326	488 175	44	81 603
Brasil	142 474 288	1 112 868	109 730	1 298 400	118	10 141
Argentina	62 809 556	902 196	25 384	2 474 370	225	35 541
Colombia	13 389 758	635 360	25 890	517 178	47	24 540
Bolivia	3 185 448	518 320	5 410	588 807	53	95 807
Chile	5 574 778	493 544	10 253	543 721	49	48 136
México	54 111 982	434 720	59 204	913 991	83	7 342
Ecuador	6 048 890	300 960	7 090	853 157	77	42 448
Venezuela	5 637 586	106 324	12 213	461 605	42	8 705
Uruguay	2 745 226	80 940	3 108	882 322	80	26 042
Cuba	10 731 656	58 824	9 481	1 131 910	103	6 204
Guatemala	5 325 272	20 064	6 129	868 860	79	3 273
R. Dominicana	2 930 662	18 696	5 118	572 618	52	3 652
C. Rica	2 148 623	14 744	1 994	1 077 544	98	7 394
Jamaica	771 363	10 032	2 029	380 169	34	4 944
Panamá	1 716 476	8 664	1 678	1 022 929	93	5 163
Paraguay	3 495 422	1 976	2 647	1 320 522	120	746

(*) El consumo que se recomienda es de 3 000 calorías al día, el total por habitante/año es de 3 000 x 365 = 1 095 000 calorías.

(**) Porcentaje de 3 000 calorías.

transplante equivocado de tecnología para desarrollar programas de mejoramiento en trigo en Perú, Brasil, Colombia, Bolivia y Ecuador. Todo este esfuerzo debió haberse empleado en una planificación racional de la investigación en maíz, arroz, yuca, papa y bananos.

El Cuadro N° 82, revela por otra parte que sólo cuatro países de los 17 principales productores de alimento de América Latina sobrepasan en producción *per capita*, la ingestión normal de 3 000 calorías recomendada para un hombre adulto por los nutricionistas: estos son Brasil, Argentina, Cuba y Paraguay. El resto de los países está bajo la cifra de las 3 000 calorías. Perú, Colombia, Chile, Venezuela y Jamaica están bajo el 50 % de los requerimientos normales. La papa, en el caso de Perú, Colombia, Chile y región andina alta de Venezuela, podría ayudar a aliviar esta situación.

PERÚ

La papa es un recurso alimenticio importante en este país. La principal producción agrícola, considerando las calorías totales anuales que genera, (Cuadro N° 81) es el maíz, 30.3 %; siguen la caña de azúcar, 19.7 %; la papa con 16.7 % y el arroz con 16.5 %. Están después la yuca con 8.0 %; el trigo con 6.9 % y el frijol con 1.9 %.

Si se considera, (Cuadro N° 82) que el total de la producción (expresado en calorías) se consume por la población del país, que es de 15 326 000 habitantes, se tiene que el consumo *per capita* sería de 488 175 calorías al año, lo que representa el 44 % de las 3 000 calorías diarias (1 095 000 calorías anuales) recomendado por los especialistas en alimentación de FAO para una persona adulta. La papa aporta 81 602 calorías/habitante/año, lo que sólo representa el 16.7 % del total nacional.

La principal producción del país está localizada en la Sierra, con 312 000 hectáreas, el 93 % del área total, ubicada en la cordillera de los Andes entre 1 500 y 4 000 metros de altitud. En la Sierra se hace el cultivo de la papa todo el año, ya sea de secano o riego; la Costa, ubicada desde el nivel del mar hasta 1 500 m, va desde el Departamento Libertador en el norte hasta Tacna, en el sur. Cultiva alrededor de 8 000 ha bajo riego y las siembras se hacen en mayo-junio para cosechas en octubre y noviembre.

CUADRO N° 83. Papa, Perú. Regiones de Producción; en porcentaje. Año 1971 (Graber, 1974).

REGIONES	Porcentajes de producción		TOTAL REGION
	Costa	Sierra	
NORTE	0.1	23.8	23.9
CENTRO	6.0	45.0	51.0
SUR	0.8	24.3	25.1
TOTAL PAÍS	6.9	93.1	100.0

El cultivo de la papa en Perú está clasificado en tres categorías técnicas y son: cultivos rústicos, cultivos semi-perfeccionados y cultivos perfeccionados. Los cultivos de la Sierra son principalmente rústicos y usan implementos como el arado y el tirapié (*chaqui-taylla*) de tracción humana o animal. Los cultivos con tecnología adecuada corresponden a la Costa.

Las principales localidades paperas de la Región Centro-Sierra (Cuadro N° 84), que produce el 45 % del total del país, son: Junín-Valle de Mantaro (Comas, Sicaya, Huayucachi, Chupaca, Santa Rosa de Ocopa); Junín-Tarma (Huasahuasi, Tarma, otros); Huancavelica (Colcabamba, San Juan de Pillo, Huantaro, Huando, Mariscal Cáceres, Lircay, Paucará); Ayacucho, Pasco, Huánuco (Chaglla, Pampas, Llicllatambo, Huandobamba-Ichocán, Acobamba).

En la Región Centro-Costa, las principales localidades son: Cañete, Barranca, Puente de Piedra (Lima), Huaral, Ica y Chincha.

El Cuadro N° 84, muestra que la Región Sur-Sierra fue la más importante productora de papa hasta 1963; de ahí en adelante fue aventajada por la Región Centro-Sierra.

En cuanto a rendimientos medios (Cuadro N° 84), la Región de la Costa es la que tiene los más altos valores, especialmente en el Centro y Sur del país.

CUADRO N° 84. Papa, Perú. Superficie (S) (ha x 10³), Producción (P) (ton x 10³) y Rendimiento medio (R) (ton/ha), por regiones. Años 1960—1971 (Graber, 1974).

REGIONES	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
NORTE COSTA	S:	0.5	0.5	0.4	0.6	1.2	2.0	0.6	1.0	0.8	0.3	0.2
	P:	3.7	3.8	3.1	4.3	11.2	20.0	4.6	8.3	6.4	4.0	2.0
	R:	8.2	8.2	8.2	7.6	9.3	10.0	7.5	7.9	8.6	8.5	11.5
NORTE SIERRA	S:	55.2	55.1	56.5	58.9	65.6	58.4	55.7	53.7	65.7	64.3	67.1
	P:	326.0	419.8	401.2	426.9	436.1	473.1	478.3	447.7	484.5	478.7	465.9
	R:	5.9	7.6	7.1	7.2	6.7	8.1	8.6	8.5	8.3	7.4	6.9
CENTRO COSTA	S:	4.7	4.6	4.8	4.5	5.4	5.2	5.4	6.1	6.4	8.3	6.2
	P:	50.6	51.3	69.8	84.6	81.0	78.0	85.3	97.1	105.2	108.1	143.6
	R:	10.3	11.2	14.6	18.8	15.0	15.0	15.7	14.7	17.2	16.8	17.4
CENTRO SIERRA	S:	67.9	67.1	67.1	67.3	90.4	92.2	104.5	110.8	120.7	139.8	148.3
	P:	325.2	343.5	360.3	372.1	556.1	613.6	506.7	609.2	630.6	781.8	827.2
	R:	4.8	5.1	5.4	5.5	6.2	5.6	4.8	5.5	5.2	5.6	5.7
SUR COSTA	S:	2.2	1.8	1.7	1.5	1.2	1.9	2.0	2.5	2.3	1.7	1.4
	P:	17.1	13.8	13.1	12.4	11.9	20.3	22.1	26.8	26.6	15.9	14.2
	R:	7.9	7.8	7.6	8.6	9.9	10.5	10.8	10.8	11.8	9.6	9.9
SUR SIERRA	S:	106.2	106.1	98.7	103.2	97.8	91.4	77.4	80.9	67.1	78.2	89.2
	P:	392.6	410.5	384.5	375.6	434.3	463.3	343.6	397.3	307.8	388.4	460.5
	R:	3.8	3.9	3.9	3.6	4.4	5.1	4.4	4.9	4.6	5.0	5.4
PERU TOTAL	S:	233.1	235.2	230.2	236.0	261.5	251.1	245.6	259.9	250.9	292.6	315.2
	P:	1 115.2	1 242.7	1 232.0	1 275.9	1 531.2	1 566.7	1 440.5	1 633.8	1 526.2	1 786.1	1 929.9
	R:	4.8	5.3	5.3	5.4	5.8	6.2	5.9	6.3	6.1	6.1	6.1

Promedio producción Costa 1960—1971 = 113.8

Promedio producción Sierra 1960—1971 = 1 407.3

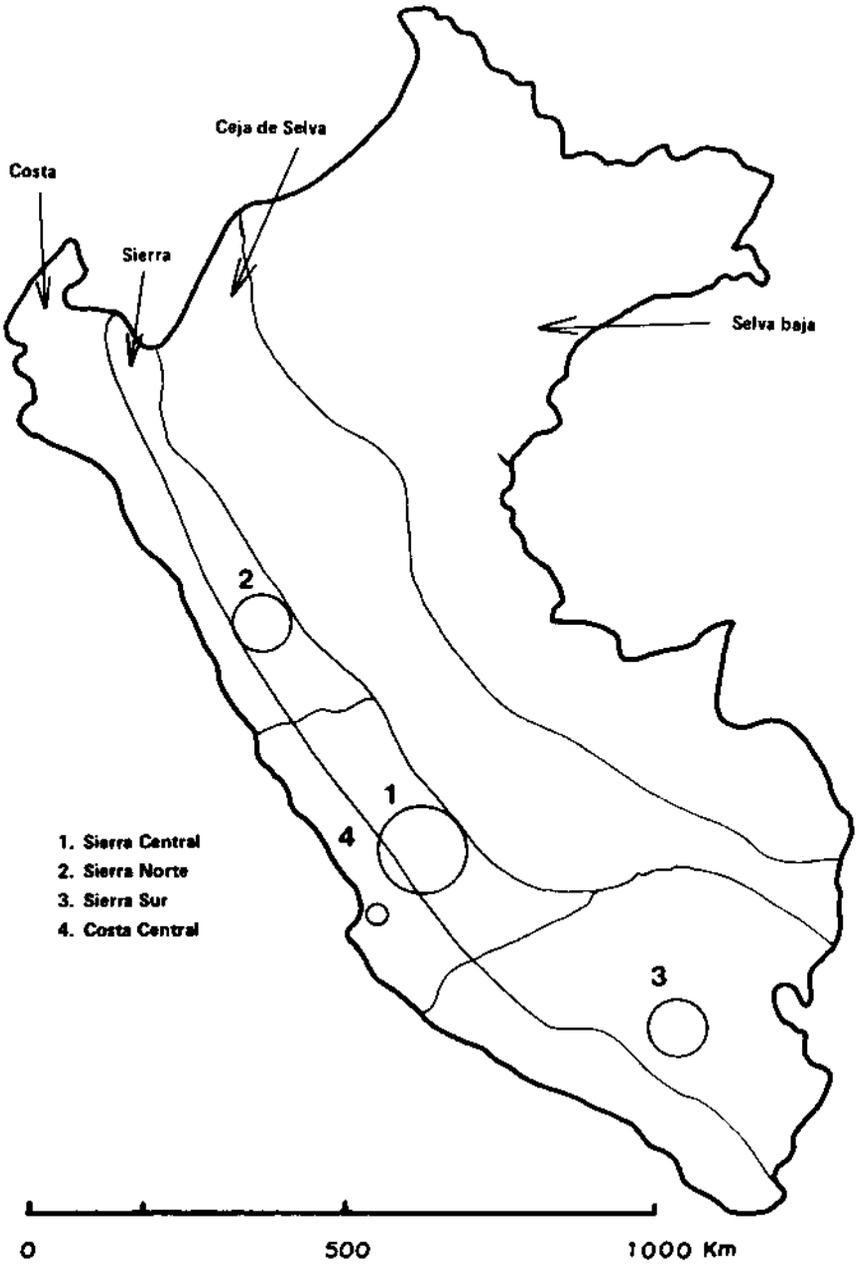


Fig. 80. Papa, Perú. Regiones productoras.

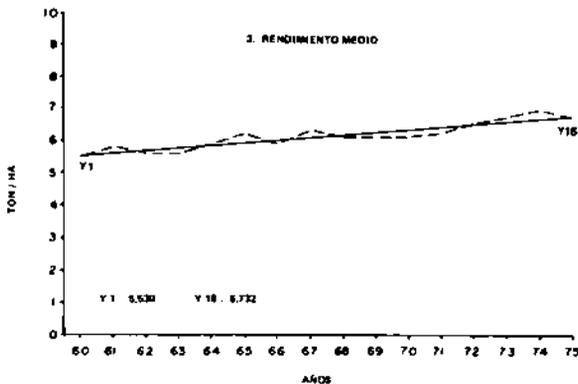
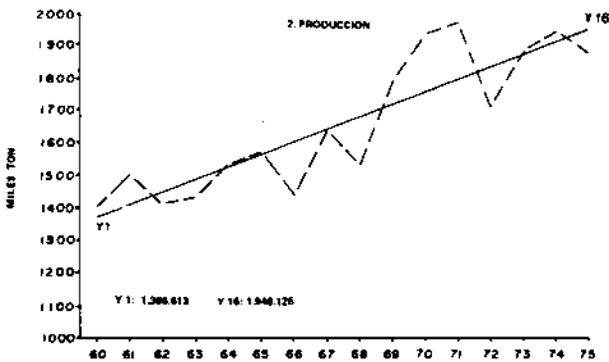
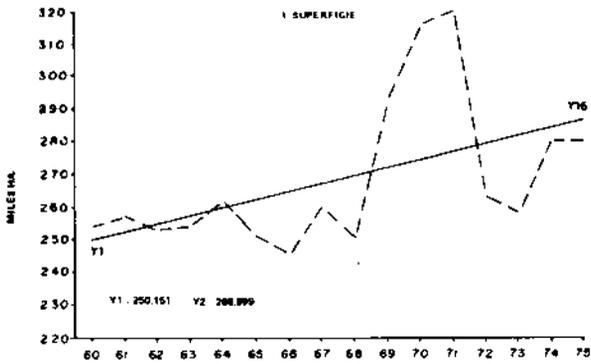


Fig. 81. Papa, Perú. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

CUADRO N° 85. Papa, Perú. Superficie, Producción y Rendimiento Medio, 1960–1975 (FAO, 1973, 1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	254 000	1 397 800	5.5
1961	258 200	1 492 300	5.8
1962	252 800	1 416 200	5.6
1963	254 400	1 426 900	5.6
1964	261 500	1 531 200	5.9
1965	251 100	1 568 200	6.2
1966	245 600	1 440 500	5.9
1967	259 900	1 633 800	6.3
1968	250 900	1 526 200	6.1
1969	292 500	1 785 100	6.1
1970	315 200	1 929 800	6.1
1971	320 100	1 967 900	6.2
1972	263 000	1 712 000	6.5
1973	258 000	1 880 000	6.7
1974	280 000	1 940 000	6.9
1975	280 000	1 870 000	6.7
PROMEDIO	268 570	1 657 368	6.1

La relación de la superficie sembrada con papa en el Perú y los años considerados se muestran en la Fig. 81–1, apreciándose que existe una tendencia hacia un aumento de superficie, pero que se ha manifestado en forma muy irregular.

La producción representada en la Fig. 81–2 también muestra una tendencia positiva continuada, aunque irregular, cuando se considera los años individuales.

Los rendimientos medios, que son en general bajos, Fig. 81–3, tienen valores ascendentes que van desde 5 530 a 6 732 ton/ha.

BRASIL

Los principales cultivos alimenticios de Brasil, de acuerdo a la producción de calorías anuales (Cuadro N° 81) son: maíz con 42 %;

CUADRO N° 86. Papa, regiones de producción de Brasil. (En porcentajes) (Drummond, 1975).

REGIONES	PORCENTAJE DE LA PRODUCCIÓN TOTAL
Río Grande del Sur	25.0 %
Paraná	24.0 %
Sao Paulo	24.0 %
Minas Gerais	15.0 %
Santa Catalina	9.0 %
Paraíba	0.7 %
Otras regiones	1.5 %

CUADRO N° 87. Papa, Brasil. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960–1975 (FAO, 1973–1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton.	Rend. medio ton/ha
1960	188 000	1 025 000	5.5
1961	199 000	1 113 000	5.6
1962	196 000	1 134 000	5.7
1963	200 000	1 168 000	5.8
1964	209 000	1 264 000	6.0
1965	202 000	1 246 000	6.2
1966	199 000	1 329 000	6.7
1967	217 000	1 467 000	6.7
1968	227 000	1 606 000	7.1
1969	221 000	1 507 000	6.8
1970	214 000	1 583 000	7.4
1971	250 000	1 650 000	6.6
1972	202 000	1 720 000	8.5
1973	206 000	1 557 000	7.5
1974	181 000	1 673 000	9.2
1975	185 000	1 664 000	8.9
PROMEDIO	206 000	1 419 125	6.8



Fig. 82. Papa, Brasil. Regiones productoras.

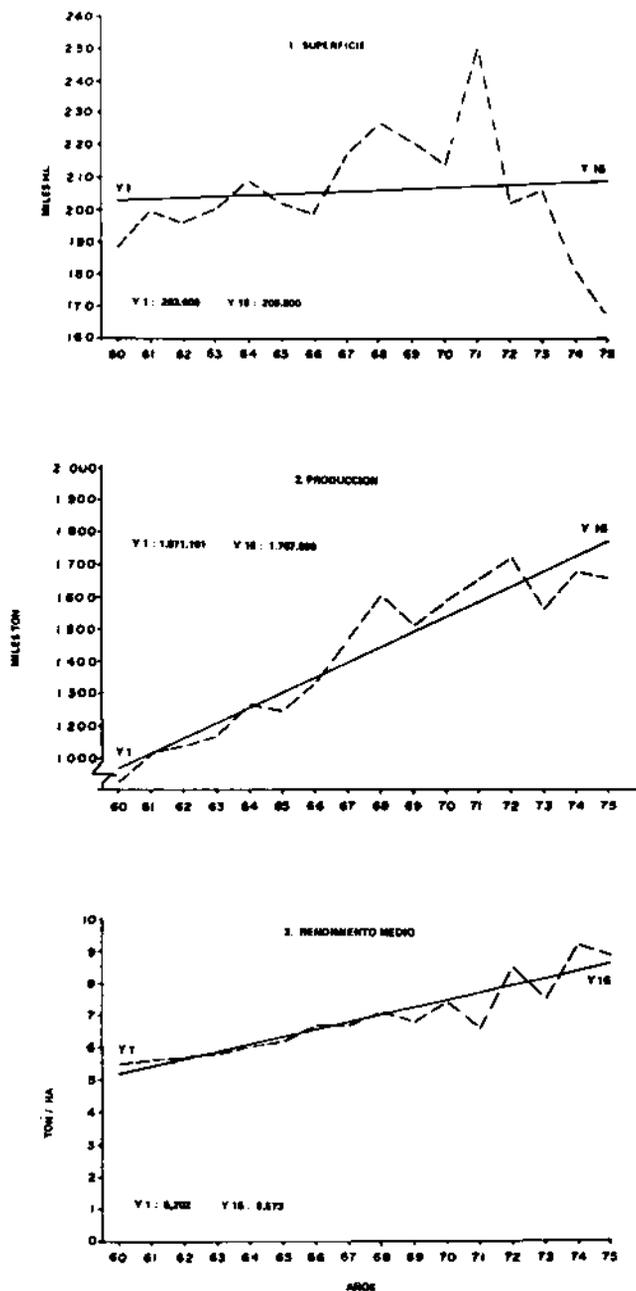


Fig. 83. Papa, Brasil. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

yuca con 24.3 %; arroz con 13.3 %; caña de azúcar con 10.4 %; frijol con 5.4 %; trigo con 3.6 %; papa con 0.8 % y banano con 0.3 %.

Considerando el total de calorías producidas por los cultivos alimenticios, que es de $142\,474\,288 \times 10^6$ (Cuadro N° 82), y la población del país que es de 109 790 000 habitantes, se tiene que el consumo *per capita* sería de 1 298 400 calorías anuales, lo que representa el 118 % de lo recomendado por los nutricionistas. La papa sólo aporta el 0.8 % de las calorías totales.

La papa ha aumentado el área cultivada con el desarrollo de los grandes centros urbanos. Su producción está localizada principalmente en el sur, procurando temperaturas más bajas, especialmente en Paraná, Río Grande del Sur y Santa Catalina. También se cultiva en regiones algo elevadas del centro, como Minas Gerais, Sao Paulo Paraíba y Río Janeiro. Los principales estados productores son: Sao Paulo, Río Grande del Sur y Paraná.

La superficie cultivada con papa en Brasil (Fig. 83—1) tiene una ligera tendencia a aumentar, como lo muestra la línea matemática $Y_1 - Y_{16}$, de 203 000 a 209 000 hectáreas desde 1960—1975. El examen anual de las áreas cultivadas muestra una gran irregularidad de valores.

La producción (Fig. 83—2) ha tenido un manifiesto aumento y posiblemente ello se deba al uso de variedades de papas más adecuadas, mejores épocas de siembra y prácticas culturales oportunas.

Los rendimientos medios del Brasil son bajos, debido a que las altas temperaturas (sobre 24°C) en las áreas de producción son limitantes en el proceso de tuberización.

La Fig. 83—3 muestra, sin embargo, un aumento en la productividad que va desde 5 202 a 8 573 ton/ha en 16 años estudiados.

ARGENTINA

Los principales cultivos agrícolas alimenticios de Argentina son: de acuerdo al aporte calórico que ellos proporcionan (Cuadro N° 81), trigo 46.9 %; maíz 44.5 % vienen después pero con importancia

secundaria: caña de azúcar 4.2 %; papa 1.4 %; arroz 1.4%; yuca 0.6%; frijol 0.6% y banano 0.4%.

El total de calorías producidas anualmente por los cultivos alimenticios es de $62\,809\,356 \times 10^6$ (Cuadro N° 82) y la población del país llega a 25 384 000 habitantes, lo que daría una producción media de 2 474 370 calorías/habitante/año, el 225 % de lo recomendado por los nutricionistas. La papa aporta el 1.4 % de las calorías totales.

El cultivo de papa es factible prácticamente en todas las regiones agrícolas del país pero, lógicamente, por ser en algunas de ellas su producción más fácil y además contar con ciertas ventajas económicas, como disponibilidad y proximidad de mercados, existen zonas comerciales donde el cultivo alcanza mayor magnitud.

La principal región productora es el sudesde de la Provincia de Buenos Aires, que contribuye con más del 50 % del área total y del 60 % de la producción total del país. Temperatura media aproximadamente 16°C, altitud desde el nivel del mar hasta 200—300 m, lluvia anual de 700 mm.

Cultivo de la papa desde comienzos de primavera (octubre) hasta comienzos de otoño (abril), producción semi-tardía. Por sus características climáticas esta región puede mantener su producción en el campo durante un largo tiempo, lo que involucra que el período de comercialización se extiende desde principios de febrero hasta fines de octubre. Abarca los partidos de Balcarce, General Alvarado, General Pueyrredón, Lobería, Tandil, y en menor escala General Madariaga, Necochea y Mar Chiquita.

Región de Rosario, en el sur de la Provincia de Santa Fé, con dos cosechas, una semi-temprana y otra tardía; rendimientos bajos en comparación con la otra región. Representa aproximadamente el 20 % del total del país. Temperatura algo más elevada. Departamentos de San Lorenzo, Iriondo, Rosario y Constitución de la Provincia de Santa Fé y los partidos de Ramallo y San Nicolás de la Provincia de Buenos Aires.

Región de Mendoza (Cuyo) de riego y ubicada en las laderas primarias de la cordillera de Los Andes; tres cosechas: semi-temprana, semi-tardía y tardía. Hay otras zonas denominadas: norte (Tucumán, Santiago del Estero, Jujuy y Salta); oeste de Buenos

CUADRO N° 88. Papa, regiones de producción en Argentina. (Valores aproximados en porcentajes, INTA, 1965).

REGIONES	Porcentaje de la Produc. total
Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (Balcarce, Gral. Alvarado, Gral. Pueyrredón, Lobería, Tandil, Gral. Madariaga, Necochea y Mar Chiquita)	50
Rosario (San Lorenzo, Iriondo, Rosario y Constitución de Santa Fé); Ramallo y San Nicolás	20
Mendoza (Tupungato, San Carlos, San Rafael, Tunuyán y Luján)	4
Tucumán (Chicligasta y Trancas)	2
Córdoba (Capital, Río Cuarto y San Javier)	4.5
Entre Ríos (Colón, Uruguay, Gualeguaychú y Concordia)	5.5
Otras regiones	14.0
	100.0

Aires, Córdoba, Río Negro-Neuquén, Pedro Lucro y Zonas Occidentales. El cultivo es en general bastante perfeccionado, especialmente en Sudeste Buenos Aires.

Los tipos de producción mencionados anteriormente se caracterizan por:

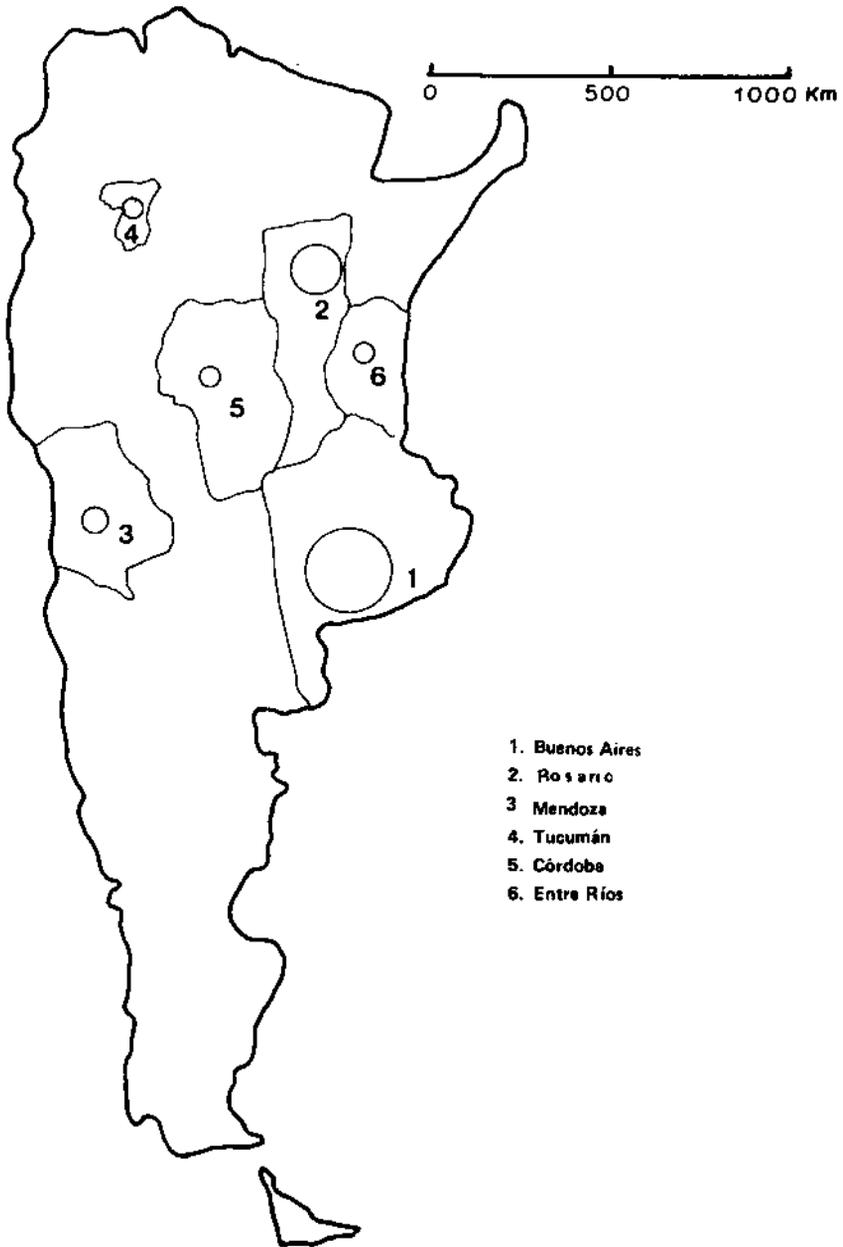


Fig. 84. Papa, Argentina. Regiones productoras.

PRODUCCIÓN	SIEMBRA	COSECHA
Temprana	Julio-Agosto	Octubre-Noviembre
Semitemprana	Agosto-Septiembre	Diciembre-Enero
Semitardía	Octubre-Diciembre	Marzo-Abril
Tardía	Enero-Febrero	Mayo-Junio

La superficie ocupada con papas en Argentina (Cuadro N° 89) muestra una disminución marcada y va desde un valor Y_1 (Fig. 85—1) de 203 377 ha en 1960 a un valor Y_{16} de 131 920 ha en 1975. Pese a esta tendencia de reducción en área la producción se ha mantenido, por iguales circunstancias a las anotadas para Brasil, con eficiencia agronómica.

CUADRO N° 89. Papa, Argentina. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960—1975 (FAO, 1973—1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton.	Rend. medio ton/ha
1960	215 000	1 860 000	8.6
1961	202 890	2 071 700	10.2
1962	143 431	1 184 400	8.2
1963	165 726	1 453 400	8.7
1964	178 823	1 492 400	8.3
1965	203 733	2 489 000	12.2
1966	164 876	1 484 300	9.0
1967	163 177	1 797 200	11.0
1968	201 126	1 974 250	9.8
1969	198 200	2 513 700	12.6
1970	186 400	1 926 300	10.3
1971	179 000	1 958 000	10.9
1972	147 000	1 340 000	9.1
1973	117 000	1 535 000	13.0
1974	105 000	2 173 000	20.7
1975	111 000	1 349 000	12.1
PROMEDIO	167 648	1 787 603	10.6

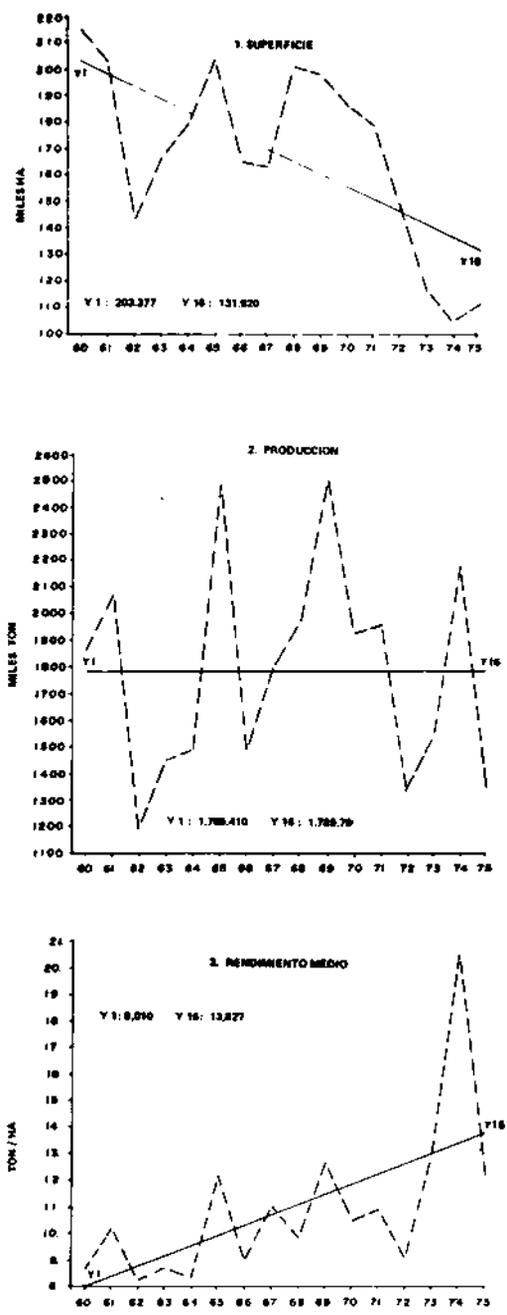


Fig. 85. Papa, Argentina. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

En la Fig. 85—2 se puede ver que las producciones anuales, aparte de ser afectadas por la variación del área, también lo son marcadamente por otros factores como clima (lluvias). El rendimiento medio (Fig. 85—3) muestra una tendencia general de aumento que va desde 8 010 a 13 827 ton/ha, pero con grandes variaciones anuales.

COLOMBIA

El cultivo de la papa es uno de los más antiguos de las tierras altas de Colombia. Los principales cultivos alimenticios, de acuerdo al aporte calórico anual que ellos proporcionan (Cuadro N° 81) son: arroz 29.7 %; caña de azúcar 23.4 %; maíz 19.6 %; yuca 12.5 %; banana 5.6 %; papa 4.7 %; frijol 2.2 %; y trigo 2.2 %.

El total anual de calorías producido por los diferentes cultivos alimenticios es de $13\,389\,758 \times 10^6$; la población del país (Cuadro N° 82) es de 25 890 000 habitantes, lo que daría un consumo de 517 178 calorías/habitante/año, o sea, un 47 % del requerimiento nutritivo para un hombre adulto.

La papa sólo proporciona un 4.7 % del aporte total de calorías, y si se considera que este cultivo junto con el trigo que aporta un 2.2 % de calorías, son los principales de las regiones frescas y frías, se verá que el problema alimenticio de las poblaciones de 'tierra fría' colombiana es de cuidado.

Los principales Departamentos productores son: Cundinamarca, donde se encuentra la Sabana de Bogotá, a 2 600 m sobre el nivel del mar, que contribuye con un 30 % a la producción nacional; Boyacá, en la parte media de la Cordillera Oriental, especialmente los Municipios de Tunja, Cocuy, Páramo y Ventaquemada, de clima frío y Nariño, en la zona fría de la región andina, junto al límite con Ecuador; Antioquía entre 2 100 y 2 500 m de altitud, especialmente en los Municipios de La Unión, La Ceja, Santuario, Rionegro, Sonsón, El Carmen, Marinilla, otros. Las temperaturas medias varían desde 6°C hasta 20°C, que corresponden a 3 500 y 1 800 m de altura, respectivamente.

Otras zonas productoras son Caldas, Santander del Norte, Santander, Cauca, Valle y Huila.

Existen dos principales períodos de producción: de 'año grande' que representa el 60 % y se cosecha de julio a setiembre, y de 'mítica', con un 30 % de la producción y que se cosecha de enero a febrero.

La superficie ocupada con papas en Colombia ha tenido una tendencia ascendente (Fig. 87-1) con valor inicial Y_1 de 69 257 y valor final de Y_{14} de 91 886 ha. La producción (Fig. 87-2) ha experimentado un aumento de casi el doble, para un período de 16 años (1960-1975) y el rendimiento medio (Fig. 87-3) también ha tenido un aumento notable.

CUADRO N° 90. Papa, Colombia. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	—	685 000	—
1961	—	600 000	—
1962	75 000	872 000	11.6
1963	69 000	573 000	8.3
1964	76 000	867 000	11.4
1965	67 000	762 000	11.4
1966	67 000	760 000	11.3
1967	79 000	800 000	10.1
1968	81 000	850 000	10.5
1969	84 000	1 000 000	11.9
1970	90 000	1 110 000	12.3
1971	87 000	1 084 000	12.4
1972	86 000	1 058 000	12.3
1973	88 000	1 130 000	12.8
1974	89 000	1 110 000	12.4
1975	90 000	950 000	10.5
PROMEDIO	80 571	888 167	11.0

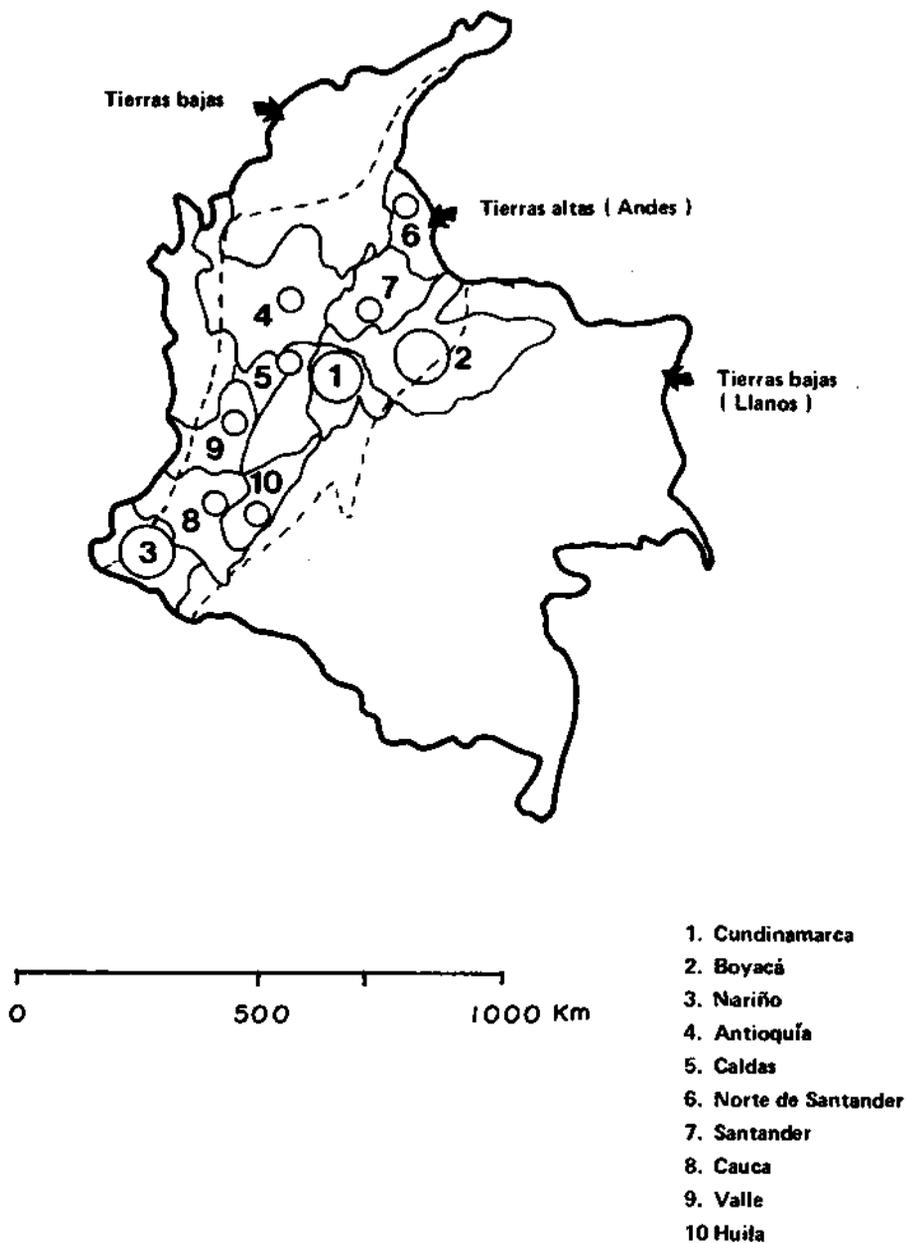


Fig. 86. Papa, Colombia. Regiones productoras.

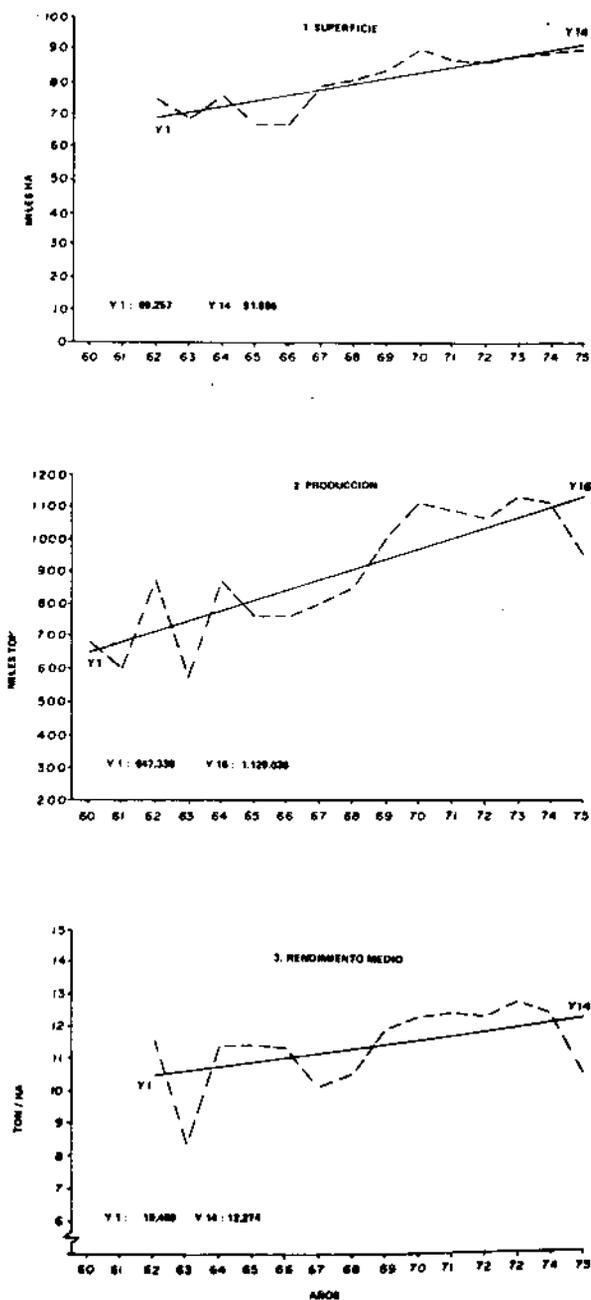


Fig. 87. Papa, Colombia. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

BOLIVIA

La papa en Bolivia es un alimento tradicional de las poblaciones del altiplano andino.

Catalogando los cultivos alimenticios de Bolivia, de acuerdo a su aporte calórico, (Cuadro N° 81) está en primer lugar el maíz con 37.6 %; la papa con 16.3 %, la caña de azúcar con 11.9%; la yuca con 11.4%; el arroz con 9.2 %; el trigo con 7.0 %; el banano con 6.1 % y el frijol con 0.4 %.

Si se agrupa los cultivos de clima frío (papa y trigo) y se suma su aporte calórico, 23.3 %; y de clima caliente (maíz, caña de azúcar, yuca, arroz, banano y frijol) 76.7 %, se verá la mayor importancia de estos últimos.

El total de calorías anuales producido por los diferentes cultivos alimenticios es de $3\,185\,448 \times 10^6$; este valor dividido en una población de 5 410 000 habitantes (Cuadro N° 82), daría un consumo de 588 807 calorías/habitante/año, cifra que sólo representa el 53 % de los requerimientos normales de una persona adulta. La papa sólo aporta 95 807 calorías/habitante/año, lo que representa el 16.3 % del total.

El cultivo de la papa está localizado en las regiones frías del altiplano andino. Las principales zonas productoras están en los Departamentos de Chuquisaca, La Paz, Oruro, Cochabamba, Tarija y Santa Cruz.

CUADRO N° 91. Papa, Bolivia. Regiones de producción (Guzmán, 1975).

DEPARTAMENTOS	% DE PRODUCCIÓN
La Paz, Cochabamba y Potosí.	70
Otros Departamentos	30
	100

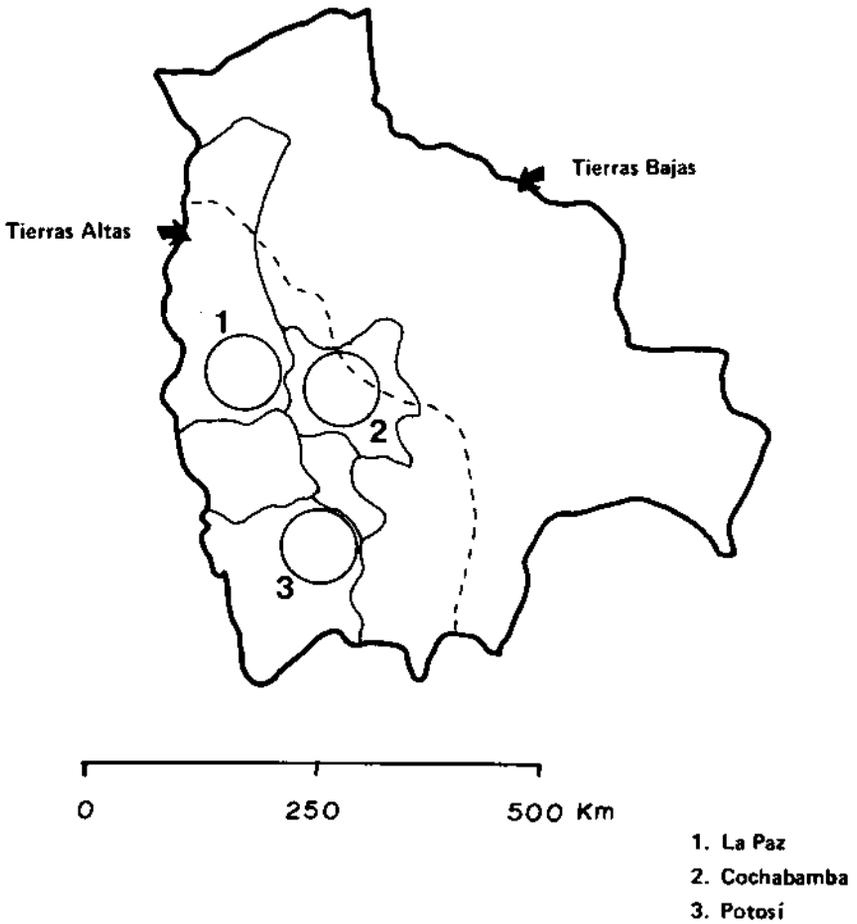


Fig. 88. Papa, Bolivia. Regiones productoras.

En gran parte de estas localidades el cultivo se hace en forma tradicional; sin embargo, las Estaciones Experimentales han introducido prácticas agronómicas que han logrado aceptación.

Según Guzmán (1975), debido al minifundio imperante en estas áreas de La Paz, Cochabamba y Potosí, el número de productores es de 385 105, cultivando cada campesino un promedio de 0.31 ha.

La superficie cultivada con papa en Bolivia (Cuadro N° 92, Fig. 89-1) ha mostrado una tendencia hacia la disminución, que sólo ha logrado en parte superarse desde 1972-1975. La producción se ha mantenido estable (Cuadro N° 92, Fig. 89-2) y el rendimiento medio (Fig. 89-3) ha sido de valor bajo y con una tendencia decreciente. Esto es un serio factor negativo debido más que todo a la falta de tecnología, motivado por la escasez de recursos de los campesinos.

CUADRO N° 92. Papa. Bolivia. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	—	189 000	—
1961	—	500 000	—
1962	143 000	1 184 000	8.2
1963	166 000	1 453 000	8.8
1964	110 000	561 000	5.0
1965	115 000	575 000	5.0
1966	110 240	549 000	4.9
1967	103 000	520 000	5.0
1968	87 765	597 600	6.8
1969	92 000	627 000	6.8
1970	95 000	655 000	6.9
1971	97 000	698 000	7.2
1972	112 000	703 000	6.3
1973	116 000	729 000	6.3
1974	118 000	749 000	6.3
1975	136 000	775 000	5.7
PROMEDIO	114 347	691 537	6.0

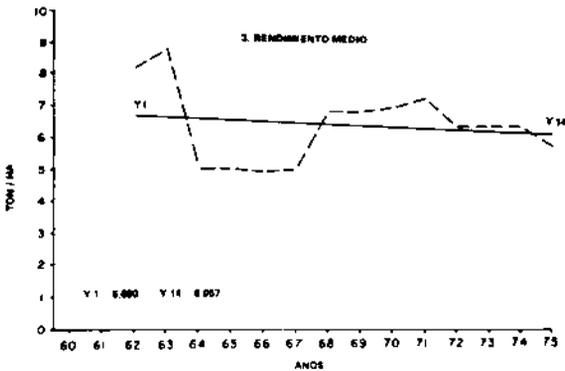
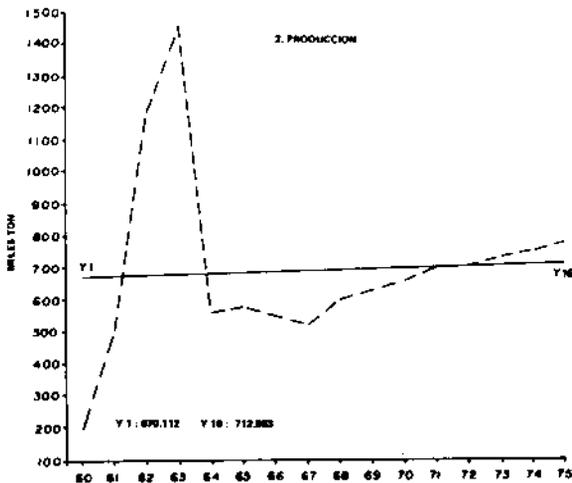
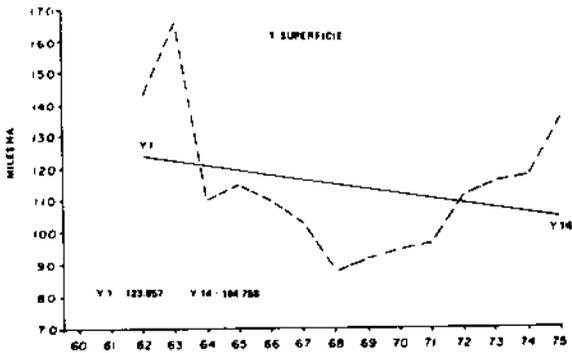


Fig. 89. Papa, Bolivia. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

CHILE

La papa es un cultivo bastante generalizado en Chile. Existen regiones en que es alimento fundamental, como ocurre desde el Río Bío-Bío hasta Chiloé, en el sur del país.

Las principales producciones agrícolas alimenticias son (Cuadro N° 81), de acuerdo al aporte calórico: trigo 61.9 %; maíz 21.9 %; papa 8.8 %; frijol 4.5 % y arroz 2.4 %.

Los cultivos alimenticios producen un total de $5\,574\,778 \times 10^5$ calorías al año, y considerando la población de 10 253 000 habitantes se tendría un consumo de 543 721 calorías/habitante/año, cifra que representa el 49 % de los requerimientos normales de un hombre adulto.

CUADRO N° 93. Papa. Chile. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960–1975 (FAO, 1974–1976).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	88 000	697 000	7.9
1961	92 000	806 000	8.8
1962	91 000	765 000	8.4
1963	89 000	848 000	9.5
1964	85 000	808 000	9.5
1965	91 000	703 000	7.7
1966	76 000	803 000	10.5
1967	77 000	717 000	9.3
1968	80 000	725 000	9.0
1969	76 000	603 000	7.9
1970	72 000	684 000	9.5
1971	80 000	836 000	10.4
1972	79 000	733 000	9.2
1973	67 000	624 000	9.3
1974	93 000	1 012 000	10.8
1975	72 000	738 000	10.3
PROMEDIO	81 750	756 375	9.2

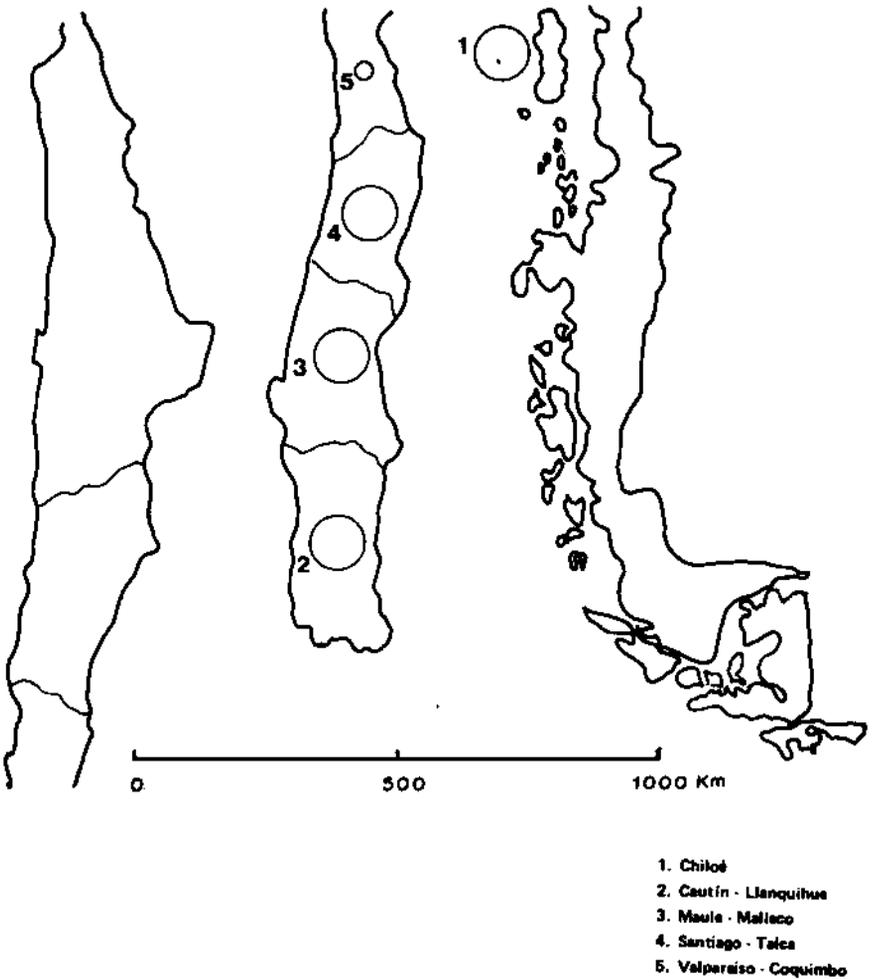


Fig. 90. Papa, Chile. Regiones productoras.

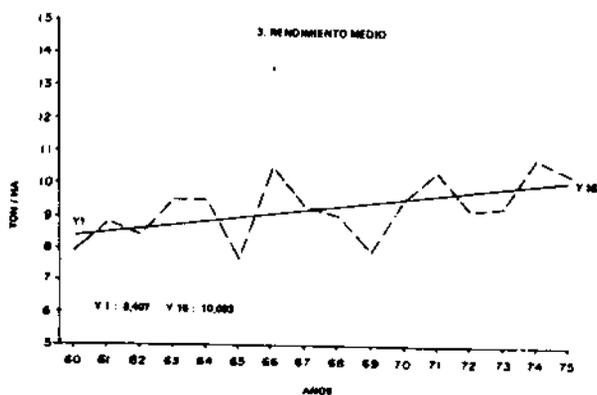
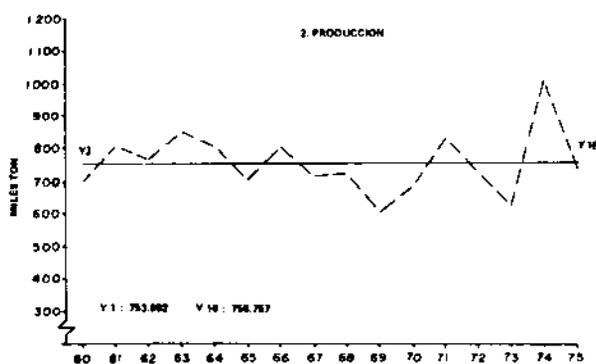
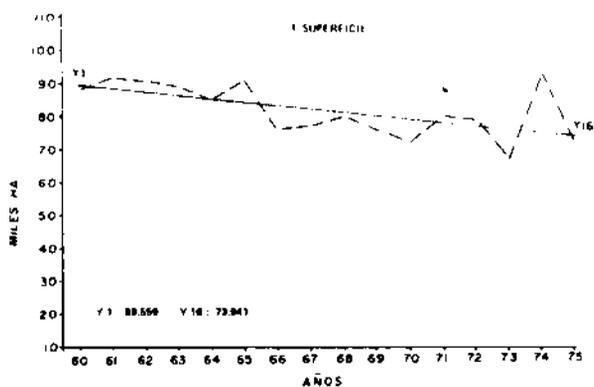


Fig. 91. Papa, Chile. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

La papa se cultiva desde Coquimbo en el Norte, con una temperatura media de 16°C y 28 mm de lluvia, hasta Chiloé en el sur, con temperatura media de 11°C y 2 000 mm de lluvia, en una extensión de 1 800 km. En Coquimbo y zona de la costa del Pacífico, que sigue al Sur hasta Santiago, es posible hacer dos cultivos al año en el mismo suelo, debido a lo benigno del clima. De Santiago a Chiloé la siembra se hace en octubre y noviembre, pasado el peligro de heladas tardías de primavera. En la parte norte de esta región la producción es exclusivamente de riego; en el sur es de secano.

En general en el país se hace un cultivo bastante cuidadoso de la papa, tanto en rotaciones como en abonos y prácticas culturales, a pesar que no se emplea gran diversidad de maquinaria.

El cultivo de la papa en la Isla de Chiloé, en el extremo sur, es aún poco tecnificado y todavía es posible encontrar el uso del '*hueghllu*' estación largo de madera de luma con punta de piedra que sirve para abrir los hoyos en que se deposita la papa-semilla.

Se distinguen cuatro ecosistemas para el cultivo de la papa: Norte Chico, Coquimbo-Valparaíso, con 10 % del área total. Centro, Santiago-Talca, con 30 % del área total. Centro-Sur, Maule-Malleco, con 20 % del área total. Sur, Cautín-Chiloé, con 40 % del área total. Las apreciaciones de área total son aproximadas y tienen variaciones anuales.

La superficie cultivada con papas en Chile ha tenido para el período 1960–1975 (Cuadro N° 93, Fig. 91–1) una reducción que va desde valores $Y_1 = 89\,559$ ha a $Y_{16} = 73\,941$ ha. La producción (Fig. 91–2) se ha mantenido estable, ya que los rendimientos medios (Fig. 91–3) han mostrado una tendencia de aumento desde valores de 8 407 a 10 093 ton/ha. Esto es consecuencia del trabajo de mejoramiento agronómico del cultivo.

MÉXICO

La papa en México no es un alimento importante y ello se debe en especial a que las principales fuentes de carbohidratos son el maíz, trigo y frijol. Por otra parte, la papa no ha logrado popularizarse por los elevados precios que alcanza en algunas épocas del año, motivado

por los períodos de plantación y cosecha y por la falta de frigoríficos para almacenar el producto.

Los principales cultivos alimenticios de México, de acuerdo a su aporte energético (Cuadro N° 81) son: maíz 60.4 %; trigo con 17.4 %; caña de azúcar con 9.7 %; frijol con 7.5 %; arroz con 2.8 %; banano con 1.4 % y papa con 0.8 %.

Las calorías totales aportadas por los cultivos alimenticios en México (Cuadro N° 82) alcanzan a $54\,111\,982 \times 10^6$. Considerando su población de 59 204 000 habitantes, se obtiene un consumo *per capita* de 913 991 cal/hab/año, cifra que representa el 83 % de los requerimientos normales de un adulto.

CUADRO N° 94. Papa, México. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960—1975 (FAO, 1973—1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	45 000	250 000	5.2
1961	44 000	294 000	6.7
1962	46 000	380 000	8.2
1963	50 000	414 000	8.3
1964	48 000	413 000	8.5
1965	39 000	319 000	8.1
1966	41 000	348 000	8.5
1967	38 000	377 000	9.8
1968	47 000	472 000	10.0
1969	32 000	488 000	15.1
1970	38 000	422 000	11.1
1971	40 000	442 000	11.0
1972	39 000	461 000	11.9
1973	55 000	640 000	11.5
1974	54 000	650 000	12.0
1975	54 000	650 000	12.0
PROMEDIO	44 375	438 750	9.9

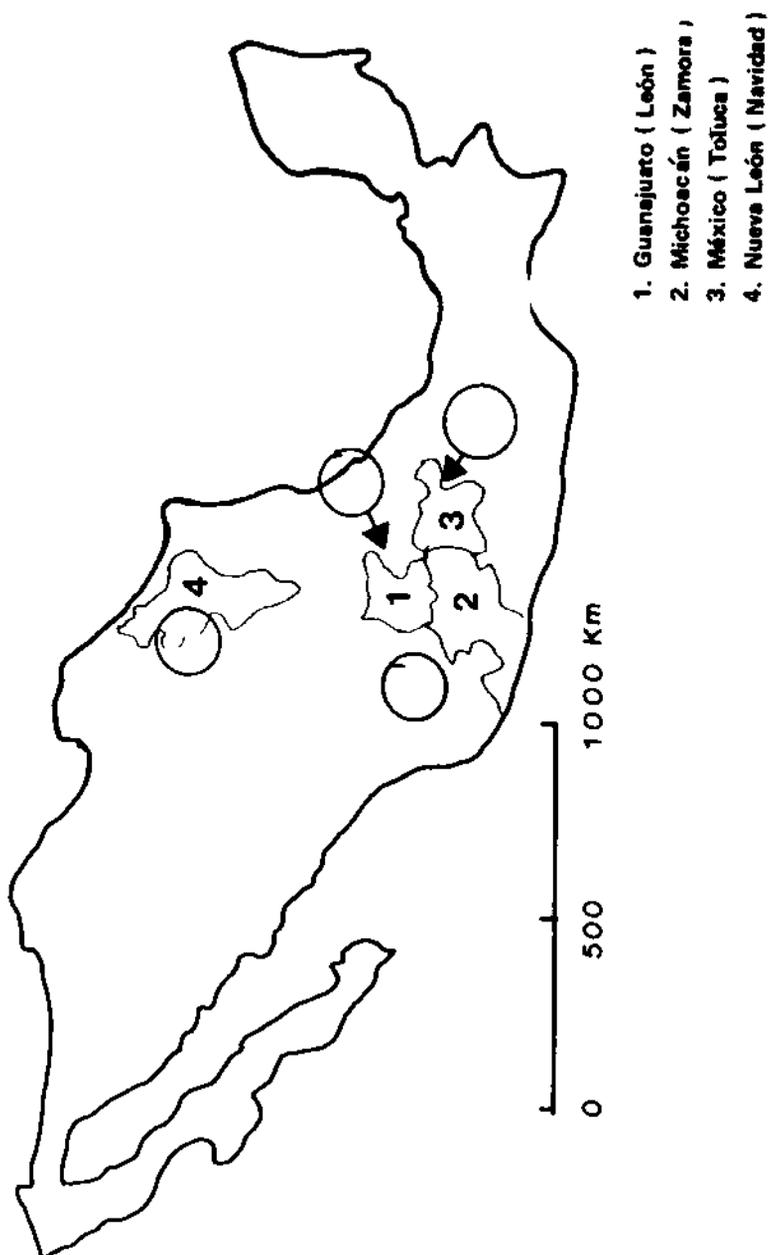


Fig. 92. Papa, México. Regiones productoras.

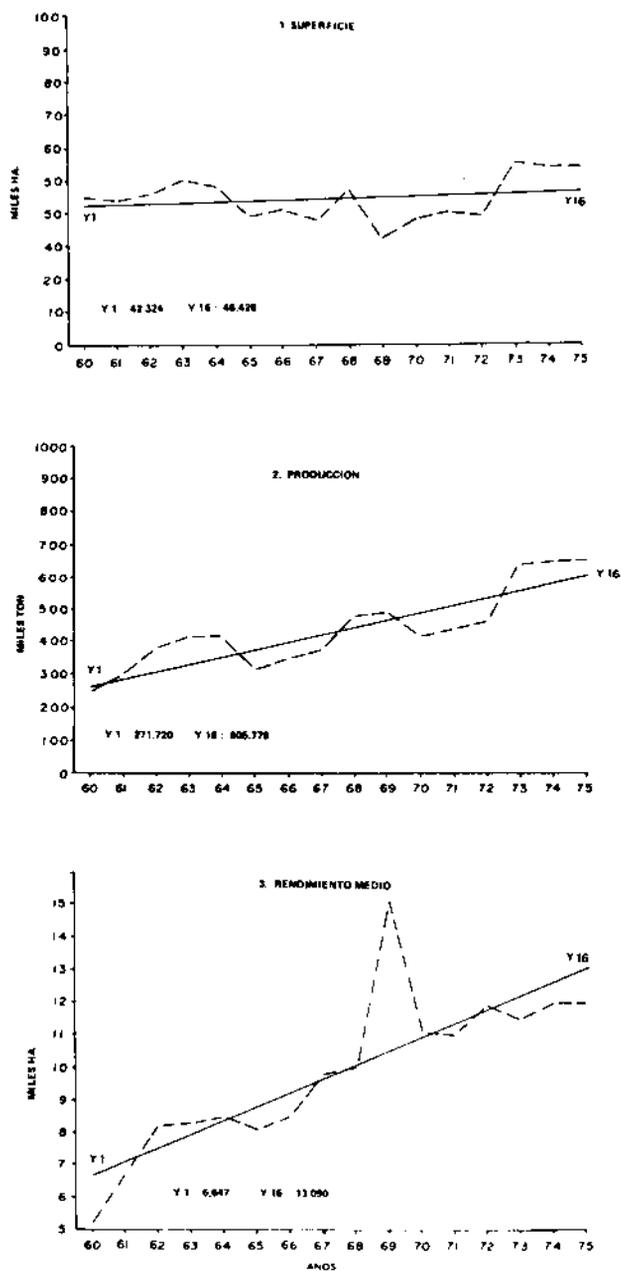


Fig. 93. Papa, México. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

La papa sólo aporta 7 342 calorías/habitante/año, o sea el alimento energético normal para 2.5 días al año de la población del país.

Hasta hace pocos años el cultivo de la papa en México se hacía primariamente en las zonas montañosas o de riego durante el invierno, para escapar a las fuertes epidemias de tizón (*Phytophthora infestans*). Con el desarrollo de variedades resistentes al tizón ha sido posible expandir el cultivo y llegar aproximadamente a 54 000 hectáreas. Los principales centros productores son: Guanajuato (León), que siembra en enero y febrero y cosecha en junio y julio. Esto corresponde al cultivo de invierno bajo riego, altitud 1 880 msnm.; Michoacán (Zamora) con siembra en octubre y noviembre y cosecha en enero y febrero. Cultivo bajo riego con lluvias aisladas, altitud 1 500 msnm.; México (Toluca) con siembra en mayo y cosecha en septiembre y octubre, cultivo de verano bajo condiciones de secano, altitud 2 600 m, Nuevo León (Navidad).

La superficie bajo cultivo con papas en México ha tenido en el período 1960–1975 un leve aumento, que según el Cuadro N° 94 y la Fig. 93–1, va de valores estadísticos de $Y_1 = 42\,324$ a $Y_{16} = 46\,426$ ha. La producción (Fig. 93–2) ha sido más del doble y el rendimiento medio (Fig. 93–3) ha pasado de valores de $Y_1 = 6\,647$ a $Y_{16} = 13\,090$ ton/ha, lo que da una tendencia de aumento de 6 443 ton/ha. Esta cifra es superior a la registrada para Argentina, de 5 827 ton/ha de incremento.

Se recalca la importancia que tiene en este aumento de productividad la acción de los ingenieros agrónomos, que han puesto a nivel de los agricultores la tecnología apropiada.

ECUADOR

La papa en Ecuador ha sido tradicionalmente un alimento de las poblaciones que habitan en regiones de climas templados y fríos. Las producciones de los cultivos alimenticios en Ecuador (Cuadro N° 81), de acuerdo a su aporte calórico, son por orden de importancia: banano 39 %; maíz 15.6 %; caña de azúcar 14.9 %; arroz 13.4 %; yuca 7.6 %; papa 5.0 %; trigo 2.7 % y frijol 1.7 %.

Considerando el total de calorías producidas al año por los cultivos alimenticios, que es de $6\,048\,890 \times 10^6$, y la población del país de $7\,090\,000$ habitantes, se tiene una cifra de $835\,157$ cal/habitante/año, el 77 % de los requerimientos nutricionales normales. La papa sólo aporta $42\,448$ cal/habitante/año, o sea, el 5 % del total nacional.

Si se agrupan los cultivos de clima caliente (banano, maíz, caña de azúcar, arroz, yuca y frijol) se verá que éstos proporcionan el 92.2 % del total nacional de calorías, y los de tierra fría (papa y trigo) sólo el 7.8 % del total de calorías, lo que crea un problema de subsistencia a las poblaciones de climas templados y fríos.

Las provincias productoras de papas están en partes altas de la región andina y son: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar.

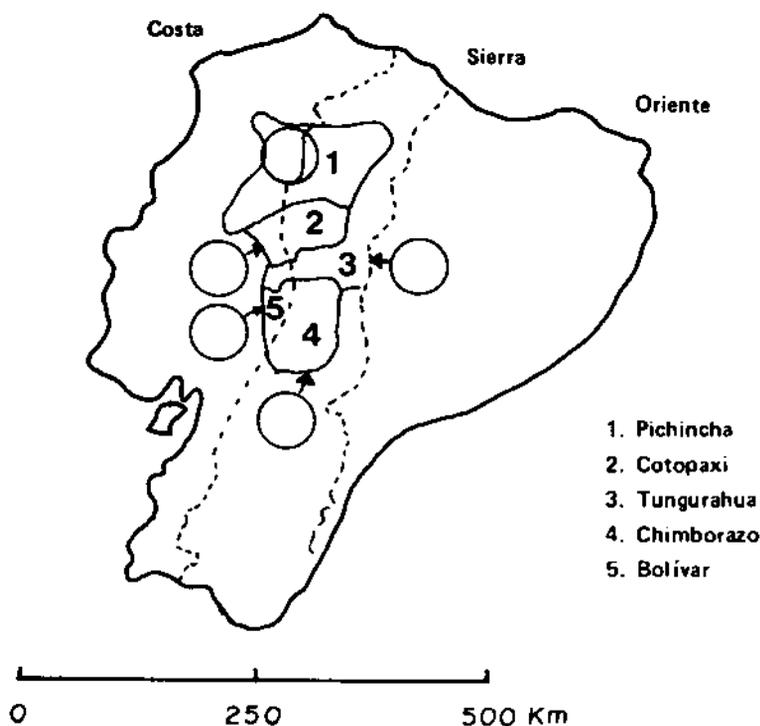


Fig. 94. Papa, Ecuador. Regiones productoras.

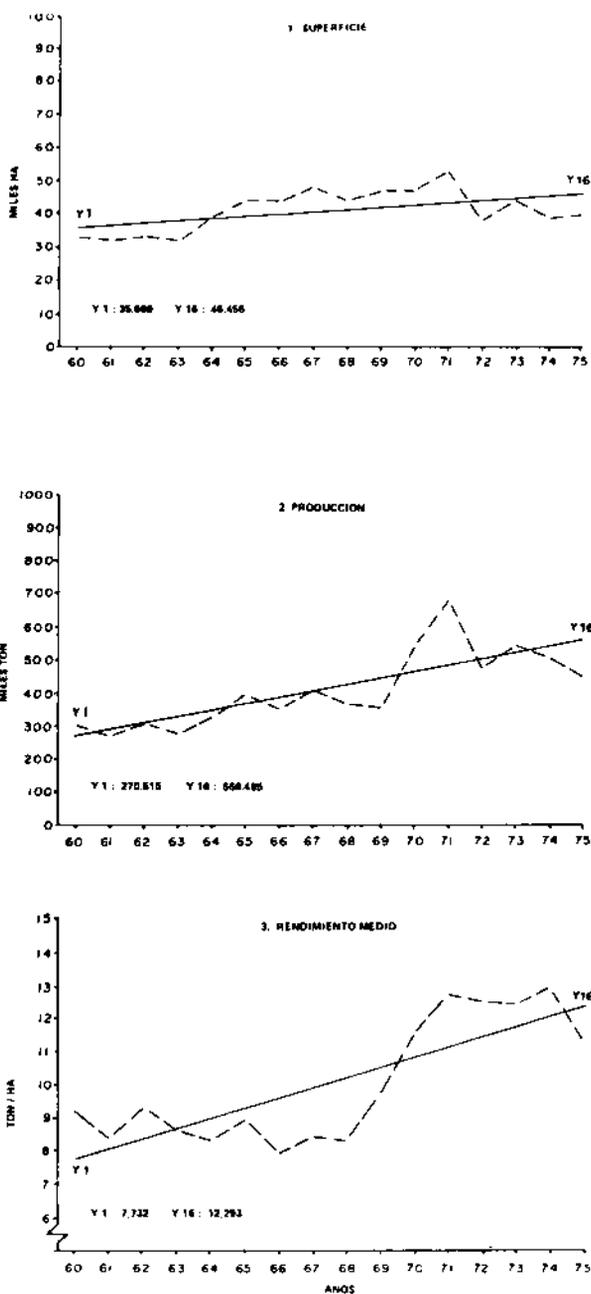


Fig. 95. Papa, Ecuador. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

CUADRO N° 95. Papa, Ecuador. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960–1975 (FAO, 1973–1975).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	33 000	302 000	9.2
1961	32 000	271 000	8.4
1962	33 000	305 000	9.3
1963	32 000	275 000	8.6
1964	39 000	324 000	8.3
1965	44 000	396 000	8.9
1966	44 000	352 000	7.9
1967	48 000	403 000	8.4
1968	44 000	367 000	8.3
1969	47 000	457 000	9.7
1970	47 000	542 000	11.5
1971	53 000	681 000	12.7
1972	38 000	473 000	12.5
1973	44 000	539 000	12.4
1974	39 000	503 000	12.9
1975	40 000	450 000	11.2
PROMEDIO	41 062	415 000	10.1

La superficie ocupada con papa en Ecuador, (Fig. 95–1) ha tenido un incremento de 35 669 a 46 456 ha en un período de 16 años. El incremento de la producción, (Fig. 95–2) es notable y va desde 270 515 a 559 485 toneladas; igualmente importante es el aumento del rendimiento medio, (Fig. 95–3) que de un valor de 7 732 ton/ha ha pasado a ser de 12 293 ton/ha.

El caso ecuatoriano es muy semejante al argentino y al mexicano, en cuanto a que la aplicación de un buen paquete tecnológico ha permitido elevar la productividad de este cultivo.

VENEZUELA

La papa en Venezuela es un alimento tradicional de la región alta, andina, que tiene un clima templado. En las regiones de alturas

intermedias y bajas, la papa se consume como un artículo de lujo ya que existen otras fuentes de carbohidratos mejor adaptadas a las altas temperaturas y que producen rendimientos superiores y más económicos que la papa, como son la yuca o mandioca, los ñames, la batata o camote, el ocumo y el taro.

El aporte calórico de los cultivos alimenticios en Venezuela (Cuadro N° 81), es por orden de importancia el siguiente: maíz 44.2 %; arroz 16.0 %; caña de azúcar 15.5 %; banano 12.4 %; yuca 7.6 %; frijol (caraota) 2.3 %; papa 1.9 % y trigo 0.1 %.

El total de calorías anuales producidas por los cultivos alimenticios de Venezuela es de $5\,637\,586 \times 10^6$; considerando su población de 12 213 000 habitantes (Cuadro N° 82), se tiene que el país sólo produce 461 605 calorías/habitante/año, lo que es el 42 % del requerimiento nutricional normal.

La papa aporta 8 705 calorías/habitante/año, lo que equivale a la necesidad calórica de 3 días (9 000 calorías) por habitante al año.

CUADRO N° 96. Papa, Venezuela. Regiones de Producción. En porcentaje (Año 1972) (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974).

REGIONES	PORCENTAJES DE PRODUCCIÓN
Baja: 500—1 000 msnm (Aragua Carabobo)	21.0
Intermedia: 1 000— 2 000 msnm (La- ra, Yaracuy, Mona- gas)	32.0
Alta: + 2 000 msnm (Mérida, Trujillo, Táchira)	47.0
	100.0

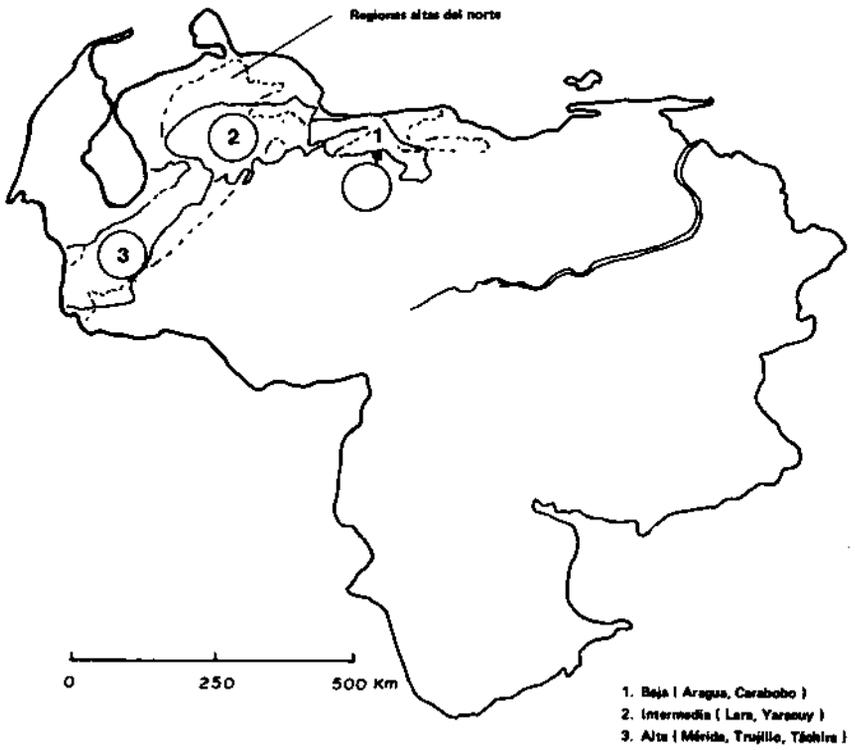


Fig. 96. Papa, Venezuela. Regiones productoras.

Este cultivo presenta en Venezuela tres regiones ecológicas bastante bien caracterizadas. Región baja, entre 450—1 000 msnm, la temperatura media varía entre 20 y 25°C, y presenta dos períodos climatológicos que son estación seca y estación húmeda. La papa se cultiva todo el año y el trabajo que se hace es bastante perfeccionado.

Región intermedia, entre 1 000—2 000 m de altitud, temperaturas medias de 20—16.5°C, con dos estaciones, pero períodos secos y húmedos no tan marcados. La papa con riego se cultiva todo el año; en secano, sólo en la época de lluvias; cultivo perfeccionado.

Región alta, entre 2 000—3 500 m de altitud, temperaturas medias van de 16—10°C, presencia de estación seca y estación

CUADRO N° 97. Papa, Venezuela. Superficie, Producción y Rendimiento Medio. 1960—1975 (FAO, 1973—1974).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	18 182	133 594	7.3
1961	9 323	73 977	7.9
1962	15 982	121 203	7.6
1963	14 693	110 919	7.5
1964	14 892	123 486	8.3
1965	16 172	135 890	8.4
1966	16 394	126 213	6.5
1967	16 127	123 621	8.2
1968	16 908	142 507	8.4
1969	15 794	123 762	7.8
1970	14 441	125 042	8.7
1971	13 841	115 178	8.3
1972	12 895	109 397	8.4
1973	12 000	124 000	10.0
1974	14 000	152 000	10.6
1975	15 000	159 000	10.6
PROMEDIO	14 784	124 986	8.4

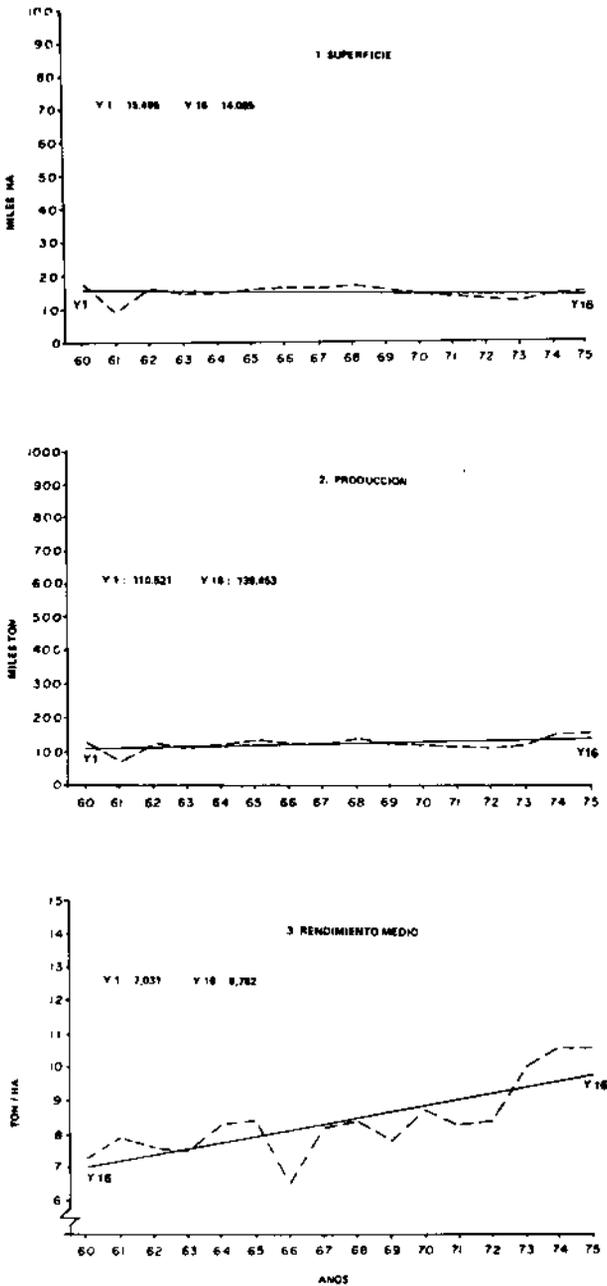


Fig. 97. Papa, Venezuela. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

lluviosa; cultivo poco tecnificado. Suelos con grandes pendientes y muy expuestos a la erosión.

La superficie cultivada con papas en Venezuela (Cuadro N° 97, Fig. 97-1) ha tenido muy poca variación para el período 1960-1975, mostrando una leve tendencia hacia disminución. La producción (Fig. 97-2) ha tenido un ligero aumento como consecuencia del mejoramiento del rendimiento medio (Fig. 97-3), que muestra una tendencia que va de 7 031 a 9 782 ton/ha en los 16 años estudiados.

URUGUAY

Los cultivos con mayor aporte calórico en Uruguay (Cuadro N° 81) son: el trigo 57.4 %; el maíz 20.8 %; arroz 17.0 %; después

CUADRO N° 98. Papa, Uruguay. Superficie, producción y rendimiento medio. 1960-1975 (FAO, 1973-1974).

AÑO	Sup. ha	Prod. ton	Rend. medio ton/ha
1960	31 000	115 000	3.7
1961	16 000	88 000	5.6
1962	20 000	87 000	4.4
1963	23 000	115 000	4.9
1964	25 000	100 000	4.0
1965	26 000	125 000	4.8
1966	26 000	142 000	5.6
1967	22 000	105 000	4.7
1968	15 000	52 000	3.5
1969	22 000	138 000	6.2
1970	21 000	118 000	5.6
1971	24 000	150 000	6.3
1972	23 000	106 000	4.6
1973	25 000	133 000	5.4
1974	26 000	129 000	5.0
1975	26 000	121 000	4.7
PROMEDIO	23 487	114 000	4.9

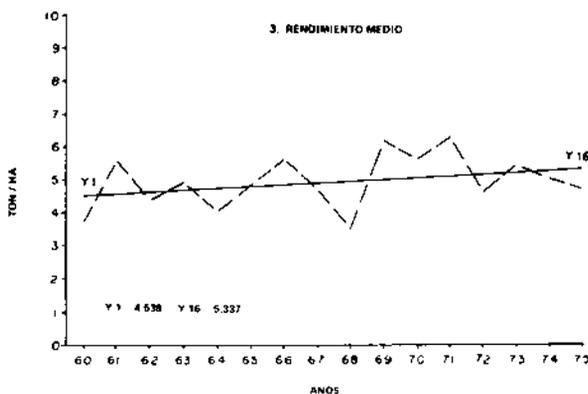
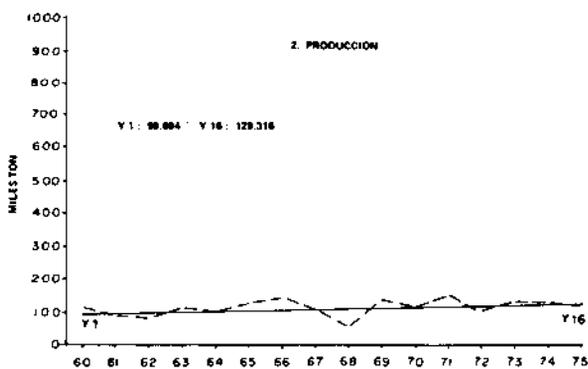
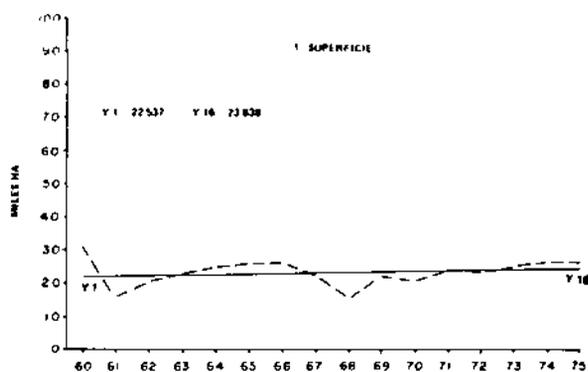


Fig. 98. Papa, Uruguay. Superficie, Producción y Rendimiento Medio.

siguen, pero bastante distanciados, la papa con 2.3 %; la caña de azúcar con 1.9 % y el frijol con 0.2 %.

El total de calorías anuales aportadas por los cultivos alimenticios (Cuadro N° 82) en Uruguay es de $2\,745\,226 \times 10^6$; considerando su población de 3 108 000 se tiene una disponibilidad de 882 322 calorías/habitante/año, lo que representa el 80 % del requerimiento normal.

La papa sólo aporta 26 042 calorías/habitante/año, un 2.3 % del total.

La superficie cultivada con papas en Uruguay (Cuadro N° 98, Fig. 98—1) ha experimentado una leve tendencia hacia el incremento, de 22 537 a 23 838 ha. La producción (Fig. 98—2) ha aumentado algo más marcadamente. El rendimiento medio (Fig. 98—3) muestra una línea de tendencia $Y_1 = 4\,538$ hacia $Y_{16} = 5\,337$ en los 16 años calculados. Hay un aumento en rendimiento pero este es débil, especialmente debido que el factor limitante de la producción es incontrolable, y son las altas temperaturas durante la estación de cultivo, que impiden una buena tuberización de las plantas.

ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA

Se ha agregado, para fines comparativos, el Cuadro N° 99, que incluye: superficie, producción y rendimiento medio en los Estados Unidos de Norteamérica, año 1975 (USDA, 1976).

Lo más interesante del Cuadro N° 99 son los rendimientos medios que van desde 51.6; 39.4; 37.0 y 33.7 ton/ha en Washington, California, Nevada y Wisconsin, hasta 7.8; 8.0; 9.5 y 10,1 ton/ha en Lousiana, West Virginia, Tennessee y Mississippi. Lo anterior muestra que es posible una mayor productividad en la papa aplicando buenas técnicas agronómicas y disponiendo de un medio ecológico adecuado (especialmente en cuanto a temperatura), como es el caso de Washington, California, Nevada y Wisconsin en contraposición a Lousiana, West Virginia, Tennessee y Mississippi.

Aplicado al caso latinoamericano, esto muestra que será posible, mejorando genéticamente las variedades, adoptando adecuadas

CUADRO N° 99. Papa, Estados Unidos de Norteamérica. Superficie, producción y rendimiento medio por estados, temporada 1975 (USDA, 1976).

ESTADO	Superficie ha x 10 ³	Producción ton x 10 ³	Rendimiento medio ton/ha
Alabama	7.9	123.7	15.6
Arizona	2.5	68.9	27.5
California	24.2	953.2	39.4
Colorado	16.0	475.5	29.6
Connecticut	1.0	25.0	25.8
Delaware	2.3	42.6	18.5
Florida	11.1	242.4	21.7
Idaho	130.4	3 486.5	26.8
Illinois	0.8	17.2	21.3
Indiana	2.7	71.8	26.1
Iowa	1.2	28.1	22.4
Louisiana	1.0	8.2	7.8
Maine	49.4	1 217.4	24.7
Maryland	0.7	13.8	19.1
Massachusetts	1.4	32.5	23.0
Michigan	14.7	366.3	24.9
Minnesota	26.3	535.0	20.3
Mississippi	0.8	7.7	10.1
Montana	3.1	79.2	25.8
Nebraska	3.0	73.7	24.3
Nevada	5.1	187.1	37.0
New Hampshire	0.2	4.1	25.8
New Jersey	2.8	61.9	21.9
New México	1.4	31.7	22.4
New York	19.1	552.3	28.8
North Carolina	6.5	108.8	16.8
North Dakota	44.5	798.3	17.9
Ohio	4.9	113.5	23.2
Oregón	22.5	1 107.1	49.4
Pensilvania	11.7	309.1	26.4
Road Island	1.7	44.7	26.4
South Dakota	2.1	27.1	12.9
Tennessee	2.0	19.2	9.5
Texas	5.7	134.9	23.7
Utah	2.3	68.4	29.2
Vermont	0.4	9.6	26.4
Virginia	10.1	108.8	10.7
Washington	42.5	2 190.8	51.6
West Virginia	1.5	12.0	8.0
Wisconsin	20.0	673.5	33.7
Wyoming	2.7	74.0	26.9
TOTAL	511.0	14 507.5	28.4

épocas de siembra, labores de suelo, fertilización, control de enfermedades, plagas y malezas, y ubicando el cultivo en un medio agroecológico adecuado, elevar los bajos rendimientos de Perú con 6.1 ton/ha; Colombia 11.0 ton/ha; Bolivia 6.0 ton/ha; Chile 9.2 ton/ha; México 9.9 ton/ha y Ecuador con 10.1 ton/ha.

Lo anterior, por limitaciones de temperatura, no sería posible en Brasil con 6.8 ton/ha, Uruguay con 4.9 ton/ha y Venezuela, zona baja, donde el aporte de carbohidratos deberá buscarse en cultivos de clima caliente.

TIPOS DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO A LAS UNIDADES DE EXPLOTACION

La distribución de las unidades de explotación, según su tamaño, es para los países del área muy diversa. A continuación se presenta información de Argentina, Venezuela y Bolivia.

En la región SE de Buenos Aires, las explotaciones hasta de 5 ha representan el 22.6 % de las unidades y sólo el 2.6 % del área; de 5 a 10 ha existe otro con 22.6 % unidades y el área es de 6.0 %. Entre 11 y 50 hectáreas de extensión tienen 39.8 % de unidades y el área es de 34.5 %. El 56.9 % del área está ocupado por explotaciones entre 51 y más de 200 hectáreas de extensión, y sólo representan el 15.4 % de las unidades. Es decir, que en esta región las extensiones dedicadas en las fincas a papa tienden a ser grandes (más de 50 ha) (Cuadro N° 100).

En Venezuela (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) (Cuadro N° 101), de las fincas dedicadas al cultivo de la papa, entre 0 y 1.99 ha están ubicadas 46.9 % de las propiedades y sólo 6.7 % del área cosechada. Entre 2 y 9.9 ha hay 34.4 % de las fincas y el 23.7 % de la superficie cosechada. Entre 20 y 29.9 ha está el 5.6 % de las fincas y el 21.3 % de la superficie. Ahora, si se toma entre 5 y 29.9 ha, se encuentra el 25.5 % de las fincas y el 53 % de la superficie cosechada; o sea que la mitad de los agricultores paperos ocupan sólo

el 6.7 % del área, y la principal área cosechada (53.5 %) la ocupan 25.5 % de las fincas, con superficies entre 2 y 29.9 ha, lo que demuestra que la producción está ubicada en propiedades de extensión media.

En Bolivia, de acuerdo a Guzmán (1975) (Cuadro N° 102), el 70 % de la producción está ubicada en los Departamentos de La Paz, Cochabamba y Potosí, con 484 072 toneladas y las unidades de producción tienen una extensión media de 0.31 hectáreas o sea que son explotaciones pequeñas o minifundios.

CUADRO N° 100. Papa, Argentina. Distribución de las unidades de explotación según su tamaño. S.E. Prov. de Buenos Aires. Año 1964–1965 (INTA, 1965).

Tamaño de explotación ha	UNIDADES		ÁREA COSECHADA		
	N°	%	ha	%	
Hasta 5	676	22.6	2 315.75	2.6	
5–10	663	22.6	5 364.50	6.0	
11–15	304	10.2	4 062.50	4.5	
16–20	268	9.0	5 048.50	5.7	
21–25	140	4.7	3 351.50	3.8	
26–50	476	15.9	18 210.00	20.5	
51–100	293	9.8	22 174.00	24.9	
101–200	147	4.9	20 485.00	23.0	
más de 200	26	0.7	7 988.00	9.0	
Total muestra	2 993	100.0	88 999.75	100	
Total cosecha S.E. Prov. B. Aires	—	—	88 999.75	49.7	del total anual
Total anual Argentina	—	—	178 823.00	100.0	

CUADRO N° 101. Papa, Venezuela. Distribución de las unidades de explotación según tamaño. Cosecha estación seca. Año 1972 (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974).

Tamaño de explotación ha	UNIDADES		ÁREA COSECHADA		
	N°	%	ha	%	
0- 0.99	138	23.5	71	2.0	
1- 1.99	137	23.4	167	4.7	
2- 2.99	62	10.5	133	3.7	
3- 3.99	47	8.0	150	4.2	
4- 4.99	31	5.2	126	3.5	
5- 9.99	63	10.7	438	12.3	
10- 19.99	54	9.2	713	19.9	
20- 29.99	33	5.6	761	21.3	
30- 39.99	8	1.3	260	7.2	
40- 49.99	5	0.8	213	5.9	
50- 99.99	6	1.0	451	12.6	
100-199	1	0.1	100	2.7	
Total muestra	585	100.0	3 583	100	
Total cosecha	—	—	3 583	27.7	del total anual
E. Seca					
Total anual		—	12 895	100.0	

Según Guzmán (1975) las unidades de producción de papa de La Paz, Cochabamba y Potosí, tienen una superficie media de 0.31 hectáreas.

CUADRO N° 102. Papa, Bolivia. Distribución de las unidades de explotación según producción (Guzmán, 1975).

DEPARTAMENTOS	PRODUCCIÓN	
	Ton	%
La Paz, Cochabamba y Potosí	484 072	70
Otros Deptos.	207 459	30
TOTAL	691 531	100

COMERCIALIZACIÓN

ORGANISMOS DE COMERCIALIZACIÓN

La comercialización de la papa no está organizada en forma sistemática en Latinoamérica.

Argentina tiene un organismo especializado, el Mercado Nacional de Papas, que se fundó bajo la jurisdicción del Ministerio de Agricultura (Santos, 1972).

Antes de la existencia del Mercado Nacional de Papas el productor que podía comercializar su producción en los mercados de gran consumo o clientes directos tenía las alternativas siguientes:

- a. mandar al acopiador de la zona;
- b. remitirla a consignación a empresas que actuaban en las diversas estaciones terminales.

En los dos casos mencionados el productor no tenía una información fehaciente sobre los precios del mercado ni de los trabajos que realizaban con los envíos del producto para ponerlos en condiciones de ventas, por lo que las liquidaciones no eran fiel reflejo de lo realmente comercializado.

CUADRO N° 103. Toneladas y época de llegada al Mercado Nacional de Papas (Argentina) desde las principales regiones. Promedio 20 años* (Santos, 1972).

REGIONES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
S.E. Prov. B. Aires	1 877	7 126	13 195	15 466	14 236	13 618	14 097	14 730	13 439	9 285	3 558	833
Mendoza	783	1 471	1 850	1 316	1 613	1 281	1 526	1 472	1 328	638	—	—
Rosario	6 606	2 420	2 139	445	238	712	871	548	792	1 295	2 041	5 896
Tucumán	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 990	7 426	2 077
Córdoba	2 709	675	—	—	—	—	—	—	—	—	1 175	3 566
TOTAL	11 975	11 692	17 184	17 227	16 087	15 511	16 494	16 751	15 559	13 208	14 200	12 372

(*) Cantidades mayores de 250 ton.

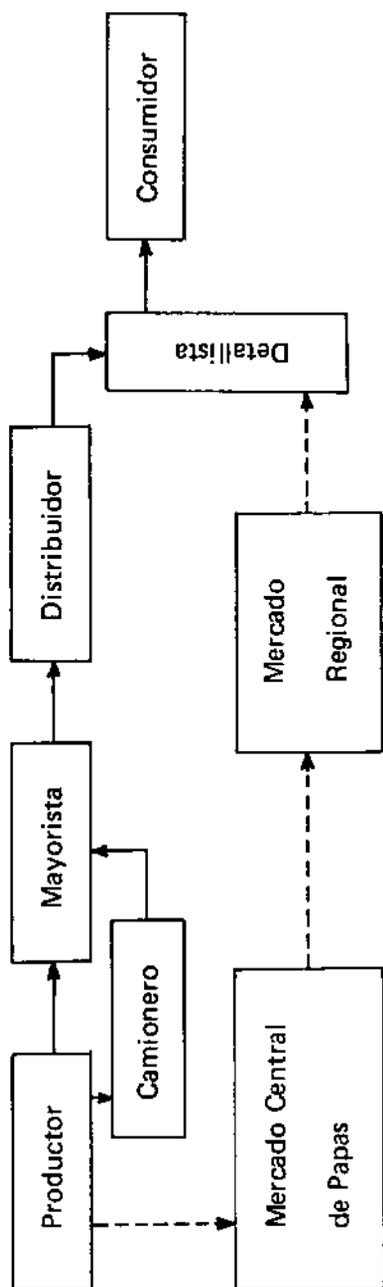


Fig. 99. Papa. Canales de Mercadeo.

Los canales punteados se refieren a operaciones ocasionales, que significan baja proporción respecto del total del producto que recorre los otros canales.

El Mercado Nacional de Papas en Argentina permite dar al productor una información exacta y completa del proceso que sigue su producción, al mismo tiempo que lo mantiene en conocimiento diario de las perspectivas del mercado.

En Panamá (1975) existe una Junta de Mercadeo de la Papa, que toma las siguientes decisiones:

- a. superficie a sembrarse en cada época;
- b. precios de venta del producto;
- c. cuotas de venta por zonas de producción;
- d. establecimiento de normas de calidad;
- e. autorización para la importación de papa semilla y consumo;
- f. elaboración de los planes de mercadeo y producción.

En Venezuela (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) la Junta Nacional de la Papa es una comisión consultiva creada con la finalidad de asesorar a los Ministerios de Agricultura y Cría y de Fomento en las políticas relativas a seguir en cuanto a financiamiento, importación de semilla, controles fitosanitarios, cupos zonales de producción y otros.

El Instituto Colombiano Agropecuario y la Caja de Crédito Agrario (ICA, 1973) tienen en Colombia la responsabilidad del incremento y distribución de la semilla de papa mejorada.

La comercialización sigue los cauces tradicionales, productor, larga cadena de intermediarios y consumidor. Se hace necesario en cada uno de los países del área crear estas Juntas de Papas para racionalizar la producción y comercialización del producto y evitar así, en parte, las catástrofes económicas a que está sujeto este cultivo, especialmente por las contingencias climáticas.

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Exportación

No existe un comercio estable de exportación de papa entre los países latinoamericanos o desde éstos hacia otras áreas, posiblemente

debido en parte a la falta de organización comercial o respaldo de una sólida base financiera, de la que disponen los países tradicionalmente exportadores de papas como son Holanda, Alemania, Canadá y Estados Unidos.

Argentina exportó en 1970 la cantidad de 64 000 ton; en 1971 bajó a 20 000 ton, siendo prácticamente nula en los años 1972, 1973, 1974 y 1975 (FAO, 1976). Guatemala ha exportado en el período 1970–1975 un promedio de 12 243 ton anuales.

Los otros países señalados por el Anuario de Comercio de FAO (1976) con cierta exportación de papas son: Costa Rica, Honduras y El Salvador, pero con cantidades insignificantes.

Industria

Existe en Chile, Argentina, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela una industria de almidón a base de papa, pero sólo trabaja con excedentes de producción de la papa para consumo humano. Hay variedades mejoradas industriales con alrededor de 25–28 % de materia seca, generalmente de ojos profundos, que podrían cultivarse con sólo este fin y así estabilizar la producción de almidón.

En Perú existe la preparación de 'chuño', o papa desecada al hielo, que junto con la fabricación de 'casabe' o torta de yuca en el área del Caribe son las industrias agrícolas más antiguas de América. Desgraciadamente a ambas industrias no se les ha hecho ningún aporte tecnológico, y hoy se practican en igual forma como hace cinco siglos; parece como si los dirigentes del agro pensarán que nuestro campesino indiano debe seguir su vida de pobreza.

En casi todos los países productores de Latinoamérica se hace alguna preparación de papas fritas en hojuelas, de papas fritas preheladas, de escamas de papa para puré, y aún harina de papa, pero esto no debe consumir un 5–10 % de la producción total.

Se hace necesario estimular estas industrias para evitar los gastos de transporte de papa-consumo fresca, la que es 80 % agua y el costoso almacenamiento frigorífico. Por otra parte, con las papas pre-elaboradas, se ayudará a la dueña de casa en la preparación diaria de los alimentos.

CUADRO N° 104. Papa, Venezuela. Grado de autoabastecimiento (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974).

AÑO	En toneladas %				SEMILLAS				%	
	CONSUMO DIRECTO E INSUMOS INDUSTRIALES		TOTAL		Import.		TOTAL		Nac.	Import.
	Prod. Nac.	Import.	TOTAL	Nac.	Import.	Prod. Nac.	Import.			
1960	117 703	7 300	150 003	94.2	5.8	15 891	9 109	25 000	63.6	36.4
1961	66 029	21 315	87 344	75.6	24.4	7 948	4 871	12 819	62.0	38.0
1962	108 029	6	108 035	100	-	13 174	8 801	21 975	59.9	40.1
1963	100 234	177	100 411	99.8	0.2	10 613	9 590	20 203	52.5	47.5
1964	111 194	3 860	115 054	96.6	3.4	12 342	8 135	20 477	60.3	39.7
1965	129 442	1	129 443	100	-	6 080	16 157	22 237	27.3	72.7
1966	111 361	490	111 851	99.6	0.4	9 762	12 757	22 519	43.4	56.6
1967	129 124	1 728	130 852	98.7	1.3	3 492	18 533	22 025	15.9	84.1
1968	132 219	145	132 364	99.9	0.1	10 288	12 452	22 740	45.2	54.8
1969	118 612	5 450	124 062	95.6	4.4	5 150	16 159	21 309	24.2	75.8
1970	123 315	1 840	125 155	98.5	1.5	1 648	17 473	19 121	8.6	91.4
1971	110 478	17	110 495	100	-	4 700	14 331	19 031	24.7	75.3
1972	102 182	2 004	104 186	98.1	1.9	7 215	10 516	17 731	40.7	59.3
\bar{X}	112 302	3 410	115 712			8 331	12 222	20 553		

Los Cuadros N°s 104, 105, 106 y 107 presentan el destino de la cosecha en Venezuela y Perú. El Cuadro N° 108 muestra que en Estados Unidos (1976) en 1975, de 14 507 570 toneladas de producción, 6 967 790 ton, se utilizaron en la industria. El Cuadro N° 109 indica que las plantas procesadoras de hojuelas están, en Estados Unidos, distribuidas en las zonas de producción.

La papa es muy poco usada en la industria animal, pero la harina de papa en forma integral puede ser usada como sustituto de la harina de maíz y sorgo, tanto en raciones para vacunos, ovejas, cerdos y aves.

CUADRO N° 105. Papa, Venezuela. Consumo *per capita* (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974).

AÑOS	CONSUMO APARENTE DIRECTO ton	POBLACIÓN x 10 ³	CONSUMO PER-CAPITA kg/ha/año
1960	125 003	7 364	17.0
1961	87 344	7 612	11.5
1962	107 763	7 872	13.7
1963	99 792	8 143	12.3
1964	114 470	8 426	13.6
1965	128 486	8 722	14.7
1966	110 290	9 030	12.2
1967	128 943	9 352	13.8
1968	130 721	9 686	13.5
1969	122 327	10 035	12.2
1970	123 472	10 399	11.9
1971	108 780	10 778	10.1
1972	102 438	11 173	9.2

CUADRO N° 106. Papa, Perú. Producción, importación de harina, consumo total y consumo per capita (Graber, 1974) (ton x 10³).

AÑO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIÓN HARINA PAPA	CONSUMO APA- RENTE TOTAL	PUDRIFICIONES Y PERDIDAS DE PESO	CONSUMO PA- RA SEMILLA	CONSUMO HUMANO	CONSUMO PER CAPITA
1960	1 397.8	13.2	1 411.0	141.1	258.2	1 011.7	100.9
1961	1 492.3	12.7	1 505.0	150.5	252.8	1 101.7	106.8
1962	1 416.2	14.6	1 430.8	143.1	254.4	1 033.3	97.2
1963	1 426.9	15.7	1 442.6	144.3	261.5	1 036.8	94.6
1964	1 531.2	17.9	1 549.0	154.9	251.1	1 143.0	101.2
1965	1 568.2	15.2	1 583.4	158.3	245.6	1 179.5	101.1
1966	1 440.5	12.0	1 452.5	145.3	259.9	1 047.4	87.2
1967	1 633.8	13.9	1 647.6	164.8	250.9	1 231.9	99.5
1968	1 526.2	9.4	1 535.6	153.6	292.5	1 089.5	85.3
1969	1 785.1	8.3	1 793.4	179.3	315.2	1 298.9	98.6
1970	1 929.8	9.2	1 938.9	193.9	320.1	1 424.9	104.9
X	1 568.9	12.9	1 571.8	157.1	269.2	1 145.3	97.9

Semilla

El gasto de semilla en los diversos países puede estimarse aproximadamente en un 10 % de la producción.

Consumo humano

Señalado con el párrafo de producción.

CUADRO N° 107. Papa, Perú. Producción total, uso en la finca y porcentaje de la producción total consumido en la finca, por regiones. Año 1970 (Graber, 1974) (ton x 10³).

REGIONES	PRODUCCIÓN TOTAL 1970	CONSUMO EN LA FINCA (*)	PORCENTAJE CONSUMIDO EN LA FINCA
Norte	482.7	184.8	38.3
Central total	970.7	317.1	32.7
Costa	143.5	2.4	1.7
Sierra	827.2	314.7	38.0
Sur	476.3	255.7	53.7
Total Perú	1 929.7	757.6	39.3

(*) El consumo en la finca incluye: para semilla, para pago de jornales y para consumo doméstico.

CUADRO N° 108. Papa, Estados Unidos. Destino de la producción (ton x 10³) (USDA, 1976).

VENTA		1975
1)	Para consumo fresco	5 103.51
2)	Para procesamiento	
	Hojuelas (<i>Chips</i>)	1 527.26
	Hilos	22.31
	Deshidratados	1 522.36
	Preheladas fritas	3 193.59
	Otros productos helados	423.38
	Papas enlatadas	88.08
	Otros productos enlatados	91.80
	Almidón y harinas	98.97
TOTAL		6 967.79
3)	Otras ventas	
	Alimento ganado	195.04
	Semilla	940.07
TOTAL		1 135.12
TOTAL DE VENTAS		13 206.43
NO VENTA		
1)	Semilla usada en fincas donde se produce.	277.66
2)	Uso doméstico	39.91
3)	Alimento animal	35.74
4)	Pudrición y pérdidas	997.82
TOTAL NO VENTA		1 301.14
PRODUCCIÓN TOTAL		14 507.57

CUADRO N° 109. Papa, Estados Unidos. Número de plantas procesadoras de hojuelas y toneladas de tubérculos utilizados por regiones (año 1975) (USDA, 1976).

REGIONES	NÚMERO DE PLANTAS	PRODUCCIÓN ton x 10 ³
Nueva Inglaterra: Maine, N.H., VT, Mass, R.I., Conn	18	81.42
ESTE: Del, Md, N.J., N.Y., Pa, Va, D.C.	50	340.06
CENTRO-NORTE: Mich, Ohio, W.Va.	36	177.94
CENTRO-MEDIO: Kans, Mo, Nebr.	15	93.48
OESTE-MEDIO: Yll, Ind, Iowa, Minn, S.D., N.D., Wis	34	215.95
SUR-ESTE: Ala, Fla, Ga, Ky, La, Miss, N.C., S.C. Tenn.	26	226.16
SUR-OESTE: Ark, Tex, Okla.	10	103.05
Rocallosas: Colo, Idaho, Mont., N.Mex, Utah, Wyo	8	62.82
OESTE: Aniz, Calif., Nex, Oreg., Wash. Haw	27	226.34
TOTAL ESTADOS UNIDOS:	224	1 527.26

COSTOS Y PRECIOS

Es muy difícil establecer costos y precios comparativos de producción de la papa en los países latinoamericanos pues la papa se produce en muy diversas condiciones ecológicas, lo que obliga en algunas áreas a regar periódicamente, a aplicar fertilizantes en altas dosis o a efectuar continuas aspersiones de insecticidas y fungicidas; en cambio en otras todas estas prácticas no son necesarias. Aparte de esto, la disponibilidad de mano de obra es muy diversa, lo mismo que el valor y la capacidad adquisitivas de los jornales. Sin embargo, para tener cierta visión del problema se compararán costos de diversos países del área.

En Colombia, Cuadro N° 110, el costo de la producción de papa semilla por hectárea está señalado por Rodríguez (1975) en US\$ 870.40. Considerando un rendimiento de 15 ton/ha el costo por tonelada de semilla de papa producida sería de US\$ 58.02.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 1973) da para 1973, los siguientes costos de producción de semilla por hectárea (Cuadro N° 111).

En Argentina, los costos de producción para una hectárea de papa consumo son de US\$ 443.85.

Hay que considerar que los cultivos de papa en Argentina usan muy poco fertilizante, o no lo usan (Cuadro N° 112) y las labores son en gran parte mecanizadas. Considerando un rendimiento de 25 ton/ha, se tiene un costo de producción, por la tonelada de papa-consumo, de US\$ 17.75.

En Venezuela (Gunz, Montaldo, González y Carrasquero, 1974) (Cuadro N° 113), el costo de producción es elevado y llega a US\$ 2 110.00. Esta producción es efectuada en la Región Baja con una temperatura promedio de 24.5°C, haciéndose una buena preparación del suelo, usándose papa-semilla certificada importada, aplicando 2.5 ton de abono mineral 12-12-17 y 15 ton de estiércol de gallina, con riegos semanales. El costo de producción de una tonelada, considerando un rendimiento de 15 ton/ha, es de US\$ 140.00.

Los costos en Brasil (Drummond, 1975) (Cuadro N° 114) van desde US\$700.00. Los precios de producción por tonelada, (Cuadro

CUADRO N° 110. Papa, Colombia. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa para semilla en el Departamento de Boyacá. Año 1972 (Rodríguez, 1975).

Arrendamiento	US\$	US\$
Una ha por seis meses	<u>35.30</u>	35.30
Preparación de la tierra		
1 pase de arado	12.70	
2 pases de rastra discos US\$3.20 c/u	<u>6.40</u>	19.10
Siembra		
Surcado con bueyes	2.05	
Semilla	136.20	
Siembra manual	5.70	
Fertilizante, 2 ton	290.55	
Cal 0.5 ton	2.70	
Aplic. fertilizante manual	5.70	
Tapado, manual	<u>9.10</u>	452.00
Labores culturales		
Deshierbes, manual	9.10	
Insecticidas y aplicación	133.50	
Fungicidas y aplicación	38.15	
Aporque, manual	<u>13.60</u>	194.35
Cosecha y recolección		
Cosecha manual	34.05	
Clasificación, manual	6.80	
Ensayado	3.40	
Sacos de sisal	<u>46.30</u>	90.55
		<u>791.30</u>
Imprevistos 10 %		79.10
Costo de producción de 1 ha de papa		870.40
Costo de producción de 1 ton, considerando una cosecha de 15 ton/ha		58.02

CUADRO N° 111. Papa, Colombia. Costo de Producción por hectárea de cultivos de papa para semilla en diferentes Departamentos. Año 1973 (ICA, 1973).

DEPARTAMENTO	COSTO DE PRODUCCIÓN x ha en US\$
Antioquía	720
Boyacá	800
Caldas	668
Cauca	672
Cundinamarca	840
Mariño	621
Santander	424

N° 115) señalados para Guatemala son de US\$134.00 (1970–71), para Perú de US\$57.00 (1970–71), para Uruguay de US\$101.60 (1970–74), para Estados Unidos, para igual período fue de US\$72.00.

Se puede ver que los costos de Venezuela y Uruguay son altos. Ambos países importan semilla y Venezuela produce bajo condiciones ecológicas adversas. Los costos de Perú son bajos, US\$57, por los métodos rudimentarios de cultivo en la sierra y por los bajos salarios.

Los precios de venta al mayor: (Cuadro N° 116) Bolivia; (Cuadro N° 117) Perú, y (Cuadro N° 118) para los países de alta tecnología, son elevados para el caso de Perú y Bolivia, lo que demuestra las grandes utilidades logradas por los intermediarios y mayoristas.

En Bolivia la papa al mayor en 1974 (Cuadro N° 116) alcanzó la elevada cifra de US\$217.00, comparado con US\$101.00 en Estados Unidos, y US\$99.00 en Francia (Cuadro N° 118) (en US\$ dólares).

CUADRO N° 112. Papa, Argentina. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa para consumo en la Región Sureste de la Provincia de Buenos Aires. Año 1970 (Santos, 1972) (en US\$ dólares).

Arrendamiento	US\$	US\$
1 ha por seis meses	45.00	45.00
Preparación de la tierra		
2 pases de arado, 3.75 c/u	7.50	
4 pases rastra liviana, 1.00 c/u	4.00	
1 pase rastra discos, 2.00 c/u	2.00	13.50
Siembra		
Semilla, 1 750 kg a 0.04/kg	70.00	
Siembra	10.00	80.00
Labores culturales		
Fungicidas, 15 kg a 1.40/kg	21.00	
6 aplic. de fungicidas a 1.50 c/u	9.00	
Escardillada y aporque	5.00	35.00
Cosecha y recolección		
Arranque a 20.00/ha	20.00	
Recolección, 25 ton a 0.22 x saco/50 kg	110.00	
Sacos y sisal a 0.10 c/u	100.00	230.00
Imprevistos 10 %		403.50
Costo de producción de 1 ha de papa		<u>403.50</u> 443.85
Costo de producción de 1 ton, considerando una cosecha de 25 ton/ha		17.75
Precio de venta del productor, puesto finca, 1 ton		24.20
Utilidad del productor:		<u>6.45</u>
Por tonelada		6.45
Por hectárea 6.45 x 25		161.25

CUADRO N° 113. Papa, Venezuela. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa, Región Baja, Estación Seca. Año 1972 (Gunz, Montaldo, González, y Carrasquero, 1974) (en US\$ dólares).

	US\$	US\$
Arrendamiento		
1 ha por seis meses	162.40	162.40
Preparación de la tierra		
4 pases de rastra de discos, 7.00 c/u	28.00	
2 pases de arado, 17.40 c/u	34.80	
12 pases de rastra de discos, 7.00 c/u	84.00	
Micronivelación, 4.50	4.50	151.30
Siembra		
Surcado, 5.50	5.50	
Preparación de la semilla	18.50	
Semilla, 1 600 kg certificada a 0.18/kg	288.00	
Siembra	15.00	
Fertilizante, 12-12-17, 2.5 ton/ha a 120 ton	300.00	
Estiércol de gallina, 15 ton a 9/ton	135.00	
Tapado	5.50	767.50
Labores culturales		
Herbicida y aplicación	37.00	
Insecticida y aplicación	140.00	
Fungicida y aplicación	50.00	
Aporque a máquina	45.00	
Limpiar a mano entrelínea (macheteo)	30.00	302.00
Riego		
Aplicación y canon	310.00	310.00
Cosecha y recolección		
Arranque a máquina	30.00	
Recolección, 15 ton a 0.50 x saco de 50 kg	150.00	
Sacos y sisal, 0.45 c/u x 100 sacos	45.00	225.00
		1 918.20
Imprevistos 10 %		191.80
Costo de producción de 1 ha de papa		2 110.00

(Continuación Cuadro N° 113).

Costo de producción de 1 ton, considerando una cosecha de 15 ton/ha	140.00
Precio de venta del producto, puesto finca 1 ton	230.00
Utilidad del productor:	
Por tonelada	90.00
Por hectárea	1 350.00

CUADRO N° 114. Papa, Brasil. Costo de producción por hectárea de un cultivo de papa en Brasil. Año 1975 (Drummond, 1975) (en US\$ dólares).

Costo de producción por 1 ha de papa de	US\$ 500-700
Precios de venta al mayor por ton	20-160

CUADRO N° 115. Papa. Precios de producción en diversos países.

PAISES	(US\$/ton)		(FAO, 1975)		
	1970	1971	1972	1973	1974
Guatemala	136	132	—	—	—
Perú	58	56	—	—	—
Uruguay	68	74	85	97	184
Estados Unidos	49	42	66	108	96

CUADRO N° 116. Papa, Bolivia. Precios de venta al mayor en el mercado de la Paz (US\$/ton) (Guzmán, 1975).

AÑO	PRECIO EN US\$
1973	100
1974	217
1975	160

El productor recibe sólo el 50 % de los precios señalados. El transportista obtiene un 10 % y el 40 % restante va en beneficio de una cadena de intermediarios constituida por tres eslabones.

CUADRO N° 117. Papa, Perú. Precio de venta en el mercado de Lima (US\$/ton) (Graber, 1974).

AÑO	AL DETALLE	AL MAYOR
1970	104.90	94.30
1971	102.30	74.70
1972	132.05	68.00

CUADRO N° 118. Papa. Precios de venta al mayor. (US\$/ton) (FAO, 1976).

PAÍSES	1970	1971	1972	1973	1974
Estados Unidos	79	76	127	188	101.1
Canadá	82	71	80	168	208
Francia	57	36	107	90	99
Austria	27	33	53	63	66
Irlanda	51	49	117	64	118
Suecia	63	81	132	154	130

En los costos presentados no se consideró: intereses del capital, impuesto a la finca y a la renta personal, gastos administrativos, gastos de transporte dentro de la finca y hasta el mercado. Todo el cálculo se hizo con base en maquinaria agrícola alquilada, por lo que no se cargan gastos de mantenimiento, reparación y depreciación.

COMERCIO EXTERIOR

CUANTIFICACIÓN Y TENDENCIAS DE LAS IMPORTACIONES Y/O EXPORTACIONES

El mayor importador de papas de la región es Cuba con un promedio anual de 43 918 ton (Cuadro N° 119) un valor promedio total de US\$4 201 000 y un precio por tonelada que ha variado desde US\$70.00 en 1971 a US\$140.00 en 1975 (Cuadro N° 120).

Uruguay en el período 1970—1975 ha importado anualmente un promedio de 28 455 ton, con un valor de US\$2 388 000 y un precio por tonelada que ha variado de US\$59.00, en 1970, a US\$115.00 en 1972 y US\$80.00 en 1975. Los datos han sido tomados del *Anuario de Comercio de FAO* (1976) y no se discrimina entre papa para 'semilla' y papa para 'consumo', de allí la gran variación en los valores de la tonelada de papa.

El tercer país importador tradicional es Brasil, con un promedio de 25 373 ton, en su mayor parte para semilla, con un valor de US\$7 351 000 y un precio por tonelada que ha variado de US\$189.00 en 1970 y US\$324.00 en 1975.

Sigue en importancia, como país importador, Venezuela, con un promedio de 13 010 ton, un valor de US\$2 117 000 y un precio por tonelada de US\$102.00 en 1971 y US\$253.00 en 1975. La mayor parte de la importación de Venezuela es destinada para papa-semilla.

Nicaragua muestra una cifra de 4 839 ton de promedio de importación que es bastante constante, igualmente que Paraguay, cuya cifra es de 300 ton anuales.

CUADRO N° 119. Pasa. Países importadores de América Latina (FAO, 1975).

PAÍSES	IMPORTACION TONELADAS										VALOR DE LA IMPORTACION (US\$ x 10 ³)									
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	PROMEDIO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	PROMEDIO						
Cuba	51 511	48 000	36 000	35 000	48 000	45 000	43 918	4 210	3 800	2 900	3 000	4 800	6 700	4 201						
Uruguay	25 081	12 325	12 518	42 101	38 705	40 000	28 455	1 500	886	1 450	4 565	2 731	3 200	2 388						
Brasil	11 404	9 887	14 675	18 692	47 582	50 000	25 373	2 157	1 886	3 063	4 562	15 442	17 000	7 351						
Venezuela	19 313	14 348	12 520	12 693	4 187	15 000	13 010	2 002	1 471	1 290	3 173	967	3 800	2 117						
Chile	21 457	7 000	3 498	350	9 675	16 500	9 746	1 757	501	297	64	1 708	2 200	987						
Nicaragua	4 212	4 433	4 579	6 200	4 614	5 000	4 839	515	535	603	717	611	750	621						
Panamá	1 199	3 115	1 174	778	411	2 500	1 528	149	228	155	142	80	550	217						
México	3 240	4 596	5 552	3 036	26	428	2 813	310	515	379	267	2	71	257						
Paraguay	300	350	300	300	320	320	315	18	16	18	18	28	28	21						
Perú	250	200	4 225	6 154	-	-	2 707	28	25	457	720	-	-	307						
C. Rica	4 075	3 695	371	-	-	-	2 713	557	491	24	-	-	-	357						
Guatemala	53	-	-	45	-	-	49	5	-	-	5	-	-	5						
TOTAL	142 095	107 949	95 412	125 349	153 520	174 748	13 208	10 154	10 636	17 237	25 769	34 299								

El Cuadro N° 119 indica otros países importadores ocasionales. Tal es el caso de Chile, que muestra variaciones que van desde 21 457 ton en 1970 a 350 ton en 1973.

La importación de papas para Latinoamérica durante el período 1970—1975, alcanza cifras de 95 412 a 174 748 toneladas con valores totales de US\$10 154 000 a US\$34 299 000. Los mayores valores individuales por tonelada importada son pagados por Brasil, en que el producto llega hasta US\$340.00 la tonelada.

CUADRO N° 120. Papa. Precios de importación. (US\$/ton) (FAO, 1976).

PAÍSES	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Cuba	81	75	80	85	100	148
Uruguay	59	71	115	108	70	80
Brasil*	189	190	208	244	324	340
Venezuela*	103	102	102	249	230	253
Chile	81	71	84	182	114	133
Nicaragua	122	120	131	115	132	150
Panamá	124	73	132	182	194	220
México	95	112	68	87	76	165
Paraguay	60	45	60	73	87	87
Perú	112	125	108	116	—	—
C. Rica	136	132	64	—	—	—
Guatemala	94	—	—	111	—	—

(*) Las importaciones de Brasil y Venezuela son en su casi totalidad 'semillas'.

Exportaciones

El comercio de exportación de papas de América Latina es bastante incipiente e irregular (Cuadro N° 121) y los precios pagados por los productos son igualmente irregulares. Se puede decir que el único exportador tradicional de papas, para el corto período en

estudio 1970–1975, es Guatemala, que muestra un promedio anual de 12 243 ton con un valor total de US\$740 000. El valor de este producto ha estado entre US\$36.00 la tonelada en 1972 y US\$71.00 en 1975.

Argentina, en el período 1970–1975, tuvo dos exportaciones importantes, en 1970 de 64 239 ton, y en 1971 de 20 013 ton. Los precios pagados por el producto fueron bastante bajos, de US\$43.00 y US\$36.00 la tonelada, respectivamente. En los años siguientes las exportaciones de Argentina han sido muy irregulares.

La comparación de los Cuadros N° 119 sobre importación, y 121, de exportación, en América Latina, muestra una diferencia notable en favor de la importación, que viene desde EUA, Canadá, Holanda o Alemania.

	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Importaciones	142 095	107 949	95 412	125 349	143 520	174 748
Exportaciones	81 935	36 392	12 773	9 613	9 169	9 165
Diferencia:	60 160	71 557	82 639	115 736	134 351	165 583

Si se toma las 165 583 ton importadas en 1975 desde fuera de Latinoamérica, y se considera que 75 583 se usarán como papa-semilla (importaciones de Brasil y Venezuela) y 100 000 como papa-consumo, y se asume un rendimiento de 20 ton/ha, se tiene que 10 000 ha de siembra con alta tecnología en Latinoamérica pueden suplir esta importación, la que podría estar coordinada entre ALALC, los países del Pacto Andino y bajo la dirección técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–.

CUADRO N° 121. Papa. Países exportadores de América Latina (FAO, 1976).

PAÍSES	EXPORTACIÓN TONELADAS										VALOR DE LA EXPORTACIÓN (US\$ x 10 ³)									
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	PROMEDIO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	PROMEDIO						
Argentina	64 239	20 013	-	168	1 972	-	14 398	2 816	740	-	32	336	-	654						
Guatemala	17 604	16 149	12 696	9 011	9 000	9 000	12 243	1 638	835	462	459	500	550	740						
C. Rica	38	227	55	266	45	45	112	5	26	8	39	17	17	18						
Honduras	-	3	22	168	124	120	87	-	1	7	15	16	16	9						
Salvador	54	-	-	-	-	-	9	5	-	-	-	-	-	1						
TOTAL	81 935	36 392	12 773	9 613	9 169	9 165	4 464	1 602	477	545	869	583								

CUADRO N° 122. Papa. Precios de Exportación (US\$/ton) (FAO, 1976).

PAÍSES	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Argentina	43	36	—	190	170	—
Guatemala	93	51	36	50	55	61
Costa Rica	131	114	145	146	377	377
Honduras	—	333	318	89	129	133
Salvador	92	—	—	—	—	—

SITUACIÓN DE LAS PAPAS DENTRO DEL ACUERDO DE CARTAGENA

La situación de las papas en el Mercado Común Andino varía según se trate de papa-semilla o papa-consumo, así como por las diferentes formas en que puedan ser presentadas al público para su consumo.

Estos productos están incluidos dentro de los Capítulos 7 y 11 de la Nomenclatura Arancelaria común de los países del Grupo Andino (NABANDINA), encontrándose en las siguientes posiciones:

- 07.01.01.00 Legumbres y hortalizas en fresco o refrigeradas.
 - 01.01 Papa-semilla
 - 01.02 Papa-semilla
- 07.02 Legumbres y hortalizas, cocidas o sin cocer, congeladas
 - 00.01 Papas
- 07.03 Legumbres y hortalizas en salmuera o presentadas en agua sulfurosa o adicionadas de otras sustancias que aseguran provisionalmente su conservación pero sin estar especialmente preparadas para su consumo inmediato.
 - 00.01 Papas

07.04	Legumbres y hortalizas, desecadas, deshidratadas o evaporadas incluso cortadas en trozos o rodajas o bien trituradas o pulverizadas, sin ninguna otra preparación.
01.01	Papas cortadas en trozos o rodajas
01.99	Las demás
11.05	Harina, sémolas y copos de papa.
00.01	Copos
00.99	Los demás.

Según lo dispuesto en el Acuerdo de Cartagena, la situación de este producto en sus diferentes formas de presentación, (1er. trimestre 1974), es la que se condensa en el Cuadro N° 123. En el mismo se utilizan los siguientes términos y abreviaturas:

NABANDINA:	Nomenclatura Arancelaria de Bruselas para el Grupo Andino.
PL:	Programa de Liberación
PID:	Punto Inicial de Desgravación (Artículo 52 del Acuerdo de Cartagena; Decisiones 15 y 23).
AEMC:	Arancel Externo Mínimo Común (Artículo 63 y ss del Acuerdo de Cartagena y Decisión N° 30 de la Comisión).
AIC:	Arancel Interno Común al 1/1/74.
Excep.	Productos incluidos en Lista de Excepción
Agr.	Productos Agrícolas a los cuales le pueden ser aplicados cláusulas de salvaguardia.
B	Bolivia
E	Ecuador
C	Colombia
P	Perú
V	Venezuela
A	Desgravación automática
A(B)	Aperturas para Bolivia. Productos que fueron totalmente liberados de gravámenes y restricciones en favor de Bolivia el 1 de enero de 1971.

CUADRO N° 123. Papa. Régimen arancelario en el Acuerdo de Cartagena comparado con los gravámenes en los países del área andina.

NABANDINA	DESCRIPCIÓN	RÉGIMEN ANDINO				GRAVÁMENES % AD VALOREM							
		PL	PID % 31-12-70	AEMC % AV	AIC % AV	Excep. Agr.	B	E	C	CH	P	V	
07-01-01-01	Papas para la siembra.	A	0	20	0		12	59	43	288	0	30	
07-01-01-02	Papas para consumo	A(B)	42	20	29.4		2	352	43	268	42	30	
07-02	Legumbres y hortalizas cocidas o sin cocer, congeladas												
07-02-00-01	Papas	A	47	30	32.9		47	80	83	250	47	40	
07-03	Legumbres y hortalizas en salmuera o preparadas en agua sulfurada o adicionadas de otras sustancias que aseguren provisionalmente su conservación, pero sin estar especialmente preparadas para su consumo inmediato.												
07-03-00-01	Papas	A	38	30	26.6		41	80	38	158	102	40	
07-04	Legumbres y hortalizas desecadas, deshidratadas o evaporadas, incluso cortadas en trozos o rodajas o trituradas o pulverizadas sin ninguna otra preparación												
07-04-01	Papas												
07-04-01-01	Cortadas en trozos o rodajas	A	38	30	26.6		23	122	38	153	78	40	
07-04-01-99	Las demás	A	38	30	26.6		23	122	38	153	78	50 % + Bs.	
11-05	Harin, sémola y copos de patata												
11-05-00-01	Copos	A	63	30	49		47	112	63	134	75	100 % + 1.50	
11-05-00-99	Los demás	A	63	30	49		47	112	63	134	67	100 % + 1.50	

La información contenida en el cuadro anterior muestra:

- a) De acuerdo al programa de liberación, las papas, en cualquiera de sus diferentes formas de presentación y destino, son objeto de desgravación automática y lineal, debiendo ser liberadas de todo gravamen y restricciones entre los países miembros del Acuerdo de Cartagena para el 31/12/1980.
- b) En el caso de las papas para consumo, Bolivia exclusivamente goza a partir del 1/1/71 de total liberación de gravámenes y restricciones a su favor.
- c) Ninguno de los ítem señalados en el cuadro bajo comentario ha sido incluido en lista de excepciones (*).
- d) A las papas, en cualquiera de sus diferentes formas de presentación o destino, no pueden serles aplicadas cláusulas de salvaguardia, por cuanto no están incluidas en las Listas de Productos Agropecuarios.
- e) Por cuanto la fecha aplicable al Punto inicial de Desgravación fue fijada para el 31/12/70, los aranceles para esa fecha dentro del área andina han sido reducidos automáticamente a los niveles indicados en la columna 'AIC'.
- f) Los aranceles anotados en la columna AIC corresponden a los niveles vigentes para 1975, los cuales deben ser los aplicados en el área por todos los países miembros del Pacto.

(*) Situación que cambió a partir del 21-5-74.

PROBLEMAS POR INVESTIGAR Y ESQUEMAS POR DESARROLLAR

Financiamiento del cultivo de la papa por bancos oficiales o privados y establecimiento de precios mínimos o de sustentación por parte de los gobiernos, basados en costos justos de producción.

Diversificación del uso, como establecimiento de industrias de harina y concentrados para animales.

Desarrollar infraestructuras de almacenamiento y de riego.

Organizar el transporte y mercadeo de la papa.

Regionalización del cultivo (empleo de áreas agroecológicas adecuadas).

Información de precios y mercados.

Organización federativa de las asociaciones de productores nacionales a fin de prestar servicios de compra-venta de insumo-producto.

Establecer políticas de precios de los insecticidas, fungicidas, fertilizantes, maquinaria y herramientas.

Entrenamiento de profesionales para que realicen labores de asistencia en mercadeo y comercialización.

Preparar a los productores en los aspectos administrativos contables.

Determinación, en cada área, de la unidad mínima económica de producción.

Estudio de los problemas sociales de las fincas paperas, especialmente donde existe el minifundio y donde la papa constituye un cultivo de subsistencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASCARDO, A. R. Estudios de costos operativos. Balcarce, Estación Experimental Regional Agropecuaria, 1970. (Depto. de Economía).
2. DRUMMOND, O. A. A batata no Brasil. *In*: Reunión Latinoamericana de Coordinación de Actividades de Investigación y Producción de Papa, 1a. Lima, 1975. 6 p.
3. FAO. Production Yearbook 1973. Roma, F.A.O., 1974. Vol. 27., 523 p.
4. —————. Production Yearbook 1975. Roma, F.A.O., 1976. Vol. 29., 555 p.
5. —————. Trade Yearbook. 1975. Roma, F.A.O. 1976. Vol. 29.
6. GRABER, E. S. Potato supply, demand and marketing in Central Perú. Ames, Iowa State University, 1974. 86 p. (Occasional Paper N° 6).
7. GUNZ, T., MONTALDO, A. GONZÁLEZ., J. A. CARRASQUERO, O. Papa. Investigación del Sector Agrícola. Caracas, Banco Central de Venezuela, 1974.
8. GUZMÁN, A. La producción de papa en Bolivia. *In*: Reunión Latinoamericana de Coordinación de Actividades de Investigación y Producción de Papa, 1a. Lima, 1975. 6 p.
9. ICA. Producción y Comercialización de semilla de papa. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1973. 14 p.

10. INTA. Programación de Papas. Documento básico. Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria, 1965. 22 p. (Bol. técn. 49).
11. RODRÍGUEZ, R. Problemática, acciones, logros y proyecciones de producción e investigación de papa en Panamá. Lima 1a. Reunión Latinoamericana de Coordinación de Actividades de Investigación y Producción de Papa, 1975. 4 p.
12. SANTOS, S. Aspectos económicos del cultivo de la papa. Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria, 1972. 16 p.
13. SANTOS, J. *et al.* Manual de producción de papas. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1974. 159 p.
14. USDA. Potatoes and sweet-potatoes. 1974–75 Production, disposition, value, stocks and utilization. Washington, United States Department of Agriculture, 1976. 15 p. (Crop Reporting Board, Statistical Reporting Service, Pot 6(76)).

ÍNDICE DE AUTORES

ÍNDICE DE AUTORES

A

Abdalla, M.M.F., 56;
Abella, R., 405;
Abbott, E.V., 437, 438, 439,
465;
Accatino, P., 228, 330, 406,
532;
Acosta, J.; 9, 12;
Aguado, P. de, 11;
Akeley, R.V., 384, 390;
Alba, V., 466, 474;
Albornoz, G., 272;
Allen, T.C., 392;
Alvarado, L.F., 531;
Alvarez, M., 330;
Alvim, P. de T., 260;
Altolaquirre, A. de, 16;
Amaral, E., 360;
Ames, T., 459, 462, 463, 470,
471, 475;
Andersen, P.D., 455;
Arango, E., 244, 257;
Arca, M., 217;
Arellano, A., 12;
Arreguin, B., 528;
Auborne, G., 359;
Autran, E., 438.

B

Bacigalupo, A., 103;
Bagnall, R.H., 46, 47, 53, 55,
65, 68, 69, 77, 78, 386, 470,
474;
Bains, G.S., 395;
Baird, G.B., 228;
Banse, J., 228, 406;
Barclay, G.M., 534;
Barker, A.S., 191;
Barre, W. la, 17;
Barreto, G.B., 260;
Barros, D., 11, 28;
Bartels, R., 473;
Bartholdi, W.L., 272;
Bateman, F.D. 454;
Baz, S.A. el, 346;
Bazán, C., 378, 382, 442, 454,
465, 471;
Bechara, O., 101;
Bercks, R., 470;
Berger, K.C., 207;
Berro, M.B., 15;
Bertelli, J.C., 464;
Bertonio, L., 18;
Bishop, J.C., 195, 225;
Bitancourt, A.R., 449;
Bitter, G., 41, 48;

- Blanco, H.G., 199, 200;
 Black, W., 43, 45, 54, 55, 56,
 57, 58, 61, 378, 380;
 Blandon, Q., 407;
 Bodlaender, K.B.A., 151, 152,
 153;
 Bonde, R., 385, 470;
 Bonner, J., 528;
 Boock, O.J., 199, 201, 211,
 226, 260, 271, 317, 319, 360,
 405;
 Borah, M.N., 151;
 Borne, J., 360;
 Boussingault, J.B., 436;
 Boza, T., 360;
 Bradley, G.A., 259;
 Brasher, E.P., 273;
 Bravo, M., 260;
 Brown, H.D., 118;
 Brown, J.B., 106;
 Brücher, H., 27, 46, 48, 50, 53,
 54, 58, 60, 65, 68, 70, 72, 73,
 75, 387.
 Buddenhagen, I., 383, 450;
 Budykina, N.P., 46, 53, 54, 57,
 61, 68, 70;
 Bukasov, S.M., 26, 41, 42, 43,
 44, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 53,
 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 63,
 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73,
 75, 76, 77, 79;
 Buritica, P., 78, 454, 455;
 Burnham, C.R., 400, 401;
 Burton, W.G., 104, 121, 196,
 317, 529, 530, 541;
 Bushnell, J., 151, 185, 257.
- C
- Cadman, C.H., 375;
 Calderoni, A.V., 78, 314, 381,
 385, 437, 451, 461, 463, 467,
 468, 532;
 Callejas, P., 228, 406, 532;
 Candolle, A. de, 23;
 Cañas, A., 24, 436;
 Cappelletti, C.A., 78, 385, 467,
 468;
 Cárdenas, M., 41, 60, 73;
 Carolus, R.L., 207;
 Carpenter, P.N., 197;
 Carrillo, P., 361;
 Carroll, C.P., 367;
 Carson, G.P., 308;
 Cartín, L.F., 406;
 Casseres, E.H., 318, 439;
 Castaño, J.J., 445, 446, 462;
 Castellanos, J. de, 13;
 Castillo, D., 228, 406;
 Castro, J.B. de, 360;
 Cavia, C.E., 228;
 Ciampi, L., 459;
 Ciccarone, A., 439, 463;
 Cieza de León, P., 12;
 Clark, C.F., 111, 385, 402, 470;
 Cobo, B., 16, 542;
 Cockerham, G., 46, 53, 54, 55,
 57, 69;
 Coelho, F.A.S., 219, 220, 221;
 Cole, C.S., 77, 387, 389;
 Constantinescu, E., 326, 328;
 Contreras, A., 73;
 Cook, O.F., 17;
 Correll, D.S., 28, 41, 42, 43,
 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51,
 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60,
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68,
 69, 70, 72, 75, 78;
 Cortés y Larraz, P., 16;
 Cronau, R., 17;
 Crosier, W., 441;
 Cruz, B.P., 381.

Ch

Chamberland, E., 218;

Chang, L., 259;
 Chardon, C.E., 438, 462;
 Chipman, E.W., 312;
 Chirinos, H., 255;
 Choudhuri, H.C., 319;
 Christiansen, J., 466, 475.

D

Dallyn, S.L., 207;
 Darling, H.M., 207;
 Darwin, C., 18, 23;
 Dávila, D., 16;
 Davis, G.N., 255;
 Decker, J.S., 360;
 Delgado, S., 406, 470, 471;
 Denny, F.E., 318, 319, 320;
 Diaz, C.A. de C., 454;
 Diaz, C., 451;
 Diaz, G., 228;
 Diaz, J., 474;
 Diener, T.O., 473;
 Dimock, A.W., 454;
 Dodds, K.S., 42, 46, 53, 54, 57,
 76, 375;
 Doneen, L.D., 225;
 Dongo, S.L., 454;
 Douglas, D.R., 453;
 Dozo, J.E., 254;
 Drake, F., 22;
 Driver, C.M., 186;
 Drozdov, S.N., 46, 53, 54, 57,
 60, 66, 70;
 Drummond-Goncalves, R., 439;
 Drummond, O.A., 563, 613,
 618;
 Dunal, M.F., 40;
 Dunn, L.E., 113;
 Dunnett, J.M., 384, 387, 388;
 Dunwell, J.M., 367;
 Duprat, E., 126, 127.

E

Easton, G.D., 455;
 Echandi, E., 449;
 Echeverría, H., 251, 283;
 Eguiguren, R., 454;
 Eide, C., 383;
 Ellenby, C., 70, 77, 386;
 Ellison, J.A., 318;
 Emilsson, B., 316, 384;
 Engel, F., 9, 19;
 Esquivel, E., 407;
 Estrada, N., 101, 102, 185,
 254, 262, 343, 363, 374, 375,
 377, 380, 381, 538;
 Estrada, R., 254;
 Eyre, P.W., 191.

F

Fassbender, H.W., 191, 201;
 Febres, A., 18;
 Fellows, H., 455;
 Fernández, E.N., 459, 462,
 463, 470, 471, 475;
 Fernández, L., 16;
 Fernández, M., 228, 406;
 Fernández, M.V., 312, 318,
 465;
 Fernow, K.H., 466;
 Fielitz, F., 464;
 Findlay, W.M., 192, 362, 324;
 Firbas, H., 77;
 Fleischfresser, M.H., 207;
 Flores, M., 98;
 Frampton, J., 16;
 Franco, J., 459, 462, 463, 470,
 471, 475;
 Fream, J., 191;
 Freire, E.S., 198, 199, 226,
 228;
 French, E.R., 450, 459, 461,

462, 463, 466, 470, 471, 475;
 Fribourg, C., 459, 462, 463,
 470, 471, 475;
 Fuller, J.M., 78, 385, 389.

G

Gallegly, M.E., 43, 45, 54, 55,
 56, 57, 58, 61, 380;
 Gallo, J.R., 199, 200, 204, 206,
 219, 220, 221;
 Gálvez, G.E., 466, 474;
 Gamarra, F., 77, 79, 458;
 Gándara, G., 436;
 Gandarillas, H., 360;
 Garay, O.A., 261, 262;
 Garcés, C., 438, 449, 466;
 Garese, P., 261, 262, 314;
 Gargantini, H., 198, 199, 200,
 203;
 Gay, C., 11, 24;
 George, J.E., 285;
 Ghose, S., 319;
 Giraldo, M., 215;
 Girola, G.D., 438, 454;
 Goldenberg, N., 104;
 Gómes, A.G., 199, 228;
 González Suárez, F., 12;
 González, L.C., 77, 383, 450;
 Graber, E.S., 558, 559, 609,
 610, 619;
 Green, J.R., 21;
 Grogan, R.G., 471;
 Groskopp, D.G., 451;
 Gunz, T., 591, 599, 601, 605,
 607, 608, 613, 617;
 Gustafsson, N., 384;
 Guzmán, A., 576, 578, 600,
 602, 619;
 Guzmán, J., 77, 380, 381, 466,
 474, 531.

H

Hampton, R.N., 258;
 Hardenburg, E.V., 192;
 Hardie, J.L., 327;
 Harrison, M.L., 64, 70;
 Harrison, M.B., 390;
 Harrison, M.D., 453;
 Hawkes, J.G., 18, 22, 25, 27,
 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,
 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57,
 58, 60, 61, 63, 65, 66, 67, 68,
 69, 70, 72, 73, 76, 186, 362;
 Hawkins, A., 197;
 Haynes, F.L., 187;
 Heidrick, L.E., 78, 254, 262;
 Hermsen, J.G.T., 56, 367, 369;
 Herrera, F., 360;
 Herrera, H., 101, 102;
 Herrera, I.A., 450, 462, 463,
 470, 471, 475;
 Hidalgo, E., 190, 216, 217;
 Hidalgo, O.A., 459, 462, 463,
 470, 471, 475;
 Hide, G.A., 333;
 Hinostrroza, A.M., 466, 475;
 Hiroce, R., 204, 206;
 Hodge, W.H., 144;
 Hoff, P.R., 258;
 Hoover, E.F., 120;
 Horsfall, J.C., 445;
 Horst, R.L., 122;
 Howard, H.W., 61, 65, 66, 70,
 77, 266, 308, 362, 363, 364,
 366, 372, 373, 385, 387, 388,
 389, 391, 401;
 Hoyle, B.J., 225;
 Huijsman, C.A., 60, 63, 65, 67,
 69, 77, 78, 386, 387, 388,
 389;
 Hurst, H.R., 457.

I

Issouribehere, P., 359.

J

Jacobsen, B., 324;
 Jakubiec, J., 366;
 Jehle, A.A., 437;
 Johnson, J., 464;
 Johnston, E.F., 529;
 Jones, F.G.W., 388;
 Jones, L.R., 455;
 Jong, H. de, 370;
 Juzepczuk, S.W., 41, 73.

K

Kameraz, A.J., 42, 52, 54, 58,
 72, 73;
 Kassanis, B., 332;
 Keller, E.R., 368;
 Kelman, A., 383, 450;
 Kern, F.D., 462;
 Koch, K., 464;
 Kramer, M., 266, 464, 470;
 Krantz, F.A., 374, 383, 394,
 398;
 Krickeberg, W., 17;
 Kunkel, L.O., 457;
 Kushizaki, M., 197, 221.

L

Lagerheim, G., 437;
 Laguna, F., 541;
 Lamm, R., 395;
 Lampitt, L.H., 104;
 Lange, W., 370;
 Langton, F.A., 369;
 Lapwood, D.H., 456;
 Latcham, R., 18, 25;
 Lauer, F.I., 43, 45, 54, 56, 392;
 Lavergne, G., 438, 439;
 Lazo, L., 462, 463, 470, 471,
 475;

Lechnovitz, W., 70, 386;
 Leiderman, L., 266;
 León, J., 144;
 Letelier, E., 211, 213, 214;
 Lindley, J., 23;
 Lis, B.R. de, 259;
 Lombard, P.M., 111;
 Long, D.H., 375;
 López de Gomara, F., 12;
 López, H., 228, 406;
 Lora, R., 215, 218, 219, 225;
 Lorenz, O.A., 225;
 Lozano, T.J.C., 383, 450;
 Luján, L., 113, 254, 262, 538;
 Luzuriaga, G., 214, 266;
 Lyon, G.D., 459.

M

Maag, H.P., 368;
 Mac Donald, D., 333;
 Mac Gillivray, J.H., 258;
 Mc Govern, W.M., 16;
 Mc Intosh, A.H., 456;
 Mc Intosh, T.P., 192, 362, 374;
 Mc Kinney, H.H., 455;
 Mac Leod, D.J., 457;
 MacNair, L.E., 534;
 Mai, W.F., 70, 386;
 Malaguti, G., 454, 463;
 Malamud, O., 381; 451, 461,
 463;
 Maldonado, R., 25;
 Mallea, O.S., 126, 127;
 Manning, R., 217;
 Marchionatto, J.B., 457;
 Marie, B., 369;
 Martín, A., 459, 462, 463, 470,
 471, 475;
 Mastenbroek, C., 377;
 Matz, J., 454;
 Maxwell, R.C., 455;

Mayer, M., 70, 390;
 Medina, J.T., 9, 18;
 Mejía, R., 439, 457;
 Mendoza, H.A., 187, 318;
 Merrill, A.L., 107;
 Mesa, A., 466, 474;
 Millan, R., 359, 439, 532;
 Mills, W.R., 54, 382, 437;
 Milthorpe, F.L., 148;
 Minges, P.A., 225;
 Miranda, T., 480;
 Mittelholzer, A.S., 148, 149;
 Molina, G.I., 17;
 Momeni, D.A., 64, 390;
 Montaldo, A., 42, 58, 72, 73,
 78, 100, 111, 124, 125, 148,
 149, 151, 186, 211, 213, 214,
 243, 254, 255, 272, 274, 307,
 312, 313, 316, 360, 374, 384,
 406, 438, 458, 474, 477, 480,
 481, 482, 483, 484, 488, 489,
 491, 494, 499, 540;
 Montvedt, J.J., 207;
 More, J.A., 191;
 Mostny, G., 29;
 Motolinia, T. de, 16;
 Mujica, F., 78, 438, 454, 457,
 458, 462, 465, 470, 471, 474;
 Muller, A.S., 439, 449;
 Muller, K.O., 454;
 Muñoz, C., 58, 71, 72;
 Murgia, H., 266;
 Murphy, R.G., 258.

N

Nash, L.B., 113, 198, 204, 206,
 209, 210;
 Nelson, D.C., 266;
 Niederhauser, J.S., 54, 320,
 382, 437;
 Nielsen, D., 458;

Nielsen, L.W., 77, 79, 461;
 Nikova, V.N. Sinel', 46, 53, 54,
 57, 61, 66, 70;
 Nóbrega, N.R., 464, 465, 466,
 470, 471;
 Nóbrega, S. de A., 198, 199,
 200, 203, 204, 206, 217, 219,
 220, 221;
 Nylund, R.E., 113, 266.

O

Obrien, M.J., 384;
 Ochoa, C., 42, 46, 48, 49, 50,
 51, 52, 53, 60, 61, 62, 63, 64,
 65, 66, 67, 68, 69, 73;
 Oehrens, E., 463;
 Offermann, A.M., 464, 470;
 Olalquiaga, G., 479;
 Oldenburg, C.R., 455;
 Opazo, R., 192, 244, 272, 437,
 438;
 Ortuño, C., 406.

P

Palm, B., 436;
 Papadakis, J., 142, 143, 144,
 146;
 Parrot, D.M., 389;
 Peacock, W., 113;
 Penny, A., 226;
 Pereira, H.C., 256;
 Pérez, E., 254, 262, 466, 474,
 538;
 Pérez, G., 365, 366;
 Pérez, R., 190, 216, 217;
 Perombelon, M.C.M., 341;
 Perry, A., 286;
 Peters, D., 467, 470;
 Petersen, L.C., 64, 70, 386,
 390;

Peterson, L.E., 185;
 Pisano, E., 72;
 Pittier, H., 462;
 Plaisted, R.L., 64, 70, 390;
 Polanco, I.A., 407;
 Polanco, C.A., 407;
 Ponce, J., 259;
 Pop, I., 330;
 Potel, H., 436;
 Pratt, A.J., 259;
 Puente, F. de la, 255, 262, 312,
 406;
 Pujals, E.A., 359;
 Puttemans, A., 463, 474.

Rognerud, B., 259;
 Rojas, E., 72, 266, 449;
 Ross, H., 28, 60, 61, 63, 65, 67,
 70, 77, 78, 370, 371, 387,
 388;
 Ross, R.W., 46, 49, 61, 64, 66,
 67, 70, 78, 386, 391, 456,
 470, 473;
 Rossetti, V., 46, 47, 49, 60, 61,
 62, 64, 66, 70;
 Rowe, P.R., 77, 78, 371, 383,
 385, 391, 450, 456, 470, 473;
 Rubio, R., 406;
 Ridberg, P.A., 41, 44, 72.

Q

Quevedo, A., 99, 382, 387;
 Quijandría, M., 255, 262, 312;
 Quintana, F.J., 477.

R

Radcliffe, E.B., 43, 45, 54, 56,
 392;
 Raleigh, W.P., 385, 470;
 Ramanna, M.S., 371;
 Rangel, J.E., 320;
 Ratera, E.L., 359;
 Ravelo, M., 266;
 Raymer, W.B., 473;
 Reddick, D., 46, 437;
 Redolescu, E., 330;
 Revetti, L.M., 540, 541;
 Revilla, V., 449;
 Richardson, D.G., 377;
 Rieder, R., 437;
 Rieman, G.H., 392;
 Ríos, C. de los, 262;
 Roberts, J., 285;
 Rodríguez, A., 101, 102, 254;
 Rodríguez, R., 605, 613, 614;

S

Sabine, J., 23;
 Salamán, R.N., 18, 19, 22, 374,
 440;
 Salazar, L.F., 459, 462, 463,
 470, 471, 475;
 Sandar, N., 285;
 Sanford, L.L., 105;
 Santa Cruz, S., 479;
 Santos, C.A.L. dos, 266;
 Santos, C.F.O., 198;
 Santos, J., 228, 406;
 Sánz, C., 42, 58, 72, 73, 78,
 360, 361, 362;
 Sawyer, R.L., 207, 538, 541;
 Scharze, P., 105;
 Schick, R., 374;
 Schieber, E., 406, 474;
 Schippers, P.A., 317;
 Schmidt, N.C., 198;
 Schultz, E.S., 385, 470;
 Scivitaro, A., 198, 319;
 Scott, A., 218;
 Scurrah, M., 459, 462, 463,
 470, 471, 475;
 Seminario, B., 461;

Sequeira, L., 77, 383, 450;
 Sequera, J.A., 541;
 Sifuentes, O., 312;
 Silberschmidt, K., 464, 465,
 466, 470, 471, 474;
 Simon, J.E., 387;
 Sinden, S.L., 105;
 Slesman, J.P., 392;
 Smith, K.M., 469, 470, 471,
 473, 474;
 Smith, O., 99, 101, 198, 204,
 206, 209, 210, 328;
 Snyder, T.E., 390;
 Sommer, A.L., 209;
 Squire, G., 16;
 Stalhammar, M., 43, 54, 57, 58;
 Stevenson, F.J., 385, 392, 402,
 470;
 Stout, A.B., 362;
 Struchtemeyer, R.A., 259;
 Stuart, W., 318, 440;
 Suchtelen, N.V., 367, 371;
 Sunderland, N., 367;
 Swaminathan, M.S., 395, 401;
 Sykin, A.G., 26, 27.

T

Talburt, W.F., 99, 101;
 Taylor, S.A., 259;
 Teixeira, A.R., 457;
 Texera, D.A., 449;
 Thomas, W.L., 191;
 Thompson, L.M., 190, 197,
 209;
 Thurston, H.D., 77, 381, 383,
 449, 450, 538;
 Tizio, R., 259;
 Toko, H.V., 529;
 Torka, M., 46, 392;
 Toro, R.A., 438, 462;
 Torres, H., 77, 79, 458;

Torres de Mendoza, L., 14;
 Torres Rubio y Figueredo, 18;
 Toxopeus, H.J., 77, 374, 386,
 387;
 Trudgill, D.L., 389;
 Tucker, C.M., 441.

U

Ugent, D., 19, 26;
 Ulrich, A., 225;
 Umaerus, V., 43, 54, 57, 58;
 Untiveros, O., 272.

V

Valdéz, L.A., 217;
 Vargas, C., 73, 360;
 Vargas, L., 260;
 Vásquez de Espinoza, A., 14;
 Vavilov, N.I., 22, 25;
 Vega, G. de la, 13;
 Vega, V., 228;
 Venette, J.R., 453;
 Venturini, W.R., 198, 199;
 Vidal, J., 359;
 Viegas, A.P., 457;
 Vise, C., 316, 455, 462, 463,
 470, 471, 475;
 Vitoria, E.R., 464, 470.

W

Wagenvoort, M., 370;
 Wager, H.C., 113;
 Wagner, G., 437;
 Watson, A.S., 191;
 Watt, B.K., 107;
 Weaver, M.L., 285;
 Weigle, J.L., 185;

Welton, F.A., 257;
 Widdowson, F.V., 226;
 Whitehead, T., 192, 362, 374;
 Whiteman, E.F., 111;
 Whitman, E., 113;
 Whitman, T.M., 113;
 Wiersema, H.T., 384;
 Wight, W.F., 25, 75;
 Willard, M., 116;
 Wille, J.E., 477, 481, 482;
 Williams, R.J.B., 226;
 Williams, T.D., 388;
 Woodbury, G.W., 319;
 Wright, D.N., 195;
 Wright, R.C., 113;

Wu Leung, W.T., 98;
 Wutke, A.C.P., 198.

X

Xander, P.A., 120.

Z

Zarka, A.M. el, 453;
 Zhukovskii, P.M., 43, 44, 45,
 57;
 Zobel, M.P., 225.

ÍNDICE DE MATERIAS

ÍNDICE DE MATERIAS

A

- Abonos comerciales, 198;
Abonos verdes, 190, 191, 193,
198, 241, 456;
Absición de botones florales,
368;
Absición de flores, 362;
Absición de frutos, 368;
Acaro blanco v. *Hemitarsonemus latus*;
Acaro tostador v. *Hemitarsonemus latus*;
Acaros, 475;
Aceleración de brotación, 302,
311, 318, 347;
Acetato de estaño, 447;
Acetona, 123;
Acido acético, 123;
Acido ascórbico, 98, 99, 100,
104, 107, 114, 120, 123, 207,
528;
528;
Acido bórico, 348, 349;
Acido cítrico, 123, 128;
Acido clorogénico, 384;
Acido 2,4 diclorofenoxiacético,
261, 266, 269;
Acido etilendiamina tetra acé-
tico, 351;
Acido fumarólico, 123;
Acido giberélico, 273, 319,
348;
Acido glucónico, 123;
Acido ferro etileno dinitrilo
tetra-acético, 349;
Acido indol-acético, 273;
Acido láctico, 123, 349;
Acido N-meta-toliftalámico,
273;
Acido nicotínico, 98, 99, 104,
107, 349;
Acido paraclorofenoxiacético,
273;
Acido succinámico N-dimetila-
mino, 271;
Acido sulfúrico, 271;
Acido 2, 4, 5, triclofenoxia-
cético, 273;
Acognata scarabeoides, 493;
Acuerdo de Cartagena, 625;
Achira v. *Canna edulis*;
Achras spp., 10;
Aecidium cantensis, 440, 462;
Afidos, 324, 327, 392, 470,
471, 475, 476, 480, 501, 502,
503, 504, 505, 506, 508;

- Agar, 348, 349;
 Agar MacConkey, 351;
 Aglutinación, 332;
Agriolimax laevis, 436;
Agrotis malefida, 484;
Agrotis repleta, 484;
Agrotis subterranea, 491;
Agrotis ypsilon, 491;
 Agua, 139, 141, 188;
 Aguacate v. *Persea americana*;
 Ají v. *Capsicum frutescens*;
 Ajonjolí v. *Sesamum indicum*;
 Alaclor, 268;
 Alargamiento de tallos, 151, 154;
 Albinismo, 375;
 Alcaloides, 95, 105;
 Alcochol amil, 541;
 Alcohol butílico, 123;
 Alcohol etílico, 123;
 Alcohol isopropílico, 123;
 Alcoholes (en almacenamiento), 525, 541;
 Aldicarb, 482, 486, 490, 502;
 Aldrex v. aldrín;
 Aldrín, 122, 489, 491, 493, 501, 502;
 Alelo, 374;
 Alfalfa v. *Medicago sativa*;
 Alfisol, 189;
 Algodón v. *Gossypium sp.*;
 Alhué poñi, 21;
 Alimentación de ganado, 96, 155, 128;
 Alimento para ganado, 611;
 Almacén, 313, 344, 486, 527, 530, 531, 532, 534, 535, 536, 537, 540, 543;
 Almacenamiento, 113, 114, 119, 309, 310, 311, 312, 317, 318, 319, 343, 344, 412, 462, 486, 525, 528, 529, 531, 532, 533, 540, 543, 630;
 Almacenamiento frigorífico, 606;
 Almacenes con aire enfriado nocturno, 525, 535;
 Almacenes frigoríficos, 525, 531, 533;
 Almacenes con inhibidores de brotes, 525, 537;
 Almacenes a temperatura ambiente, 525, 533;
 Almacenes de vidrio, 525, 536;
 Almidón, 96, 99, 100, 101, 112, 113, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 183, 188, 285, 310, 343, 371, 527, 528, 529, 606, 611;
 Alotetraploide segmental, 373, 375;
 Altura del tallo, 187;
 Alternariosis, 188, 261, 306, 357, 384, 438, 439, 440, 451, 452, 453;
Alternaria solani, 46, 61, 70, 77, 80, 82, 188, 384, 438, 439, 451, 452, 453, 463;
 Aluminio, 104, 189;
 Amarillamiento de las venas, 466, 474;
 Ametrina, 267, 268, 271;
 Amfidiploides, 401;
 Amilopectina, 99, 122;
 Amilosa, 99, 122;
 Aminoácidos, 103, 113, 120;
 Amitrole, 269;
 Amputación de flores, 272;
 Amputación de frutos, 272;
Ananas comosus, 10;
 Aneuhaploide, 370;
 Aneuploides, 371;
 Anhídrido carbónico, 527, 529;
A. cherimola, 10;
Anthocercis viscosae, 441;

- Antisuero, 332;
 Añú v. *Tropaeolum tuberosum*;
 Añubo v. tizón;
 Apariencia del polen, 362;
Aphidius sp., 477;
Aphis rhamni, 473;
 Aplicación de defoliadores, 271;
 Aplicación de herbicidas, 267;
 Aplicación de hormonas, 401;
 Aporque, 239, 243, 252, 256, 262, 291, 323, 614, 617;
Arachis hypogaea, 10, 15, 133, 192, 193, 450;
 Arado, 241;
 Araucanos, 9, 17, 28;
Araucaria araucana, 29;
Archytas marmoratus, 484;
 Área foliar, 186;
 Aretit, 266, 269;
 Argentina, 14, 15, 17, 28, 42, 46, 52, 53, 60, 61, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 106, 143, 145, 228, 241, 259, 261, 314, 344, 345, 359, 362, 381, 382, 405, 437, 438, 439, 454, 457, 464, 477, 480, 483, 484, 485, 486, 488, 490, 491, 492, 493, 499, 532, 551, 552, 553, 557, 566, 568, 570, 599, 600, 602, 606, 613, 616, 623, 624, 625;
Aricuma v. *Polymnia sonchifolia*;
 Arsénico, 104;
 Arsenito de sodio, 119, 271;
 Arveja v. *Pisum sativum*;
Arracacia xanthorrhiza, 10, 25, 98;
Arracacha v. *Arracacia xanthorrhiza*;
 Arrancadora, 283;
 Arrancadora radial, 276;
Arrenoclavus koehleri, 487;
 Arroz v. *Oryza sativa*;
 Asparragina, 104;
Aspergillus niger, 128;
 Aspersión foliar, 226;
 Atrazín, 266, 269;
 Aucuba, 465, 474;
 Autocompatible, 368, 369;
 Autofecundación, 367, 374, 398, 399, 402;
 Autofértil, 367;
 Autoincompatibilidad, 363, 369;
 Autoincompatible, 363, 368, 369, 372;
 Autotetraploides, 367, 373, 374, 375, 395, 401;
 Avena v. *Avena sativa*;
Avena sativa, 10, 128;
 Aves, 134, 608;
 Ayuntamiento, 20;
 Azinfosmetil, 479, 483, 486, 490, 501, 502;
 Azodrín v. *monocrotofos*;
 Azúcar, 99, 106, 113, 114, 119, 120, 121, 123, 200, 285, 527, 528, 529, 541;
 Azufre, 104, 139, 189, 201, 209, 212, 393;
- B**
- B9 v. ácido succinámico;
 N-di-metil-amonio;
 BHC v. hexaclorociclohexano;
 Babosa gris v. *Agriolimax laevis*;
 Bacteriosis, 357, 382, 383, 438, 440, 449;
 Banano diploide v. *Musa balbisiana*;

Brotes, 255, 268, 303, 306,
 310, 311, 312, 313, 316, 317,
 318, 320, 332, 363;
Burrinhos v. *Epicauta* sp.;
 Butamediol 2 — 3, 123;
 Butilamina sec, 340.
 Banco de germoplasma, 391;
 Barbecho, 489;
 Basarthrum, 40, 42;
 Basudín v. diazinón;
 Batata v. *Ipomoea batatas*;
 Bayas v. frutos de papa;
 Benzoquinonas, 456;
 Berza v. *Brassica oleracea* var.
 acephala;
 Bicloruro de mercurio acidu-
 lado, 456;
 Bicho bolo v. *Dyscinetus* spp.;
 Bicho gordo v. *Dyscinetus* spp.;
 Bicho moro v. *Epicauta* spp.;
 Bisulfuro de carbono, 319, 487;
 Bivalentes, 372;
 Bloque cromosómico, 363;
 Bolivia, 14, 15, 25, 26, 28, 46,
 47, 51, 52, 58, 60, 61, 62, 63,
 65, 66, 67, 68, 69, 70, 76, 77,
 105, 143, 144, 145, 342, 360,
 361, 362, 438, 466, 480, 486,
 488, 490, 492, 494, 552, 553,
 556, 576, 578, 599, 602, 615,
 619, 626, 629;
 Boquillas, 269, 270;
Brassica oleracea var. acephala,
 128, 130, 131;
 Bromo, 104;
 Bromofos-etil, 483, 490;
 Bromuro de metilo, 487, 501;
Bromus mango, 25, 29;
 Brotación, 255, 312, 318, 319,
 528, 531, 533, 540, 543;

C

CCC v. 2-cloro-etiltrimetil clo-
 ruro de amonio;
 CIPC v. isopropil N-clorofenil-
 carbamato;
 Caja de Crédito Agrario, Colom-
 bia, 605;
 Cal dolomítica, 201, 207;
 Cal viva, 439;
 Calcárea, 198;
 Calcio, 98, 99, 104, 107, 139,
 196, 201, 202, 203, 207, 210,
 215, 216, 217;
 Caldo bordelés, 11, 447;
 Calidad, 393, 404, 409;
 Calidad culinaria, 95, 110, 111,
 113, 303, 306, 343, 407,
 411, 412, 413, 533;
 Calidad del polen, 361, 362,
 363;
 Caliza, 206;
Calocarpum spp., 10;
 Caloría, 106, 107, 108, 109,
 110, 554, 555, 556, 557, 562,
 566, 572, 576, 580, 584, 587,
 597;
Calosoma alternans, 484;
 Callosa, 329;
 Camanchaca v. *neblina*;
 Cámara de crecimiento, 377,
 383;
 Camote v. *Ipomoea batatas*;
 Canales de mercadeo, 604;
 Cáncer, 407, 408, 409, 410;
 Candelilla v. tizón;
Canna edulis, 10, 25;
 Calidad de polen, 361, 362;
 Caña de azúcar v. *Saccharum*
officinarum;

- Cañihua v. *Chenopodium pallidicaule*;
- Capa L₁ del meristema apical, 363;
- Capa L₂ del meristema apical, 363;
- Capa L₃ del meristema apical, 363;
- Capacidad de campo, 188, 259;
- Capacidad combinatoria, 394;
- Capacho v. *Canna edulis*;
- Capsicum frutescens*, 10, 450, 451, 471;
- Captafol, 448;
- Captan, 122;
- Caracteres cuantitativos, 374;
- Carbamult v. promecarb;
- Carbaryl, 487, 490, 501;
- Carbín v. carbaryl;
- Carbofurán, 483, 490, 501, 503;
- Carbohidratos, 98, 99, 107, 134, 186, 196;
- Carbonato de calcio, 201;
- Carbonato de magnesio, 210;
- Carbono, 190;
- Carbophos, 505;
- Carica papaya*, 10;
- Casabe, 10, 606;
- Cáscara manchada, 327, 340;
- Cascarudo v. *Epicauta* sp.;
- Castilla elástica, 10, 123;
- Catarinita v. *Leptinotarsa undecimlineata*;
- Caucho v. Castilla elástica;
- Cayacoy, 20;
- Cebada v. *Hordeum vulgare*;
- Cebicid v. carbaryl;
- Células madres del grano de polen, 372;
- Celulosa, 99, 104;
- Centeno v. *Secale cereale*;
- Cereal, 99, 106, 108, 109, 110, 115, 128, 133;
- Cerelosa, 124;
- Ceremonias, sacrificios y creencias, 19;
- Certificación de semilla de papa, 406;
- Cianamida de calcio, 271;
- Cicer arietinum*, 15;
- Ciclodrín v. heptacloro;
- Cigarrita v. *Empoasca* spp.;
- Cigarrita saltadora v. *Empoasca* spp.;
- Cigarrita verde v. *Empoasca* spp.;
- Cinchona sp., 10;
- Ciperáceas, 268;
- Cistina, 101;
- Citogenética, 366, 371, 414;
- Citoquinesis, 371;
- Clasificación, 239, 286;
- Clasificadoras v. máquinas clasificadoras de papas;
- Clima, 113, 139, 141, 191, 241, 317, 318, 342;
- Clima húmedo continental, 142, 148;
- Clima marino, 142, 146, 147;
- Clima mediterráneo, 142, 146;
- Clima pampeano, 142, 145;
- Clima desierto, 142, 145;
- Clima tierra fría, 142, 143;
- Clima tropical, 142;
- Clon, 324, 326, 334, 339, 360, 362, 369, 370, 371, 372, 376, 377, 383, 388;
- Clorbromurón, 267, 268;
- Clordano, 122, 491, 493, 503;
- Clorhidrato de etileno, 318;
- Cloro, 104;
- 2-cloro-etiltrimetil cloruro de amonio, 271;

- Clorofila, 206, 207, 209;
 Clorotalonil, 448;
 Clorpirifos, 483, 490, 503;
 Cloruro de calcio, 204, 349, 351, 542;
 Cloruro de cobalto, 349;
 Cloruro de manganeso, 348;
 Cloruro de potasio, 119, 348;
 Cloruro de zinc, 348;
 Cobalto, 104;
 Cobalto 60 radioactivo, 538;
 Cobertura, 239, 257, 258, 262;
 Cobre, 104, 139, 196, 204, 206, 209;
 Cobre amonio, 447;
 Coca v. *Erythroxylon* sp.;
 Coco (insecto), 392;
 Cochinilla blanca v. *Pseudococcus* sp.;
 Cogollo mechudo, 327, 340;
 Colchicina, 370, 371;
Coleomegilla maculata, 485;
 Coleóptero del Colorado, 392;
Colocasia esculenta, 98;
 Colombia, 2, 11, 12, 14, 19, 49, 51, 54, 63, 66, 101, 105, 144, 185, 215, 228, 244, 257, 266, 342, 375, 381, 382, 406, 409, 410, 437, 438, 439, 449, 450, 454, 457, 465, 466, 474, 477, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 488, 489, 491, 492, 493, 499, 552, 553, 556, 557, 572, 573, 599, 606, 614, 615, 626;
 Color de la flor, 363;
 Color PCII (hojuelas-chips), 120;
 Color de la pulpa, 374;
 Colla, 9, 13, 17;
 Collarejo, v. *Thrips tabaci*;
Colletotrichum sp., 440, 463;
 Comercialización, 602, 630;
 Comercio exterior, 620;
 Compatibilidad, 368;
 Competidores bióticos, 433, 531;
 Composición química, 95, 97;
 Compuestos orgánicos de estaño, 447;
 Conservación de semillas, 312, 313, 393, 394;
 Conservación del suelo, 193;
 Consumo *per capita*, 608;
 Control de enfermedades, 241, 344, 599;
 Control de erosión, 196;
 Control fitosanitario, 605;
 Control de malezas, 599;
 Control de plagas, 344, 436, 599;
Copitarsa consueta, 484;
Copitarsa turbata, 484;
 Copos de papa v. papas elaboradas, papas en copos;
 Coquitos perforadores v. *Epi-trix* spp.;
 Corazón hueco, 287, 309, 310;
 Corazón negro, 287, 529;
 Corcho v. ojo de pollo;
 Cortadoras (Noctuidos), 484;
 Corteza interna (tubérculo), 363;
 Corteza externa (tubérculo), 363;
Corynebacterium sepedonicum, 439;
 Cosecha, 119, 153, 154, 155, 156, 157, 162, 163, 170, 171, 183, 192, 218, 239, 252, 271, 272, 273, 275, 276, 283, 285, 286, 308, 311, 312, 313, 329, 330, 339, 340, 403, 461, 468, 469, 479, 481, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 527, 538,

- 614, 616, 617;
 Cosecha mecánica, 276;
 Cosecha semimecánica, 276;
 Cosechadora, 276, 277, 278, 279, 282, 283, 285;
 Cosechadora recogedora, 276, 282, 283, 285;
 Costa Rica, 16, 50, 361, 391, 406, 409, 439, 449, 462, 552, 553, 554, 555, 556, 606, 621, 624, 625;
 Costos, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 630;
 Cotorrita v. *Empoasca* sp.;
 Crecimiento anormal, 302, 309;
 Crecimiento de los estolones, 185;
 Crecimiento de las plantas, 402;
 Crecimiento secundario de tubérculos, 287, 309, 310;
 Crecimiento vegetativo, 185, 186;
 Cromosomas, 362, 369, 370, 372, 375, 376, 385, 395, 400, 401, 414;
 Cruce v. cruzamiento;
 Cruzamiento, 362, 366, 367, 372, 382, 394, 402;
 Cruzamiento de construcción múltiple, 395, 403, 404;
 Cruzamiento fraternal, 395, 398;
 Cruzamiento interespecífico, 394, 401, 402;
 Cruzamiento intervarietal, 395;
 Cruzamiento de líneas endocrias, 398;
 Cruzamiento múltiple, 390;
 Cruzamiento puente, 401;
 Cruzamiento regresivo, 376;
 Cuadriplex, 374;
 Cuba, 437, 553, 554, 555, 556, 557, 620, 621, 622;
 Cubos v. papas elaboradas, papas en cubos;
Cucurbita spp., 10;
 Cuidados culturales, 302, 323;
 Culillo, 304, 310;
 Cultivo, 239, 340, 342, 344, 347;
 Cultivo de anteras, 371;
 Cultivos asociados, 139, 192, 229;
 Cultivo en fajas, 239, 243, 291;
 Cultivo de meristemas, 332, 340;
 Cultivo de pecíolos, 333, 334, 339;
 Cuncunillas v. cortadoras;
 Curado del tubérculo, 528;
Cyclocephala sp., 491;
Cycloneda sanguinea, 477, 485;
Cyperus rotundus, 263.
- Ch
- Chaconina, 105;
 Chala de maíz 131, 132;
 Challu v. *Epicauta* sp.;
Chelonus texanus, 485;
Chenopodium amaranticolor, 331;
Chenopodium pallidicaule, 144, 145;
Chenopodium quinoa, 10, 14, 144;
 Chicharrita v. *Empoasca* sp.;
 Chile, 9, 11, 14, 15, 19, 20, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 42, 58, 59, 71, 72, 75, 76, 78, 101, 105, 146, 200, 210, 211, 212, 213, 228, 241, 243, 255, 306, 307, 312, 318, 322, 344, 360, 362,

382, 406, 408, 438, 439, 454, 457, 459, 463, 465, 477, 480, 482, 483, 485, 489, 491, 494, 499, 532, 552, 553, 554, 556, 557, 580, 583, 599, 606, 621, 622;
 Chirimoya v. *Annona cherimola*;
 Chiza v. *Acognata scarabaeoides*;
 Chlorthiepin v. endosulfán;
 Chocolate, 327, 340;
 Chucumayocali, 20;
 Chuño, 9, 13, 14, 16, 541, 542, 606.

D

2,4-D v. ácido 2,4 diclorofenoxiacético;
 2,4-D éster v. éster isopropílico del ácido 2,4-D;
 DMXD, 269, 271;
 DNBP v. sal alcalolamina de dinitro osec-butyl fenol;
 DNOC v. dinitro orto cresol;
 Dalapón, 122, 267, 268;
 Daño de granizos, 302;
 Daño de insectos, 287;
 Daños mecánicos, 283, 310;
Datura stramonium 331, 450, 469, 470, 471;
Daucus carota, 98;
 Decoloración, 283;
 Decoloración interna, 287;
 Defectos por congelación, 287;
 Defectos por gramíneas, 287;
 Deficiencia en clorofila, 364;
 Defoliadores, 239, 270, 271, 275, 307;
 Densidad de siembra, 239, 252, 253, 254, 291;
 Desarrollo del follaje, 272;
 Desarrollo de la planta, 148, 151;
 Desbrotación, 302, 316, 347;
 Desbrote, 310, 311, 312, 317, 318, 319;
 Descripción de variedades, 407;
 Deshidratación, 96, 114;
 Desinfección, 301, 311, 314, 315, 322, 347;
 Destino de la producción, 605, 611;
 Dextrina, 96, 122, 124, 127;
Diabrotica spp., 476;
 Diagnóstico foliar, 140, 218, 229;
 Dialelos, 370;
 Diazinón, 503;
 Dibromuro de etileno, 122, 494;
 2-4-diclorofenoxiacetato de sodio, 26;
 Dieldrín, 122;
 Difolatán, 272;
 Difós v. dimetoato;
 Dihaploides, 366, 367, 369, 370, 372, 373;
Diloboderus adderus, 492;
 Dilox v. triclorfón;
 Dimecrón v. fosfamidón;
 Dimetoato, 479, 481, 504;
 Dinitro ortocresol, 269, 271;
 Dinoseb, 262, 263, 267, 268, 271;
Dioscorea spp., 98, 99, 109, 110;
 Diostop v. dimetoato;
 Diploides, 187, 362, 366, 367, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 383, 394, 395, 401;
 Dipterex v. triclorofón;
 Diquat, 268, 269, 271;
 Distribución de las unidades de explotación, 600, 601, 602;

Disulfotón, 479, 482, 486, 490, 501, 504;
 Disyston v. disulfotón;
 Dithane M—22 v. maneb;
 Dithane M—45 v. etileno bisdi-
 tiocarbamato de manganeso y
 zinc;
 Dithane Z—78 v. zineb;
 Diticocarbamatos, 446, 447;
 Ditiocarbamato metílico de so-
 dio, 494;
 Diurón, 122, 262, 263, 266,
 269;
 Diversidad genética, 371;
 División meiótica anormal, 366;
 Dominancia apical, 319;
 Dormencia, 316, 317, 413;
 Dormidera v. bacteriosis;
 Drenaje, 188, 256;
 Duplex, 374;
 Durazno v. *Prunus persica*;
 Dursbán v. clorpirifos;
 Duter, 272;
Dyscinetus sp., 271, 492.

E

EDTA v. ácido hierro etileno di-
 nitrilo tetra acético;
 EMANA v. éster metílico de
 ácido naftalenacético;
 ENP v. etil-p-nitrofenil bence-
 notiofosfanato;
 EPTC v. etil N-N-dipropil tio-
 carbamato;
 Ecuador, 12, 14, 19, 48, 51, 54,
 63, 68, 105, 141, 144, 185,
 214, 226, 262, 342, 361, 406,
 437, 454, 466, 474, 477, 488,
 489, 491, 552, 553, 554, 556,
 557, 587, 590, 599, 606, 626;
 Efecto fitotóxico de herbicida,
 266;

Eficiencia, de la tuberización,
 187;
Eiphosoma batatae, 485;
 Ekatin v. morfotión;
 Elección del campo, 323;
 Elementos fertilizantes princi-
 pales, 139, 196, 197;
 Elementos fertilizantes secunda-
 rios, 139;
 Elementos mayores v. elemen-
 tos fertilizantes principales;
 Eliminaciones de plantas para
 pureza, 311;
 Embriones multicelulares, 367;
 Emergencia v. emergencia de
 plantas;
 Emergencia de plantas, 148,
 312, 313;
Empoasca spp., 392, 475, 476,
 480;
Empoasca batatae, 480;
Empoasca camara, 480;
Empoasca curveola, 480;
Empoasca fabae, 43, 45, 54, 80,
 82, 105, 392, 480;
Empoasca maligna, 480;
Empoasca papae, 481;
Empoasca plebeia, 480;
Empoasca prona, 481;
 Endocría, 372;
 Endosulfán, 479, 486, 501,
 Endotal, 271;
 Endrex v. endrín;
 Endrín, 122, 482, 504;
 Energía, 98;
 Energía radiante, 108;
 Enfermedades, 193, 196, 209,
 255, 286, 302, 320, 322, 323,
 333, 342, 344, 347, 393, 449;
 Enfermedades bacterianas, 314,
 433, 435, 440;
 Enfermedades fungosas, 314,
 433, 435, 440;

- Enfermedades virosas, 255, 271, 323, 328, 344, 433, 463, 508;
- Enrollamiento, 61, 78, 80, 82, 306, 322, 323, 326, 327, 328, 329, 330, 340, 369, 370, 385, 407, 408, 410, 411, 412, 413, 463, 464, 465, 469;
- Enrollamiento de la hoja v. enrollamiento;
- Ensilaje (de pastos), 96, 128, 129, 131;
- Ensilaje de papa, 133;
- Envases, 345;
- Entisol, 189;
- Enzimas, 120, 122;
- Epicauta* sp., 476;
- Epidermis (del tubérculo), 363;
- Epitrix* sp., 392, 476, 489, 502;
- Epitrix argentinensis*, 489;
- Epitrix cucumeris*, 392, 489;
- Epitrix hirtipennis*, 489;
- Epitrix parvula*, 489;
- Epitrix ranquela-ranquela*, 490
- Epitrix subcrinita*, 489;
- Epitrix ubaquensis*, 490;
- Epoca de siembra, 239, 244;
- Erosión (de suelos), 243;
- Erosión de genes, 357, 362, 363, 394;
- Erosión genética v. erosión de genes;
- Erwinia carotovora*, 46, 47, 53, 57, 68, 77, 80, 82, 322, 327, 334, 339, 341, 459, 531;
- Erythroxyton* sp., 10;
- Escamas v. papas elaboradas, papas en escamas;
- Escarabajo, 392, 498;
- Escarabajo saltador v. *Epitrix* sp.;
- Escardas, 239, 256, 291;
- Esclerotinosis, 440, 462;
- Espinaca v. *Spinacia oleracea*;
- Estacas herbáceas, 333, 334, 341;
- Estación de lluvias v. estación húmeda;
- Estación húmeda, 243, 263, 266, 274;
- Estación seca, 243, 263, 266;
- Estado nutricional, 220;
- Estado de la semilla, 302, 320;
- Ester isopropílico de ácido 2,4-diclorofenoxiacético, 261;
- Ester metílico de ácido naftalenacético;
- Esterilidad, 357, 360, 361, 362, 368;
- Esterilidad del polen, 362, 395;
- Esterilidad femenina, 371;
- Esterilidad masculina, 369, 371;
- Estiércol, 140, 190, 191, 192, 198, 210, 211, 228, 241, 252, 462, 613, 617;
- Estolones, 156, 186, 303, 307, 308;
- Estudios genéticos, 370;
- Etanol, 351;
- Etil N-N-dipropiltiocarbamato, 263, 267, 268;
- Etilparatión v. paratión;
- Etil-p-nitrofenil benceno tiofosfanato, 483, 505;
- Etileno bisditiocarbamato de manganeso y de zinc, 271;
- Evaporación (en tubérculos), 527, 529, 530;
- Evidencia arqueológica, 18;
- Exportación, 605, 620, 622, 623, 624, 625;
- Extianus* sp., 476;
- Extirpación de ojos, 364.

F

Factores complementarios, 374, 387;

Feltia anexa, 484;

Feltia experta, 484;

Feltia malefida, 484;

Feltia subgothica, 484;

Feltia subterranea, 484;

Fenilalanina, 103;

Fertilidad, 367, 368;

Fertilidad masculina v. fertilidad del polen;

Fertilidad del polen, 359, 366, 368, 376, 394, 414;

Fertilizantes, 113, 139, 190, 196, 197, 211, 213, 216, 217, 218, 226, 227, 229, 250, 252, 258, 260, 261, 613, 614;

Fibra cruda, 104, 130;

Financiamiento, 605;

Fituberina, 459;

Floración v. florescencia;

Flores, 361, 365;

Florescencia, 185, 218, 255, 272, 273, 274, 357, 361, 362, 368;

Fluometurón, 263, 269;

Folidol v. paratión;

Follaje, 307;

Follaje silvestre v. silvestre;

Forate, 481, 482, 486, 490, 505;

Forma de abonar, 225, 229;

Forma de aplicación de herbicidas, 269;

Forma del tubérculo, 374;

Forma de siembra, 239, 245;

Formación de frutos, 361;

Formación de tubérculos, 151, 187;

Formol, 455, 456;

Fosdrín, 122;

Fosfamidón, 479, 501, 505;

Fosfatos, 191, 201, 212, 218, 220, 221;

Fosfato ácido de potasio, 348, 349;

Fósforo, 99, 104, 139, 196, 197, 199, 200, 203, 204, 206, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 225, 228, 260, 261;

Fotoperiodismo, 139, 141, 148, 185, 186, 187, 229, 374;

Fotosíntesis, 186, 266;

Fragaria chilensis, 10, 25, 29;

Frailecito v. *Epicauta* sp.;

Frankliniella sp., 483;

Frejol v. *Phaseolus vulgaris*;

Frijol v. *Phaseolus vulgaris*,

Fructosa, 120, 123;

Fructificación, 272, 307, 361;

Frutilla v. *Fragaria chilensis*;

Frutos de papas, 305, 307, 362, 363, 365, 367, 402, 403;

Fuentes de resistencia a *Heterodera rostochiensis*, 386;

Fungicidas, 114, 209, 272, 334, 444, 446, 447, 448, 453;

Furadán v. carbofuran;

6 furfurilaminopurina, 349;

Fusariosis, 440, 461;

Fusarium sp., 323, 438, 461;

Fusarium caeruleum, 327, 461;

Fusarium eumartii v. *Fusarium solani* forma *eumartii*;

Fusarium oxysporum, 320, 461, 531;

Fusarium roseum, 531;

Fusarium solani, 461;

Fusarium solani forma *eumartii*, 320, 461;

Fusarium solani forma *radicola*, 461.

G

Gamma BHC v. lindano;
 Gamexane v. heptacloro;
 Garbanzo v. *Cicer arietinum*;
 Gene, 308, 362, 372, 373, 374,
 378, 380, 381, 384, 385, 386,
 389, 392, 401;
 Genes complementarios, 374;
 Genes de resistencia, 378, 380,
 387, 389, 390, 394;
 Genes mayores, 380;
 Genes modificantes, 389;
 Genes mutantes, 363;
 Genética, 302, 361, 362, 366,
 371, 414;
 Genética cuantitativa, 370;
 Genocentro, 27;
 Genones, 402, 414;
 Genotipo, 371, 374, 379, 380,
 398, 400, 401;
 Germinación del polen en esti-
 los cortados, 401;
 Glicina, 349;
 Glicoalcaloides, 105;
 Globulina, 101;
 Glucosa, 99, 120, 122, 124;
 Glycine soja, 133, 192, 194;
Gomphrena globosa, 331;
 Gorgojos, 491, 492;
 Gorgojo de los Andes v.
Premnotrypes sp.;
 Gorgojo boliviano v. *Phyrdenus*
muriceus;
 Gorgojo de los tubérculos v.
Rhigopsidius tucumanus;
Gossypium sp., 16, 104, 133,
 193, 194;
 Grados de clasificación, 345;
 Gramíneas, 268, 269;
 Granos de cervecería, 128;
 Gránulos v. papas elaboradas,
 papas en gránulos;

Grasa, 95, 98, 105, 107, 120;
 Guatemala, 16, 43, 48, 54, 78,
 144, 345, 361, 362, 406, 436,
 437, 465, 553, 554, 556, 606,
 615, 621, 622, 623, 624, 625;
 Gusano alambre, 503, 504;
 Gusanos blancos, 271, 491,
 501, 502, 503, 504;
 Gusano grasiento v. *Euxoa* sp.;
 Gusano minador v. *Phthorimae*
operculella;
 Gusano variado v. *Peridroma*
 sp.;
 Gusatión v. azinfosmetil;
 Gutión v. azinfosmetil.

H

Habilidad combinatoria, 395;
 Haploides, 357, 364, 365, 366,
 370, 371, 376, 395, 414;
 Harina de ajonjolí, 103;
 Harina de algodón, 103;
 Harina de carne, 133;
 Harina de maíz, 608;
 Harina de papa v. papas elabo-
 radas, papas en harina;
 Harina de pescado, 103;
 Harina de sorgo, 133, 608;
 Harina de trigo, 115, 116, 134;
 Heladas, 116, 185, 198, 229,
 244, 252, 275, 286, 303, 324,
 409, 411, 412, 438;
Heliothis sp., 484;
Helminthosporium atrovirens,
 327, 340;
Helminthosporium solani, 333,
 334;
 Hemicelulosa, 104;
Hemitarsonemus latus, 481,
 503;
 Heno, 128, 129, 130, 131;

- Heptacloro, 122, 491, 493, 501, 505;
 Herbicidas, 239, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 291, 617;
 Herencia, 309, 374;
 Herencia de caracteres, 366, 374;
 Herencia de color, 375;
 Herencia de reacción a *Phytophthora infestans*, 360;
 Herencia de reacción a *Heterodera rostochiensis*, 387;
 Herencia tetrasómica, 381;
 Herramientas de labor, 630;
 Heterocigota, 374, 380, 400, 401;
 Heterodera, 322;
Heterodera pallida, 78, 80, 82, 322, 369, 370, 388, 389, 391, 394, 414, 494;
Heterodera rostochiensis, 47, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 77, 80, 82, 322, 328, 369, 386, 388, 389, 390, 391, 394, 414, 494;
Heterogomphus sp., 493;
 Heterosis, 393, 398;
 Hexaclorociclohexano, 482, 501;
 Hexaploides, 401;
 Hibridación interespecífica, 394;
 Hidrazida maleica, 119, 122, 538, 540;
 Hidroquinomas, 456;
 Hidróxido de estaño, 447, 448;
 Hidróxido de sodio, 350, 351;
 Hielo v. tizón;
 Hierro, 98, 104, 107, 139, 196, 201, 204, 206, 209, 210;
 Hilos v. papas elaboradas, papas en hilos;
 Hiperploides, 370;
 Hiporsensibilidad, 380, 393;
 Hiporsensibilidad a virus X, 373;
 Hipoclorito de sodio, 285;
Hippodamia convergens, 477;
 Historia, 9;
 Hoja de dalia, 308;
 Hojas subdivididas, 364;
 Hojuelas v. papas elaboradas, papas en hojuelas;
 Homocigosis, 367, 372, 398, 401;
 Homocigota, 366, 371;
 Honduras, 50, 606;
Hordeum vulgare, 128, 144, 194;
 Hormonas, 271, 273;
 Huacos, 16, 18;
 Humedad del suelo, 188, 192;
Hunccos Huncostil, 20;
Hyoscyamus niger, 441;
 Hyperbasarthrum, 40, 44.

I

- Identificación de plantas normales, 302;
Ilex paraguariensis, 10;
 Iluminación, 402;
 Importación, 605, 607, 609, 620, 621, 622, 623;
 Importancia alimenticia, 95, 105;
Incamia cruzcensis, 487;
 Inceptisol, 189;
 Índice de área foliar, 260, 319;
 Inducción de tallos múltiples, 311, 319, 347;
 Industrialización, 96, 114;
 Infeccioso, 384;

Inflorescencia, 303, 305, 363;
 Injerto, 308;
 Insecticidas, 114, 475, 482,
 614, 617, 630;
 Insectos, 275, 301, 342, 347,
 357, 392;
 Insectos vectores, 323, 344;
 Instituto Colombiano Agropecuario, 605, 613;
 Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 623;
 intensidad de la luz, 153;
 Interacción citoplasmática, 362;
 Introgresión, 373;
 Investigaciones en fertilizantes, 140;
Ipomoea batata, 10, 15, 98, 109, 110;
 Irradiación (en almacenamiento), 185, 525, 540;
 Isoca cortadora v. *Peridroma* sp.;
 Isoca loca v. *Diloboderus adde-rus*;
 Isoleucina, 103;
 Isopropil-N-clorofenil-carbamato, 122, 538.

J

Jamaica, 553, 554, 556, 557;
 Jiquipil v. *Epicauta* sp.;
 Jornales, 610, 613;
 Junta de Mercadeo de la Papa, 605;
 Junta Nacional de Papa, 605.

K

Kaspi-ckuru v. *Phthorimae operculella*;

Kaspi-kiuru v. *Phthorimae operculella*;
 Kinetina v. 6 furfurilaminopurina.

L

Labores de cultivo, 614, 616, 617;
Lactuca sativa, 106;
 Lago Titicaca, 9, 17, 26, 29, 75;
 Langostino v. *Empoasca* sp.;
 Lannate v. metomyl;
 Largo de los estolones, 151, 158, 162;
 Largo de la iluminación, 187;
 Larvas cortadoras, 502, 504, 505;
 Latencia, 330;
 Lavado de papas, 239, 285;
 Lavadoras v. máquinas lavadoras;
 Lechuga v. *Lactuca sativa*;
Lens esculenta, 15;
 Lenteja v. *Lens esculenta*;
 Lenticelas abiertas, 287;
Lepidium meyenii, 10, 15;
Leptinotarsa decemlineata, 43, 44, 45, 46, 54, 58, 80, 82, 105, 392;
Leptinotarsa undecemlineata;
 Leucina, 103, 104;
 Libro de registro, 404;
 Ligamiento, 372, 385;
Ligyris sp. 493;
 Lindano, 501, 505;
 Líneas endocriadas, 366;
 Linurón, 262, 266, 267, 269;
Liriomyza sp., 482;
Liriomyza flaveola, 482;
Liriomyza munda, 482;
Liriomyza quadrata, 482;

Lisina, 15, 103;
 Litio, 104;
 Locus, 401;
 Lorito v. *Empoasca* sp.;
 Lorsban v. clorpirifos;
 Lúcumá v. *Lucuma* sp.;
Lucuma sp., 10;
Lycium halimifolium, 441;
Lycium turcomanicum, 441;
Lycopersicon esculentum, 383,
 441, 450, 451, 462, 473, 486;
Lycophotia interrupta, 485;
 Llaja v. *Epitrix* sp.;
 Lluvia, 148, 188, 216, 243,
 258, 262, 275, 287.

M

Maca v. *Lepidium meyenii*;
Macrosiphum sp., 43, 45;
Macrosiphum euphorbiae, 43,
 45, 56, 392, 470, 476, 477;
Macrosiphum solani, 470, 477;
Madia v. *Madia sativa*;
Madia sativa, 25;
 Madurez, 287, 303, 306, 307;
 Madurez fisiológica, 275;
 Magnesio, 104, 139, 196, 201,
 204, 207, 209, 215, 217;
 Maíz v. *Zea mays*;
 Malatión, 122, 479, 481, 483,
 501, 505;
 Malezas, 256, 257, 262, 263,
 266, 268, 270, 271, 281, 286,
 323, 493;
 Malix v. endosulfán;
 Maltosa, 123, 124;
 Mancoseb, 448, 459;
 Manchas chocolate v. manchas
 ferruginosas;
 Manchas ferruginosas, 407, 408,
 409, 413;

Manchas negras, 543;
 Maneb, 122, 272, 446, 447,
 448, 453;
 Manejo del suelo, 139, 190,
 196, 229;
 Manganeso, 104, 139, 190, 196,
 201, 204, 206, 210;
 Mango v. *Bromus mango*;
 Maní v. *Arachis hypogaea*;
Manihot esculenta, 10, 15, 16,
 98, 109, 110, 123, 133, 555,
 557, 566, 567, 572, 576, 587,
 591;
 Máquina asperjadora, 254;
 Máquina clasificadora de papas,
 286;
 Máquina labadora de papas,
 285;
 Máquina sembradora de papas,
 225, 245, 250;
 Maquinaria, 630;
 Marchitex bacteriana v. bacte-
 riosis;
 Mashua v. *Tropaeolum tuberosum*;
 Mata-vástagos, 119, 270, 480,
 487;
 Mate v. *Ilex paraguariensis*;
 Materia orgánica, 139, 189,
 190, 191, 192, 193, 198, 201,
 211, 214, 215, 216, 228, 241,
 257;
 Materia seca total, 99, 100,
 101, 104, 112, 113, 114, 122,
 151, 182, 183, 196, 198, 217,
 220, 273, 343, 393, 407, 409,
 410, 413;
 Maya v. bacteriosis;
 Mayato v. *Leptinotarsa unde-
 cemplineata*,
 Mayote cavador v. *Dyscinetus*
 sp.;
Medicago sativa, 133, 194;

- Medio Murashige y Skoop, 349;
 Médula (del tubérculo), 363;
 Meiocito, 371;
 Meiosis, 371, 401;
 Mejoramiento genético, 302,
 357, 360, 366, 367, 369, 370,
 374, 376, 392, 393, 398, 414;
Meloidogyne sp., 322, 323,
 499;
Meloidogyne arenaria, 499;
Meloidogyne hapla, 499;
Meloidogyne incognita, 499;
Meloidogyne incognita acrita,
 499;
 Mercado, 244, 271, 275, 307,
 487, 630;
 Mercado común latinoameri-
 cano, 345;
 Mercado Nacional de Papas,
 602, 603;
 Meristema apical, 363;
 MesuroI, 501, 506;
 Metaldehído, 501, 506;
 Metamidofos, 483, 490, 501,
 506;
 Metasystox v. oxidemetonmetil;
 Metionina, 101, 103;
 Metirán, 448, 459;
 Metobromurón, 262, 267, 269;
 Métodos de mejoramiento, 357,
 394;
 Metomyl, 483, 486, 490, 506;
 Metribuzín, 269;
 México, 10, 16, 19, 26, 43, 44,
 45, 48, 50, 54, 55, 56, 57, 58,
 76, 143, 144, 345, 361, 362,
 365, 382, 391, 406, 407, 408,
 409, 436, 437, 439, 465, 477,
 486, 488, 494, 499, 552, 553,
 554, 556, 583, 584, 587, 599,
 621, 622;
 Millahuinllín, 20;
 Millo v. *Sorghum* sp.;
 Minador v. *Liriomyza* sp.;
 Minador de la hoja v. *Phthori-
 mae operculella*;
 Mio-inositol, 349;
 Minerales, 104;
 Molibdato de amonio, 203;
 Molibdato de sodio, 349;
 Molibdeno, 104, 201, 206;
 Moluscos, 475;
 Monitor v. metamidofos;
 Monobromurón, 268;
Monocrepidius scalaris, 287;
 Monocrotofos, 501, 506;
 Monolinurón, 267, 269;
 Monoploides, 371;
 Monroy v. *Celerio annei*;
 Monurón, 266, 269;
 Moray, 542;
 Morfotión, 479, 506;
 Mosaico, 306, 323, 407, 410;
 Mosaico aucuba v. aucuba,;
 Mosaico benigno, 327, 329,
 330, 339, 410, 464, 471;
 Mosaico suave v. mosaico be-
 nigno;
 Mosaico rugoso, 330, 464;
 Mosaico latente, 327, 339;
 Mosaico severo, 327, 329, 330,
 340;
 Moteado del tallo, 327, 340;
 Murcha v. bacteriosis;
Musa sp., 450, 555, 557, 566,
 567, 572, 576, 584, 587, 591;
Musa balbisiana (diploide), 383,
 450;
 Mutación, 302, 306, 308, 359,
 363, 364, 373, 412;
Myzus persicae, 45, 56, 80, 82,
 392, 470, 473, 474, 476, 477.

N

Na₂ EDTA v. sodio ácido etile-

no dinitrotetrahidrotetracético;
 Neblina, 145, 439;
 Necrosis apical, 385;
 Necrosis de las nervaduras v. necrosis de las venas;
 Necrosis de las venas, 327, 330, 340;
 Neguvón v. triclorfón;
 Negro-andino (Suelo-Serie), 214;
 Negro de páramo (Suelo-Serie), 214;
 Nematicidas, 144, 475;
 Nematodos, 322, 323, 347, 357, 388, 508;
 Nematodo del nudo v. *Meloidogyne* sp.;
 Nematodo del quiste v. *Heterodera rostochiensis*;
 Nexagán v. bromofos-etil;
 Niacina v. ácido nicotínico;
Nicandra physaloides, 473;
 Nicaragua, 407, 620, 621, 622;
Nicotiana tabacum, 10, 193, 383, 450, 466, 471, 473, 486;
Nicotiana glutinosa, 470, 471;
 Níquel, 104;
 Nitrato, 218, 220, 221;
 Nitrato de amonio, 349;
 Nitrato de calcio, 204, 348;
 Nitrato de potasio, 349;
 Nitrificación, 257;
 Nitrógeno, 101, 104, 119, 139, 190, 192, 196, 197, 198, 199, 200, 203, 204, 206, 207, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 228, 257, 260, 261;
 Nonanol, 541;
 Nihil v. nonanol;
 Nuliplex, 374;
 Número de estolones, 151, 157, 167;

Número de tallos, 151, 154, 155, 167, 170;
 Número de tubérculos por planta, 151, 167, 170, 182;
 Nuvacrón v. monocrotofos.

Ñ

Ñadis, 212;
 Ñame v. *Dioscorea* spp.

O

Objetivos de mejoramiento, 357, 393;
 Oca v. *Oxalis tuberosa*;
 Octoploides, 376;
 Ocumo v. *Xanthosoma sagittifolium*;
 Ojo de pollo, 461, 466, 475;
Oospora pustulans, 327, 333, 334, 340;
 Organismos de comercialización, 602;
 Organo-mercuriales, 455;
 Organografía, 37, 39;
 Origen, 23, 25, 372;
Oryza sativa, 98, 109, 110, 123, 554, 557, 566, 567, 572, 576, 580, 584, 587, 591, 595;
 Ovejas v. ovinos;
 Ovinos, 96, 132, 134;
 Ovulo, 362, 368, 372;
Oxalis tuberosa, 10, 14, 15, 16, 25, 144, 145;
 Oxidocloruro de cobre, 447;
 Oxidimetometil, 479, 487, 506;
 Oxido de cobre, 447;

Oxido de magnesio, 207;
 Oxid, 351;
 Oxisol, 189.

P

pH, 139, 189, 201, 207, 209,
 210, 215, 456;
 Paja (de cereales), 128, 129,
 131, 132;
 Pájaros, 287;
 Palatabilidad, 533;
 Palomilla v. *Phthorimae oper-
 culella*;
 Panamá, 407, 494, 552, 553,
 554, 556, 605, 621, 622;
 Planificación, 115, 116;
 Papa amarga, 17, 145;
 Papa casposa, 308;
 Papa colgada, 310;
 Papa-consumo, 340, 343, 344,
 469, 479, 528, 529, 537, 539,
 540, 606, 613, 620, 627;
 Papa criolla v. *Solanum tubero-
 sum* gr. *phureja*;
 Papa chaucha v. *Solanum tube-
 rosum* gr. *phureja*;
 Papa fósil, 19;
 Papa industrial, 528;
 Papa muñeco, 310;
 Papa-semilla v. semilla de papa;
 PAPAS ELABORADAS:
 Papas en copos, 626, 627;
 Papas en cubos, 96, 114, 117,
 542;
 Papas deshidratadas, 611;
 Papas enlatadas, 611;
 Papas en escamas, 96, 115,
 117, 606;
 Papas fritas, 144, 134, 393,
 408, 529, 606;
 Papas en gránulos, 96, 118,
 542;

Papas en harina, 103, 114,
 115, 116, 134, 606, 609,
 611, 626, 627, 630;
 Papas en hilos, 611;
 Papas en hojuelas, 96, 114,
 118, 119, 120, 121, 134,
 285, 411, 542, 606, 611,
 612;
 Papas en polvo, 542;
 Papas preheladas para freír, 96,
 120, 134, 606, 611;
 Papas en rodelas, 107, 626;
 Papas en sémola, 626, 627;
 Papas en trozos, 626;
 Papaya v. *Carica papaya*;
 Paraguay, 14, 15, 46, 363, 466,
 557, 620, 621, 622;
 Paraquat, 267, 268, 269;
 Paratión, 481, 483, 487, 501,
 507;
 Pasador de la hoja v. *Liriomyza*
 sp.;
 Pata negra, 327, 328, 329, 334,
 339, 342, 351, 410, 411, 412;
 Patotipo, 388, 393, 394, 440,
 459;
 Pectato-gel de Steward, 351;
 Pectinas, 99;
 Pehuén v. *Araucaria araucana*;
 Pepino v. *Solanum variegatum*;
 Pentaclorofenol, 269;
 Pentacloronitrobenceno, 455,
 456;
 Pentaploide, 362;
 Perfektion v. dimetoate;
 Periderma, 531, 538;
Peridroma margaritosa, 491;
Peridroma polymorpha, 491;
Peridroma saucia, 491;
 Período de brotación, 525, 527,
 531;
 Período de curación, 525, 527;

- Período de reposo, 114, 316,
 317, 343, 525, 529, 533;
Persea americana, 10;
 Perthane, 482, 485, 489, 506;
 Perú, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17,
 18, 20, 25, 26, 28, 48, 49, 50,
 51, 52, 53, 58, 60, 61, 62, 63,
 65, 66, 67, 68, 69, 76, 78,
 105, 144, 145, 185, 192, 217,
 255, 260, 262, 312, 322, 342,
 360, 362, 382, 388, 406, 408,
 410, 438, 439, 449, 450, 454,
 457, 458, 463, 465, 466, 475,
 477, 480, 482, 483, 484, 485,
 486, 488, 489, 490, 491, 492,
 493, 499, 551, 553, 554, 556,
 557, 558, 559, 562, 599, 609,
 610, 615, 618, 619, 621, 622,
 626;
 Peso específico, 95, 99, 100,
 111, 112, 113, 266;
 Peso de follaje, 151, 152, 154;
 Peso medio de un tubérculo,
 163, 167, 170, 171, 182;
 Peso de la parte subterránea,
 151, 154, 156, 167;
 Peso del tallo, 154, 187;
 Peso de los tubérculos, 187;
 Peste seca v. alternariosis;
 Pesticidas, 114, 122;
 Pesticidas venenosos, 122;
Phaseolus lunatus, 28;
Phaseolus vulgaris, 10, 11, 15,
 28, 106, 193, 557, 566, 567,
 572, 576, 580, 587, 591, 597;
Phoma sp., 327, 334, 340, 440,
 531;
Phoma exigua var. *foveata*, 334,
 340;
Phthorimae operculella, 256,
 486;
Phyllophaga sp., 493;
Phyrdenus muriceus, 488;
Physalis alkekengi, 441;
Physalis angulata, 469;
Physalis floridana, 469;
Phytophthora infestans, 11, 12,
 43, 44, 45, 51, 54, 55, 56, 57,
 72, 77, 80, 82, 188, 256, 323,
 327, 370, 378, 380, 381, 382,
 436, 437, 439, 440, 442, 453,
 508, 531, 587;
 Pigmento, 363;
 Pilipintu v. *Phthorimae oper-
 cullella*;
 Pilme v. *Epicauta* sp.;
 Pimienta v. *Piper officinarum*;
 Piña v. *Ananas comosus*;
 Piojillo v. *Thrips tabaci*;
 Piojo v. *Myzus persicae*;
Piper officinarum, 10;
 Piridoxina, 349;
Pisum sativum, 106, 194;
 Plagas, 193, 286, 323, 342,
 343, 377, 393, 433;
 Plaguicidas, 476, 502, 508;
 Plantas normales, 302, 307;
 Plantas procesadoras industria-
 les, 612;
 Plantonas, 307, 308, 364;
 Pleitrópico, 363;
 Ploidía, 369;
 Ploidía 2 x, 75, 76, 77;
 Ploidía 3 x, 75, 76, 79;
 Ploidía 4 x, 75, 76, 77;
 Ploidía 5 x, 79;
 Piusia nu, 485;
 Polen 305, 359, 361, 362, 363,
 367, 368;
 Polen anormal, 362;
 Polen fértil, 362, 366, 372;
 Polen viable, 362;
 Polifenoles, 459;
 Polilla v. *Phthorimae opercu-
 llella*;
 Polinización, 402;

- Polinizante, 367, 376;
 Polipectato de sodio, 351;
 Poliploide, 370;
 Polisán, 272;
 Polvillo v. alternariosis;
Polymnia sonchifolia, 25;
 Poroto v. *Phaseolus vulgaris*;
 Poroto pallar v. *Phaseolus lunatus*;
 Porcinos, 96, 128, 132, 134;
 Potasio, 104, 139, 196, 197, 199, 200, 201, 203, 204, 206, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 228, 261;
 Prácticas culturales, 241;
 Prácticas generales de abonadura, 140, 228;
 Prebrotación, 317;
 Precios, 613, 616, 618, 619, 622, 625, 630;
 Precipitación v. lluvia;
 Precocidad, 376;
Premnotrypes latithorax 488;
Premnotrypes solani, 488;
Premnotrypes vorax, 448;
 Preparación del suelo, 241, 242, 243, 613, 614, 616, 617;
 Preparación de la tierra v. preparación del suelo;
 Preservación de papas por secado y enlatado, 525, 541;
Prodenia eridania, 485;
Prodenia latisfaca, 485;
 Producción de flores, 361;
 Producción de follaje, 151, 152, 153, 167, 170, 272;
 Producción de frutos, 272, 274;
 Producción de hojas, 151;
 Producción de polen, 362;
 Producción de semilla de papa, 299, 302;
 Producción de semilla de papa, en América Latina, 302;
 Producción de tubérculos, 167, 185, 186;
 Profitox v. triclorfón;
 Profundidad de siembra, 243, 251;
 Progenitor femenino, 376;
 Proliferación de yemas, 309, 310;
 Prolongación del extremo distal, 309;
 Promecarb, 490, 507;
 Prometon, 266, 269;
 Prometrina, 262, 267, 268, 269;
 Proteína, 98, 99, 101, 102, 103, 107, 113, 123, 124, 130, 134, 206, 331;
 Prueba biológica, 326, 331;
 Prueba florida, 330;
 Prueba de hojas amputadas (heladas), 377;
 Prueba Ingel-Lange, 329;
 Prueba de progenie, 394;
 Prueba serológica, 326, 331, 470, 471;
 Prueba de tubérculo índice, 330;
Prunus persica, 106;
Pseudococcus sp., 501;
Pseudomonas solanacearum, 77, 80, 82, 322, 383, 438, 439, 449, 450, 499, 508;
Puccinia pittieriana, 440, 462;
 Pudrición blanda, 287;
 Pudrición gelatinosa v. culillo;
 Pudrición húmeda, 287, 309;
 Pudrición parda v. bacteriosis;
 Pudrición seca, 287, 327, 340, 410, 411, 412;
 Pudriciones en las papas almacenadas, 525, 531;
 Puerto Rico, 454;

Pulga da terra v. *Epitrix* sp.;
 Pulpa saltona v. *Epitrix* sp.;
 Pulgón, 324, 476, 477;
 Pulgón del durazno v. *Myzus persicae*;
 Pulgón de la papa v. *Macrosiphum solani*;
 Pulgón verde v. *Myzus persicae*;
 Punta morada, 322, 474;
 Punto de marchitez, 259, 260;
 Pureza varietal, 299, 302, 311, 324, 328, 329;
Pythium debaryanum, 440.

Q

Quemado del sol, 287;
 Quimeras, 364;
 Quimeras periclinas, 309;
 Quina v. *Cinchona* sp.;
 Quinoa v. *Chenopodium quinoa*.

R

Rachiplusia nu, 485;
 Radiación solar, 148;
 Rajaduras, 188, 309, 410;
 Rayos X, 364;
 Razas fisiológicas, 378, 379, 380, 381, 382;
 Reacción a enfermedades, 303, 306, 343;
 Recolección de la cosecha, 239, 286;
 Recontaminación de la semilla, 299;
 Regionalización del cultivo, 630;
 Regiones para el cultivo v. regiones de producción;

Regiones de producción, 241, 243, 558, 563, 568, 576, 591;
 Registro de variedades, 345;
 Reglamento de grados y clasificación, 287;
 Reguladores de crecimiento endógenos de la papa, 543;
 Remolacha hortícola v. *Beta vulgaris*;
 Remolacha forrajera, 128, 130, 131, 194;
 Rendimiento, 80, 82, 84, 109, 110, 151, 167, 186, 187, 188, 192, 194, 204, 206, 209, 214, 215, 218, 226, 241, 252, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 266, 272, 273, 301, 303, 306, 308, 312, 313, 314, 316, 317, 319, 320, 323, 343, 367, 369, 371, 374, 393, 398, 404, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 440, 445, 446, 448, 467, 468, 469, 474, 494, 613;
 Repollo v. *Brassica oleracea*;
 Reposo v. período de reposo;
 República Dominicana, 553, 554, 556;
 Requerimientos hídricos, 229;
 Resistencia de campo v. resistencia multigénica;
 Resistencia a la cocción, 306, 411;
 Resistencia a condiciones adversas, de ambiente, 404;
 Resistencia debida a hipersensibilidad, 378, 393, 407, 449;
 Resistencia a enfermedades, 114, 357, 369, 370, 374, 377, 393, 401, 404, 414;
 Resistencia al frío v. resistencia a heladas;
 Resistencia genética, 450, 458, 470, 471, 473;

- Resistencia genética a insectos, 357, 374, 378, 392, 393, 401, 404;
- Resistencia a heladas, 46, 49, 53, 54, 56, 57, 61, 62, 64, 66, 70, 77, 79, 80, 82, 302, 357, 359, 375, 377, 401, 414;
- Resistencia a *Heterodera rostochiensis*, 386, 388, 414;
- Resistencia multigénica, 378, 380, 393, 409, 449, 470;
- Resistencia al nematodo del quiste v. resistencia a *Heterodera rostochiensis*;
- Resistencia *Phytophthora infestans*, 374, 414, 440;
- Resistencia a plagas v. resistencia genética a insectos;
- Resistencia poligénica v. resistencia multigénica;
- Resistencia a la sequía, 64, 80, 82;
- Resistencia a virosis, 374;
- Resorcina, 329;
- Respiración, 529, 531;
- Retardamiento de la brotación, 311, 316;
- Retrocruzamiento, 370, 400;
- Rhygopsidius tucumanus*, 492;
- Rhizoctonia solani*, 78, 80, 82, 194, 196, 310, 316, 320, 323, 327, 333, 340, 438, 440, 453;
- Riboflavina, 98, 99, 105, 107;
- Ricinus communis*, 450;
- Riego, 188, 189, 228, 229, 239, 243, 252, 256, 258, 259, 260, 261, 287, 291, 323, 344, 587, 593, 613, 617, 630;
- Riego por aspersión, 185, 261;
- Rindite, 318, 319;
- Rishitina, 459;
- Rizoctonia v. *rizoctonosis*;
- Rizoctonosis, 287, 306, 327, 340, 407, 409, 410, 411, 412, 438, 440, 453;
- Rodajas secas v. papas elaboradas, papas en rodajas;
- Roedores, 287;
- Rogor v. dimetoato;
- Roña pulverulenta v. sarna polvorienta;
- Rosellinia* sp., 440;
- Rotación v. rotación cultural;
- Rotación cultural, 139, 193, 194, 195, 196, 229, 241, 311, 314, 316, 340, 347, 455, 456, 462, 489, 493, 494, 499, 583;
- Roxión v. dimetoato;
- Roya, 440, 480.

S

- Sacarosa, 99, 121, 123, 348, 349;
- Saccharum officinarum*, 10, 228, 552, 555, 557, 566, 567, 572, 576, 584, 587, 591, 597;
- Sal alcanolamina de dinitro osecbutilfenol, 266;
- Sales minerales, 131, 132, 134;
- Salitre chileno, 198;
- Salta hojas verde v. *Empoasca* sp.;
- Salta perico v. *Monocrepidius scalaris*;
- Saltón v. *Empoasca* sp.;
- Salvador, El., 606, 624, 625;
- Sanidad de la semilla, 299, 302;
- Sarna común, 207, 210, 327, 340, 357, 383, 384, 407, 408, 410, 411, 413, 438, 440, 455;
- Sarna plateada, 327, 340;
- Sarna polvorienta, 327, 340, 407, 438, 440, 456;

- Sarna rosada, 407;
Schizanthus grahamii, 441;
Sclerotinia sclerotiorum, 440;
Sclerotium rolfsii, 462;
Secale cereale, 10;
 Secano, 244, 258, 291;
 Sección *Tuberarium*, 26, 28,
 40, 42, 186;
 Segregación cromatídica, 400,
 401;
 Segregación cromosómica, 400,
 401;
 Selección, 392;
 Selección clonal, 324, 394;
 Selección de líneas autofecun-
 dadas, 394;
 Selección masal negativa, 323;
 Selección negativa v. selección
 masal negativa;
 Selección positiva v. selección
 clonal;
 Selección de semillas, 299, 320;
 Selectas, 403;
 Sémola v. papas elaboradas, pa-
 pas en sémola;
 Sembradora v. máquina sem-
 bradora;
 Semi-plantonas, 307, 308;
 Semilla (botánica), 365, 366,
 367, 375, 403;
 Semilla v. semilla de papa;
 Semilla de papa, 196, 243, 244,
 245, 252, 253, 254, 255, 257,
 271, 299, 301, 302, 310, 311,
 313, 314, 315, 316, 317, 318,
 319, 320, 321, 322, 323, 324,
 327, 329, 330, 332, 333, 340,
 341, 342, 343, 344, 345, 346,
 347, 360, 407, 408, 409, 442,
 450, 454, 455, 456, 458, 459,
 461, 462, 465, 469, 489, 508,
 528, 531, 536, 538, 605, 607,
 609, 610, 611, 613, 614, 615,
 616, 617, 620, 622, 623, 625,
 627;
 Semilla de papa certificada,
 326, 328, 344, 345, 450, 470,
 471, 473, 613;
 Semilla de papa libre de virus,
 326;
 Semilla de papa lote fundación,
 326, 328;
 Semilla de papa madura, 320;
 Semilla de papa inmadura, 320;
 Semilleros, 312, 324, 476, 479;
Septoria lycopersici, 463;
 Septoriosis, 440, 463;
 Serie Acaulia, 41, 42, 52, 53,
 77, 81;
 Serie Alticolae, 41, 60;
 Serie Andigena, 41, 42, 76;
 Serie Borealia, 41, 42;
 Serie Bulbocastana, 41, 43, 80;
 Serie Cardiophylla, 41, 44, 80;
 Serie Circaefolia, 41, 47, 80;
 Serie Clara, 41, 42, 43, 80;
 Serie Commersoniana, 41, 46,
 47, 80;
 Serie Conicibaccata, 41, 48, 81;
 Serie Cuneolata, 41, 58, 81;
 Serie Demissa, 41, 54, 81;
 Serie Etuberosa, 41;
 Serie Glabrescencia, 41;
 Serie Ingaefolia, 41, 53;
 Serie Juglandifolia, 41, 42;
 Serie Longipedicellata, 41, 56,
 81;
 Serie Maritima, 41, 70, 71, 83;
 Serie Megistacroloba, 41, 42,
 60, 82;

- Serie Minutifolia, 41;
 Serie Morelliformia, 41, 42;
 Serie Oxycarpa, 41, 50;
 Serie Pinnatisecta, 41, 44, 80;
 Serie Piurana, 41, 51;
 Serie Polyadenia, 41, 57, 81;
 Serie Subacaulia, 52;
 Serie Tarijensa, 41, 42, 47, 80;
 Serie Transaequatorialia, 41, 42, 75;
 Serie Trifida, 41, 42, 44, 45, 80;
 Serie Vaviloniana, 41, 42, 75;
 Serie Yungasensa, 41, 42, 47;
 Serie Tuberosa, 41, 42, 55, 72, 73, 75, 76, 78, 83;
Sesamum indicum, 104;
 Sesone, 122;
 Sevin v. carbaryl;
 Siembra, 239, 243, 244, 245, 247, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 257, 262, 310, 311, 312, 313, 317, 318, 483, 485, 614, 616, 617;
 Siembra mecanizada, 317;
 Silicio, 104;
 Silos, 312, 525, 532, 533;
 Silvestre (mutación), 307, 308, 309, 328, 364;
 Silvestre plumado (mutación), 307, 308, 309;
 Simazín, 266, 267, 269;
 Simplex, 374;
 Sistema de alarma contra el tizón, 446;
 Sistema de registro, 404;
 Sistema de siembra, 291;
 Sistox, 122;
 Sodio, 104;
 Sodio-ácido etileno denitrilo-
 tetra-acético, 349;
 Solanina, 105, 130, 534;
Solanum abbotianum, 62;
Solanum acaule, 52, 73, 75, 77, 81, 187, 375, 376, 377, 386;
Solanum agrimonifolium, 48;
Solanum ajanhuiri, 73, 76, 77, 145, 187;
Solanum amabile, 62;
Solanum ambosinum, 63;
Solanum andreanum, 63, 82, 389;
Solanum atropurpureum, 441;
Solanum aviculare, 441;
Solanum ayacuchense, 48;
Solanum berthaultii, 187;
Solanum blanco-galdosii, 60;
Solanum boliviensi, 61, 187, 377;
Solanum boyacense, 73;
Solanum branchistotrichum, 44;
Solanum brevicaulis, 63, 377;
Solanum buesii, 48;
Solanum bukasovii, 63, 377;
Solanum bulbocastanum, 43, 80, 380, 382, 392;
Solanum canasense, 63, 73, 82, 187, 377;
Solanum canasense var *neo-hawkesii*, 390;
Solanum candolleanum, 64;
Solanum cantense, 51;
Solanum capsicibaccatum, 47, 80;
Solanum cardiophyllum, 44, 80, 187, 402, 441;
Solanum caripense, 441;
Solanum clarum, 43;
Solanum colombianum, 48, 187;

- Solanum commersonii*, 15, 46, 80, 187, 377, 392, 441;
Solanum cuencanum, 73;
Solanum X curtilobum, 73, 76, 79, 83, 145, 186, 187, 377, 458;
Solanum chacoense, 46, 72, 80, 187, 374, 392;
Solanum chancayense, 64;
Solanum X chaucha, 73, 75, 186, 187;
Solanum chavinense, 60;
Solanum chiquidenum, 52;
Solanum chocclo, 73;
Solanum chomatophilum, 49, 81, 377;
Solanum demissum, 54, 81, 186, 187, 366, 377, 380, 382, 392, 401;
Solanum doddsii, 64;
Solanum dulcamara, 441;
Solanum edinense, 187;
Solanum ehrenbergii, 44;
Solanum etuberosum, 441;
Solanum fendleri, 56, 441;
Solanum gandarillasii, 64, 82, 187;
Solanum goniocalyx, 58, 72, 73, 76, 77, 187, 542;
Solanum gracilifrons, 64;
Solanum huerreroense, 54, 81, 382, 386, 474;
Solanum hjertingii, 56, 81, 392;
Solanum hougasii, 55, 81;
Solanum huancabambense, 49;
Solanum infundibuliforme, 58, 59, 81, 187;
Solanum ingaefolium, 53;
Solanum iopetalum, 55;
Solanum jamesii, 15, 80, 187, 441;
Solanum X Juzepczukii, 73, 75, 76, 79, 83, 145, 186, 187, 377, 458;
Solanum kesselbrenneri, 73;
Solanum kurtzianum, 65, 72, 82, 187, 386, 388, 390;
Solanum lanciforme, 402;
Solanum laxissimum, 49;
Solanum leptophyes, 82, 388, 390;
Solanum leptosepalum, 55;
Solanum leptostigma, 187;
Solanum lesteri, 58;
Solanum lignicaule, 65;
Solanum lobbianum, 65;
Solanum maglia, 41, 70, 71, 72, 75, 83, 187, 441;
Solanum mamilliferum, 73;
Solanum marginatum, 441;
Solanum medians, 66, 75;
Solanum megistacrolobum, 60, 82, 377, 389;
Solanum melongena, 441, 450, 451;
Solanum microdontum, 66, 83;
Solanum morelliforme, 42;
Solanum moscopanum, 49;
Solanum multidissectum, 187, 377, 388, 389, 391;
Solanum multiflorum, 49, 66;
Solanum multiinterruptum, 66, 83;
Solanum muricatum, 441;
Solanum neovargasii, 50;
Solanum nigrum, 441;
Solanum oceanicum, 72;
Solanum oplocense, 67, 83, 388, 390;
Solanum orophilum, 67;
Solanum otites, 50;

- Solanum oxycarpum*, 50, 382;
Solanum pampasense, 187;
Solanum papita, 56;
Solanum pascoense, 67;
Solanum paramoense, 67;
Solanum paucisectum, 52;
Solanum phureja, 58, 72, 73,
 76, 101, 102, 187, 316, 363,
 365, 366, 367, 370, 371, 375,
 376, 377, 381, 382, 383, 386,
 401, 414, 528, 540;
Solanum pillahuatense, 50;
Solanum pinnatisectum, 45, 80,
 380, 382;
Solanum piurae, 52;
Solanum polyadenium, 58, 81,
 187, 380, 383, 392, 441;
Solanum polytrichon, 57, 81,
 382, 392;
Solanum puberulofructum, 67;
Solanum pumilum, 68;
Solanum pyracanthum, 441;
Solanum raphanifolium, 60, 82;
Solanum raquialatum, 53;
Solanum regularifolium, 68;
Solanum riobambense, 73;
Solanum romboideilanceo-
latum, 68;
Solanum rybinii, 73;
Solanum sambucinum 44;
Solanum sanctae-rosae, 61, 82,
 377, 388, 391;
Solanum santolallae, 50;
Solanum semidemissum, 187;
Solanum simplicifolium, 58, 68,
 72, 83, 187;
Solanum sogarandinum, 61, 82,
 377;
Solanum soukupii, 69, 187;
Solanum sparsipilum, 69, 83,
 187, 373, 386, 389;
Solanum stenophyllidium, 45,
 392;
Solanum stoloniferum, 57, 187,
 380, 392, 441;
Solanum sucrense, 187, 386,
 390;
Solanum tacnaense, 75;
Solanum tarijense, 47, 89, 187,
 386;
Solanum tenuifilamentum, 73;
Solanum toralapanum, 61 82,
 377;
Solanum torrecillasense, 69, 83;
Solanum trifidum, 45, 80, 392;
Solanum tuberosum gr. andige-
 na, 73, 76, 77, 83, 101, 102,
 149, 151, 152, 154, 157, 158,
 163, 167, 170, 182, 183, 185,
 186, 187, 343, 379, 372, 376,
 377, 381, 386, 392, 414, 455,
 458;
Solanum tuberosum gr. chau-
 cha, 73, 75, 76, 186, 187;
Solanum tuberosum gr. phureja,
 58, 72, 73, 76, 77, 83, 101,
 102, 103, 187, 316, 363, 365,
 366, 367, 370, 371, 375, 376,
 377, 381, 382, 383, 386, 401,
 414, 528, 540;
Solanum tuberosum gr. stenoto-
 mum, 76, 77, 83;
Solanum tuberosum gr. stenoto-
 mum subgr. ajanhuiri, 73, 76,
 77, 145, 187, 377, 458, 542;
Solanum tuberosum gr. stenoto-
 mum subgr. goniocalyx, 64,
 72, 73, 76, 77, 187, 542;
Solanum tuberosum gr. stenoto-
 mum subgr. stenotomum, 73,
 76, 145, 187, 370, 372, 373,
 377, 542;
Solanum tuberosum gr. tubero-
 sum, 10, 15, 25, 26, 27, 28,
 29, 53, 57, 72, 73, 74, 75, 76,
 78, 83, 101, 102, 149, 151,

- 152, 154, 156, 158, 163, 167,
170, 171, 182, 185, 186, 187,
316, 343, 344, 361, 366, 368,
369, 370, 371, 372, 373, 374,
375, 376, 381, 383, 385, 389,
392, 401, 414, 458, 539, 540;
Solanum tundalomense, 51, 81;
Solanum tuquerrense, 53, 337;
Solanum ureyi, 62;
Solanum variegatum, 9, 486;
Solanum venturii, 70;
Solanum vernei, 70, 83, 377,
386, 388, 389, 390;
Solanum verrucosum, 55, 81,
187;
Solanum vidaurrei, 70;
Solanum villuspetalum, 51;
Solanum violaceimarmoratum,
51;
Solanum virgultorum, 70,
Solanum weberbaueri, 75;
Solanum wittmackii, 73;
Solanum yamobambense, 52;
Solanum yungasense, 47;
Sólidos totales v. materia seca
total;
Solvirex v. disulfotón;
Solución de micronutrientos
Burkholder y Nickel, 348;
Soluciones salinas, 111, 112;
Sorgo v. *Sorghum* sp.;
Sorghum sp., 104, 109, 110,
193, 553;
Soya v. *Glycine soja*;
Spinacia oleracea, 106;
Spodoptera frugiperda, 484;
Spondylocladium atrovirens,
407;
Spongospora subterranea, 77,
78, 79, 80, 82, 322, 323, 327,
334, 340, 438, 440, 457, 458,
475;
Stock básico de semilla, 340;
Streptomyces scabies, 45, 46,
78, 80, 82, 189, 194, 195,
210, 322, 323, 327, 334, 340,
383, 438, 439, 455;
Subsección Andinun, 26;
Subsección Arcticum, 26;
Subsección Orientale, 26;
Subsección Pacificum, 26;
Subsección Stellatum, 26;
Suelos, 139, 188, 189, 214;
Superficie de respuesta, 215;
Sulfatos, 191;
Sulfato de aluminio, 189;
Sulfato de amonio, 198, 211,
348;
Sulfato básico de cobre; 447;
Sulfato de calcio, 201;
Sulfato de cobre, 203, 204,
271, 349, 439, 447, 453;
Sulfato ferroso, 189;
Sulfato de fierro, 204, 349,
350;
Sulfato de magnesio, 203, 204,
207, 348, 349;
Sulfato de manganeso, 204,
206, 348, 349;
Sulfato de potasio, 119, 211,
220;
Sulfato tribásico de cobre, 271;
Sulfato de zinc, 203, 204, 209,
349;
Superfosfato, 209, 211;
Sustancias pécticas, 104;
Synchytrium endobioticum,
310, 322, 369, 440, 463.
- T
- TNCB v. tetracloro nitrobence-
no;
Tabaco v. *Nicotiana tabacum*;
Tamaño de la semilla, 239, 254,
255, 320,

- Tamerón v. metamidofos;
 Taro v. *Colocasia esculenta*;
 Taxonomía, 37, 40, 414;
 Tejido vascular, 363;
 Temik v. aldicarb;
 Temizid v. aldicarb;
 Temperatura, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 158, 167, 171, 182, 185, 186, 216, 217, 229, 243, 244, 257, 258, 272, 285, 310, 316, 317, 318, 330, 345, 374, 377, 382, 566, 567, 583, 593, 597, 613;
 Tetraborato de sodio, 204;
 Tetracloronitrobenceno, 538;
 Tetraploides, 187, 188, 366, 369, 370, 371, 374, 375, 387, 400, 401;
 Thimet, 504;
 Thiodán v. endosulfán;
Thrips tabaci, 483;
 Tiahuanacu, 9, 17;
 Tiamina, 98, 99, 105, 107, 349;
 Tiabendazole, 334;
 Tiocianato de amonio, 318;
 Tiocianato de potasio, 318, 320;
 Tiocianato de sodio, 318;
 Tioúrea, 318;
 Tipos de almacenamiento, 525, 532, 543;
 Tipos de clima, 139, 142;
 Tipos de producción de acuerdo a la unidad de explotación, 599;
 Tipos de semilla, 301;
 Tipos de suelos, 139, 188;
 Tirosina, 104;
 Tizón, 188, 256, 271, 306, 327, 340, 357, 362, 378, 380, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 436, 438, 439, 440, 444, 445, 446, 447, 449, 453, 480;
 Tolerancia a enfermedades, 301, 320, 344;
 Tolerancia a plagas, 344;
 Tolerancia a plaguicidas, 96;
 Tomate v. *Lycopersicum esculentum*;
 Torta de algodón, 129;
 Torta de maní, 131;
 Torresmo v. *Dyscinetus* sp.;
 Tostón v. *Liriomyza* sp.;
 Toxafeno, 491, 507;
 Traca da batatinha v. *Phthorimae operculella*;
 Transpiración, 527, 528;
 Transporte, 239, 285, 630;
 Transfusión de genes, 376;
 Tratamiento de las semillas, 299, 302, 311;
 Treonina, 103;
 Triazina, 122;
 Triclorfón, 491, 507;
 Tricop v. sulfato básico de cobre *Trichoplusia nu*, 485;
 Trifenil acetato de estaño, 447;
 Trigo v. *Triticum aestivum*;
 Trip, 483;
 Trip lineado v. *Frankliniella* sp.;
 Tripido v. *Thrips tabaci*;
 Triploides, 362, 370, 371, 372;
 Trisómicos, 370;
Triticum aestivum, 10, 12, 15, 98, 108, 109, 110, 115, 116, 123, 194, 542, 552, 554, 557, 566, 572, 576, 580, 583, 587, 591, 595;
Tropaeolum tuberosum, 10, 14, 25, 144;
Trypopermnon sp., 492;
Trypopermnon latithorax, 492;
 Tubérculo aéreo, 309, 310;
 Tubérculo fusiforme v. tubérculo puntudo;

Tubérculo puntudo, 46, 55, 68, 80, 82, 386, 410, 465, 473;
 Tubérculo-semilla v. semilla de papa;
 Tuberización, 141, 151, 162, 163, 167, 170, 171, 182, 185, 186, 187, 259, 266, 272;
 Tuberización en cadena, 309, 310;
 Tuberización prematura, 309, 310;
 Tuberosas, 108, 109, 110, 115;
 Tuco v. *Monocrepidius scalaris*;
 Tugón v. triclorfón.

U

Ultisol, 189;
 Ulluco v. *Ullucus tuberosus*;
Ullucus tuberosus, 10, 15, 25, 144, 145;
 Urea, 131, 132;
 Uruguay, 46, 363, 405, 454, 464, 477, 483, 484, 485, 489, 491, 492, 552, 553, 554, 595, 596, 597, 599, 615, 620, 621, 622.

V

Vacunos v. bovinos;
 Vainilla v. *Vanilla planifolia*;
 Valina, 103;
 Valor agronómico, 40;
 Valor de la exportación, 624;
 Valor nutritivo, 95, 105;
Vanilla planifolia, 10;
 Vaquita verde de San Antonio v. *Diabrotica* sp;
 Variabilidad genética, 392;
 Variaciones, 301, 302, 306,

307, 308, 309, 328, 329;
 Variedades de papas más importantes del comercio mundial, 404;
 Variedades de papas más importantes de Latinoamérica, 405;
 Venezuela, 10, 12, 16, 21, 27, 48, 50, 67, 73, 105, 124, 143, 145, 148, 149, 151, 189, 216, 217, 259, 263, 265, 272, 274, 283, 306, 316, 342, 361, 362, 406, 407, 438, 439, 454, 466, 477, 479, 480, 481, 482, 485, 486, 488, 494, 552, 553, 554, 557, 590, 591, 593, 595, 599, 601, 605, 606, 607, 608, 613, 617, 620, 621, 622, 623, 626;
 Ventilación, 534, 535;
 Verdeo, 287, 311, 312, 313, 317, 318, 347, 537;
Verticillium albo-atrum, 72, 80, 82;
 Vertisol, 189;
 Verruga negra v. cáncer;
 Viabilidad del polen, 403;
 Vid. v. *Vitis vinifera*;
 Virosis, 320, 322, 323, 324, 328, 340, 357, 385, 407, 410, 411, 412, 467, 474, 476;
 Virus, 340, 344, 401, 411, 508;
 Virus A, 46, 57, 72, 78, 80, 82, 324, 331, 333, 385, 386, 407, 408, 465, 471;
 Virus B, 385;
 Virus C, 385;
 Virus E, 327, 339;
 Virus S, 324, 326, 327, 328, 331, 333, 339;
 Virus X, 46, 47, 53, 56, 65, 69, 72, 77, 78, 80, 82, 324, 326, 327, 328, 330, 331, 333, 339, 385, 386, 411, 412, 464, 465, 466, 470, 471;

Virus Y, 46, 54, 56, 57, 66, 78,
80, 82, 324, 326, 327, 330,
331, 333, 386, 411, 412, 464,
465, 466, 471;

Virus *paraclinckle* v. virus E;

Virus del cogollo mechudo,
327;

Virus del cogollo morado v.;

Virus de la punta morada;

Virus del corcho v. ojo de pollo;

Virus del enrollamiento, 327,
340, 385;

Virus de las fajas de las nerva-
duras del tabaco, 464, 471;

Virus mop top, 475;

Virus de la necrosis de las venas,
327, 340;

Virus de la punta morada, 322,
340, 474;

Virus *rattle*, 327, 340;

Virus del tabaco, 331;

Vitaminas, 105, 107, 108, 134;

Vitamina A, 98, 99, 105, 107,
108;

Vitamina B₁ v. tiamina;

Vitamina B₂ v. riboflavina;

Vitamina C v. ácido ascórbico;

Vitis vinifera, 15.

X

Xanthosoma sagittifolium, 25,
98, 109, 110;

Xantina, 104;

Xylomyges eridania, 485.

Y

Yaya v. *Frankliniella* sp.;

Yodo, 104;

Yoduro de potasio, 349;

Yema, 309, 310, 311;

Yemación, 309;

Yuca v. *Manihot esculenta*.

Z

Zanahoria v. *Daucus carota*;

Zapallo v. *Cucurbita* sp., 10, 11,
12, 14, 15, 16, 28, 98;

Zea mays, 104, 106, 108, 109,
110, 123, 193, 286, 553, 554,
557, 562, 566, 572, 576, 580,
583, 587, 588, 591, 595;

Zeleus sp., 481;

Zinc, 104, 139, 196, 201, 206,
209;

Zineb, 272, 447.

