

PROCIAND-  
IICA  
FD3  
R165

**BID**

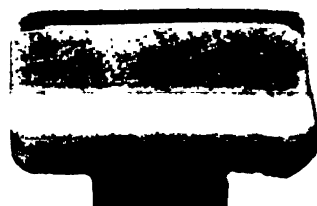
# PROCIANDINO

I CURSO CORTO  
MULTIPLICACION RAPIDA  
DE SEMILLA DE PAPA

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA  
BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION  
AGRARIA Y AGROINDUSTRIAL



1000

BY 000006

00001819

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA  
PARA LA SUBREGION ANDINA  
P R O C I A N D I N O**

**BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA**

✓  
**I CURSO CORTO**

**MULTIPLICACION RAPIDA DE SEMILLA DE PAPA**

**Editor:**

**B. Ramakrishna**

**Huancayo, Perú  
Septiembre, 1988**

PROCIAND-ILCA  
F03  
R165

Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para  
la Subregión Andina - PROCIANDINO  
Dirección Postal: Apartado 201-A  
Mariana de Jesús 147 y La Pradera  
Quito, Ecuador.

Edición: B. Ramakrishna.  
Colaboración: Héctor Bolaños Andrade  
Yacqueline Benítez B.  
Manuel Pumisacho G.  
(Investigadores E.E. Santa Catalina, Ecuador)

**CITACION**

IICA-BID-PROCIANDINO. 1988. I Curso Corto. Multiplicación Rápida de  
Semilla de Papa. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador, PROCIANDINO.  
**186 p.**

Almacenamiento/Análisis Costos/Bolivia/Control Integrado/Distribución/  
Ecuador/Enfermedades/Métodos detección virus/Método multiplicación  
semilla/Multiplicación con productores/Nematodos/Papa/Perú/Plagas/  
Semilla básica/Subregión Andina/Venezuela/Virus.

**Este Curso corresponde al Evento codificado como 1.2.6 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina-PROCIANDINO.**

**Fue organizado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial-INIAA, entidad responsable de ejecutar en Perú las actividades planificadas por el PROCIANDINO.**

**Coordinador local: Wilfrido Cavero**

**Coordinador Internacional: Pedro León Gómez.**





## TABLA DE CONTENIDO

		<u>Página</u>
Presentación	<b>Víctor Palma</b> IICA-PROCIANDINO	i
Programa		ii
Conclusiones y recomendaciones		v
<b>A. Experiencias en sistemas de producción de semilla de papa</b>		1
Análisis situacional del cultivo de papa en el Perú	<b>Wilfrido Cavero</b> INIAA, Perú	3
Producción y difusión de semilla básica en el Perú	<b>César Vitorelli</b> INIAA, Perú	25
Sistemas de producción de semillas de papa de los pequeños agricultores en la Sierra Central del Perú	<b>Fulgencio Uribe</b> INIAA, Perú	32
Sistemas de distribución de semilla de papa en el Perú	<b>Urs Scheidegger</b> INIAA-CIP-COTESU, Perú	43
<b>B. Problemas con enfermedades y plagas</b>		51
Problemas fitopatológicos en la producción de semilla	<b>Glicerio López</b> INIAA, Perú	53
Principales plagas en el cultivo de papa	<b>Javier Cartuamaca y Raúl Aldana</b> INIAA, Perú	74
Problemas nematológicos en la producción de semilla de papa	<b>Mónica Lázaro</b> INIAA, Perú	93
<b>C. Problemas de virología</b>		103
Virología en la producción de semilla de papa	<b>Antenor Hidalgo</b> INIAA, Perú	105

		<u>Página</u>
Investigación en problemas virológicos	<b>Lukas Bertschinger</b> CIP-COTESU, Perú	114
Métodos de detección de virus de papa por serología	<b>Rubino Mejía A.</b> INIAA, Perú	127
<b>D. Multiplicación rápida de semillas de papa</b>		<b>134</b>
Microproducción <u>in vitro</u>	<b>Noemí Zúñiga y Pedro Simon</b> INIAA, Perú	136
Multiplicación rápida por esquejes	<b>Zenón Ramos</b> INIAA, Perú	140
Multiplicación de semilla en el campo	<b>Lourdes Pretell y Rafael Orellana</b> INIAA, Perú	157
Análisis de costos de producción de semilla básica de papa	<b>Percy Vilca</b> INIAA-CIP-COTESU, Perú	166
Evaluación del curso por los participantes		179
Lista de participantes		185

## **P R E S E N T A C I O N**

*El cultivo de la papa está ampliamente diseminado en los países de la Subregión Andina y gran parte de la producción del tubérculo proviene de pequeños agricultores. También se reconoce que dentro del proceso productivo, la semilla es uno de los componentes más importantes para potenciar los niveles de producción.*

*El Seminario sobre "Nuevos enfoques para el mejoramiento de la papa" realizado en 1987 en Trujillo, Venezuela, auspiciado por el PROCIANDINO, dio un paso importante hacia la comprensión y capacitación en técnicas más avanzadas para el mejoramiento del cultivo.*

*Como seguimiento de dicho Seminario, el presente Curso, también auspiciado por el Programa Cooperativo, se concentró en el tema de la producción de semilla de papa, que, además de poseer características de limpieza, pueda ser producida en forma acelerada. En particular, también tuvo el objetivo de estudiar cómo el pequeño productor de la Subregión puede tener acceso a una semilla con esas características, de manera que pueda renovarla para combatir los problemas de enfermedades y plagas. El Curso también analizó los aspectos socioeconómicos relacionados con la multiplicación y distribución de semilla en gran escala y de manera rápida.*

*Es importante destacar que otra sección del Curso se dedicó a analizar los avances metodológicos logrados por el Programa Nacional de Investigación de Papa del INIAA, así como también los logros del Programa de Multiplicación de Papa del Convenio INIAA-CIP-COTESU.*

*El presente documento persigue compartir estas experiencias peruanas, las mismas que servirán de base a cada país para determinar sus propios mecanismos institucionales, a fin de multiplicar las semillas en beneficio de sus productores.*

**Víctor Palma**  
**DIRECTOR DEL PROCIANDINO**



# CURSO CORTO SOBRE MULTIPLICACION RAPIDA DE SEMILLA DE PAPA

(Evento 3.1.4)

Huancayo, Perú, 20 - 29 de enero de 1988

## PROGRAMA TENTATIVO

<b>Fecha y hora:</b>	<b>Actividad:</b>	<b>Expositor:</b>
<b><u>Miércoles 20</u></b>		
09:00	Inauguración del curso Director Zona Agroecológica Director E.E. Santa Ana Director Programa Nacional de Papa	Ing. Manuel Herrera Ing. Antenor Hidalgo Ing. Wilfrido Cavero
10:00	Programa Nacional de Papa	Ing. Wilfrido Cavero
10:30	Café	
11:00	Sistemas de producción de semilla de papa en el Perú	Ing. José L. Burga
12:30	Refrigerio	
13:30	Sistemas tradicionales de producción de semilla de papa en el Perú	Ing. Fulgencio Uribe
14:00	Sistemas de distribución de semilla en el Perú	Dr. Gordon Prain
<b><u>Jueves 21</u></b>		
08:00	Virología en producción de semilla	Ing. Antenor Hidalgo
09:00	Discusión	
09:15	Café	
09:30	Métodos de detección de virus	Ing. Rubino Mejía
10:30	Discusión	
11:30	Investigación en problemas virológicos	Ing. Lukas Bertschinger
12:30	Refrigerio	

<b>Fecha y hora:</b>	<b>Actividad:</b>	<b>Expositor:</b>
13:00-15:00	Prácticas en laboratorio de virología	Ing. Rubino Mejía Ing. Antenor Hidalgo Ing. Ofelia Pinillos
<b><u>Viernes 22</u></b>		
08:00	Problemas patológicos en la producción de semilla	Ing. Glicerio López
09:00	Discusión	
09:15	Café	
09:30	Problemas entomológicos en la producción de semilla	Ing. Javier Carhuamaca
10:30	Discusión	
11:00	Problemas nematológicos en la producción de semilla	Ing. Mónica Lázaro
12:30	Refrigerio	
13:30-16:00	Prácticas de laboratorio en Patología, Entomología y Nematología	
<b><u>Sábado 23</u></b>		
09:00	Visita a productores semilleros en el Valle del Mantaro	
21:00	Noche de Confraternidad	
<b><u>Domingo 24</u></b>		
09:00	Circuito turístico	
<b><u>Lunes 25</u></b>		
08:00	Micropropagación in vitro	Ing. Noemí Zúñiga Téc. Pedro Simón
09:30	Café	
10:00	Prácticas de laboratorio en micropropagación	
12:30	Refrigerio	
13:00-15:00	Multiplicación rápida por esquejes	Ing. Zenón Ramos

<b>Fecha y hora:</b>	<b>Actividad:</b>	<b>Expositor:</b>
<b><u>Martes 26</u></b>		
08:00	Manejo de invernaderos para la multiplicación rápida (teórico-práctico)	Ing. Juan Aguilar
09:30	Café	
10:00	Multiplicación de semilla en el campo (teórico-práctico)	Ing. Rafael Orellana Ing. Lourdes Pretell
12:30	Refrigerio	
13:30	Análisis de costos de producción de semilla básica	Ing. Percy Vilca
14:30	Programa de producción de semilla básica en el Perú	Ing. César Vittorelli
15:30	Clausura del curso	
<b><u>Miércoles 27</u></b>		
	Viaje a Lima	
<b><u>Jueves 28</u></b>		
	Visita a instalaciones del CIP y del Programa Nacional de Papa	
<b><u>Viernes 29</u></b>		
	Retorno a países de origen	

\* \* \* \* \*





## CURSO CORTO SOBRE MULTIPLICACION RAPIDA DE SEMILLA DE PAPA

(Evento 3.1.4)

Huancayo, Perú, 20 - 29 de enero de 1988

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### A. Conclusiones

1. La presencia de virus en la semilla de papa es un factor importante para determinar la calidad de la semilla que debe ser controlada desde los primeros estudios del crecimiento de la planta de papa. En el caso del Perú, la presencia del PLRV puede ocasionar pérdidas en rendimiento hasta un 90%; en el Ecuador merman los rendimientos en un 41% llegando al 60% cuando interactúan varios tipos de virus; en Bolivia y Venezuela aún no se han determinado las pérdidas en rendimiento por acción de los virus.

Los tipos de virus en el estudio por su importancia económica en el Perú son el PVX, PVY, PVS, APLV, APMV, PLRV; estos debido a que se cuenta con los respectivos antisueros disponibles tanto en el Programa Nacional de Papa, Centro Internacional de la Papa y Cooperación Técnica Suiza.

2. Existen diversos métodos de detección de virus, tanto en el campo como en los laboratorios, así:

- a. Observación visual, que se efectúa a nivel de campo; es un método poco confiable, sobre todo para personas que tienen poca experiencia.
- b. Plantas indicadoras; para este método se emplean plantas del género *Chenopodium*, *Nicotianum* y otros, que al ser inoculadas con los virus específicos, presentan síntomas característicos del virus inoculado.
- c. Serológicos; por su importancia se clasifican en tres:
  - C<sub>1</sub> : Microprecipitación
  - C<sub>2</sub> : Prueba de látex
  - C<sub>3</sub> : ELISA

Este último método muy sensible para la detección de virus y el

mayor uso en laboratorios del Programa Nacional de Papa de la EEA-Santa Ana-Huancayo y la EEA-La Molina.

3. A nivel de los países sudamericanos, en Venezuela, el método de visualización se utiliza a nivel de campo; últimamente se utiliza la prueba ELISA para los tipos PLRV, PVY, PVS y PVX; no se utilizan los métodos de plantas indicadoras y micropropagación.

En Bolivia se están iniciando los trabajos sobre virología con la visualización a nivel de campo y la prueba de Látex.

Finalmente, en el Ecuador los métodos más utilizados son visualmente y la prueba de Látex especialmente; ELISA es poco practicada.

4. Los virus de sinergismo disminuyen mayormente los rendimientos, que en forma individual.

5. Para planificar la investigación relacionada al estudio de virus, se tienen que seguir diversos pasos, que van desde la captación de la idea, basados en la problemática como tal para el cultivo de semilla de papa, que en interrelación con otras instituciones dedicadas a la investigación en papa, y personal con experiencia y en número suficiente cubran las necesidades que requieren la instalación de los ensayos en virus.

En base a la planificación, solamente en el Perú se están ejecutando investigaciones, sobre todo en Convenio del CIP y la Cooperación Técnica Suiza con el Programa Nacional de Papa del INIAA.

Resaltamos que este tipo de convenios son únicos en su género, de acuerdo a opiniones recibidas de los participantes, porque se está logrando que los agricultores tomen conciencia de la realidad de semilla recibida en la siembra, la cual debe ser multiplicada realizando un seguimiento según las indicaciones de los investigadores de la Estación Experimental de todas las especialidades, prueba de ello es, que los campos en general tienen un buen desarrollo vegetativo.

La Estación Experimental Agropecuaria "Santa Ana", Huancayo, está haciendo uso de diversas técnicas para la multiplicación de semilla básica libre de virus, aunque no se cuenta con un laboratorio sofisticado. Se está

adecuando a las condiciones tecnológicas de acuerdo a la realidad económica.

6. Una de las principales enfermedades que se encuentra en el Perú es la racha Phytophthora infestans, la cual ocasiona grandes daños económicos porque ataca la parte foliar y los tubérculos y bajan los rendimientos en más de un 60% si el ataque es severo. Otras sin importancia son la Phoma sp. a más de 3500 msnm, seguida de rizoctonia solani, Pseudomona solanacearum, esta última endémica en los departamentos del Norte del Perú, es también problema en Venezuela; mientras que en el Ecuador es la Erwinia carotovora, problema similar a la racha. Finalmente, en Bolivia es la "verruca" Synchytrium endobioticum la plaga más importante de ese país.

7. De las principales plagas, para el caso del Perú, es el género Premno trips con las especies P. suturicallus y P. piercei las que mayor daño económico ocasionan porque atacan a los tubérculos, principalmente en el estado larval; esta misma plaga es importante en Ecuador y Bolivia, mientras que en Venezuela las plagas más importantes son Scrobipalposis solanivora (en las zonas altas) y Thorimea operculita (en las bajas).

8. En orden de importancia para el Perú, Bolivia y Ecuador es el Epitrix sp. el que ocasiona daños en el follaje y en el tubérculo, seguido de los aphidos que en su mayoría son transmisores de enfermedades virósicas, trips y para el caso del Perú en la Región Costa: Liriomyza huidobrensis "mosca minadora".

9. El nematodo del quiste (Globodera pallida) es importante por los daños que causa tanto en el Perú como en Ecuador. En Bolivia son los Nacobbus sp. y en Venezuela es Globodera rostochensis.

10. De acuerdo a las visitas realizadas a los semilleros instalados con el Convenio del Programa Integrado del Cultivo de Papa (PICPA), se ha observado la presencia de nematodos en todos los campos (hembras); también se observaron larvas de Epitrix en estado adulto, áfidos y otras plagas de menor importancia.

## **B. Recomendaciones**

- 1. Ejecutar a nivel de los países latinoamericanos (Subregión Andina) el intercambio de profesionales para ser capacitados en la detección de los principales virus, quienes al retorno formularán proyectos de investigación a nivel de las Estaciones Experimentales y, la experiencia profesional obtenida, debe ser difundida a un mayor número de profesionales y, de esta manera, ampliar la capacidad de prestación de servicios hacia los agricultores semilleristas.**
- 2. Recomendar el uso del método ELISA y la capacitación permanente en este método por ser más sensible debido a que mide la concentración del virus.**
- 3. Identificar los principales virus en todos los países; para ello se debe dotar a las Estaciones Experimentales de los antisueros de todos los tipos de virus, descritos en la bibliografía, además ampliar la infraestructura en equipos de laboratorio y la interrelación de las instituciones estatales y privadas dedicadas a la investigación.**
- 4. Iniciar con un plan agresivo al más corto plazo, con el control integrado de plagas y enfermedades, tratando de conservar el equilibrio biológico, mediante el uso adecuado y racional de los insecticidas, fungicidas y otros similares, complementados con una buena rotación de cultivos.**
- 5. Generar nuevas variedades que sean tolerantes y/o resistentes al ataque de plagas, enfermedades, nematodos y otros como las condiciones ambientales adversas, con el fin de evitar el incremento de los costos de producción.**
- 6. Capacitar constantemente a los profesionales, técnicos y agricultores responsables de la producción de semilla, en el reconocimiento, manejo y control tanto de los daños, síntomas, hábitos y ciclo biológico de las plagas y enfermedades, para lo cual debe dotárseles de equipo, movilidad y material necesario para la ejecución de las evaluaciones periódicas, en los países donde se siembra papa.**

**A. EXPERIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION  
DE SEMILLAS DE PAPA**



## ANÁLISIS SITUACIONAL DEL CULTIVO DE PAPA EN EL PERÚ

Wilfrido Cervero Altamirano \*

La papa constituye uno de los principales cultivos en el Perú; es fuente de calorías y proteínas prioritariamente para el poblador andino; por su adaptabilidad se le cultiva desde el nivel del mar hasta los cuatro mil metros de altitud.

A nivel nacional, en orden de importancia, desde el punto de vista del área cultivada ocupa el tercer lugar con 188,500 ha (1985) después del maíz y arroz; pero de acuerdo al valor bruto de la producción ocupa el primer lugar. Como su adaptabilidad es amplia, en la región de la Sierra hay mayor producción con el 87% de la producción nacional (1'460,000 TM) en aproximadamente 184,140 ha, que representa el 93% de la superficie cultivada. La Costa produce solo el 13% de la producción en 13,860 ha, que representan el 7% del área total. Cuadro 1.

Cuadro 1. Evaluación de la producción área sembrada-rendimiento de papa. 1966 - 1985.

REGION	AREA CULTIVADA		PRODUCCION		RENDIM. TM/ha
	ha	%	TM	%	
Sierra	175,305	93	1'383,735	87	7.8
Costa	13,195	7	206,765	13	18.4
Total	188,500	100	1'590,500	100	8.5

Fuente: OSE Ministerio de Agricultura.

\* Director (e) Programa Nacional de Papa, INIAA, Perú.

Lo más resaltante es que en los últimos 20 años, a nivel nacional, el incremento del rendimiento ha sido aproximadamente de 2 TM/ha, es decir de 6.6 TM/ha (1966) a 8.5 TM/ha (1985), cuadro 2. Estas cifras estadísticas dejan mucho que desear, porque el avance en tantos años relativamente es poco; esto se debe a que los pequeños agricultores, quienes siembran el mayor porcentaje, no hacen uso de una buena calidad de semilla, uso adecuado de fertilizantes y desconocimiento de los controles fitosanitarios y las pérdidas de cosecha por el mal manejo del tubérculo.

**Cuadro 2. Evaluación de la producción de superficie sembrada. Rendimientos y consumo per-cápita de papa.**

AÑO	PRODUCCION TM/1000	SUPERFICIE ha/1000	RENDIMIENTO TM/ha	CONSUMO PER-CAPITA
1966	1,566.9	238.6	6.6	---
1967	1,711.7	271.9	6.3	100.5
1968	1,526.2	280.8	5.4	91.5
1969	1,855.5	303.5	6.1	103.5
1970	1,929.5	315.4	6.1	109.1
1971	1,967.9	320.1	6.1	108.1
1972	1,715.1	270.9	6.3	92.1
1973	1,714.0	267.7	6.4	89.6
1974	1,722.0	267.9	6.5	87.1
1975	1,639.6	250.7	6.5	80.7
1976	1,667.0	252.8	6.6	79.9
1977	1,615.6	246.8	6.5	75.7
1978	1,695.3	247.2	6.9	77.2
1979	1,695.1	242.6	7.0	75.5
1980	1,366.6	194.1	7.6	60.0
1981	1,750.0	202.7	8.5	72.0
1982	1,799.0	217.6	8.3	74.3
1983	1,199.9	156.2	7.7	48.9
1984	1,468.6	167.1	8.8	57.4
1985	1,590.5	188.5	8.4	---
1986	1,494.5	191.7	---	---

El análisis de la evolución de la producción de papa en los últimos años muestra descenso en las superficies sembradas y un incremento promedio por hectárea (cuadro 2), además encontramos que en el año 1971 se sembró una superficie de 320,100 hectáreas, y en 1983 solo 156,200 ha, que constituyen el 60%.

Referente a la producción total, esta muestra tendencia decreciente. En 1984



se cosechó 149'000,000 de TM que representa el 76% del volumen cosechado en 1971, esto probablemente debido a que en el año anterior (1983), la región de la Sierra del Perú fue afectada por una prolongada sequía que mermó los rendimientos debido a que el mayor porcentaje de superficie se conduce bajo condiciones de secano, esta sequía se considera como la peor de los últimos 20 años, que incluso repercutió en el consumo per-cápita de papa para ese año de solamente 48,9 kg, frente a los 109.1 kg de 1970 y, en general, el cuadro nos muestra una tendencia alarmante en el consumo per-cápita.

La disminución del área sembrada, posiblemente, es irreversible por lo menos a corto plazo, relacionado con el consumo per-cápita y el aumento constante de la demanda nacional por la papa, teniendo en cuenta que inversamente al área producida, el incremento demográfico se hace cada vez más latente.

Los problemas vistos, obligan tanto a las entidades estatales (Investigación, Extensión y Fomento), privadas (Investigación y Asesoramiento Técnico) y a los productores de papa en general, aunar esfuerzos para incrementar la productividad, cuya tendencia incremental no ha sido significativa en las dos últimas décadas.

Cuadro 3. Producción, superficie cosechada por zonas en 1985.

ZONA	PRODUCCION		AREA COSECHADA	
	TM(x 1000)	%	Ha(x 1000)	%
Norte	303.8	19.1	41.50	22
Centro	735.4	46.3	72.4	38.4
Sur	550.3	34.6	74.6	39.6
TOTAL	1,590.5	100.0	188.5	100.0

#### REGION CENTRAL

Los seis departamentos que comprenden la zona central (Huánuco, Pasco, Lima, Ica, Junín y Huancavelica) produjeron en 1985 el 46.3 del volumen total cosechado y donde se sembraron 72,400 ha que constituyen el 38.4% del área nacional de papa; el rendimiento obtenido en promedio es de 12.7 TM/ha que es el más alto en el Perú.

El Departamento de Ica, ubicado en la Costa, siembra bajo riego 2,000 ha,

posee una agricultura más tecnificada, mostrada en los altos índices de productividad 25.1 TM/ha. Normalmente los departamentos de la Costa utilizan semilla producida en la Sierra Central, cuya distribución se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Abastecimiento de semilla 1987

DESTINO	VOLUMEN	%
Lima	7686.5	46.4
Ica	4429.	26.7
Arequipa	4120.	24.8
Otros	343.	2.1
<b>TOTAL</b>	<b>16,579.5</b>	<b>100.</b>

Solo se ha considerado a los 3 departamentos más importantes que utilizan semilla de la Sierra Central, aunque en el rubro otros se incluye a los departamentos de Ayacucho, Huánuco y Tacna, que insumen en menos porcentaje debido a que ellos mismos producen su propia semilla.

El flujo de semilla varía según los años y meses, como se muestra en el cuadro Nº 5.

Cuadro 5.

MES	1984	%	1985	%	1986	%	1987	%
Febrero	196	2.1					804	4.9
Marzo	900	9.5	471	9.9	67	0.5	3554	21.5
Abril	1188	12.5	1390	29.2	1578	11.3	5322	32.1
Mayo	2040	21.4	2318	48.7	4371	31.2	3866	23.3
Junio	4082	42.9	398	8.4	4290	30.6	1995	12.
Julio	516	5.4	15	0.3	2460	17.6	800	4.8
Agosto	300	3.1	10	0.2	872	6.2	163.5	1.0
Sept.	200	2.1	8	0.17	241	1.7	--	--
Oct.	100	1.	100	2.1	121	0.9	56	0.3
Nov.			46	1.			18	0.1
<b>TOTAL</b>	<b>9522</b>		<b>4756</b>		<b>14000</b>		<b>16578.5</b>	

De las cifras mostradas, podemos deducir que en el año 1985, se movilizó solo el 29%, comparado a 1987 que se movilizó 16,578.5 TM, cifra superior en 15% a 1986, los meses de mayor flojo son a partir de marzo, abril, mayo, junio y julio; los meses posteriores generalmente se moviliza semilla a departamentos que siembran tardíamente, tienen o son de región Sierra.

Finalmente, las variedades de mayor demanda son la Tomasa Tito Condemayta con 66.2%, Revolución 15.6%; Tichuasi 6.7% y otras 11.4%. La primera porque es una variedad con tolerancia a la "mosca minadora", aunque susceptible a la racha, la segunda variedad por su precocidad; además, ambas tienen gran aceptación por los consumidores.

## REGION NORTE

La región Norte, formada por los departamentos de Piura, Cajamarca, La Libertad y Ancash, tienen menor importancia en el cultivo de la papa. Para el año 1985 se sembró 41,500 ha que es la quinta parte del área nacional y produjo aproximadamente el 19.1% del volumen. El nivel tecnológico es bajo, por carencia de semilla, marchitez bacteriana (Pseudomona solanacearum) entre otros, afecta la productividad. Las variedades adaptadas a esta región son la "Libertefia", "Ampola", "Molinera", "Chologday", "Yungay", "Bella" y otras; la variedad nativa de importancia es la "Hualina".

## REGION SUR

Comprende los departamentos de Apurimac, Arequipa, Cusco, Puno, Moquegua, Tacna. Después del Centro, es una región muy importante en cuanto a la producción de papa, principalmente porque se siembra un mayor porcentaje de papas nativas que en los departamentos de Apurimac, Cuzco y Puno, alcanzan un promedio del 70% del área cultivada; las partes altas siembran exclusivamente las "papas amargas" que también son nativas.

Las "papas amargas" comprenden dos especies taxonómicas: La pentaploide Solanum curtilobum y la triploide androestéril Solanum juzepzukii, y se las cultiva porque resisten mejor las bajas temperaturas, el sabor amargo no permite el consumo directo, por lo que son deshidratadas mediante congelación, por acción de las heladas

y se conocen como "chuño" o "tunta", según la metodología seguida en su elaboración; estos productos son la principal fuente de alimentación del hombre andino.

## **DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA INVESTIGACION**

La investigación sobre la papa en el Perú se efectúa en seis Estaciones Experimentales y doce Centros de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA), donde la papa es un cultivo prioritario. También participan algunas universidades como la U. Agraria "La Molina", que es la encargada de los estudios sobre adaptación de las nuevas variedades, mantenimiento del germoplasma y producción de semilla. La Universidad San Antonio Abad del Cuzco actúa dentro del Programa Nacional de Papa, produciendo semilla básica de las variedades comerciales mejoradas y nativas como la Compis, Yana Imilla, mediante la técnica de cultivos In vitro. Asimismo, la Universidad de Cajamarca se halla comprometida con el Programa en la limpieza de virus de las variedades comerciales y nativas del Norte, así como la producción de semilla básica por métodos acelerados.

La investigación en papa del INIPA, así como algunas universidades forman parte de las acciones del Programa Nacional de Papa. El desarrollo de estas acciones se halla coordinado por el Director Asesor del Programa; también se coordinan los trabajos de extensión y promoción, los que se efectúan en 138 agencias de extensión, diseminadas en el territorio peruano y comprenden 469 sectores de producción.

La sede del Programa Nacional de Papa se encuentra en la Estación Experimental Agropecuaria "Santa Ana" - Huancayo, ubicada en el Departamento de Junín, Provincia de Huancayo, zona Centro del Perú.

## **INVESTIGADORES**

El Programa Nacional de Papa viene funcionando desde 1982. El número total de investigadores que laboran en las seis Estaciones Experimentales y doce CIPA'S es de 52. Como resultado del esfuerzo del Programa por mejorar el nivel científico de la investigación, fueron contratados profesionales con estudios de Post Grado; igualmente, se está cumpliendo un plan agresivo de capacitación de los investigadores

más destacados, que desde 1987 el Programa cuenta con 33 profesionales investigadores con estudios avanzados y 6 extensionistas; los restantes 20 investigadores son ingenieros agrónomos.

**Cuadro 6. Número de profesionales con estudios avanzados de acuerdo a la especialidad.**

<u>Especialidad</u>	<u>Nº</u>
- Entomología	4
- Fitopatología	7
- Virología	2
- Nematología	1
- Cultivo de meristemas	1
- Producción agrícola	5
- Economía agrícola	4
- Mejoramiento genético	4
- Suelos y fertilizantes	4
- Semilla	2
- Extensión agrícola	6

De todas las Estaciones Experimentales, la sede del Programa cuenta con doce profesionales con estudios de Post-grado, por lo tanto la Estación Experimental Santa Ana es el Centro de Investigación de mayor jerarquía científica.

## **PLANIFICACION Y ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION**

La investigación en el Perú se hace en base a prioridades. Durante estos últimos años los esfuerzos se centraron hacia la producción de semilla básica, debido a que en los últimos 15 años en el Perú se descuidó este importante rubro, factor determinante del éxito de la producción.

Para posibilitar la puesta en marcha de un plan sólido de producción de semilla básica, fue necesario previamente condicionar ciertos requerimientos como:

- a) Construcción de más de 410 metros cuadrados de invernaderos.
- b) Instalación de cuatro laboratorios de cultivo de tejidos.
- c) Instalación de laboratorios de Virología.
- d) Adopción de tecnologías modernas: Incremento in vitro de meristemas libres de virus y multiplicación acelerada mediante la producción de esquejes.

- e) Limpieza de las 20 variedades mejoradas y 12 nativas más difundidas de acuerdo a la distribución geográfica, labor en la que el Centro Internacional de la Papa colaboró decididamente.
- f) Capacitación y adiestramiento intensivo del personal profesional, así como de mando medio sobre diversos aspectos a la producción de semilla.

Cumplida esta labor previa, y con fondos de la Cooperación Técnica Suiza, se inició la producción de semilla básica. Como resultado, en 1987, el Programa dispuso de 3,772 TM aproximadamente, producidas en las Estaciones Experimentales y CIPA'S, las que continúan multiplicándose con la finalidad de cubrir la demanda nacional, es decir, que las Estaciones Experimentales producirán semilla acorde a las necesidades de su área de influencia.

El Programa basa sus acciones en el desarrollo de un plan de acción elaborado con la participación de todas las Estaciones Experimentales que ejecutan investigación, que priorizadas se encuentran en las siguientes líneas de investigación (cuadro 7).

**Cuadro 7. Plan Nacional de Investigación.**

Líneas de investigación	Nº de proyectos en investigación
1. Mejoramiento genético y conservación de germoplasma	65
2. Mejoramiento agronómico y ganadero	14
3. Protección de cultivos y sanidad animal	35
4. Tecnología de producción de semillas, plantones y reproductores	36
5. Comprobación de tecnologías	8
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>

La prioridad en mejoramiento genético es generar nuevos genotipos de papa con atributos superiores a las actuales variedades. Ello significa que el Programa busca la creación de nuevas variedades en mayor rusticidad y resistencia genética, adaptadas principalmente a condiciones de Sierra, es decir, que el Programa trabaja en resistencia a:

- a) Rancho (Phytophthora infestans)
- b) Nematodos (Globodera pallida)
- c) Mosca minadora (Lirionza huidobrensis)
- d) Marchitez bacteriana (Pseudomonas solanacearum)
- e) Heladas

Para llevar a cabo investigaciones sobre estas grandes problemáticas nacionales, el Programa como estrategia ha localizado las áreas geográficas nacionales donde se asegura la presencia de estos factores. Ello ha determinado que se tengan cinco centros geográficos para evaluación de material genético, estos son:

- a) Centro geográfico para evaluación a rancho que se ubica en la Provincia de Acomayo Nor-oeste del Departamento de Huánuco, debido a la presencia continua de humedad ambiental y a la existencia de la mayor diversidad de razas fisiológicas de P. infestans.
- b) Centro geográfico para evaluación a nematodos. Se ubica en dos lugares: Centro y Norte del Perú, los departamentos de Junín y La Libertad, respectivamente. Ello debido a la presencia en cada lugar de un prototipo diferente del nematodo.
- c) Centro geográfico para evaluación de mosca minadora. Se encuentra en el Valle de Cafete, ubicado en la Costa Central (Departamento de Lima); aquí, esta plaga es la más importante.
- d) Centro geográfico para evaluación a marchitez bacteriana. Se ubica en la Provincia de Chova del Departamento norteño de Cajamarca; aquí, esta enfermedad es endémica.
- e) Centro geográfico para evaluación a heladas. Se ubica en el altiplano puneño, a 3,850 m de altitud, en el Departamento de Puno. Aquí existe la absoluta seguridad de la presencia de este imponderable climático.

Los mejores clones seleccionados con resistencia comprobada a estos factores limitantes son distribuidos desde sus respectivos centros geográficos a nivel nacional para realizar las pruebas regionales de adaptación.

Los clones con potencial de nuevas variedades seleccionadas en cada lugar de ensayo, son ingresados al Programa de limpieza de virus para la obtención de

plantas madres. A partir de ellas se inicia la multiplicación acelerada de la nueva variedad.

Las investigaciones sobre protección de cultivo se desarrolla principalmente para atacar los problemas prioritarios de enfermedades y plagas de la papa. Aquí se estudia la biología, control, manejo integrado, dinámica de poblaciones, etc. de los insectos más dañinos en el país; estos son:

- "Pulgilla de la papa" (Epitrix sp.)
- "Gorgojo de los Andes" (Premnotrypes sp.)
- "Polilla de la papa" (Symmetrischema sp.)
- "Mosca minadora" (Liriomiza sp.)

Entre las enfermedades de la papa, las investigaciones se centralizan en el control y manejo integrado de la:

- Mancha (Phytophthora infestans)
- Mancha foliar (Phoma sp.)

Las acciones sobre mejoramiento agronómico, en general, van dirigidas hacia el desarrollo de nuevos paquetes tecnológicos adaptados a la necesidad de los pequeños y medianos productores. Algunas de estas investigaciones ayudan al mejoramiento genético en la recomendación del manejo del cultivo, fertilización, labores culturales, etc., de una nueva variedad.

Las investigaciones agroeconómicas que recientemente fueron introducidas en el Programa Nacional de Papa, el especialista juntamente con otros del área disciplinaria estudian la relación beneficio/costo de una nueva tecnología.

Los ensayos a nivel de finca del agricultor se efectúan en las llamadas parcelas de comprobación. Estas son conducidas por el Agente de Extensión y el investigador. Es el lugar donde se demuestran las bondades de la nueva tecnología y sirve para que el extensionista pueda realizar los días de campo, charlas, reuniones, etc., con los agricultores.

## **Personal**

El personal de investigaciones dentro de la Estación Experimental depende



directamente del Director de la Estación y estos a su vez del Director del CIPA. Los investigadores en papa se dedican solamente a este cultivo, en contados casos, atienden otros. Los aspectos administrativos de todas estas acciones son resueltos por el personal especializado de la Estación Experimental; estos manejan los presupuestos.

El número de profesionales dedicados a la investigación en papa en el Perú es de 52, localizados en 12 Estaciones Experimentales que comprenden el Norte, Centro y Sur.

### **Reuniones de planificación**

Las reuniones de planificación y programación de las actividades del Programa, se realizan cada dos años. Aquí participan los investigadores de otras instituciones: Universidades, etc. En estas reuniones, previamente se discuten los avances y logros del Programa en cada Estación. Igualmente, se efectúa la programación de acciones que son realizadas por comisiones formadas de acuerdo a los objetivos de los proyectos de investigación.

### **Sistema de seguimiento**

El seguimiento de las acciones de investigación es efectuado por el Director y el Asesor del Programa, mediante viajes contínuos de supervisión a las diferentes Estaciones Experimentales. Además, la oficina correspondiente de la Unidad Técnica Ejecutiva del INIPA recibe informes trimestrales sobre el avance de dichas acciones.

### **Objetivos**

1. El Programa Nacional de Papa tiene como objetivo incrementar la producción a través del aumento de la productividad en las regiones serranas donde los rendimientos promedio son del orden de 7 TM/ha, contrastando con aquellos obtenidos en las parcelas experimentales donde fácilmente se superan las 30 TM/ha o más. Este hecho demuestra claramente que existe tecnología disponible para el aumento de la productividad, la cual no es utilizada por la gran mayoría de los agricultores.

Esto es debido en gran parte a que muchas veces la adopción de tecnologías mejoradas eleva los costos de producción, pero no siempre mejora la relación costo/be-

neficio, por lo que el Programa se propone continuar creando y difundiendo tecnologías que aseguren al pequeño y mediano agricultor, que son la mayoría, un retorno compensador a la adopción de nuevas tecnologías.

El generar tecnologías que sean adaptadas a la realidad agroecológica, geográfica, social y económica del país, y la mayoría de los productores de la Sierra, es la forma como el Programa pretende aumentar la producción y productividad de la papa.

2. El abastecimiento estable del producto, así como el uso alternativo de la papa, son objetivos importantes del Programa, para lo cual se difundirán tecnologías sencillas a nivel de mediano y pequeño agricultor de almacenamiento y procesamiento que permitan regular el flujo del producto fresco hacia los mercados a iniciar con los excedentes temporales una nueva etapa: La agroindustria de la papa.

### **Lineamientos de Política**

El Programa Nacional de Papa desarrolla sus actividades de investigación, promoción y capacitación dentro de los lineamientos generales de política del Sector Agrario y de la Institución; estos son:

1. Orientar sus acciones de investigación y promoción básicamente hacia la generación y difusión de tecnologías que sean concordantes con la finalidad geográfica, ecológica, social y económica de la mayoría de agricultores que son pequeños y medianos, de escasos recursos económicos, que cultivan pequeñas unidades agrícolas y se hallan diseminados en la Sierra media y zonas alto andinas, que cultivan la papa generalmente para autoconsumo y eventualmente para la venta sistemática o trueque de los excedentes previo almacenamiento por períodos cortos. Estas tecnologías de costo medio y bajo servirán además para las comunidades campesinas que trabajan la tierra bajo un sistema comunal.

Dentro de cada unidad agrícola de papa, se considera formando parte de un todo biológico, económico y social, por lo que el cultivo no es sino parte fundamental de un sistema coherente interactuado que en este nivel viene funcionando como tal desde épocas ancestrales.

2. Generar o refinar tecnologías para los pequeños, medianos y grandes productores

(individuales, CAPs, SAIS, etc.) que cultivan la papa en zonas agroecológicas de menor riesgo (Ceja de Selva, valles interandinos, Costa), cuya producción se destina para satisfacer los grandes centros de consumo.

En este aspecto, se mejoran las tecnologías existentes, permitiendo la optimización de la producción por unidad de área y tiempo. Estas tecnologías que son de costo medio y aún alto, cuya adopción estará asegurando debido a la posibilidad de su fácil acceso al crédito.

La adopción de solo algunas tecnologías mejoradas en este nivel de producción, podría originar aceleradamente un incremento a la producción y productividad de la papa. Un ejemplo de ello es el uso de semilla certificada, fertilización conveniente, mejoramiento del manejo, post-cosecha de la semilla, etc.

## **ESTRATEGIAS**

- Promover la investigación que genere tecnologías priorizadas de costo bajo o medio, considerando la realidad socio-económica de los productores, así como la agroecología del medio ambiente.
- Propiciar el desarrollo de una investigación en la que se hallen inmersas otras instituciones generadoras de tecnologías, tales como universidades, entidades privadas y otras, con la finalidad de evitar duplicidad innecesaria de acciones y dispendios de recursos. La investigación deberá ser de conocimiento de los agricultores, a fin de despertar y crear una conciencia de compromiso y participación. Habrá diálogo permanente con los comités de productores de papa en la toma de decisiones, como por ejemplo en la distribución de semilla o instalación de semilleros por cuenta de los comités regionales de productores.
- El Programa Nacional de Papa deberá coordinar con las universidades, con la finalidad de difundir tecnologías generadas por estas. Una distribución de responsabilidades entre las universidades de provincias y el Programa Nacional de Papa son algunos avances logrados hasta la fecha.

La Universidad Nacional Agraria participa activamente en el mantenimiento

de germoplasma, así como en la coordinación de la evaluación a nivel nacional de los nuevos genotipos de papa mediante los estudios de adaptación en redes regionales; además, interviene en acciones de producción de semilla básica a partir de material pre-básico o esquejes proporcionados por el Programa Nacional de Papa.

La Universidad San Antonio de Abad del Cuzco, es la encargada de promover la multiplicación de semilla de las variedades nativas adaptadas al Sur del Perú. La Universidad Nacional de Cajamarca se encarga de la limpieza de virus y producción de plantas madres de las principales variedades del Norte.

- El aprovechamiento del CIP continuará siendo una estrategia importante, dado que los resultados de su investigación efectuada en el país nos benefician directamente. Este aprovechamiento será en germoplasma, capacitación, apoyo logístico, entre otros. Resultados excelentes en este campo pueden ya apreciarse. La nueva variedad de papa "Perricholi", resistente a la racha y rústico proviene del CIP. Recientemente el Programa Nacional de Papa ha liberado una nueva variedad bautizada como "María Huanca" de doble resistencia genética al nematodo quiste y racha; igualmente, este material proviene del CIP. Además numerosos investigadores, extensionistas y técnicos han sido capacitados en diversas especialidades durante los últimos cuatro años por esta prestigiosa Institución. La adopción de algunas tecnologías Post-cosecha aplicables a nuestra realidad generadas por el CIP, pueden ser otras acciones adoptadas por el Programa Nacional de Papa.
  
- La búsqueda de recursos económicos en base a la concertación y diálogo del INIPA con entidades de la Cooperación Internacional que permita concretizar algunos proyectos de investigación priorizada es imperativo para el Programa Nacional de Papa. La Comisión Técnica Suiza (COTESU), el Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa (PRACIPA), el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO), el Convenio CIP-INIPA, CARE-Perú, son algunas entidades que financian ciertas acciones del PNP; esto deberá ser aún más fortalecido. Propósitos similares, aunque de menor intensidad podrían lograrse con la participación financiadora del Comité Nacional de Productores de Papa (CONAPAPA) o de otras instituciones.

- Iniciar agresivamente en la investigación del uso de papas nativas (amarilla y otras), con fines de agroindustria o exportación; para ello, el Programa Nacional de Papa ha liberado ya de virus algunas de estas variedades. La fabricación de harina para la elaboración de puré o la exportación de "papa amarilla" fresca, son algunas opciones realistas. La elaboración de mezclas nutritivas en base a harina de papa y de otras especies andinas, puede constituirse una nueva opción. Tecnologías generadas por el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INNDDA), Universidad Nacional Agraria La Molina, así como su coordinación con ellos, será preciso realizar. Estudios de factibilidad y mercados serán componentes necesarios.
- Una mayor interacción entre las dependencias del INIPA, como el Programa Nacional de Agroeconomía, Programa Nacional de Cultivos Andinos, y otros, así como el SENASE y los Servicios Nacionales para optimizar el uso de nuestros recursos, se hacen cada vez más necesarios. Estudios agroeconómicos conjuntos de los Programas Nacionales de Papa y Agroeconomía con fondos del PRACIPA, es un ejemplo de interacción.
- Propiciar la participación directa del Banco Agrario en las acciones del Programa con referencia a la multiplicación de semilla básica y de otras categorías. Préstamos selectivos que coadyuven a maximizarlos, redundará en triple beneficio: Banco, INIPA y agricultor.
- Continuar otorgando la máxima prioridad a la producción de semilla básica de las principales variedades nacionales y regionales, mejoradas y nativas, para lo cual, deberán mayor número de CIPA's propiciar el mejoramiento de su nivel general: Organización, personal e infraestructura, relacionados con este rubro. La integración de los CIPA's y su interacción mediante redes regionales de producción de semilla, proporcionará un mayor enfoque del Programa.
- Iniciar la toma de conciencia de la importancia nacional de las variedades nativas dentro del proceso productivo de la papa en el país; ello le otorgará mayor rentabilidad a los esfuerzos del pequeño productor y promoverá un mayor aprovechamiento del suelo. El mejoramiento de la calidad de semilla será un paso previo y deberá ser obligatoria su realización a nivel de Agencia de

Extensión y Sector de Producción. La "Selección Positiva", como método para mejorar la calidad de semilla, deberá ser institucionalizada; ello deberá ir acompañado del almacenamiento de semilla en almacenes de luz difusa. La enseñanza de estas dos opciones tecnológicas es necesaria para elevar la producción nacional.

- Promover la organización de los productores a través de comités locales desarrollando un espíritu participacionista para la defensa de sus intereses y logro colectivo de beneficio común. Los Agentes Agrarios y Sectoristas jugarán papel decisivo en ello.
- La capacitación sobre nuevas tecnologías de Agentes de Extensión y Sectoristas es tarea prioritaria. Se dará énfasis a la emisión de material bibliográfico, realización de eventos de capacitación de corta duración, capacitación en servicio, serán modalidades que servirán para elevar el nivel de conocimiento. El Programa Nacional de Papa ha preparado, hasta la fecha, manuales técnicos, boletines de divulgación, diapositivas sobre problemas y soluciones de aspectos sanitarios más críticos. Durante 1987 se continuará con esta tarea.
- Supervisión y asesoramiento permanente de los directores de las Estaciones Experimentales, supervisores de Extensión de CIPA's, supervisores regionales y directores del Programa, serán necesarios para el logro de objetivos y estrategias planteadas.
- La investigación efectuada sobre ensayos de nuevas variedades a nivel de campo del agricultor, permitirá obtener resultados más valideros y aproximados, con la realidad agroecológica del ámbito, pudiendo estudiarse la interacción genotipo-medio de la nueva variedad y ser contrastadas con las del agricultor. Esta modalidad de transponer los linderos de las Estaciones Experimentales permitirá eliminar errores que en el pasado eran frecuentes, donde las virtudes y defectos de la nueva opción tecnológica fueron generalmente enmascarados por el efecto ambiental reinante en la Estación. Por otro lado, esta modalidad de acercamiento a la realidad del campo proporcionará nuevas experiencias al investigador y productor.
- La transferencia de tecnología en la extensión deberá básicamente basarse

en la instalación de parcelas de comprobación y demostrativas en la comunidad eligiendo para ello agricultores de avanzada con espíritu de colaboración. Esta metodología no falla y se obtienen los resultados esperados: Convencer al agricultor. Una parcela de demostración es un campo fértil donde el agente agrario y el sectorista pueden impartir sus enseñanzas mediante su aprovechamiento en sumo grado para: Una demostración de método, visita guiada, días de campo u otros.

Adicionalmente, acciones similares de investigación en papa en las Estaciones Experimentales aunque en menor intensidad son desarrolladas en: Piura, La Libertad, Ancash, Huánuco, Pasco, Ayacucho, Moquegua y Tacna.

#### **LINEA 1. Mejoramiento genético y conservación de germoplasma**

Las investigaciones comprendidas dentro de esta línea, están enfocadas a la creación de nuevas variedades superiores a las actuales, las que deberán ser sustituidas paulatinamente.

Prácticamente todas las actuales variedades comerciales mejoradas sembradas a escala nacional, carecen de resistencia o tolerancia genética a racha, nematodos, heladas, mosca minadora y marchitez bacteriana, que son algunos de los factores que limitan la producción. Ellas fueron seleccionadas solo por su capacidad de rendimiento bajo condiciones de alta tecnología aplicadas por los agricultores de zonas agroecológicas de riesgo menor como la Costa y pequeños valles interandinos, es decir, que no han contribuido sustancialmente al incremento histórico de la producción en zonas de altos riesgos agroclimáticos.

El Programa ha replanteado esta concepción y se ha dirigido principalmente hacia la selección de nuevas variedades rústicas que además de ser rendidoras deberán poseer resistencia genética a los factores arriba enumerados.

Para lograr esto, se han señalado algunos CIPA's que por reunir condiciones agroecológicas y ser endémicos para la presencia de algunas enfermedades y plagas, sean consideradas como centros de selección genética. Entonces, cada centro es una zona donde existen las facilidades naturales para el desarrollo de planes de selección en el campo de las futuras variedades con atributos genéticos superiores. Los

mejores clones resistentes seleccionados en cada centro, son distribuidos a los demás CIPA's con la finalidad de ser incluidos en las redes regionales de adaptación.

Centro de Selección Genética para rancha: Los trabajos y selección genética contra la rancha (P. infestans) de mayor relevancia a nivel nacional, son efectuados en el distrito de Acomayo Huánuco; ello porque esta zona tiene las particularidades siguientes:

- Presencia endémica de rancha, dada su alta y continua humedad ambiental durante el año.
- Presencia de la mayor variabilidad de genes de agresividad del hongo.
- Facilidades de los medios de comunicación en el resto del país.

Centro de Selección Genética para heladas: Los trabajos de resistencia genética a heladas más importante a nivel nacional, son realizados en la Estación Experimental Illpa y Subestación Experimental Tahuaco en Puno, dado que la ocurrencia de este factor negativo, imponderado en esta región altiplánica (3,900 m de altitud), es frecuente.

Centro de Selección Genética para nematodos: Los trabajos de selección para resistencia genética a nematodos se hallan concentrados en la Estación Experimental Santa Ana y, en segunda instancia, en Huamachuco CIPA Trujillo. Estas dos zonas se hallan altamente infestadas con el nematodo quiste (Globodera pallida) y poseen una mayor variabilidad de patotipos de este nematodo.

Centro de Selección Genética para mosca minadora: La Estación Experimental de Café es considerada como el lugar aparente para efectuar trabajos de selección contra mosca minadora (Lyriomiza huidobrensis) debido a la prevalencia de la plaga en mención en esta importante zona papera de la Costa Central.

Centro de Selección Genética para marchitez bacteriana: Las acciones para la selección genética contra la marchitez bacteriana (Pseudomonas solanacearum) son concentradas en Chota-Cajamarca-Carhuaz-Ancash. Esta enfermedad ha tomado gran importancia en los departamentos de Cajamarca, La Libertad y, recientemente, en Ancash, por lo que el Programa Nacional de Papa considera prioritario efectuar investigaciones



en este campo.

Aproximadamente el 95% del material estudiado en estos Centros de Selección Genética proviene del Departamento de Genética del Centro Internacional de la Papa.

#### **LINEA 2. Manejo agronómico y ganadero**

Se incide en la búsqueda de tecnologías complementarias a la generación de variedades. Ensayos de fertilización, distanciamiento de siembra, número y frecuencia de aporque, uso de hormonas para la rotura de dormancia, etc., de las nuevas variedades liberadas por el Programa Nacional de Papa, son algunas de estas investigaciones.

#### **LINEA 3. Protección del cultivo y sanidad animal**

Dentro de esta línea, se da énfasis a estudios sobre el manejo integrado de las principales plagas, ciclo biológico de ellos, así como el control, uso de feromonas y fluctuación poblacional. Se incide sobre el gorgojo de los Andes (Premnotrypes), Epitrix sp., áfidos y polilla de la papa (Symmetrischema plaesiosema), que son los más importantes desde el punto de vista económico.

Estudios de control biológico y manejo integrado de la mosca minadora en condiciones de Costa, son prioridades. Igualmente, acciones de investigación de control biológico de nematodos de la papa se hallan comprendidos en esta línea de investigación.

#### **LINEA 4. Tecnología de producción de semilla, plantones y reproductores**

La finalidad de esta línea es generar tecnologías encaminadas hacia el incremento de la productividad mediante el mejoramiento de la calidad de la semilla.

##### Producción de semilla básica

En el programa se ha consolidado el mecanismo que le permite producir semilla pre-básica en las Estaciones Experimentales La Molina (Lima), Santa Ana (Huancayo), Baños del Inca (Cajamarca), Andenes (Cuzco) e Illpa (Puno), así como en los CIPA's Ayacucho y recientemente Ancash. El proceso de esta producción se basa en la

aplicación de tecnologías modernas desarrolladas secuencialmente en el laboratorio, invernadero y campo, tal como se puede apreciar en la figura que se inicia con la liberación de virus hasta la producción de la semilla pre-básica y básica.

Los CIPA's del Centro y Sur, que aún no tienen los recursos necesarios para la producción, continuarán siendo apoyados por la Sede del Programa, en tanto que los CIPA's del Sur serán asistidos por la Estación Experimental Andenes, mediante el envío de semilla básica para ser incrementada en el ámbito de cada CIPA.

Se estima que durante la presente campaña se cosecharán aproximadamente 2,772 TM de semilla básica y registrada en cuatro Estaciones Experimentales, tal como puede apreciarse en el cuadro siguiente.

Cuadro 8. Programación de semilleros por estaciones experimentales 1986-1987 (ha).

Tipo de semilla	ESTACION EXPERIMENTAL					TOTAL TM
	Baños del Inca	Santa Ana	San Camilo	Illpa	Andenes	
Pre-básica	---	3.0	---	1.0	---	4.0
Básica	2.0	7.0	2.0	10.0	15.0	36.0
Registrada	4.0	31.0	30.0	90.0	36.0	191.0
	6.0	41.0	32.0	101.0	51.0	231.0
Producción Estimada (TM)	72.0	492.0	384.0	303.0	612.0	2,772.0

A la producción de semilla básica ha lograrse en 1987, en las cuatro Estaciones Experimentales, se añade la que será obtenida por los CIPA's. El volumen de semilla de la misma categoría a cosecharse en estos ámbitos, es estimado en mil toneladas, con lo que la producción nacional de semilla básica llegaría a 3,772 TM en 1987. Esto nos permitiría fomentar en este mismo año alrededor de 1,800 ha de semilleros

básicos que serían conducidos por los Agentes Agrarios.

Cuadro 9. Superficie de semilleros por CIPA's. 1986-1987. ( B<sub>3</sub> )

CIPA's	B <sub>3</sub>	Producción estimada TM
II	PIURA	5
IV	LA LIBERTAD	10
V	ANCASH	26
VI	LIMA	1
IX	MOQUEGUA	12
X	TACNA	5
XI	CAJAMARCA	5
XIV	HUANUCO	10
XV	PASCO	2
XVII	HUANCAVELICA	2
XVIII	AYACUCHO	12
XIX	APURIMAC	10
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>1,000</b>

### Extensión

Los esfuerzos desarrollados por investigación para mejorar la calidad de semilla de las principales variedades comerciales y algunas nativas mediante la aplicación de modernos métodos de cultivo de tejidos, multiplicación por esquejes, etc., deberán ser complementados con los esfuerzos desarrollados por extensión para el mejoramiento de la calidad de semilla de los cientos de variedades nativas de uso común del pequeño agricultor, diseminadas en la zona andina. Esta debe ser continua y complementada con la aplicación del sencillo método de almacenamiento de la semilla en luz difusa.

Complementariamente a estas acciones, deberán ser transferidas a nivel de pequeño agricultor otras tecnologías relacionadas principalmente con el control integrado de plagas y enfermedades y el manejo agronómico.

Actualmente, los agentes de extensión y sectoristas tienen el suficiente conocimiento de ambas tecnologías, ya que el Programa Nacional de Papa ha venido enseñando mediante cursos, días de campo, boletines, afiches, etc.

Una tarea de rápido impacto y fácil transferencia será la instalación de la

categoria básica y registrada a nivel de comunidad cooperativa, comités de productores y agricultores seleccionados, ya que el Programa Nacional de Papa ha multiplicado suficiente cantidad de semilla que permite realizarlo. La cosecha de estos semilleros servirá para poder abastecer de semilla de calidad superior a los productores del ámbito de influencia de una agencia de extensión. Ello permitirá poder mejorar significativamente, al cabo de diez años, el promedio de calidad de semilla y por ende mejorar la producción.

En consecuencia, la asistencia técnica integral y parcial a los agricultores debe ser realizada en todos los CIPA's de la Sierra, donde la papa es cultivo prioritario. En cambio, la tarea de selección positiva y almacenamiento de luz difusa no es prioritaria en la Costa, dado a que esta zona anualmente se abastece de semilla de la Sierra.

# **PRODUCCION Y DIFUSION DE SEMILLA BASICA EN EL PERU**

**César Vittorelli W. \***

## **RESUMEN**

El Proyecto "Manejo y Producción de Semilla Básica para incrementar la Productividad de la Papa en el Perú", se inició en el año 1983 mediante un convenio entre el Centro Internacional de la Papa, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y la Cooperación Técnica Suiza (CIP-INIPA-COTESU).

En 1987 se logran establecer siete centros de producción en tres regiones del país. En el Norte, Cajamarca; en el Centro, Lima, Huaraz y Huancayo; y, en el Sur, Ayacucho, Cuzco y Puno. Estos Centros de Producción han sido dotados de invernaderos, laboratorios y campos de cultivo.

Las variedades involucradas en este proyecto son mejoradas y nativas acorde con la importancia en la zona donde se trabaje.

Actualmente, se cuenta con aproximadamente 2,000 TM de semilla básica y se está haciendo toda la planificación de difusión con los agricultores, acorde con las zonas productoras. Se requiere involucrar a los grandes semilleristas particulares, empresas asociativas como cooperativas y comunidades y agricultores medianos y pequeños, según la calificación de la semilla que va desde básica, registrada, certificada y consumo, respectivamente.

---

\* *Director Adjunto Programa de Investigación en Papa, INIAA. Perú.*

Las encuestas socio-económicas y estudios de difusión en cada zona son de gran utilidad en la planificación del uso de variedades y los esquemas de difusión a utilizarse, así como los volúmenes de semilla a manejar.

En los Centros de Producción se cuenta con el apoyo de las Universidades. Dentro del personal que coopera en las diferentes regiones tienen especialistas con grado de Master, así como técnicos y obreros especializados.

## **INTRODUCCION**

El Programa de Investigación en Papa se ha visto apoyado por las acciones tomadas mediante el convenio CIP-INIPA-COTESU para desarrollar un proyecto de producción de semilla de alta calidad, coordinado a nivel nacional. La mayor parte de la infraestructura lograda, así como la capacitación de obreros calificados y el apoyo logístico en los diferentes puntos del país, especialmente en los Centros de Producción, incluyendo materiales y equipos, fue financiada por el proyecto en buena parte. Otras fuentes de financiamiento que también han intervenido para conjugar las acciones referidas han sido AID, Banco Mundial y otros proyectos afines, con la debida coordinación en cuanto a necesidades y requerimientos de cada zona.

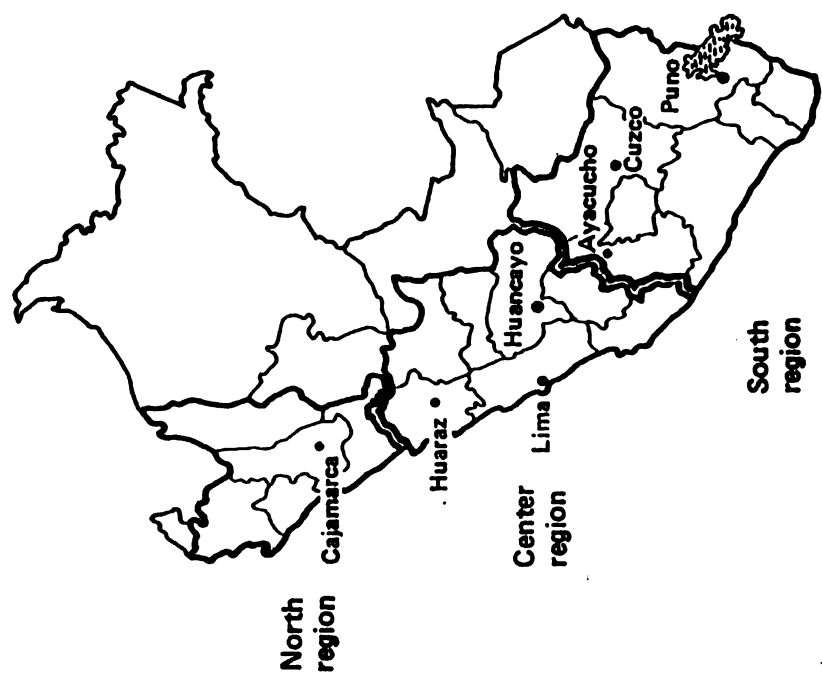
El esfuerzo desplegado durante estos 5 años ya deja sentir sus frutos, contando todas las CIPAS (18) con material básico que debe ser multiplicado en forma ordenada para poder empezar a cubrir en un corto plazo la demanda por parte de los agricultores.

## **ESQUEMA DE PRODUCCION**

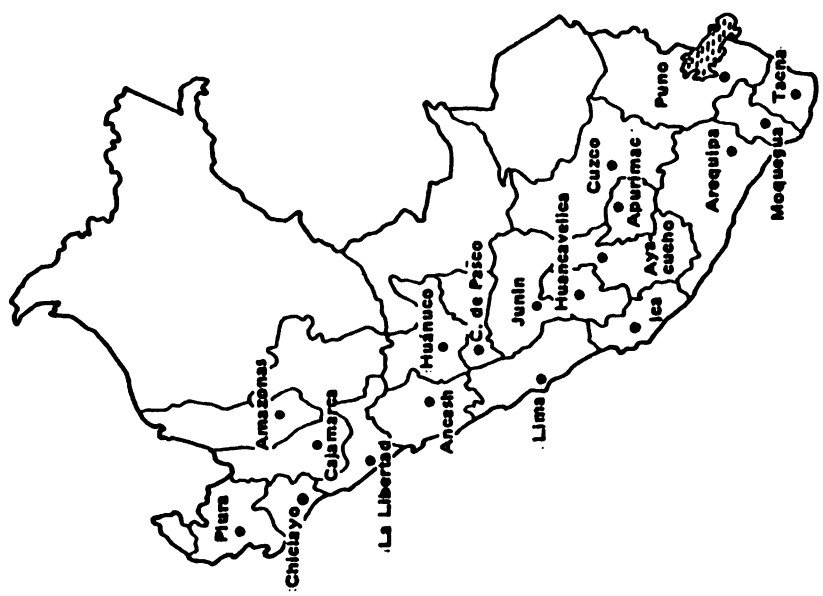
Actualmente, se tienen 18 CIPAS (Figura 1) vinculados a la producción de papa, algunos en mayor escala que otros. Los CIPAS en mención están localizados dentro de un país completamente heterogéneo en cuanto a clima, uso de variedades, costumbres, tipos de agricultores, tecnologías, sistemas crediticios, comercialización, etc., se refiere. En este sentido es casi imposible establecer un solo patrón de producción y de difusión de semilla.

Se han establecido 7 Centros de Producción de semilla, localizados en:

**Geographic distribution of Basic Seed Production Centers**



**Principales CIPAs que producen Papa**



**a. Zona Norte**

El Centro de Producción situado en Cajamarca cuenta con un convenio entre el CIPA respectivo y la Universidad. Abastece de semilla en calidad de básica a los CIPAS de Piura, Chiclayo y Trujillo.

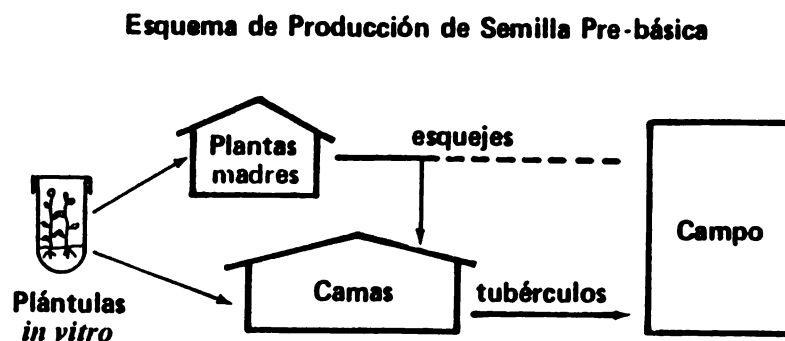
**b. Zona Centro**

Cuenta con 3 Centros de Producción: Lima, Huancayo y Ancash. Lima produce tuberculillos que van a ser distribuidos a nivel nacional, así como plántulas in vitro. Se irradia semilla básica hacia otros departamentos como: Huánuco, Cerro de Pasco, Huancavelica e Ica (partes altas).

**c. Zona Sur**

Centros de Producción situados en Ayacucho, prácticamente para abastecer al mismo Departamento y eventualmente a Huancavelica y/o Apurímac, Cuzco y Puno. Entre estos dos centros deben cubrir la demanda de los CIPAS de Apurímac, Arequipa, Moquegua y Tacna.

El esquema de producción que se sigue en los centros de producción es el siguiente:



Consta de 3 fases: Laboratorio, Invernadero y Campo.



Las tecnologías y la capacitación han sido establecidas operándose de una manera mecánica. Sin embargo, en la fase de campo se han tenido que analizar la situación y se sigue un proceso por etapas, como agricultores calificados semillistas, comunidades, comités de productores, medianos y pequeños productores. La razón para esto está referida a que la mejor calidad de semilla debe manejarse en forma conjunta y no dispersa y con la mejor tecnología, en áreas apropiadas, acorde al aislamiento de los semilleros, alturas adecuadas, zonas no infestadas y terrenos buenos y profundos.

Los Centros de Producción deben cumplir metas de producción en la calidad pre-básica, incluyendo las categorías subsiguientes de básica hasta 3 generaciones, registradas y certificadas. El inicio, esto es pre-básica, ha sido calculada no solo para satisfacer las necesidades del departamento mismo en donde se encuentra localizado el Centro de Producción, sino también para apoyar a los CIPAS vecinos que no cuentan con dichos centros, recibiendo estos últimos semilla a partir de la segunda o tercera generación.

## **CAPACITACION**

Dentro del aspecto capacitación se consideran los temas siguientes: Virología, cultivo in vitro, multiplicación acelerada y manejo de invernaderos. Esto se desarrolló bajo la modalidad de capacitación individual; sin embargo, también hay la capacitación grupal como días de campo, cursos, conferencias y seminarios.

Dentro del concepto capacitación se involucran los niveles de Ingenieros, Técnicos y Agricultores.

## **APOYO INTERINSTITUCIONAL**

Se mantienen relaciones interinstitucionales con los siguientes organismos y proyectos de desarrollo:

- Ministerio de Agricultura
- Universidad de Cuzco
- Universidad de Cajamarca
- PRODERM
- CARE
- PISA

- Universidad La Molina
- Plan Meris
- Banco Agrario
- ENCI

- COPACA
- PICPA
- ARARIWA
- CONAPAPA

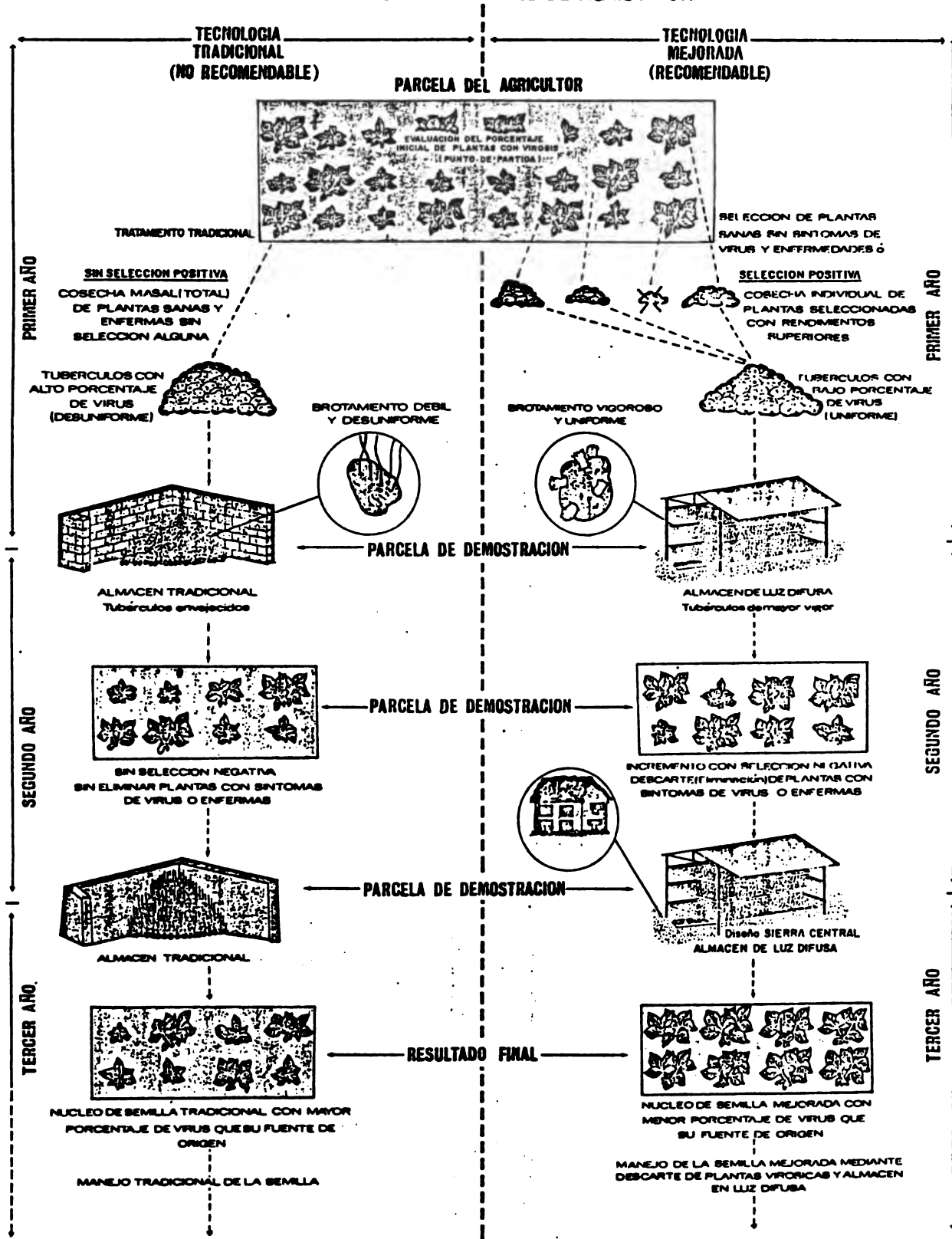
### **OTRAS ALTERNATIVAS DE PRODUCCION**

Paralelamente al sistema explicado se sigue el esquema selectivo positivo , especialmente con variedades nativas a nivel de comunidades y pequeños productores. A través del Programa no se pueden liberar todas las variedades que quisieran los agricultores.

El método de selección positiva fue implantado por el INIPA a nivel de agencias de extensión. Este sistema permite obtener semilla de calidad certificada y hasta registrada, elevando la productividad a nivel de pequeño productor.

# SELECCION POSITIVA TAREA DE TODOS

METODO SENCILLO PARA MEJORAR SANIDAD DE LA  
SEMILLA A NIVEL DE AGRICULTOR





# **SISTEMAS DE PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA DE LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERU**

**Fulgencio Uribe S. \***

## **INTRODUCCION**

Los campesinos en el Perú han desarrollado un complejo de producción y manejo de semilla de papa, primero con las variedades nativas y ahora con las mejoradas. Entender este sistema implica realizar estudios desde el punto de vista no solo agronómico, requiere también estudios socio-económicos y culturales.

En el Perú, la región de la Sierra es donde siembran la mayor cantidad de papa en términos de superficie y producción con una gama de variedades y diversas condiciones agro-ecológicas.

Existen dos sistemas de producción de semilla: EL oficial, referido a los agricultores inscritos como semillaristas ante el Ministerio de Agricultura; y, el sistema informal, que incluye a la mayoría de los pequeños y medianos agricultores que se abastecen y/o difunden la semilla utilizando flujos informales desarrollados a través del tiempo.

Para un programa de producción y difusión de semilla de alta calidad dirigido a pequeños agricultores es necesario el sistema informal.

---

\* *Asistente de Investigación Convenio INIAA-CIP-COTESU, E.E. Santa Ana, Huan-  
cayo, Perú.*

El ejemplo que se emplea para ilustrar este sistema está basado en un estudio de los sistemas informales de semilla de papa en la Sierra Central del Perú, realizado en los años 1984-85.

## EL SISTEMA AUTOSUFICIENTE DE MANEJO DE LA SEMILLA

La diversidad de climas generada por la Cordillera de los Andes, la variabilidad genética de la papa, las diferentes formas de tenencia de la tierra, las distintas prácticas agrícolas, hacen que los agricultores de la Sierra posean un complejo sistema de producción de la papa. Para entender esto podemos partir del **sistema autosuficiente del manejo de la semilla**.

El gráfico 1 muestra la separación de la cosecha en la parte necesaria para la subsistencia; la semilla propia para la próxima siembra, la papa de consumo y la semilla destinada al intercambio; este no constituye un esquema fijo sino que varía de acuerdo a la situación vigente de la economía familiar. Pequeñas cantidades de la reserva de papa se pueden vender durante el año, según las necesidades de la familia y, en situaciones de emergencia, la familia puede recurrir a su reserva de semilla para alimentarse.

Las dos fases claves de este sistema, desde la perspectiva de la semilla, son la selección y el almacenamiento.

### La selección

Entendemos por selección a todos los conocimientos y prácticas de escoger semilla para la próxima siembra. En la práctica vigente, los tubérculos seleccionan como semilla tomando en cuenta los siguientes criterios:

Cantidad: La cantidad de semilla a seleccionarse está en función de los requerimientos del pequeño agricultor. Ellos conocen la cantidad de sacos de semilla para cada parcela. En zonas que son abastecedoras de semilla para otros lugares, seleccionan además para la venta y trueque. La cantidad de semilla es expresado como **sacos de semillaje** (70 kg aproximadamente) y en algunos lugares es el **topo** (100 kg).

**Terreno:** Muchos agricultores consideran que el terreno donde fue sembrado es fundamental. Así por ejemplo, prefieren la semilla proveniente de los terrenos de altura y descansados. Por esta razón existe la práctica del mejoramiento o purificación de la semilla, mediante el cambio de alturas.

**Época de cosecha:** La maduración total en el campo también es tomado en cuenta. La práctica común es seleccionar la semilla de las últimas cosechas, porque permanecerán menor tiempo en el almacén. Sin embargo, en algunas zonas con diferente calendario agrícola pueden seleccionar de las cosechas primerizas.

**Variedad:** La forma y color de los tubérculos como característica varietal son parámetros para la selección varietal. Las deformaciones son consideradas como **cansadas** o enfermas y que **ya no producen bien**. Las variedades se pueden agrupar en tres categorías: Las mejoradas, nativas comerciales y nativas **regalo**. La selección de cada una de estas categorías tiene sus particularidades.

- **Las mejoradas:** Los agricultores que cultivan por varias campañas estas variedades conocen sus características y en base a ello deciden cuál seguir cultivando y seleccionan la semilla de acuerdo a la característica varietal. Cuando consiguen una pequeña cantidad de una nueva variedad, al principio tratan de utilizar todos los tubérculos como semilla hasta incrementar lo necesario. En este caso parece que los varones tienen mayor conocimiento sobre estas variedades, por su acceso a ciertos medios de información.
- **Las nativas comerciales:** La selección, al igual que la anterior, lo realizan teniendo en cuenta cada variedad evitando mezclas.
- **Las nativas regalo:** Llamadas también **papas de regalo**, chalo, chacro, papa de mesa, etc. (según las localidades), son la gama de variedades nativas que siembran generalmente mezclado o a excepción de las papas amargas llamadas **shiri** o **papa shiri**, que siembran aparte. En este caso, parece que las mujeres tienen la habilidad para seleccionar evitando que se pierdan algunas variedades. La semilla de las papas amargas también son seleccionadas teniendo en cuenta la pureza varietal.

**Tamaño:** Existe variación en la clasificación por tamaños, según la variedad, el terreno, el agricultor y la zona ecológica. Según el tamaño de los tubérculos,

la semilla es expresada como de: Primera, segunda, tercera y, a veces, cuarta. Dentro de la clasificación general de la cosecha, de la segunda y tercera son seleccionados para semilla. Por ejemplo, para sembrar en las alturas, los agricultores prefieren tubérculos grandes para minimizar el riesgo por heladas. Cuando las parcelas están a mayor distancia utilizan tubérculos pequeños por el costo de transporte.

Entre las variedades hay la tendencia del uso de tubérculos grandes para las mejoradas y de menor tamaño para las nativas. Cuando la semilla es destinada para la comercialización, el tamaño está en función de los posibles compradores. Por ejemplo, muchos agricultores de pocos recursos prefieren comprar los tubérculos de tercera o cuarta, porque estas **caminan bien**, o sea que poco volumen cubrirá mayor superficie; además tienen menor costo en comparación a los tubérculos grandes. Los tubérculos pequeños también es posible sembrarlos de dos o tres semillas por golpe.

Sanidad: Los agricultores entienden por semilla sana a los tubérculos sin gusanos, sin pudriciones, sin manchas en la piel y sin daños mecánicos. Para aprovechar los tubérculos dañados por el "gorgojo de los Andes" (Premnotrypes sp.) en el campo existe la práctica, entre los agricultores, de exponer los tubérculos a los rayos solares a fin de expulsar larvas, con el consiguiente verdeamiento; estos tubérculos son utilizados como semilla. Asimismo, los tubérculos con muchos ojos son los indicados como buena semilla; en cambio, los tubérculos ciegos o con pocos ojos son descartados.

Cuando realizan la selección después del período de almacenamiento, los brotes tienen importancia. Así por ejemplo, tubérculos con brotes delgados o débiles son descartados.

### **El almacenamiento**

El almacenamiento de la semilla es una fase importante dentro del sistema de producción. Es uno de los factores determinantes de la productividad, al igual que la selección y el manejo en el campo.

Los aspectos importantes en esta fase son: El período, el lugar y la forma de almacenamiento; además, se deben tener en cuenta aspectos como la época de siembra y la variedad.



### **¿Por cuánto tiempo almacenan la semilla?**

En la Sierra, el cultivo en seco es la práctica más común, por las condiciones topográficas y ecológicas; pero existen pequeñas siembras adelantadas en parcelas con riego, en zonas con microclima cálido y húmedo y pequeños valles orientados hacia la Selva. Por lo tanto, estas condiciones determinan el período de almacenamiento de la semilla, siendo esta de 3 hasta 7 meses.

La época de siembra y la variedad también influyen en el período de almacenamiento. Existe la tendencia de sembrar tardíamente las papas destinadas para la semilla.

Cada variedad, tanto las mejoradas como las nativas, por su diferente período de dormancia, influye también en el período de almacenamiento, por ejemplo, hay variedades nativas que en 15 o 20 días después de la cosecha están brotando y se pueden sembrar en microclimas húmedos y cálidos. En este caso, el almacenamiento es por corto tiempo. Los de períodos vegetativos largos generalmente tienen una buena capacidad de almacenamiento, por lo tanto, esta característica es ventajosa para los agricultores que siembran en seco. Sin embargo, existe la práctica de algunos agricultores de remover la dormancia (acelerar el brotamiento), ya sea llenando en costales o en montones cubiertos con guano de corral y muy pocos mediante el uso de fitohormonas, con el fin de utilizar esta semilla brotada en siembras primizas.

### **¿Dónde almacenan la semilla?**

La práctica común de los pequeños agricultores es almacenar la semilla dentro de la casa-vivienda, debido principalmente al poco volumen que manejan, y por razones de seguridad. Dependiendo de la infraestructura y el diseño de la vivienda, la semilla es ubicada en el suelo o en los altos (segundo piso), separada o junto a la papa de consumo.

Asimismo, como almacenes son utilizados los corredores o balcones desocupados que son muy adecuados para el verdeamiento de la semilla.

En zonas de monocultivo, o donde utilizan mayor cantidad de semilla, poseen otras construcciones con el mismo diseño de la vivienda que sirve indistintamente

como almacén de papa consumo y semilla. También las chozas y cuevas son utilizadas en muchos lugares por las atribuciones que les dan de mantener la temperatura casi uniforme (constante).

Hay que considerar que los agricultores que almacenan la semilla dentro de la vivienda a veces lo hacen en las mismas condiciones que la papa de consumo, porque cuando no son sembrados los tubérculos, pueden ser consumidos y viceversa con la papa de consumo. De igual modo, cuando tienen que comercializar posteriormente tendrán la posibilidad de vender en ambas formas, indistintamente de acuerdo a la demanda en el mercado.

### **¿Cómo almacenan la semilla?**

Con frecuencia surgen problemas vinculados con la infestación y pérdida de peso y número de tubérculos a causa del brote excesivo en almacenes oscuros. La exposición a la luz indirecta durante todo el período de almacenamiento constituye uno de los recursos más eficaces para evitar estos y otros problemas. Las condiciones ideales para este tipo de almacenamiento se fundan en la distribución de la semilla en una capa no mayor de tres o cuatro tubérculos. De esta manera, toda la semilla se verdea en forma uniforme y se retarda el desarrollo del brote.

Existen diferentes formas de almacenamiento dentro de los lugares mencionados: En montones, en costales o tendidos. Razones de espacio y seguridad pueden determinar estas formas de almacenamiento. No hay mucha diferencia entre almacenar en montones o en sacos, solo que en este último caso el agricultor sabe con mayor aproximación la cantidad de semilla disponible.

Algunos agricultores almacenan en costales con la única finalidad de estimular la brotación para sembrar pronto. La forma tendida es generalmente practicada por agricultores que tienen mayor espacio en la vivienda, tales como los altos y corredores y muchas veces desconocen el efecto de la luz. Asimismo, hay prácticas de voltear la semilla amontonada de vez en cuando, para tratar de que llegue un poco de luz a todos los tubérculos y se verdee en forma uniforme.

### **Protección de la semilla almacenada**

Los materiales comúnmente utilizados para proteger la semilla almacenada

son la paja de cereales (trigo, cebada) o el ichu (stipa ichu), según la disponibilidad local. El uso de estos materiales es para aislar de la humedad del suelo, cuando almacenan directamente en el suelo.

También utilizan medios para controlar daños entomológicos. Estos incluyen productos químicos y vegetales. Entre los químicos están los diferentes productos comerciales, en su mayoría aplican sin tener mucho conocimiento del producto. La cal también es utilizada en muchas localidades. Dentro de los vegetales, los más comunes son: La muña (Minthostachys sp.) y el eucalipto (Eucaliptus globulus), y muy esporádicamente la retama (Spartium junceum) y la salvia (Salvia officinalis).

Algunas de las prácticas mencionadas pueden mejorarse mediante la adaptación de diseños para la construcción de almacenes rústicos que supongan un aprovechamiento más eficaz del espacio disponible, con el fin de garantizar mejoras sustanciales en la calidad de la semilla y que esta pueda ser aceptada por los agricultores.

## LA FASE DE PRODUCCION

La semilla también puede **purificarse** o mejorarse en la fase de producción y conservarse durante el período posterior a la cosecha. Con frecuencia, los tubérculos que provienen de tierras de elevadas altitudes se consideran más apropiados para su empleo como semilla. Los agricultores saben que existe menor incidencia de enfermedades en las zonas altas, en las cuales se recurre con mayor frecuencia a la plantación en tierras descansadas y limpias, aprovechando el acceso a terrenos situados en diferentes altitudes.

## LA RENOVACION DE LA SEMILLA

La forma de autosuficiencia más completa con relación a la semilla se da en el caso del cultivo de variedades nativas mezcladas (también llamadas **regalo, chalo, huachui**, etc.). El modelo general consiste en que las hijas reciben de sus madres pequeñas cantidades de cada variedad de semilla; los hijos igualmente de sus padres. La pareja aporta este importante **patrimonio** al nuevo hogar en el cual se reproducirá y se preservará a lo largo de sus vidas.

No se ha llegado a comprender cabalmente el proceso de la degeneración de estas variedades, ni su estabilización aparente en una capacidad aceptable de rendimiento.

Las investigaciones han indicado una tasa de renovación de semilla de variedades mejoradas de 7.08 años por pequeños agricultores en toda la Sierra Central.

A pesar de que en algunas áreas donde se afrontan problemas patológicos severos, suele realizarse una renovación total de la semilla. El modelo común consiste en obtener nueva semilla en pequeñas cantidades para la multiplicación separada a lo largo de varias campañas. Lo anterior implica la adquisición de variedades que se perdieron en las malas cosechas o la adquisición de nuevas variedades para reemplazar aquellas que se consideren degeneradas o cansadas.

La renovación de la semilla de la misma variedad también se realiza, especialmente cuando proviene de una fuente confiable. En este caso, la semilla se planta aparte y se reproduce, mientras que la reserva anterior va disminuyendo hasta destinarse completamente al consumo de la familia.

### **Los sistemas para la renovación de la semilla**

La estrategia adoptada por varios Programas Nacionales para la introducción de semilla de alta calidad fue que los experimentos iniciales y la oferta subsiguiente de nueva semilla se han orientado a los grandes productores de semilla con la esperanza de que esta llegue posteriormente a los pequeños productores. El cuadro 1 muestra que esto no ocurre en la región Central del Perú. De todas las fuentes que se registraron a partir de una muestra de pequeños agricultores, los grandes productores de semilla constituyen solo el 8%. Aún si dejamos de lado las variedades indígenas, que rara vez siembran estos agricultores, estos constituyen apenas el 13% de las fuentes en el caso de las nuevas variedades.

**Cuadro 1. Fuentes de semilla para tres categorías de papa.**

Categorías	Agricultores				
	Local	Otras localid.	Comerc.	Semiller.	Otros no conocidos
Mejorada	25	15	27	13	21
Nativa comercial	43	31	10	1	15
Nativa mezclada ("Regalo")	64	9	6	--	21
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>20</b>

Fuente: Encuesta G. Prain y F. Uribe.

Debido a los contactos y a los contratos existentes entre los semilleristas de la Sierra y los productores de la Costa, también existe la posibilidad de que estos agricultores de la Sierra adquieran "semilla costeña" -papa de tamaño pequeño, generalmente de mala calidad, pero que se puede adquirir a precios bajos o en calidad de préstamo- (ver gráfico 2). Luego redistribuyen esta "semilla" a pequeños agricultores vecinos o a los campesinos de las alturas (el efecto de "purificación"). El semillerista posteriormente tiene acceso a estas cosechas para seleccionar y vender a los agricultores de la Costa como "semilla garantizada" dentro de su contrato (ver gráfico 3).

#### **La renovación local de la semilla**

La carencia de efectivo para ubicar y comprar la semilla que ofrecen los semilleristas, da lugar a que los agricultores recurran, con frecuencia, a los vínculos sociales y a los mecanismos de intercambio. Adquieren pequeñas cantidades de semilla en calidad de obsequio, préstamo, a través de arreglos de cultivo compartido "al partir", por trueque o mediante el pago en especies o en dinero de la misma localidad. El cuadro 1 muestra que el 36% del flujo de semilla circula entre los agricultores de una misma localidad, aprovechándose de esta manera los lazos de parentesco, de vecindad y/o de amistad.

Sin embargo, no siempre resulta posible encontrar, en la misma localidad, las variedades que se desean ni semilla de buena calidad. Estos problemas se tornan más evidentes en el caso de las variedades nuevas: Las fuentes locales proporcionan

el 25% de estas variedades. Dos fuentes alternativas importantes suponían el flujo de semilla del exterior de la localidad que se establece entre los agricultores que habitan en diferentes zonas ecológicas y entre los comerciantes y los agricultores.

### **La renovación de la semilla entre zonas ecológicas**

La preocupación por adquirir semilla de buena calidad y los recursos económicos escasos conllevan, con frecuencia, al establecimiento de flujos entre agricultores que habitan en zonas ecológicas distintas pero cercanas.

### **Los comerciantes**

El cuadro 1 muestra que el 19% del total y el 27% de las variedades nuevas provienen de la fuente de los comerciantes. ¿En qué radica su importancia?. En primer lugar, es necesario aclarar el término de "comerciante". En algunos casos, este término alude a los agricultores que ofrecen su excedente de semilla en las ferias o mercados. En estos casos, el comprador conoce el origen de la semilla. Con mayor frecuencia, el término se refiere a aquellos que compran y venden el producto de otras personas. En general, la calidad de esta "semilla" no es confiable, porque proviene de diferentes lugares, de cosechas de distintas temporadas y de variedades mezcladas. Los mismos agricultores saben que estos comerciantes compran papa de consumo y revenden la de menor tamaño como semilla. ¿Por qué siguen comprando entonces la semilla?.

Es muy importante que los comerciantes dispongan de semilla al momento en que los agricultores desean sembrar. Más aún, resulta conveniente cuando puedan adquirir en las ferias o mercados próximos o, mejor aún, cuando los comerciantes traen al pueblo o a la misma chacra.

### **La utilidad del conocimiento del sistema de los pequeños agricultores:**

#### **Aprovechamiento de las oportunidades**

Mediante la investigación a nivel de finca se pueden identificar los problemas que afrontan en el contexto local del sistema autosuficiente del manejo de la semilla. También se pueden detectar las mejoras que los mismos agricultores las consideran adecuadas. Así por ejemplo, en el contexto más amplio de la renovación de la semilla

existen problemas vinculados con el precio, la calidad y las dificultades para adquirir semilla certificada, considerando además que la semilla que ofrecen los comerciantes no es de calidad confiable, que el abastecimiento resulta impredecible y que la elección es limitada en el nivel local.

Al trabajar con el sistema vigente, se puede aprovechar de los flujos existentes entre los agricultores, de las técnicas de multiplicación y de la autosuficiencia para elaborar un pequeño e informal programa dedicado a la multiplicación y distribución de semilla de alta calidad.

### **BIBLIOGRAFIA**

1. **PRAIN, G. y URIBE, F. 1986. *El conocimiento campesino en la cosecha, selección y clasificación de papas. Minka 20: 2-8.***
2. **PRAIN, G. y URIBE, F. 1987. *Comprensión y aplicación de la tecnología tradicional: Sistemas de semilla de papa en la Sierra Central del Perú. Trabajo presentado al II Seminario Permanente de Investigación Agraria SEPIA II Ayacucho 30 de mayo al 4 de junio de 1987.***





## ✓ SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE SEMILLA BASICA DE PAPA EN EL PERU

✓  
**Urs Scheidegger \***

Para obtener una buena producción de papa, los agricultores en el Perú necesitan de una buena semilla. Con esta se transmiten diferentes enfermedades, entre ellas los virus. Si se utiliza la misma semilla año tras año, un porcentaje cada vez más alto de los tubérculos son infectados con estas enfermedades.

En 1983, el INIPA, a través del Programa Nacional de Papa, inició un programa de producción y distribución de semilla básica (semilla que esta prácticamente libre de virus y otras enfermedades que se transmiten con el tubérculo semilla). El Programa ha establecido seis Centros de Producción de Semilla Básica en el país (las Estaciones Experimentales de Huancayo, Cusco, Puno, Ayacucho, Lima y Cajamarca). Los Centros suministran semilla básica a sus respectivas regiones y a regiones vecinas. La producción anual que está destinada para la venta a lo interesados (agricultores, instituciones, proyectos, etc.) es aproximadamente 1000 TM.

Si se multiplica en zonas apropiadas (en alturas mayores a 3500 msnm) y se hacen esfuerzos para reducir su degeneración, la semilla básica puede mantener una buena calidad fitosanitaria durante varias generaciones subsiguientes. Experimentos que se condujeron con más de 100 agricultores en la Sierra han demostrado que la semilla sana (de la misma variedad) rinde un promedio de 20% más que la del

---

\* *Lider Proyecto SENPA - CIP, Lima.*

agricultor. En años secos, el agricultor puede hasta duplicar sus rendimientos al utilizar semilla sana.

La producción de semilla básica es un proceso muy costoso, altamente tecnificado y requiere de mucho tiempo. El material disponible para la venta es valioso, por eso es importante mantener su alta calidad y asegurar una distribución amplia y eficiente.

Con el fin de garantizar esto, el Programa desarrolla diferentes estrategias de distribución que se adaptan a la realidad del país y a las peculiaridades de un cultivo, con propagación vegetativa que son los siguientes:

- Los grandes volúmenes de semilla hacen difícil su transporte.
- El costo de semilla para una hectárea es alto.
- Las enfermedades y plagas amenazan la semilla almacenada.
- La semilla se puede guardar solamente durante un tiempo limitado (edad fisiológica).
- Muchas enfermedades se transmiten por la semilla.
- Bajo ciertas condiciones estas enfermedades se diseminan rápidamente (degeneración).
- Algunas enfermedades no son visibles en el tubérculo.

### **SISTEMAS DE SEMILLA EXISTENTES**

Durante siglos, hasta el presente, los productores de papa han organizado sistemas de abastecimiento con semilla de papa con la finalidad de superar estos problemas y asegurar así su producción y alimentación. Para ahorrar costos de adquisición y transporte guardan en lo posible semilla de su propia cosecha.

A fin de evitar problemas con la degeneración, escogen lotes de papa de la altura para obtener su semilla o la adquieren de zonas apropiadas con la vecindad. Estos flujos tradicionales garantizan, a través de mucha experiencia, la obtención de semilla de una edad fisiológica apta y de una calidad fitosanitaria adecuada.

El cuadro 1 da un resumen de la importancia y características de los diferentes sistemas de semilla.

**Cuadro 1. Características de los dos tipos de sistemas de semilla en el Perú.**

<b>Características</b>	<b>Sistemas campesinos</b>	<b>Sistemas comerciales</b>
<b>Flujos principales</b>	diversos complejos tradicionales	Sierra = Costa dentro de la Sierra
<b>Involucrados</b>	Peq. agricultores, comunidades, comerciantes, Proyectos	Semilleristas, productores de Costa comerciantes, M.A.
<b>Volumen manejado</b>	sacos	camionadas
<b>Modalidad de adquisición</b>	compra, trueque, préstamo, al partir, regalo	compra
<b>Variedades</b>	mejoradas, nativas comerciales, nativas de regalo	mejoradas
<b>Precio</b>	parecido a consumo	2-3 veces consumo
<b>Unidades involucradas</b>	470'000	3000
<b>Superficie involucrada</b>	190'000 ha	20'000 ha
<b>Frecuencia de renovac.</b>	3 - 10 (-30) años	1 - 4 años
<b>Ubicación</b>	Sierra alta, Puno, Valles interandinos	Valles interandinos Costa

#### **Autoabastecimiento y renovación en pequeñas cantidades**

Los agricultores de la altura guardan normalmente parte de su cosecha como semilla para la próxima siembra. La selección y el almacenamiento son puntos claves en este proceso. Cuando una variedad está degenerada, adquieren pequeñas cantidades de semilla y las multiplican aparte para dos o tres generaciones, hasta renovar todo su plantel de esta variedad. La semilla para la renovación la obtienen de parientes, agricultores vecinos o conocidos, comerciantes o en las ferias locales. Raras veces la adquieren de semilleristas.

## **Flujos interzonales**

Se identificaron flujos de semillas de zonas de altura hacia zonas más bajas, en las que las condiciones climáticas no permiten mantener la semilla por más de dos o tres años. Estos flujos pueden encontrarse entre valles y pueblos, pero algunas veces una sola comunidad o un agricultor tienen terrenos en diferentes pisos ecológicos y mueven semilla de la altura a los campos más bajos.

## **Flujos comerciales**

Entre los semilleristas comerciales del Valle del Mantaro - Huasahuasi y los productores de papa consumo en la Costa, existe un sistema de semilla con carácter comercial. A pesar que este sistema involucra solamente el 10% del área papera del país, es el más famoso y mejor estudiado porque se trata de movimientos de un gran volumen (aprox. 25000 t) de semilla a la Costa cada año y la producción de papa consumo para Lima y otras grandes poblaciones. Además involucra un grupo de productores bien organizados y homogéneos.

## **MODALIDADES DE DISTRIBUCION DE SEMILLA BASICA**

La estrategia de distribución del Programa consiste en adaptarse con los sistemas de semilla existentes y está comprobado que estos son existentes. Si se quiere cambiar demasiado, se corre el riesgo de desfases de producción, volúmenes, variedades y precios que no encajan bien con las necesidades y posibilidades de los agricultores.

El Programa distribuye la semilla básica bajo 4 modalidades:

1. Venta a pequeños agricultores individuales en porciones de 20 kg.
2. Venta a proyectos de desarrollo rural.
3. Venta a comunidades o asociaciones de agricultores asesorados por los extensionistas del Ministerio de Agricultura.
4. Venta a semilleristas comerciales, seleccionados.

El precio de la semilla básica del INIPA es el mismo para las cuatro modalidades, aproximadamente un 20% más alto que el precio de mercado de semilla común

(autorizada).

### **Venta en porciones de 20 kg**

En muchas regiones, la obtención de pequeñas cantidades de semilla y su multiplicación durante varias campañas es la forma tradicional para obtener nuevas variedades o reemplazar variedades "cansadas" o perdidas. Por lo tanto, una forma de hacer llegar semilla de alta calidad a números elevados de pequeños agricultores es su venta en lotes de 20 kg a todos los interesados.

En 1986, se vendió semilla básica en porciones de 20 kg a los pequeños agricultores de la Sierra Central. En un estudio de seguimiento en 1987, dos tercios de ellos compraron nuevamente 20 kg de semilla básica a un precio que era el triple de papa consumo lo que demuestra su gran interés en esta nueva alternativa. Mayormente escogieron otra variedad que la comprada el año anterior para iniciar otra vez el proceso de multiplicación. Debido a la baja tasa de degeneración, ellos podrán aprovechar del modesto incremento de ingresos durante varios años y con áreas mucho más grandes de las que podían sembrar con los 20 kg.

### **Colaboración con Proyectos**

El Programa está muy interesado en colaborar con proyectos agrícolas o de desarrollo rural, sean nacionales o de cooperación técnica internacional, que trabajen con agricultores y comunidades de pocos recursos. Estos proyectos tienen a menudo la posibilidad de: Estudiar los sistemas de semilla de papa en su ámbito de trabajo, determinar conjuntamente con los agricultores sus necesidades reales en cuanto a semilla, desarrollar y ejecutar un plan participativo de producción y distribución de semilla de alta calidad, aprovechando de la experiencia campesina.

El Programa puede proporcionar la semilla inicial (semilla básica), garantizando su calidad, y capacitar técnicos de los Proyectos en el manejo de semilleros.

La cantidad de semilla básica entregada por proyecto es muy limitada. Por tal razón, los proyectos quieren multiplicar esta semilla bajo su supervisión antes de hacerla llegar a los agricultores. Se deben tomar todas las medidas para reducir la degeneración:

- Asegurar el asesoramiento técnico para cada semillero.
- Ubicar el semillero en zonas altas mayores a 3000 m, de preferencia mayores a 3500 msnm. No producir semilla en campaña chica o en zonas bajas.
- Escoger terrenos descansados de papa durante 3 años.
- Aislar el semillero de otras siembras de papa con franjas de 2 m de otro cultivo (ejemplo: Cereales, quinua, habas).
- Realizar un descarte estricto de todas las plantas enfermas.
- Fomentar la construcción de almacenes rústicos de luz difusa a nivel comunal.

Los semilleros comunales deben servir, en primer lugar, para abastecer a los mismos comuneros con semilla de alta calidad, sin ningún tipo de certificación. Si un pueblo tradicionalmente abastece a otros lugares con semilla, la nueva semilla también se moverá automáticamente hacia allá. Sin embargo, sería difícil para las comunidades entrar en mercados comerciales (como el de la Costa) con su semilla de alta calidad, debido a que esta calidad no se ve en el tubérculo. Los mercados comerciales funcionan en base a relaciones entre productores y compradores bien establecidos.

Si el tamaño del semillero fue determinado en base a una cuidadosa estimación de la demanda y más aún si este se encuentra en un lugar clave en los flujos tradicionales de semilla, la distribución de la cosecha será fácil. Se propone calcular con la introducción de 500 kg de semilla básica cada año por cada 100 ha de papa dentro del ámbito de impacto del semillero.

Se ha observado una práctica muy peligrosa en muchos proyectos que manejan semilleros de papa: Prestan semilla básica a comunidades (o agricultores individuales) y recuperan parte de la cosecha, preferiblemente tamaño semilla. Prestan este material a otras comunidades y recuperan nuevamente parte de la cosecha que nuevamente prestan. La calidad de la semilla prestada es cada año más baja. Peor todavía, semilla recuperada de diferentes comunidades puede ser de una calidad muy variable, de manera que ya en el segundo año el proyecto corre el riesgo de distribuir lotes de semilla mala. Si esto ocurre solo una vez, el proyecto y su semilla tienen una fama mala para siempre. Para evitar esta redistribución peligrosa se propone recuperar los préstamos en efectivo. El Proyecto debería propiciar y apoyar la comercialización directa por el agricultor. Si no es posible de recuperar los préstamos en efectivo, el Proyecto tendrá que vender la semilla recuperada en una forma

que lo distinga claramente de la básica. La venta en lotes de 20 kg en la zona vecina del semillero puede ser una buena solución.

Para facilitar la colaboración entre el Programa y los Proyectos, se sugiere la preparación de un plan para cada semillero, acorde con las sugerencias antes mencionadas. Este plan debe incluir la siguiente información:

### **Semillero**

- Situación papera en el lugar (ha de papa, variedades importantes, tecnología empleada, etc.).
- Ubicación y condiciones del semillero (tamaño, rotación, aislamiento, pendiente, etc.).
- Variedad(es) escogida(s) para el semillero y su justificación.
- Responsable para cada semillero.
- Asesoramiento (número de técnicos capacitados para asesorar semilleros).
- Modalidad de entrega de la semilla y financiamiento del semillero.

### **Distribución de la cosecha**

- Distribución de la cosecha (número y ubicación de destinatarios, cantidad por destinatario).
- Modalidad de distribución/comercialización de la cosecha (condiciones de pago, etc.).
- Política de precios (precio de semilla con un porcentaje mayor del precio de papa consumo).

Con doce agricultores o comunidades ubicados al inicio de los flujos interzonales, se instalaron en 1985 pequeños semilleros en base a préstamos de 200 kg de semilla básica. Dos años después se constató una amplia distribución de material proveniente de estos semilleros: Se estima que más de mil pequeños agricultores recibieron semilla de alta calidad a través de este pequeño ensayo de distribución, lo que demuestra la extraordinaria eficiencia de los sistemas campesinos de semilla. Otra vez pequeñas cantidades de semilla básica distribuidas por un Centro de Producción impactaron en áreas grandes.

En Cusco y Puno existen numerosos proyectos de desarrollo rural, algunos

ya están trabajando con semilla de papa. La semilla básica vendida a ellos ya está llegando a través de sus canales a más de cuatro mil pequeños agricultores.

### **Semilleros fomentados por extensionistas**

Para semilleros incentivados y asesorados por el personal de extensión vale en muchos respetos, lo mismo como para proyectos de desarrollo rural: Es necesario un estudio cuidadoso de los sistemas de semilla en el ámbito, se debe elaborar un plan realístico para la distribución de la cosecha (orientada mayormente a la localidad y pueblos vecinos), el asesoramiento del semillero tiene que ser intensivo, no se deben despertar expectativas entre los agricultores sobre futuras ventas de semilla a la Costa a precios altos. Desgraciadamente aún no se cuenta con experiencias con este tipo de distribución. El CIPA XVI-Junín hasta la fecha solamente ha asesorado semilleros en comunidades que ya tenían una tradición de semillerista comercial y, por lo tanto, podían destinar la mayoría de su cosecha al mercado comercial de semilla.

### **Abastecimiento del sistema comercial de semilla**

Es importante enfatizar que estas estrategias de distribución no involucran ningún tipo de certificación. Sin embargo, existe un servicio de certificación del Ministerio de Agricultura que tiene importancia en el sistema comercial: En 1983 41% de la semilla para la Costa era certificada.

El Programa vende semilla básica a semilleristas seleccionados bajo convenio. Ellos a su vez pueden vender la cosecha llamada "semilla registrada" a otros semilleristas que producen la semilla certificada. De manera como aumenta el porcentaje de semilla proveniente de básica en la categoría certificada, el Servicio de Certificación puede ir ajustando sus normas para distinguir la nueva semilla de la que se produjo bajo este nombre anteriormente. En 1988 llegarán por primera vez volúmenes significativos de la nueva semilla certificada a la Costa.



**B. PROBLEMAS CON ENFERMEDADES Y PLAGAS**



## PROBLEMAS FITOPATOLOGICOS EN LA PRODUCCION DE SEMILLA

Glicerio López O. \*

Los principales patógenos bacterianos de la papa son:

Pseudomonas solanacearum E.F. Smith, Erwinia carotovora pv. carotovora (Jones) Holl, Erwinia carotovora pv. atroseptica (Van Holl) Jenn y Erwinia chrysanthemi Mc Fadden & Dimock. El primero causa la marchitez bacteriana y las Erwinias causan la pierna negra y la podredumbre blanda. En latinoamérica, solo la marchitez bacteriana, aunque no cosmopolita, es un problema de gran importancia económica. La pierna negra y la podredumbre blanda han sido halladas en todas las zonas productoras de papa, pero solo tienen importancia económica en situaciones especiales.

### LA MARCHITEZ BACTERIANA

Se encuentra registrada desde el Sur de Estados Unidos hasta la Argentina.

En el Perú, en 1965, se informó la presencia de la podredumbre anular y nuevamente en 1968, antes de diagnosticar la marchitez bacteriana; seguramente

---

\* *Fitopatólogo E.E.A. Santa Ana-Huancayo, INIAA, Perú.*

el diagnóstico fue prematuro y se trataba de la marchitez bacteriana, hasta que en 1971 ya no se reconoció el Corynebacterium sepedonicum como patógeno detectado en Perú. En 1969, Herrera y French informaron del marchitamiento bacteriano por Pseudomonas solanacearum y al presente han sido detectados en los departamentos de Cajamarca (Cajabamba-Chota), La Libertad (Trujillo, Huamacucho y Otuzco), Ancash (Callejón de Huaylas), Huánuco (Chagila y Umari), Loreto (Yurimaguas), la Sierra de Piura, Amazonas y en Junín (San Ramón).

### **Síntomas**

Los síntomas son similares a aquellos causados por la falta de agua, nutrientes o de algunos otros tipos de marchitez patológica, pero en este caso, comúnmente la marchitez es inicialmente unilateral, afectando los folíolos de un lado de la hoja, las hojas de un lado de un tallo, y un tallo y otro no. Cuando la infección es temprana y la temperatura relativamente alta, eventualmente toda la mata se marchita y muere. Acompañando al desarrollo de la marchitez foliar, el sistema vascular va adquiriendo un marrón pardo, puede o no manifestarse clorosis, de coloraciones o necrosis del follaje, dependiendo esto de la etapa de crecimiento en el momento de la infección, de la variedad y de las condiciones ambientales.

Los síntomas subterráneos más conspicuos se encuentran en tubérculos. La bacteria es exudada por los ojos del tubérculo, en algunos casos la zona de los ojos o del estolón se decolora. Los tubérculos partidos, exudan perlas bacterianas de los haces vasculares afectados; estos tejidos inicialmente retienen su consistencia y adquieren un leve olor característico, luego se van descomponiendo como consecuencia de infecciones secundarias llegando a pudrición blanda y fétida.

Un método de diagnóstico útil para determinar la presencia de la bacteria en tallos enfermos, consiste en cortar un trozo de uno a dos centímetros de largo y colocarlo en la parte superior de una columna de agua cristalina y quieta. En pocos minutos, si hay bacterias, estas son exudadas de los vasculares en flujos ahilados descendientes que se van difundiendo en el agua.

### **Agente causal**

Pseudomonas solanacearum E.F. Smith, es una bacteria abastionada, gran

negativa, con flagelo polar y es aeróbico. El desarrollo óptimo de la bacteria es entre 30 a 32° C; sin embargo, ciertas razas de Colombia desarrollan bien a bajas temperaturas.

Existen dos razas de Pseudomonas solanacearum que causan la marchitez bacteriana de la papa: La raza tres, es específica a papa, y la raza uno que afecta papa y un sinnúmero de plantas cultivadas: ají, berengena, maní y silvestres. La raza tres es de más amplia distribución y es más común en altitudes o en latitudes mayores; en el Perú ha sido hallada en papa entre 170 y por encima de los 3000 msnm.

La raza uno es más común en climas cálidos y en regiones bajas de la zona tórrida.

### **Factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad**

El factor que más favorece a esta enfermedad es la temperatura alta, razón por la cual los síntomas son más claros y tempranos, con mayores daños en el cultivo de regiones de cálidas. Los cultivos de climas fríos, como los de altura por encima de los 2800 msnm en el trópico, presentan síntomas más leves que pueden pasar inadvertidos, aunque la bacteria esté en la mayoría de las plantas y en los tubérculos actúan como portadores causando severos daños si se usa como semilla en lugares de mayor temperatura.

La transmisión de la marchitez bacteriana es principalmente por el uso de tubérculos, portadores de la bacteria, factor que ha resultado de una diseminación rápida y a través de distancias considerables. En forma local, la bacteria es transportada por el agua y la tierra que se adhiere a los implementos y a los pies del hombre.

Se considera que la bacteria Pseudomonas solanacearum sobrevive por muchos años en el suelo; al respecto en el Perú se ha encontrado que la bacteria persiste menos en suelos de Costa, que de Sierra, como lo ocurrido en Trujillo en la zona de Virú, casi a nivel del mar, donde la infectabilidad de la bacteria se redujo rápidamente debido a la salinidad del suelo. En Colombia, Antioquia, alrededor de 2000 msnm la infectabilidad de la bacteria a papa se redujo rápidamente hasta casi nula,

en tres meses en un suelo ácido y rico en materia orgánica.

Se ha encontrado que la bacteria puede persistir libre en el suelo, en las capas profundas de poca competencia microbiana y en rastrojos de plantas.

Los daños mecánicos ocasionados por algunos nematodos (Meloidogyne incognita) y los implementos de labranza también facilitan la penetración de la bacteria y el debilitamiento de la planta, con disminución de su resistencia.

### **Medidas de control**

1. Uso de semilla sana, para evitar la introducción del patógeno en áreas donde está presente para lo cual debe proceder de regiones libres de enfermedades.
2. Se debe considerar la supervivencia de la bacteria en el suelo, debiendo evitar la siembra en campos que han tenido marchitez bacteriana o usar una rotación de cultivo adecuado.
3. El establecimiento de cuarentena interna es recomendable.
4. El uso de variedades resistentes es una de las medidas más efectivas de control.

## **PIERNA NEGRA Y PODREDUMBRE BLANDA**

Se considera que *Erwinia*, causante de la pierna negra y la podredumbre blanda, es cosmopolita pero se han publicado informes sobre su incidencia en todos los países productores de papa. Sin embargo, en algunos países las pérdidas por estas enfermedades en el cultivo de la papa fluctúan entre 1 y 10% y en situaciones especiales, pueden llegar hasta un 70%. En el Brasil, cuyo clima es más cálido y húmedo en las zonas paperas, que en la mayoría de los países restantes, la podredumbre es una de las principales causas de pérdidas después de la cosecha de papa.

En latinoamérica, *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* ha sido detectada en: Argentina, Colombia, Chile, México, Panamá, Paraguay y Venezuela. *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* en Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Bolivia.

### **Síntomas**

La podredumbre blanda se reconoce porque los tejidos del tubérculo se obscu-

recen y ablandan, siendo completamente desintegrados, putrefacción que casi siempre despide un fuerte olor desagradable por la presencia de otros micro-organismos. La pudrición blanda ocurre solo cuando hay una película continua de agua sobre la superficie, la cual trae dos consecuencias:

1. Aumenta la turbidez o potencial de agua en las células adyacentes a las lenticelas causando la ruptura de la capa suberizada.
2. Se consume el oxígeno disponible en tan solo 2.5 ha/a 22°C. La herida en la lenticela y la escasez de oxígeno facilitan la liberación de nutrientes de las células e inhiben los mecanismos fisiológicos de resistencia del tubérculo, se multiplican las bacterias "latentes" que allí se encuentran produciendo grandes cantidades de enzimas pecti dando inicio a la penetración por disolución de la lámina media.

La perpetuación de la infección latente de generación ocurre al podrirse el tubérculo madre, con infección latente por exceso de agua y en su condición fisiológica vieja, pasando las bacterias por el suelo a los nuevos tubérculos, invadiendo las lenticelas, o quedando sobre superficie.

### **Agente causal**

El género Erwinia pertenece a la familia Enterobacteriaceae, es anaeróbico facultativo, de flagelos peritricos, forma abastionada, gran negativo y se distingue de otros géneros de esta familia por su habilidad de producir grandes cantidades de enzimas pécticas y macerar el tejido parenquimatoso.

La separación en diferentes patovares o especies está basada principalmente en propiedades bioquímicas y culturales.

Entre las erwinias tenemos:

Erwinia carotovora pv. carotovora (Ecc)

Erwinia carotovora pv. atroseptica (Eca)

Erwinia chrysanthemi (Ecy)

Estas erwinias se diferencian en sus temperaturas cardiales (° C).

## **Factores ambientales que afectan la expresión de la enfermedad**

La temperatura y la humedad son factores importantes en la producción de síntomas de pudrición blanda y pierna negra.

1. En almacenamiento la pudrición blanda de los tubérculos de papa ocurre debido a:
  - a) A las condiciones anaeróbicas prevalentes.
  - b) A la presencia de una película de agua en la superficie del tubérculo.
  - c) A factores fisiológicos tales como: Alto potencial de agua que favorece la infección del tubérculo y
  - d) Cuando la temperatura está sobre el mínimo requerido para el desarrollo de la bacteria.
  
2. En el campo:

La patogenicidad de las Erwinias de la pudrición blanda está relacionada a la temperatura, generalmente causa pudrición blanda a bajas temperaturas, mientras que Ecc y Ecy a temperaturas más altas (Ecc > 22°C y Ecy > 30°C). También la temperatura es un factor primitivo en determinar cuál de las Erwinias pueden causar pierna negra en el campo, así Ecc y Ecy producen síntomas de pierna negra solamente en áreas cálidas y Eca en áreas frías.

La humedad es otro factor importante en la expresión de síntomas en campo, así para que empiece una lesión de podredumbre blanda es necesario una película de agua sobre la superficie del tubérculo y los síntomas de pierna negra también generalmente ocurren en suelos anegados.

## **Epidemiología**

### **1. Fuentes de inóculo**

Los tubérculos semilla son portadores en sus superficies y principalmente en las lenticelas de un gran número de bacterias (en estado latente) que causan infección cuando se presentan condiciones favorables.

La bacteria persiste en el suelo por períodos cortos, pero su supervivencia



más larga depende de las condiciones de temperatura y humedad en el suelo, así como de la disponibilidad de nutrientes. Eca persiste más en suelos húmedos y con temperaturas alrededor de 18-19° C que en suelos secos.

La Erwinia sobrevive en el suelo en asociación con la rizosfera de ciertas malezas y plantas cultivadas, tanto en las regiones templadas como cálidas. Esto es principalmente importante en las regiones tropicales donde las plantas crecen en forma continua y la vegetación es diversa.

Las plantas enfermas también constituyen focos de infección durante la estación de desarrollo de la planta, así mismo, los restos de plantas tales como tallos, hojas y tubérculos son lugares de supervivencia de la bacteria. En algunas regiones después de la cosecha, tanto como 100,000 tubérculos de papa por hectárea pueden ser dejados en el campo a una alta proporción de estos se encuentran contaminados por Erwinia.

## 2. Diseminación

- Movimiento en el suelo. Las erwinias se movilizan fácilmente en el agua del suelo y no solamente de los tubérculos madres a los tubérculos hijos sino también hacia los tubérculos hijos de las plantas adyacentes. Las erwinias aunque son móviles también pueden ser trasladadas por la microfauna del suelo como larvas de ciertos insectos, nematodos y gusanos de tierra. El movimiento de la bacteria a partir de los focos de infección y a grandes distancias generalmente ocurre por el agua de riego.

- Diseminación por insectos y aerosola. Se han encontrado que por lo menos 12 géneros del orden Diptera diseminan la bacteria a partir de las fuentes tales como montones de desecho o plantas enfermas transportándola hacia los tubérculos semilla o hacia el follaje de plantas sanas.

Las erwinias también pueden ser diseminadas por los aerosoles bacterianos. Los aerosoles conteniendo bacteria son generados por el impacto de las lluvias sobre plantas enfermas.

## **Medidas de prevención y control**

1. Uso de semilla sana.

2. Evitar el riego excesivo, con el objeto de prevenir las condiciones anaeróbicas en el suelo que favorecen la infección del tubérculo.
3. Eliminar los restos de plantas y tubérculos infectados que constituyen fuentes de inóculo.
4. Entresacar las plantas infectadas tan pronto como se noten algunos síntomas, con el objeto de evitar la diseminación de las bacterias hacia las plantas sanas.
5. Cosechar cuando se tiene seguridad de que los tubérculos estén completamente maduros para disminuir los daños mecánicos durante la cosecha, selección y transporte.
6. Proteger los tubérculos cosechados de la radiación solar.
7. Mantener el campo libre de malezas.
8. Otra de las medidas como alternativas de control sería el uso de variedades resistentes.

## **TIZON FOLIAR**

Esta enfermedad foliar se encuentra presente en toda la Sierra; sin embargo, su incidencia es mayor en zonas paperas de ceja de Selva, en donde ocasiona pérdidas económicas significativas. Al parecer, la presencia del tizón foliar no está condicionada a la presencia de abundante humedad ambiental, como sucede con la ranca. El daño intenso de la enfermedad produce total defoliación (con hojas dobladas hacia abajo), mientras que el tallo ennegrecido queda en pie. Estos síntomas suelen ser confundidos con la ranca por la mayoría de los pequeños agricultores de la Sierra.

### **Síntomas**

El tizón foliar ataca folíolos y tallos aún en condiciones de escasa humedad ambiental. Los primeros síntomas aparecen en los folíolos basales cuando la planta

aún es pequeña. Se inicia con la formación de pequeñas lesiones necróticas marrón oscuro a negro, que crecen paulatinamente hasta alcanzar un tamaño de no más de 2 cm. La lesión necrótica es generalmente irregular, debido a que su crecimiento se interfiere con las nervaduras. La coalescencia de dos o más lesiones forman otros de mayor tamaño.

En la cara superior de las lesiones necróticas, se aprecia nítidamente la formación de pequeños y numerosos anillos concéntricos (síntoma conspicuo), en cuyos interiores se localizan más o menos alineadas, las estructuras del agente causal llamadas picnidias.

En caso de ataque foliar intenso, el mayor porcentaje de lesiones en el folíolo se ubica generalmente en su tercio superior apical. Estas lesiones necróticas se hallan irregularmente bordeadas por un halo de tejido verde amarillento con inicios de infección.

Los tallos atacados presentan numerosas y pequeñas estrías necróticas, los que al unirse pueden abarcar toda su superficie, siempre que exista humedad ambiental. El tallo enfermo se torna ennegrecido y de perfil más o menos irregular.

Cuando la planta es totalmente atacada, presenta las hojas ennegrecidas colgadas en el tallo también ennegrecido, adquiriendo la planta enferma un aspecto característico.

Esta enfermedad foliar es confundida con la rancha; sin embargo, se diferencia debido a que el tamaño de las lesiones individuales (son más pequeñas y presentan anillos concéntricos). Además, el hongo del tizón foliar no forma estructuras aéreas visibles (Zoosporangióforos y Zoosporangios) como la rancha.

### **Agente causal**

El hongo causante es Phoma andina Turkensteen, de la forma-clase Deuteromiceto; se caracteriza por formar picnidios en el interior de la lesión necrótica del mesófilo foliar.

Estos picnidios esféricos a ligeramente periforme, presentan una gruesa pared compuesta por tejidos marrón grisáceos con abundante formación exterior de vigo-

rosas hifas que penetran en el tejido circundante.

El picnidio presenta ostiolo que sobresale a la epidermis a través del cual, en presencia de agua, sobre la lesión, salen ordenadamente una tras otra numerosas picnosporas de forma oblonga, y halinas con ensanchamiento regular en ambos extremos, aunque también las hay irregulares en forma y tamaño.

Las picnosporas fuera del picnidio por efecto del salpicado de las gotas de lluvia se dispersan de una planta a otra y pueden ser arrastradas por efecto del viento a distancias mayores.

### **Medidas de prevención y control**

La intensidad del daño de P. andina está relacionada al mal manejo del cultivo. Plantas poco vigorosas provenientes de semilla de menor tamaño carentes de buena fertilización, enmalezadas, con deficiente drenaje, son fácilmente atacadas por la enfermedad.

La aplicación preventiva de fungicidas usados contra la racha, actúa también contra el tizón foliar. Una vez presentada la enfermedad, el control químico no es suficiente debido a la naturaleza inmersa dentro del tejido de la planta de las estructuras de propagación del hongo.

## **VERTICILOSIS**

La verticilosis es una enfermedad que causa considerables pérdidas económicas en condiciones de Costa. La enfermedad ocasionalmente se localiza en la Sierra, su importancia económica aún no está determinada.

La mayor incidencia de la verticilosis detectada en años recientes en algunos campos de la Sierra Central, se debe a la grave costumbre de usar tubérculos cosechados en la Costa como semilla en la Sierra.

Al parecer las variedades semi-precoces o tardías son más tolerantes a la enfermedad. Verticillium es un hongo polífago que ataca numerosos géneros y familias de plantas cultivadas y malezas.

## **Síntomas**

Esta enfermedad vascular se manifiesta por el marchitamiento foliar que se inicia en las hojas inferiores y abarca toda la planta. Algunas veces el marchitamiento en la hoja se presenta unilateralmente afectando solo los folíolos de uno de los lados de la hoja, en tanto que los de otro sector se mantienen con apariencia sana.

En otras ocasiones se presenta solo en un sector del folíolo.

La enfermedad ataca los vasos de las raíces causando la muerte de estos tejidos. Al cortar en bisel o transversalmente el tallo de la planta con síntomas, al nivel del cuello y a aún encima de este, se aprecia nítidamente la decoloración marrón claro a oscuro del sistema vascular. Este es el síntoma más característico que facilita la diagnosis a nivel de campo.

Las plantas muy atacadas mueren, otras detienen su crecimiento, tornando el campo en una mezcla de tamaños diferentes.

Cuando el ataque sobreviene en plantas en inicio de tuberización puede, ocasionalmente, producir pequeños tubérculos verdeados en la intersección del tallo principal y el pecíolo de la hoja.

Los tubérculos atacados por la veticolosis se muestran flácidos al tacto y con una tonalidad de color diferente a la sana, los que almacenados se envejecen rápidamente.

Al seccionar transversalmente el tubérculo enfermo cerca a la intersección con el estolón, se observa la necrosis del anillo vascular con mayor nitidez que cuando el corte es en la parte central.

Al secarse la planta enferma de la variedad "Mariva", se aprecia la formación de numerosos microesclerotes de color plomizo a gris oscuro en el tejido xilemático debajo de la corteza del tallo.

## **Agente causal**

Estudios recientes, efectuados por el Centro Internacional de la Papa, en

la Sierra Central, reportan que el hongo Verticillium dahliae es el causante de la enfermedad. En el pasado se atribuyó a V. alboatrum que produce daños en otros países como el agente causal de verticiliosis en el Perú.

Dado que el tamaño microscópico de las hifas verticiladas, conidióforo y conidios de Verticillium se desarrollan profusamente en el interior de los vasos del xilema de raíces y estolones, los que ocasionalmente pueden ser excluidos impidiendo el pasaje del agua y causando la muerte de las células debido a la producción de toxinas.

Los finos conidióforos verticilados forman en su extremo apical microscópicos conidios hialinos unicelulares ovoides a tenuemente oblongos.

#### **Medidas de prevención y control**

- No usar tubérculos provenientes de la Costa como semilla en la Sierra.
- Evitar encharcamiento del cultivo, predispone al ataque de Verticillium.
- Efectuar rotación de cultivos con gramíneas y leguminosas.

#### **PODREDUMBRE ROSADA**

Esta enfermedad ampliamente diseminada en la Sierra, se presenta esporádicamente como serio problema solo en condiciones de excesiva humedad en suelos retentivos con deficiente drenaje.

El ataque del agente causal tiene lugar mayormente cuando la planta ingresa al estado de tuberización; los tubérculos de mayor tamaño generalmente son los más atacados.

Entre las variedades mejoradas, "Ticahuasi" aparentemente es susceptible.

En algunas zonas de la Sierra, los campesinos usan los tubérculos atados por podredumbre rosada para preparar ciertos potajes.

## **Síntomas**

En suelos con mal drenaje, las plantas infectadas empiezan a marchitarse por las hojas basales, tornándose algo cloróticas, las que progresivamente se secan y quedan dobladas; el tallo se torna flácido, presentando la porción vascular necrosada, marrón oscuro.

El sistema radicular de la planta enferma se descompone al ejercer presión con la yema de los dedos, la zona cortical se destruye fácilmente quedando consistente solo la región vascular.

Cuando la enfermedad ataca tubérculos de color claro, la porción enferma presenta externamente una coloración gris claro; aquellos de color oscuro como Mariva, Hancayo o Andina presentan cambios de tonalidades.

Los tubérculos enfermos son blandos, esponjosos al tacto (detalle que los diferencia con los atacados por rancho, que son consistentes y duros) trasciende un olor característico, ligeramente penetrante. En condiciones de campo, estos son fácilmente atacados por otros micro-organismos del suelo que lo descomponen.

En tubérculos de color claro, entre la porción sana y enferma, se evidencia una línea gris-oscura demarcatoria.

Las lenticelas se tornan oscuras y exudan un líquido cristalino de apariencia melosa, en donde se adhieren partículas de suelo, formando un pequeño terrón endurecido en ausencia de humedad del suelo.

En los tubérculos de color oscuro, la pudrición puede pasar inadvertida, por lo que se deberá poner especial atención en la selección y almacenaje.

Una forma práctica de diagnosticar tubérculos con podredumbre, es cuando al cabo de 15 a 20 minutos de ser cortados transversalmente o longitudinalmente, la porción del tejido enfermo se torna paulatinamente de gris rosado a marrón oscuro casi negro.

El tejido enfermo se desagrega fácilmente ante una leve fricción con la uña del dedo.

En condiciones de almacén, un tubérculo atacado con podredumbre rosada

se evidencia por la presencia de pequeños dípteros marrón claro de ojos rosados, que vuelan circundando al tubérculo enfermo y se posan sobre su superficie, al parecer, atraídos por el olor y las lenticelas. Este hecho tiene un valor práctico para detectar la enfermedad en los almacenes.

### **Agente causal**

El hongo causante de la podredumbre rosada es Phytophthora erythroseptica Pethybr. Es un Oomiceto, aunque otras especies pueden producir síntomas semejantes.

En condiciones naturales, el agente causal no forma estructuras en el tubérculo u otras partes enfermas. En aislamientos de laboratorio, el hongo P. erythroseptica forma abundante césped nicelial blanquecino al godonoso.

Vistos los aislamientos al microscopio, se aprecian numerosas hifas aseptadas que producen zoosporangióforos ablongos no papilados. Además, forman oogonios esféricos con densa masa protoplasmática, gruesa pared y antiridio anfígeno, y, abundantes oosporas de pared muy engrosada y protoplasma hialino. La oospora es la estructura de conservación del hongo.

Los zoosporangios forman numerosas zoosporas biflageladas que nadan en el agua de los suelos diseminando la enfermedad entre plantas.

### **Medidas de prevención y control**

Evitar encharcamiento de campos bajo riego, durante el proceso de tuberización.

Evitar el almacenamiento de tubérculos provenientes de campos donde se haya constatado ataque importante de la enfermedad.

Efectuar una selección cuidadosa de los tubérculos antes del almacenamiento, sobre todo de aquellas variedades de color como "Mariva", "Andina" y otras en las cuales los síntomas iniciales puedan pasar inadvertidos.

Almacenar tubérculos semilla, en ambientes ventilados, en capas no mayores de 50-60 cm de espesor. Los almacenes de luz difusa con los más adecuados, ya que disminuyen la posibilidad de pudrición masiva por contagio.



Evitar daños mecánicos en los tubérculos durante el manipuleo de la cosecha y almacenamiento, sobre todo cuando el suelo se halla con bastante humedad.

## ESCLEROTINIOSIS

Esta enfermedad se observa esporádicamente en la Sierra y se presenta durante campañas agrícolas con exceso de lluvias; sin embargo, no tiene mayor importancia económica. Ataca otras solanáceas, como tomate, berenjena y tabaco.

### Síntomas

Los síntomas se presentan como lesiones con pudriciones blandas, de aspecto acuoso - gelatinoso, localizados en cualquier porción de follaje, pero más visible en el tallo. Sobre la herida, se desarrolla abundante micelio blanquesino. La enfermedad ataca generalmente plantas próximas al estado de floración y raras veces antes.

La ubicación de las lesiones en el tallo determina la gravedad del daño; si estas se encuentran en la parte superior no tiene mayor importancia como cuando se presenta en el tercio inferior o base del tallo, puesto que la porción superior de la planta encima de la lesión se marchita.

El follaje debajo de la lesión se mantiene verde. A medida que transcurren los días luego de la infección, sobre la herida exteriormente y en el interior del tallo se inicia la formación de esclerotes de diversos tamaños y formas.

Cuando la parte lesionada del tallo (corteza) llega a secarse, la sección vascular adquiere un color blanquesino, en su interior se localizan los numerosos esclerotes ya totalmente secos y endurecidos.

Los síntomas en el tubérculo se observan en el momento de la cosecha; son lesiones húmedas localizadas sobre el peridermo, visibles cuando los tubérculos son de color claro.

En los tubérculos enfermos almacenados se producen pudriciones con abundante

formación de micelios encima de cuya superficie, y algunas veces entre el tejido destruido, se forman esclerotes, generalmente pocos, pero de mayor tamaño que el del tallo atacado.

### **Síntomas**

La enfermedad es causada por Sclerotinia esclerotiorum (Lib) de Bary. Cuando la planta enferma se seca, los esclerotes del tallo se desprenden, caen al suelo; aquí se conservan de un año para otro. Cuando hay humedad en el suelo, los de mayor tamaño empiezan a germinar, formando pequeños apotecios de forma de embudo, cuyo extremo terminal tiene la forma de un disco presentando una cavidad en la parte superior.

Los esclerotes más grandes forman mayor número de apotecios. Dentro del disco cóncavo, se desarrollan numerosas ascas alargadas conteniendo 8 ascosporas hialinos, oblongos, unicelulares.

Las parafias que son estructuras filiformes estériles, se forma junto a las ascas.

La enfermedad se disemina a través de las ascosporas, que salen simultáneamente del apotecio cuando hay cambios de temperatura en el ambiente. La salida de miles de estas ascosporas al exterior adquiere la apariencia de una nubecilla, que son transportados por el viento diseminando la enfermedad.

### **Medidas de prevención y control**

Dado que los esclerotes son estructuras de conservación, las plantas enfermas deben ser retiradas del campo a fin de evitar la infestación del suelo.

La rotación de cultivos con gramíneas disminuye la viabilidad del esclerote.

Riegos anegados durante la preparación del campo, posibilita la disminución de la viabilidad y destrucción del esclerote.

Antes del almacenamiento realizar una buena selección de los tubérculos, sobre todo si provienen de campos donde se haya constatado la enfermedad.

## ROÑA

Esta enfermedad se observa con mayor frecuencia en las partes altas de la Sierra, en suelos húmidos de alto contenido de materia orgánica y retentivo de humedad.

### Síntomas

En las raíces atacadas por roña, se aprecian formaciones de pequeñas agallas de superficie muy irregular de color blanco cremoso dispuestas a manera de rosario. Cuando estas agallas son expuestas al sol, rápidamente cambian de tonalidad hacia gris oscuro.

Si el daño radicular es intenso, puede la planta marchitarse. Cuando las agallas maduran se tornan castaño oscuro, liberan las esporas color marrón oscuro a negro de aspecto pulverulento.

En los tubérculos atacados se forman, al inicio, pequeñas pústulas prominentes de color cremoso; de superficie irregular, algunas de ellas pueden abarcar áreas considerables del peridermo deformando totalmente al tubérculo de una variedad susceptible en su fase de crecimiento.

Las pústulas conforme maduran, cambian de color hacia gris oscuro y negro; posteriormente se desintegran liberando gran cantidad de esporas que infestan el suelo.

Al quedar la pústula sin espora se aprecia sobre el peridermo la marca de una pequeña cicatriz muy superficial. Esta lesión, aparentemente sin importancia, puede ser, en condiciones de almacenamiento deficiente, la puerta de entrada para otros patógenos.

La roña forma también agallas en raíces de tomate y otras solanáceas.

### Agente causal

El hongo causante de la rona es Spongospora subterránea (Wallr) Lagerh F.

sp. Subterránea Tomlinson.

La masa de esporas o quistosoras se conservan en el suelo, son generalmente ovoideos alargados de superficie muy irregular. Estos quistosoros están conformados por el conglomerado de esporas adheridas.

Los quistosoros por efecto del exudado radicular de la planta, germinan produciendo las zoosporas biflageladas, uninucleadas ovoides a esféricas que penetran a las células epidérmicas de los tejidos de las partes subterráneas de la planta. Aquí producen masas multinucleadas que originan las zoosporas secundarias.

Las células del tejido infectado se hipertrofian y se multiplican originando las agallas en las raíces y las pústulas en el peridermo del tubérculo atacado.

Dado que las esporas se hallan protegidas por una pared resistente, estas no pierden su viabilidad al pasar por el tracto digestivo de los animales, hecho este muy importante en la diseminación de la enfermedad.

Spongospora subterranea es un vector del virus que causa el Potato Mop Top Virus (PMTV). Esta enfermedad virósica se presenta con mayor frecuencia en zonas paperas con ambientes húmedos, en suelo generalmente con alto contenido de materia orgánica.

### **Medidas de prevención y control**

Uso de semilla sin síntomas de la enfermedad.

La rotación de cultivo a mediano plazo (3-4 años) dado que las esporas tienen gran capacidad de supervivencia.

Se debe tener especial cuidado con el buen drenaje de los surcos.

La desinfección de la semilla con productos orgánicos carece de valor cuando estos tubérculos se siembran en suelos infestados por el hongo.

## **PODREDUMBRE SECA**

Esta enfermedad ataca con mayor intensidad a tubérculos almacenados deficientemente. Se halla ampliamente diseminada en todas las zonas paperas de la Costa y Sierra.

### **Síntomas**

Los síntomas conspicuos se observan en los tubérculos luego de algún tiempo de almacenamiento. Se inicia con pequeñas pudriciones secas, generalmente circundando la pulpa del tubérculo, el que adquiere apariencia blanquesina corchosa.

El avance de la infección dentro del tubérculo ocasiona el hundimiento del peridermo de la porción afectada cuya superficie se arruga y frecuentemente forman anillos concéntricos. Cuando el tubérculo atacado se encuentra deficientemente almacenado (donde hay poca ventilación y exceso de humedad) sobre el peridermo, el hongo causante desarrolla abundante micelio blanquesino, distribuido formando colonias. Además, sobre el peridermo lesionado se desarrollan numerosas colonias correspondientes a otros hongos del ambiente, en cuyo caso se observan tapizando colonias de diversas tonalidades.

Al seccionar el tubérculo enfermo, se observa en el interior de la lesión, numerosas grietas longitudinales de diversos tamaños, las que se forman debido a la deshidratación del tejido afectado. La pared de estas grietas se halla uniforme y finamente tapizada por el césped miceliar blanquesino, tenuemente cremoso o rosado, dependiendo de la especie del hongo presente.

Cuando los tubérculos se hallan deficientemente almacenados, los tubérculos enfermos son invadidos por bacterias y hongos saprófitos que aceleran su total descomposición, causando pérdidas considerables. El tubérculo muy atacado se momifica.

La mayor o menor presencia de la pudrición seca en el almacenamiento, dependerá en gran parte del buen manejo de los tubérculos durante la fase de la cosecha, transporte y almacenamiento. Así, el mal trato que ocasiona heridas en el peridermo, predispone al tubérculo hacia la infección.

Dada la condición de ser "parásito débil", el agente causal no tiene la capacidad de penetrar al tubérculo ni raíces, sino a través de las heridas; estas, además, pueden ser originadas por el daño de nematodos y lesiones causadas por ataque de roña y otras enfermedades.

En condiciones de campo, la enfermedad puede ocasionar plantas débiles o ralea el cultivo, ello se debe al uso de semilla infectada o debido a infecciones posteriores de la semilla por las heridas causadas durante el manipuleo y la siembra de estos en suelos infectados por Fusarium.

Las pudriciones radicales originan síntomas que varían desde amarillamiento y detención del crecimiento hasta clorosis, marchitez unilateral del tallo, formación de tubérculos aéreos y marchitez prematura de la planta.

### **Agente causal**

El agente causal de la pudrición seca es el hongo Deuteromiceto F. solani (Mart); también se atribuye esta enfermedad al hongo F. roseum (Lik).

Fusarium solani forma micelio blanquesino que en condiciones de temperatura y humedad óptimas se desarrolla profusamente sobre la porción lesionada e interior de la misma.

El micelio forma abundante macroconidios multiseptados y microconidios, los que fácilmente se desprenden y son dispersados por el viento, contaminando las superficies de los objetos que rodean al tubérculo enfermo. Entre el micelio de Fusarium, en medios de cultivos viejos, es muy fácil localizar al microscopio vigorosas clamidosporas que son las estructuras de conservación del hongo.

### **Medidas de prevención y control**

- Siembra con tubérculos sanos provenientes de cultivos sanos.
- Evitar por cualquier medio la formación de heridas mecánicas sobre el peridermo del tubérculo, durante la siembra, manipuleo, transporte de la cosecha y almacenamiento de los tubérculos.
- La desinfección de tubérculos semillas con fungicidas, luego de la cosecha,

antes del almacenamiento, disminuye significativamente el potencial del inóculo existente sobre el peridermo.

- Almacenamiento de los tubérculos de consumo en ambientes ventilados disminuye la opción para la presencia de la enfermedad.
- Almacenamiento de la semilla en almacenes de luz difusa, definitivamente disminuye el porcentaje de daño durante este período.
- El uso de semilla fraccionada totalmente suberizada disminuye el daño en el campo.
- La rotación de cultivos baja el porcentaje de viabilidad de las macro, microconidias, así como de las clamidosporas.





# // PRINCIPALES PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA

**Javier Carhuamaca T. \***

**Raúl Aldana Montes \*\***

## INTRODUCCION

La producción de papa en el Perú tiene indudable importancia económica debido a su extensa área de cultivo y está sujeta a la acción de diversos agentes perjudiciales, tanto físicos como biológicos. Entre los primeros hemos de mencionar la sequía, el granizo, las heladas, etc., y entre los biológicos, las enfermedades, nematodos, malas hierbas y las plagas, especialmente de insectos fitófagos.

Los datos estadísticos muestran que las pérdidas en el cultivo de papa representan el 30% o pueden causar la pérdida total de las cosechas (Delgado, 1970); mientras que el CIP (1982), reporta que el gorgojo de los Andes es una de las plagas de mayor importancia en la Sierra y sus daños llegan a afectar aproximadamente en 29% de la cosecha y en ataques severos las pérdidas pueden ser del 100%.

Se tiene en cuenta que más del 95% del área cultivada de papa en el Perú se encuentra en la Sierra (Franco, Vilca y Niño, 1986) por lo que es fácil comprender

---

\* *Ing. Agr. Entomólogo de la Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana, Huancayo, INIAA, Perú.*

\*\* *Asistente del Proyecto de Entomología de la Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana, Huancayo, INIAA, Perú.*

la importancia de enfocar el estudio de los insectos que mayores daños causan en esta región. Franco, Vilca y Niño (1986), estiman que los rendimientos alcanzan a 3 TM/ha en las unidades minifundistas; entre los medianos productores se obtienen 10 TM/ha y en las grandes unidades, tanto de la Sierra como de la Costa, los rendimientos bordean de 20-30 TM/ha, más aún si consideramos que el Departamento de Junín es el Centro Productor de Semilla para toda la región de la Costa y otras áreas de la Sierra del Perú.

Los trabajos de investigación sobre los insectos en papa han tomado importancia en estos últimos años y existe interés en la Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana, Proyecto de Entomología, el mismo que está encargado de estudiar: Identificación, biología, enemigos naturales, distribución geográfica, fluctuación estacional, hospederos y métodos de control, a fin de lograr un eficiente manejo de plagas.

## CATEGORIAS DE LOS INSECTOS DAÑINOS DE LA PAPA

### 1. Insectos subterráneos

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| - Gorgojo de los Andes (larva)            | Fam.: Curculionidae   |
| - Gusanos blancos o aradores              | Fam.: Scarbidae       |
| - Gusanos alambre                         | Fam.: Eloteridae      |
| - Gusano de tierra o cortadores           | Fam.: Noctuidae       |
| - Orugas minadoras de tallos y tubérculos | Fam.: Gelichiidae     |
| - Epitrix o pulgillas (larva)             | Fam.: Chrysomelidae * |

### 2. Insectos de la parte aérea

#### 2.1. Masticadores de hojas

- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| - Epitrix o pulgillas (adultos) | Fam.: Chrysomelidae |
| - Escarabajos negros de la hoja | Fam.: Meloidae      |
| - Escarabajos verdes de la hoja | Fam.: Chrysomelidae |

---

\* Se consideran en esta categoría por los daños que ocasionan al estado de larva, según Carhuamaca, 1983.

- Gorgojo de los Andes (adultos) Fam.: Curculionidae
  - Noctuides Fam.: Noctuidae
- 2.2. Picadores - chupadores
- Afidos o pulgones Fam.: Aphididae
  - Cigarritas verdes Fam.: Cicadellidae
  - Thrips Fam.: Thripidae
- 2.3. Barrenadores de tallos
- Polilla de la papa Fam.: Gelichiidae
  - Barrenador grande Fam.: Pyralidae
  - Barrenador pequeño
- 2.4. Minadores de hojas
- Mosca minadora Fam.: Agromizidae
  - Polilla de la papa Fam.: Gelichiidae

## GORGHOJO DE LOS ANDES

1. Nombre común: "gusanera", "gusano blanco", "papa kuro".
2. Ubicación taxonómica y distribución  
Existen varios géneros registrados en la Región Andina como: Adioristus sp. (Junín, Huancavelica y Ayacucho); Scotoeborus sp. (Junín) y Rhigopsidium sp. (Puno); siendo los de mayor área de dispersión los siguientes:
  - Premnotrypes sututicallus Kuschel. (Huancavelica y Junín)
  - P. perce Alcalá. (Huancavelica y Junín)
  - P. fractirostris Morshall. (Junín, Huánuco y Ancash)
  - P. solani Pierce. (Lima - Matucana)
  - P. vorax Hustache. (Junín, Huánuco, Ancash, La Libertad y Cajamarca).
  - P. latithorax Pierce. (Puno, Cuzco, Apurímac y Huancavelica)
  - P. solaniperda Kuschel (Puno, Cuzco y Apurímac)
  - P. solanivorax Heller. (Cajamarca)

### 3. Plantas hospederas

- Cultivadas: Olluco (Ollucus tuberosum)  
Oca (Oxalis tuberosum)
- Silvestres: Yuyo (Brassica competris)  
Chinche (Tagetes sp.)  
Aguja - Aguja (Erodium cicutarum)

### 4. Morfología del estado dañino

Larvas de color blanco lechoso de 6 a 8 mm de longitud, sin patas; cabeza de color pardo, cuerpo grueso y de forma curvada.

Adultos miden de 7.5 a 8.0 mm de largo por 3 a 4 mm de ancho, color bruno claro a oscuro; tórax y élitros con rugosidades y tubérculos.

Los adultos de Adiotistus sp. y Scotoeoborus sp. no presentan rugosidades ni tubérculos, son más pequeños de color negro o pardo oscuro.

### 5. Biología

La hembra adulta deposita huevos en el suelo, en el interior de tallos de malezas (generalmente gramíneas), en hileras o grupos de 3 a 20 o más huevos, de inicios de noviembre a fines de febrero. La postura lo realiza durante la noche.

De los huevos emergen las larvitas que se introducen por el cuello de la planta o grietas para localizar los estolones, raíces y tubérculos en crecimiento (larva I), al que perforan (larva II), donde barrenan formando galerías irregulares con paredes de color oscuro (larva III y IV). Es posible encontrar varias larvas por tubérculo, desde mediados de noviembre a marzo.

En otros casos, la larva abandona el tubérculo dejando un característico agujero circular de 3 a 4 mm de diámetro, para luego dirigirse al interior del suelo de 10 a 20 cm donde construye una cámara pupal y luego empupa (Punpa tipo exarata).

El adulto pasa el invierno en la cámara pupal emergiendo de la primera etapa del cultivo de papa, con las primeras lluvias. Emerge solo de noche, es de hábito nocturno, permaneciendo en el día bajo terrones, alrededor o en el cuello de la planta, entre 5 a 10 cm de profundidad. Salen de noche para comer los folíolos terminales de la parte media alta de la planta y así empezar

su alimentación. Pueden ser encontrados desde octubre hasta abril.

La cópula comienza en seguida de la emergencia, ya que la madurez sexual lo adquiere dentro de la cámara pupal, como adulto invernante. Generalmente se lleva a cabo en las mañanas o al mediodía.

---

Duración promedio de los estados de desarrollo en días de:

<u>Premnotrypes suturicallus</u> (Alcalá, 1976)		<u>Premnotrypes piercei</u> (Carhuamaca y Tovar, 1987)
Huevo (incubación)	32.60	26.53
Larva (4 estadios)	45.80	78.16
Pre-pupa	42.70	44.20
Pupa	54.40	51.90
Adulto invernante	115.00	134.68
Adulto libre	142.00	276.86
Total de desarrollo	295.00	301.92
Pre-oviposición	9.00	42.92

---

## 6. Daños

La forma dañina de mayor importancia es el estado larval, las cuales barrenan los tubérculos formando galerías irregulares en su interior, que rellenan en parte con sus excrementos y residuos de alimentación, adquiriendo las paredes una coloración oscura.

Los adultos comen el borde de las hojas en forma de media luna. En ataques intensos las comeduras son irregulares y los pueden ser indirectamente de importancia.

## 7. Ecología. Favorecen su incremento:

- Condiciones ambientales frías y húmedas, favorecen su desarrollo.
- Precipitaciones pluviales, que determinan una mayor emergencia de adultos y mayor ovoposición.
- Siembras continuas de papa, es decir, falta de rotación.
- Preparación deficiente del terreno.
- Uso de tubérculos infestados en la siembra.
- Aporque deficiente.
- Presencia de plantas hospederas en el campo

- Almacenamiento de tubérculos infestados.
- Hábitos barrenadores y subterráneos de las larvas que lo protegen de sus enemigos naturales y del control químico.
- La presencia del "adulto invernante" que les permite sobrevivir a las condiciones ambientales adversas.

## 8. Control

### 1. Cultural

- Preparación deficiente del terreno, mediante araduras con la finalidad de exponer o enterrar larvas y pupas.
- Efectuar rotaciones de cultivos que no sean infestados por esta plaga.
- Usar tubérculos no infestados como semilla.
- Deshierbas oportunas.
- Aporques eficientes, es decir, que cubran el cuello de la planta y las zonas de tuberización.
- Cosecha oportuna.
- Limpieza de almacenes.
- Buena selección de semilla.

### 2. Biológico

Los controladores han sido registrados para:

Premnotrypes suturicallus y P. piercei

\* Predadores de huevos y larvas.

- Harpalus turmalinus (Col. Carabidae)
- Metius sp. (Col. Carabidae)
- Hylitus sp. (Col. Tenebrionidae)

\* Predadores de larvas bajo condiciones de almacén

- Iridomyrmex sp. (Hym. Formicidae)

\* Patógeno de larvas, pupas y adultos

- Bauveris basisiana (Fam. Moniliacoae).

### 3. Químico

En terrenos altamente infestados, la prevención de infestaciones larvales en los tubérculos debe realizarse aplicando al suelo al momento de la siembra de insecticidas sistémicos granulados.

En la etapa inicial del cultivo, a manera de prevención de adultos, debe realizarse a la emergencia total de las plantas y dirigidas al cuello y antes del aporque, mediante aplicaciones de espolvoreos o aspersiones de insecticidas dirigidas al follaje.

#### 4. Etológico

La muña (Mintostachis sp.) dispuestas en camas, sobre las que se colocan las papas en el almacén repelan larvas y adultos de esta plaga.

### NOCTUIDEOS

1. Nombre común: "gusano de tierra" o "utushcuro".
2. Ubicación taxonómica:  
Existe una serie de especies pertenecientes a diversos géneros; los más comunes en la papa son:  
Copitarsia turbata Herr. Shaff. (Lep. Noctuidae)  
Agrotis sp. (Lep. Noctuidae)  
Hadena uncifera Massn (Lep. Noctuidae).
3. Distribución:  
Dentro del complejo de "noctuideos", Copitarsia turbata, es la especie predominante en el Valle del Mantaro.  
Esta especie abunda en toda la Sierra del Perú.
4. Plantas hospederas:  
Son insectos polífagos, atacan a una gran diversidad de plantas cultivadas, tales como: Papa, habas, arvejas, maíz, etc., y silvestres, como el kikuyo.
5. Morfología del estado dañino:  
Las larvas miden alrededor de 4 cm de largo en su mayor desarrollo, cuerpo de color bruno plumbeo con líneas dorsales de color oscuro en cada segmento. Al inicio son de color verde-amarillento. En algunas oportunidades adquieren una coloración negruzca con líneas dorsales y longitudinales de color blanco. Poseen la peculiaridad de enrollarse en espiral o en círculo.  
Los adultos son polillas de color grisáceo, con manchas en las alas, de cuerpo

grosso, cubierto de escamas, con aproximadamente 4 cm de expansión alar.

6. **Biología:**

Los adultos son nocturnos y las hembras oviponen en la hoja los últimos estadios de la larva se refugian en el suelo donde empupan durante 48 días aproximadamente (mayo-junio) en áreas de secano. De ahí emerge el adulto que migra a las zonas más abrigadas para encontrar otros cultivos. Normalmente, posee 2 generaciones al año. La mayor población de larva se presenta en los meses de diciembre y enero. También atacan al maíz, trigo, quinua y habas.

---

Duración promedio (en días) de los estados de desarrollo de  
Copitarsia tubata (Herr-Schaff) en papa Huancayo - Perú  
(Alcalá y Aldana, 1979)

ESTADOS DE DESARROLLO	PROMEDIO EN DIAS
Huevo (incubación)	11.37
Larva I	8.04
Larva II	5.09
Larva III	5.54
Larva IV	5.14
Larva V	9.18
Larva VI	15.12
Total vida larval	45.00
Pre - pupa	3.60
Pupa	40.23
Total desarrollo (huevo - adulto)	99.33
Pre - oviposición	10.33
Una generación	108.16

---

7. **Daños:**

En la primera edad del cultivo, las larvas se alimentan de las hojas, también cortan las "plantitas" o brotes a la altura del cuello o raspan los tallos barrenándolos hasta la médula en plantas más desarrolladas. En los últimos estudios perforan los tubérculos, haciendo agujeros grandes y profundos.



## 8. Ecología:

Son favorecidos por los suelos de textura ligera, con abundante materia orgánica y humedad media.

## 9. Control:

### 1. Control cultural

- Limpieza adecuada de campo, eliminando las hierbas ya que estas son hospederas.
- Eficiente preparación del terreno.
- Los riegos deben ser frecuentes y ligeros, para evitar los períodos de sequía que favorecen el incremento de estos insectos. Cuando hay fuerte infestación durante el brotamiento, se recomienda aplicar riegos pesados para destruir las larvas.
- Los aporques deben ser eficientes, de manera que cubran el cuello de la planta y la zona de tuberización.
- Realizar deshierbas frecuentes.
- Cosechas oportunas.

### 2. Control químico

- En campos con plantas tiernas, se pueden utilizar cebos envenenados, a base de la siguiente fórmula:

a) Afrecho, afrechillo o coronta molida	50 kg
b) Melaza de caña	03 gls
c) Insecticida (Dipterex, Endrín)	0.5 kg
d) Agua suficiente para formar una pasta semisólida.	

Este cebo se distribuye al atardecer, a razón de 50 a 70 kg/ha, de acuerdo a la magnitud de la infestación, colocándola al pie de las plantas.

### 3. Control biológico

- \* Predadores de pupa  
Thymebatis sp. (Tachimidae)
- \* Predadores de larvas  
Apanteles sp. (Diptera)

### 4. Control etológico

Uso de trampas de luz negra (ultravioleta) con el objeto de atraer adultos,

y reduciendo así la población.

## ORUGAS MINADORAS DE TALLOS Y TUBERCULOS

1. Nombre común: Polilla de la papa.
2. Ubicación taxonómica: Existen 3 especies pertenecientes a diversos géneros, los más comunes en la papa son:  
Synmestrischema plaesiosema Turner (Lep. Gelechiidae)  
Phthorimaea operculella Zeller (Lep. Gelechidae)
3. Plantas hospederas:  
Cultivadas: Solanáceas (papa, tomate, tabaco, berenjena)  
Silvestres: Tomatillo, tabaco silvestre
4. Distribución:  
Ampliamente distribuida en las principales zonas paperas del Departamento de Junín, la especie S. plaesiosema.
5. Morfología del estado dañino (S. plaesiosema):  
Las larvas pasan por cinco estadios, son del tipo eruciforme, cuerpo blanco y de forma cilíndrica. Presentan 3 pares de patas torácicas y en el abdomen cinco pares de pseudopatas. Cabeza ligeramente más ancha en relación al cuerpo y está previsto de pelos o setas, mide en el primer estadio 1 mm y en el quinto estadio de 7 a 13 mm en su máximo desarrollo.  
Las larvas presentan cinco líneas o franjas longitudinales de color rojizo intenso.
6. Biología:  
Las hembras adultas son de hábitos nocturnos, depositan sus huevos en forma individual o en pequeños grupos en diferentes órganos de la planta durante su desarrollo, así en plantas tiernas ovopositan en el haz de las hojas, mientras que en las plantas adultas prefieren las hojas tiernas (brotes), colocando sus huevos en el haz o envés. En tubérculos ovopositan sobre los ojos o yemas o próximas a estas.  
Al eclosionar, las larvitas ocasionan un raspado de las hojas y brotes, también

barrenan el brote apical y así como galerías en hojas.

Los adultos presentan una mancha más o menos triangular.

## **7. Daños:**

**Hojas:** Al eclosionar las larvas comienzan a perforar la epidermis y minan al parénquima de la hoja consumiendo el mesófilo foliar, quedando la larva entre la epidermis del haz y el envés del foliolo, produciendo minas lagunares y forma irregular.

**Tallos:** Las larvas penetran al tallo por el ángulo que forman el tallo principal con las ramas laterales y comienzan a barrenar y elimina sus excrementos al exterior unidos por medio de hilos finos de seda que son acumulados sobre el orificio de entrada.

**Tubérculo:** Se inicia en el campo debido a deficiencia en las prácticas culturales (aporque), falta de una adecuada selección de tubérculos incrementará los daños en el almacén, donde las larvas ocasionan mayores pérdidas económicas.

Se inicia generalmente perforando las yemas y brotes y construyen pequeñas galerías expulsando su excremento al exterior, que son acumulados en el orificio de entrada, debido al daño los tubérculos adquieren un sabor amargo, perdiendo su valor alimenticio y comercial.

## **8. Ecología:**

Su incremento es favorecido por:

- Condiciones secas o calidad
- Aporque deficiente
- Tubérculos expuestos
- No realizar limpieza del almacén y desinfectar
- Almacenamiento en lugares oscuros

## **9. Control:**

### **1. Cultural:**

- Rotación de cultivos: Trigo, habas, cebada
- Eficiente preparación del terreno
- Usar semillas libres de estos insectos
- Riegos frecuentes

- Efectuar aporques eficientes que cubran todo el cuello de la planta.
- Cosecha oportuna
- No cubrir los tubérculos cosechados con follaje infestado
- Eficiente limpieza de almacén

2. **Biológico:**

Larvas de estas especies son parasitadas por avispitas de los géneros: Apanteles, Copidosoma e Incamyia.

3. **Químico:**

Aplicación de insecticida, mediante aspersiones al follaje como:

Ambush 10 C.E. (0.4-0.6 litros/ha)

Desis 2.5 C.E. (0.5-0.7 litros/ha)

Ripcord

### **MASTICADORES DE HOJA**

1. **Nombre común:** Pulguilla, piqui-piqui, escarabajos saltadores, pulga saltona, Epitrix.
2. **Ubicación taxonómica y distribución:** Se encuentran diseminados en Costa y Sierra del Perú.

Epitrix yanazara (Junín)

Epitrix parvula (Lima, Pasco)

Epitrix subcrimita (Piura, Cajamarca, Ancash, Huánuco, Junín, Ayacucho, Apurímac, Cuzco, Arequipa, Puno y Tacna)

Epitrix ubaquensis (Amazonas, Cajamarca, San Martín, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Puno y Moquegua).

Epitrix harilana rubia (Lima)

3. **Plantas hospederas:** Hasta el momento se conoce en planta cultivada de papa.
4. **Morfología del estado dañino:**  
Los adultos son pequeños escarabajos de color marrón oscuro con brillo metálico

y en los élitros presentan velocidades y miden de 1.9 mm de longitud y 0.9 mm de ancho para machos; en las hembras es de 2.0 mm de longitud por 1 mm de ancho. Cuando se les molesta, o en horas de sol, saltan rápidamente de allí su nombre de pulgillas.

La larva es del tipo escarabeiforme, alargada, recién emergidas son muy pequeñas (larva I) mide 0.47 x 0.10 mm y larva II mide 2.13 x 0.28 mm y la larva III mide 3.69 x 0.50 mm, y son de color blanco hialino, cápsula cefálica bruno y poseen 3 pares de patas.

#### 5. Biología:

Invernan en estado adulto de 5 a 10 cm de profundidad del suelo a partir de abril hasta agosto y salen de este estado de letargo a partir del mes de septiembre; cuando emergen las primeras plantas de papa, migran hacia ella. Las hembras ponen sus huevos microscópicos que miden 0.41 x 0.19 mm; en el suelo cerca de las plantas y al eclosionar las larvitas ocasionan daños en las raíces, estolones y tubérculos en formación para iniciar su alimentación, produciendo de esta manera el daño de mayor importancia. Las larvas empupan en un pequeño cocón a una profundidad de 10 cm. Los adultos, en cambio, se alimentan del follaje, produciendo en los folíolos una serie de perforaciones pequeñas. La mayor actividad diaria del adulto ocurre en horas de sol a temperaturas altas, siendo favorecidas por las sequías.

---

Duración promedio de los estados de desarrollo de  
*Epitrix yanzara* Bach. Huancayo - Perú  
(Carhuamaca y Gambic, 1987)

<u>ESTADO DE DESARROLLO</u>	<u>PROMEDIO EN DIAS</u>
Huevo (incubación)	10.36
Larva I	8.09
Larva II	7.27
Larva III	6.66
Total estado larval	28.29
Pre-pupa	6.94
Pupa	15.50
Ciclo Total (huevo-imago)	53.68

---

6. Daños:

Los adultos perforan las hojas produciendo numerosos agujeros finos y redondos, menores de 3 mm de diámetro. En plantas recién brotadas si no se controlan pueden ocasionar daños muy severos.

Las larvas atacan la parte subterránea, alimentándose de raíces, estolones y tubérculos en formación, causando en los últimos un raspado superficial de pequeñas galerías, por las cuales ingresan los hongos como: P. erythroseptica, Pethyr y R. solani Kuhn, los cuales afectan seriamente los rendimientos.

7. Control:

1. Cultural:

- Preparación adecuada del campo
- Rotación de cultivos
- Riegos profundos para provocar la muerte de las larvas
- Pasada de puntas cuando la planta posee una altura de 5 cm

2. Químico:

Está orientado al control de adultos, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Suele ser suficiente un tratamiento con algún insecticida de acción estomacal de contacto (o de ambos modos de acción).

## INSECTOS CHUPADORES PICADORES

1. Nombre común: Pulgón de la papa y áfidos.
2. Ubicación taxonómica: Existen muchas especies de áfidos identificados que ocasionan daños en el cultivo de papa de la región andina, pudiendo mencionarse a: Myzus persicae Sulz., Macrosiphum e phorbige Sulz., Aphis gossypii Glover., Rhaposiphominus Latysiphon Davidson., Aulacorthum solani.
3. Distribución e importancia: Se encuentran dispersos en todas las zonas donde se cultiva papa, y posee importancia por ser vector de diferentes razas y virus.
4. Plantas hospederas: Son insectos polífagos, además de la papa atacan otras plantas cultivadas y malezas tales como: Quinoa, calabaza, tomate, ají, nabo

silvestre, malva, lengua de vaca, yuyo, sauce, col, rosas, frutales, frijol, habas, etc.

5. **Morfología:** Al estado adulto, miden entre 1 a 2 mm de largo, siendo de forma globosa. La coloración varía entre el verde, amarillo y rosado. Poseen una fina trompa con la cual pican y chupan los jugos de las hojas.

Los adultos son alados y ápteros, o sea, que pueden tener alas o no. Existe una gran variación de color según sean los hospederos y estados de desarrollo. Estos insectos poseen en la parte posterior y superior del abdomen, dos sifones por los cuales segregan una mielecilla o sustancia azucarada.

6. **Biología:** Poseen un ciclo biológico complicado. La reproducción puede ser sexual o partenogenética, produciéndose tantos pulgones alados como ápteros. Durante un año pueden producirse hasta 38 generaciones.

---

Resumen de ciclo biológico de *Mayzus persicae*

ESTACION DEL AÑO	Nº GENERACIONES	DURACION EN DIAS	Nº PROGENIE POR HEMBRA	LONGITUD EN DIAS
Verano	11	8.3	38	13.2
Otoño	09	10.3	42	19.6
Invierno	08	11.3	72	36.5
Primavera	10	9.3	50	20.6

---

7. **Daños:** Los áfidos causan dos tipos de daños:

1. **Daños directos:** Se producen cuando los pulgones forman colonias, en el envés de las hojas, atacan picando y chupando la savia, produciendo debilitamiento, marchitez y, en ataques muy intensos, muerte de las plantas. En estos casos, se forma melaza y fumagina en la cara inferior de las hojas.

2. **Daños indirectos:** Se producen por la transmisión de enfermedades virosas, al picar plantas enfermas y luego sanas. Para la evaluación de daños por pulgones, se observa el número de individuos, refiriéndose a la escala de 0 a 7 que establece:

Grado 0	No existe
Grado 2	De 1 a 5 individuos por hoja
Grado 3	De 6 a 10 individuos por hoja
Grado 4	De 11 a 25 individuos por hoja
Grado 5	De 26 a 50 individuos por hoja
Grado 6	De 51 a 100 individuos por hoja
Grado 7	Más de 100 individuos por hoja

El límite de control es el grado 2, en campos industriales. En semilleros se considera que el límite de control debe ser menor al grado 2, esto es, que tan pronto sean detectados, estos deben ser controlados.

8. Factores que favorecen su desarrollo:

1. Condiciones ambientales secas y cálidas, son favorecidos para su desarrollo.
2. Ausencia de un campo limpio, como malezas hospederas, dentro y en las márgenes del campo cultivado.
3. La siembra de papa en la proximidad de cultivos que son hospederos de esta plaga.
4. Los períodos prolongados de sequía o falta de riego, tienden a aumentar la concentración de sales en la savia de la planta, beneficiando el desarrollo del áfido vector.
5. El cambio de la edad de los tejidos; así Myzus persicae prefiere las hojas maduras del tercio inferior, mientras que Macrosiphon auphorbiae infesta las hojas tiernas o apical.
6. El amarillamiento de las plantas de papa debido a enfermedades, deficiencias de nutrientes, sequía, son rápidamente colonizadas por los áfidos.
7. Uso indiscriminado de insecticidas orgánicos, que no solo generan la resurgencia de la plaga, sino que también predisponen a los áfidos para el desarrollo de resistencia a los insecticidas, o inducen a la aparición de nuevas plagas.
8. Posee un alto potencial de reproducción.

9. Control:

1. Cultural:

- Mantener los campos libres de malezas, mediante deshierbas oportunas y frecuentes.



- No sembrar semilleros colindantes con los campos de producción. Usar cortinas (cerealies) alrededor de los semilleros de papa.
- Riego y fertilización adecuada incrementa la resistencia de la planta al ataque de los áfidos.
- Realizar deshierbas frecuentes dentro y en los márgenes del cultivo.
- En semilleros, efectuar el descarte de plantas infestadas por virus, es esencial para prevenir su propagación.
- Cosechar al culminar su maduración, evitando se convierta en fuente de material infectado por virus, así como del insecto.

## 2. Biológico:

### 1. Parásitos:

Aphidius matricariae (Hym: Braconidae)

Aphidius colemani (Hym: Braconidae)

Lysiphlebus testaceipes (Hym: Braconidae)

Aphidius sp. (Hym: Braconidae)

### 2. Predadores:

Hippodamia covergens (Col Coccinellidae)

Eriphis connexa (Col Coccinellidae)

Soymmus sp. (Col Coccinellidae)

Cycloneda sanguinea (Col Coccinellidae)

Coleomegilla maculata (Col Coccinellidae)

Chrysopa sp. (Neur. Chrysopidae)

Syrpnus sp. (Dip. Syrphidae)

### 3. Patógenos:

El hongo Entomophthora sp. infecta ninfas y adultos.

## 3. Químico:

- Se recomienda el uso racional y autorizado de los insecticidas orgánicos sintéticos para evitar el fenómeno de la resurgencia, así como también el desarrollo de resistencia y la aparición de nuevas plagas.
- En semilleros de papa, para proteger los campos desde el inicio de la campaña, se puede aplicar insecticidas granulados sistémicos, al momento de la siembra, mezclados con fertilizantes Aldicarb y Car-

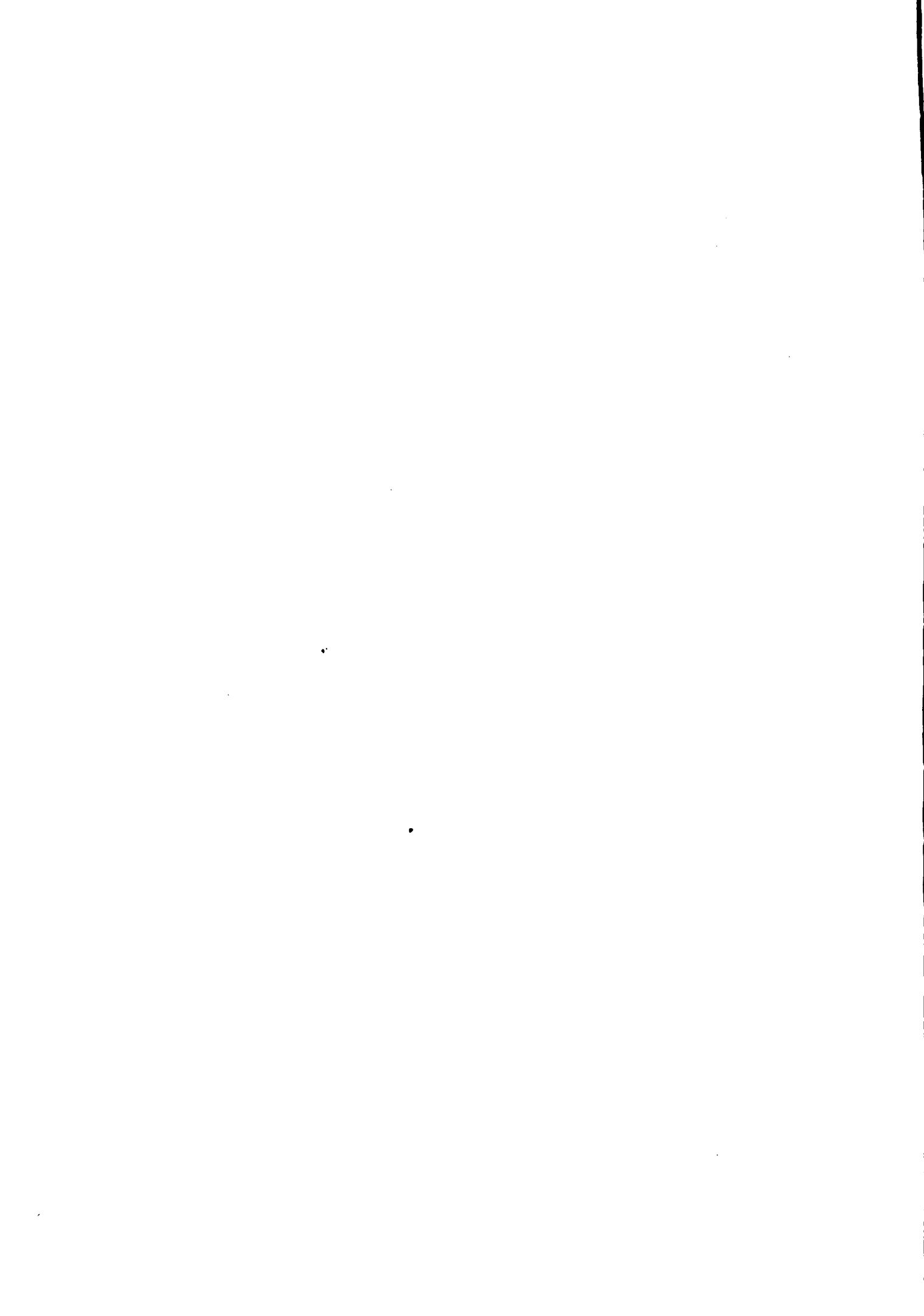
bofurán.

- Cuando se presentan altas poblaciones de áfidos, en semilleros como en campos de producción, debe recurrirse a las aspersiones de insecticidas sistémicos, tratando de cubrir totalmente las hojas inferiores, lugar donde se encuentran las colonias de Myzus persicae.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALCALA, C.P. y ALCAZAR, S.J. 1976. *Biología y comportamiento de Premnotrypes sustiricallus Kuschel (Col. Curculionidae)* Rev. Per. Ent. 29 (1): 49-52.
2. \_\_\_\_\_. 1978. *Tachinidos Parásitos de Copitarsia turbata Herr-Shaff. en el Valle del Mantaro.* Rev. Per. Ent. 21 (1) 126.
3. \_\_\_\_\_ ALDANA, M.R. 1979. *Informe Anual del Instituto Nacional de Investigación Agraria, Estación Experimental Huancayo-Perú, 169-181p.*
4. ALCAZAR, S.J. 1976. *Biología y comportamiento del gorgojo de los Andes Premnotrypes suturicallus Kuschel (Coleoptera: Curculionidae). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, 80 p.*
5. AQUINO, Z.C. 1984. *Biología de Symmetrischema plaesiosema Turnes, 1919 (Lepidóptera: Gelechiidae). Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo.*
6. BRAVO, P.R. 1985. *Conocimiento de Epitrix sp. como plaga de papa. Seminario Mimiografiado. Escuela Post-grado La Molina, Lima, 12 p.*
7. \_\_\_\_\_, CARHUAMACA, T.J. y ALDANA, M.R. 1986. *Pulguilla de la papa. Epitrix spp. Biología, daños y control. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Año V Nº 5, 16 p.*
8. CARHUAMACA, T.J. 1983. *Avance Bio-ecológico del Epitrix yanazara Bech. (Coleóptera: Chrysomelidae). Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana Huancayo, XXCI Conv. Nac. Ent. Tingo María, 7 p.*
9. \_\_\_\_\_ y GANBOA, E.P. 1987. *Ciclo evolutivo de Epitrix yanazara Bechyne (Coleóptera: Chrysomelidae). Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana. Huancayo XXX Conv. Nac. Ent. Cajamarca, Perú.*

10. \_\_\_\_\_, TOVAR, G.A. y ALDANA, M.R. 1987. Estudio del ciclo biológico de Premnotrypes pierce Alcalá (Coleóptera: Curculionidae) Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana Huancayo. XXX Conv. Nac. Ent. Cajamarca, Perú.
11. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1982. Principales insectos que infestan los tubérculos de papa, Lima, 8 p.
12. DELGADO, M. 1974. Insectos dañinos de la papa, descripción, daños, evaluación y control. I Curso Internacional de Mejoramiento de Semilla de Papa. CIP, Lima, Perú.
13. \_\_\_\_\_. 1970. Plagas de papa y sus controladores biológicos en el Perú. Memoria de la VI Reunión Latinoamericana de Investigadores en papa. Bolivia. 109-115 pp.
14. FRANCO, E., VILCA, P. y NIÑO, V. 1986. Producción, distribución y uso de semilla de papa, Costa Central, Sierra Central y Departamento de Cusco, Lima, Perú, 115 p.
15. VALENCIA, L. 1976. Algunas informaciones de la pulgilla de la papa en la Zona Andina. CIP. XIX Conv. Nac. Ent. Huancayo, Perú.



## //PROBLEMAS NEMATOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA

Mónica P. Lázaro S. \*

### INTRODUCCION

La papa constituye uno de los cultivos básicos de la alimentación de la población peruana, pero a su vez, es fuente de alimentación de muchos organismos biológicos que tienen necesidad de luchar por su supervivencia. Por ello, debemos estar preparados para prevenir y evitar los riesgos que significan un libre y efectivo desarrollo de dichos organismos biológicos, saber identificarlos, conocer sus hábitos alimenticios reproductivos y usar las medidas preventivas y de manejo convenientes para una lucha que, en lugar de "erradicarlos", sea de "convivencia", porque algunos organismos ahora inofensivos pueden convertirse en dañinos en otra oportunidad.

Dentro de los organismos biológicos se encuentran los nematodos, considerados en más de 13 mil especies, de las cuales 3 mil son parásitos de plantas. Este gran número nos indica que los nematodos después de los insectos son los animales más numerosos que habitan la Tierra. De los nematodos parásitos de plantas, más de 40 especies prefieren el cultivo de papa.

---

\* *Investigador Agrario en Nematología, E.E. Huancayo, INIAA, Perú.*

## IMPORTANCIA ECONOMICA

De las 40 especies de nematodos consideradas como parásitos del cultivo de papa a nivel mundial, tres son de importancia económica en el Perú, de los cuales sola la especie del género Globodera spp. es de importancia en la Sierra Central de este país. Este nematodo puede reducir el rendimiento del cultivo de papa hasta en 40%, dependiendo del nivel de infestación de su población.

En otras realidades ecológicas, como en los Estados Unidos de Norteamérica, se calcula que el nematodo dorado o nematodo quiste (Globodera spp.) causa pérdidas en los cultivos que ascienden a más de 7 mil millares de dólares, ligeramente inferior a los causados por los insectos. En Inglaterra, la reducción del rendimiento del cultivo de papa es completa cuando el nivel de infestación es de 300 huevos por gramo de suelo.

## NEMATODO QUISTE

### Agente causal

#### Nombre científico:

Globodera pallida

Globodera rostochiensis

#### Nombre común:

Nematodo quiste

Nematodo dorado o nematodo quiste

### Morfología

La mayoría de los nematodos parásitos de las plantas son de forma cilíndrica, redondeada y alargada, no segmentada, no tienen sistema circulatorio ni respiratorio. El sistema digestivo es el más completo que presentan los nematodos en general. Este está formado por un tubo que consta de: Boca, estoma, esófago, válvula intestinal, intestino, recto ano, (Q) y cloaca (O\*).

El estoma presenta variaciones según el tipo de alimentación de los nematodos. En el caso del nematodo quiste, presenta el estoma más evolucionado, que se reduce a un aguijón endurecido y móvil llamado estomato estilete con el que succiona su alimento y penetra a las raíces de la planta.

El esófago es el órgano más peculiar y original de los nemátodos, formado por tejido muscular y glandular, en cuyo interior presenta el lumen que conecta el esófago con el intestino.

La válvula intestinal, llamada también cardias, se encuentra entre el esófago y el intestino, en caso del nematodo quiste, el bulbo medio funciona como una estación de bombeo que impulsa el alimento hacia el intestino, el mismo que es un tubo largo sin mayor diferenciación, normalmente lleno de glóbulos de una sustancia grasosa. El intestino empieza en la válvula del esófago intestinal y se estrecha para formar el recto y termina en el ano (en las hembras), y cloaca (en los machos).

El sistema reproductor de los nematodos es un sistema evolucionado. En el caso del nematodo quiste, se produce la fecundación interna y la reproducción sexual; los machos conservan la forma de gusano redondo y alargado; cuando ha madurado mide un milímetro de longitud aproximadamente. El cuerpo de la hembra al madurar se ensancha y después de la muerte se convierte en quiste. Estos tienen forma global, miden entre 0.5 y 1 mm de diámetro y presentan una pequeña prominencia que corresponde a lo que era la cabeza del nematodo, la cual estaba adherida a las raíces.

### **Taxonomía**

Los nematodos quiste pertenecen a la clase nematoda. Recientemente fueron asignados al género Globodera a causa de la forma globular de sus quistes (antes pertenecían al género Heterodera, cuyos quistes tienen forma de limón). Al cultivo de la papa atacan: G. rostochiensis y G. pallida. La diferencia más evidente entre ambas especies es el color de las hembras. Las de G. rostochiensis son amarillas y doradas y las hembras de Globodera pallida son blanco o crema; ambos forman quistes marrones.

Existen otras características morfológicas que sirven para la diferenciación taxonómica de las dos especies del género Globodera, tal como la configuración de la región bucal, características del estomato estilete y la cutícula de la región ano-vulvar de los quistes.

## **Ciclo de vida y biología**

El ciclo de vida del nematodo quiste tiene una duración entre 38-48 días. Empieza cuando el huevo se halla dentro del quiste en promedio de 300/quiste, y que puede conservarse durante 15 años viables en ausencia del hospedero.

El proceso de ekbriogénesis comienza dentro del quiste y se produce sin la intervención directa del huésped. Antes de salir del huevo, se produce la primera muda y se convierte en segundo estadio juvenil. Este puede salir del quiste por estímulos del exudado radicular de la papa, para lo cual rompe la pared del huevo y sale del quiste, para penetrar a la raíz del hospedero, movilizándose y alimentándose dentro de la planta. Luego se produce la segunda muda para convertirse en el tercer estadio juvenil donde aún no existe diferencia sexual. Cuando se produce la tercera muda se convierte en el cuarto estadio juvenil donde si hay diferencia sexual, dependiendo de la cantidad de alimento que haya disponible. En este período la hembra se ensancha algo más y el macho se enrolla dentro de su cutícula del tercer estadio juvenil. Seguidamente, se produce la cuarta muda dentro de las raíces, para ser adultos, en los que la hembra se vuelve sedentaria y se adhiere a la raíz del tejido de la corteza. Su cuerpo crece y rompe las células de la raíz y llega a ser visible fuera de ella, aunque su cabeza permanece dentro del tejido radicular.

El macho, que conserva su forma alargada, abandona la cubierta del tercer estado juvenil y se moviliza dentro de la raíz hasta salir de ella a buscar a la hembra para aparearse. La hembra puede ser fertilizada por varios machos que luego mueren. La hembra blanca se vuelve crema o amarillenta, luego marrón, para después morir y caer al suelo convirtiéndose en quiste marrón y duro, resistente a las condiciones ambientales desfavorables para ellas. Cada quiste contiene y protege hasta más de 600 huevos. Cada uno de estos está protegido por una membrana vitelina resistente a la penetración de sustancias químicas o desecaciones.

## **Distribución geográfica**

La dispersión del nematodo quiste de la papa es a nivel mundial; mientras que en Europa predomina G. rostochiensis, en América del Sur se encuentran las dos especies; sin embargo, G. pallida ocupa exclusivamente el área ubicada hacia el Norte del Lago Titicaca, y hacia el Sur, aunque ambas están presentes, predomina



## Globodera rostochiensis.

De acuerdo a los resultados de distribución geográfica del nematodo quiste en el Perú, se determinó que el 100% de los departamentos paperos están infestados y que a partir de los 2,900 a 3,800 msnm se encuentran las más altas poblaciones de este nematodo. Para la Sierra de nuestro país predomina G. pallida con el fototipo P<sub>5</sub>, en la Sierra Central; existen los fototipos P<sub>4</sub> y P<sub>5</sub> y en la Sierra Sur predomina el fototipo P<sub>4</sub>.

### **Síntomas de la enfermedad**

Estas varían de acuerdo a su densidad de población del nematodo. A menor densidad de población no se producen síntomas aéreos ni reduce el rendimiento; a mayor densidad de población sí produce dichos síntomas y reduce el rendimiento.

Los síntomas que presentan las plantas infestadas por el nematodo quiste son parecidos a los de deficiencia de elementos nutrientes del suelo (N, P, K), así como: Crecimiento retardado de la planta, en uno o más "parches" del campo, los cuales se agrandan, cada vez que se realiza el monocultivo de su hospedero principal "la papa", causando así el amarillamiento y marchitez de la planta. En la parte subterránea, el síntoma característico es la disminución del sistema radicular, producción de tubérculos pequeños y llegando a veces hasta la pérdida mayor de la cosecha.

El síntoma específico del nematodo quiste, es el signo que se observa cuidadosamente en las raíces luego de 8 semanas después de la siembra.

Al extraer una planta, se observa la presencia de cuerpos pequeños y esféricos, que son las hembras del nematodo, las cuales miden de 0.5 a 1 mm de diámetro y son de color blanco, luego crema o amarillo, dependiendo de la especie del nematodo y del grado de madurez de la hembra que luego se transforma en quiste. Estos se desprenden fácilmente de las raíces y caen al suelo.

### **Relación hospedero parásito**

Los nematodos quiste son considerados como los parásitos más evolucionados, ya que, se hacen dependientes de su hospedero por las substancias necesarias para

pasar de un estadio a otro. Esto indica que hay sincronización entre el ciclo biológico del nematodo y el ciclo vegetativo del hospedero.

El segundo estadio juvenil del nematodo quiste estimulado, por el exudado radicular del hospedero, rompe la pared del huevo, sale del quiste para penetrar a las raíces, luego de una fase de exploración lenta. Una vez que el nematodo ha penetrado a la célula, se produce la inyección de secreciones glandulares del nematodo, lo cual probablemente estimula la formación de células "gigantes" que se denominan también sincitos, donde las hembras del nematodo se ensanchan y se alimentan permanentemente por bombeo del esófago.

### **Método de diseminación**

El medio principal de diseminación del nematodo quiste constituye los mismos quistes, cuyo contenido puede permanecer viable por más de veinte años. Los quistes adheridos al suelo de los tubérculos o de las herramientas son medios de diseminación muy importantes.

El agua es otro medio de diseminación de gran importancia.

### **Determinación de la densidad de población**

Para determinar esta densidad existen dos métodos de análisis de suelos y bio-ensayos.

Análisis de suelo: Consiste en determinar la densidad de población del quiste de una muestra de suelo secado bajo sombra. En el laboratorio se usan varios métodos sofisticados.

El principio físico de estos métodos es la flotación de los quistes y la sedimentación de las partículas del suelo. Para ello, el suelo seco se suspende en unos recipientes con agua y se cuenta el número de quistes que flotan en la superficie, expresados en proporción del tamaño de la muestra de suelo analizado. De esta muestra se toman quistes para determinar la viabilidad total por quiste.

Sin embargo, para conocer el nivel de infestación real del suelo en estudio, es necesario determinar la viabilidad infectiva, por medio de pruebas de emergencia

referidas al número de segundos estadios juveniles, estimulados a emerger por acción de exudado radicular de papa, colectado de plantas susceptibles al nematodo quiste. Cuando la viabilidad total es referida al tamaño de muestra de suelo (100 gramos) y al número de quistes extraídos de ella, se determina la densidad de la población de nematodos que equivale al nivel de infestación del suelo expresado en número de huevos y estadios juveniles por gramo de suelo.

**Bio-ensayos:** Para determinar la población de nematodos quiste, el método consiste en usar el suelo problema para cultivar para bajo condiciones controladas, como en macetas.

A las ocho o diez semanas después de la "siembra", si el suelo está infestado, es posible ver a las hembras del nematodo quiste adheridas a las raíces de las plantas. La evaluación de estas raíces puede hacerse usando la escala recomendada por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

Escala de calificación:

- 0 - Ausencia de hembras
- 1 - Pocas hembras difíciles de ver
- 2 - Pocas hembras, fáciles de ver
- 3 - Muchas hembras, fáciles de ver

#### **Métodos del manejo del nematodo quiste**

El manejo del nematodo quiste debe realizarse según los resultados del análisis nematológico de la muestra de suelo del campo problema. En Inglaterra, cuando el nivel de infestación del nematodo es mayor de 20 huevos y estados juveniles por gramo de suelo, es necesario optar uno o varios métodos de control.

En el Perú, se ha estimado que el nematodo quiste produce pérdidas de 318.568 TM de papa, equivalente a: 637'136,000 Intis anuales; sin embargo, aún no se ha determinado el nivel de infestación económicamente importante para el cultivo de papa.

La Estación Experimental Agropecuaria "Santa Ana" viene desarrollando tecnología para el manejo del nematodo quiste, principalmente a través de la obtención de cultivares resistentes a este y del estudio del efecto de la rotación de

cultivos sobre la dinámica de población del nematodo.

### **Obtención de variedades resistentes a Globodera pallida**

Las variedades resistentes constituyen un método práctico, económico y eficaz en el manejo de esta especie, ya que actúan como plantas trampas favoreciendo la eclosión, la penetración y, en algunos casos, no permiten cumplir con su ciclo de vida. Otras variedades permiten llegar al nematodo hasta adulto, siendo la mayor parte de la población machos. Esto, en caso de variedades resistentes ligadas a condiciones adversas para el nematodo.

La E.E. "Santa Ana", desde 1983, viene evaluando cientos de genotipos resistentes a G. pallida en condiciones de campo. G. pallida es considerada como la especie predominante en la Sierra Central. El material genético procede del convenio INIPA PNP CIP; este último viene investigando y generando nuevas y prometedoras fuentes de resistencia provenientes de Solanum vernie y S. tuberosum sp. andígena.

La Sierra Central ha sido designada como la sede para las primeras evaluaciones de genotipos por resistencia a G. pallida en condiciones de campo. Los seleccionados son distribuidos a otros lugares estratégicos del país (Trujillo, Cusco y Puno).

El cuadro 4 muestra el resumen de la evaluación de genotipos por resistencia a G. pallida durante cinco campañas agrícolas. De este grupo, el genotipo 279142.12 ha sido liberado por el Programa Nacional de Papa como el primer cultivar peruano llamado "María Huanca" resistente a: G. pallida, Phytophthora infestans (rancho), inmune a PVY e hipersensitivo a PVX. De este mismo cuadro, el genotipo 279139.5 es otro virtual cultivar resistente a G. pallida en la Sierra Central y resistente a la enfermedad de la rancho en la capital peruana de la papa: Huasahuasi - Tarma.

En el cuadro 5 y gráficos 1 y 2, se indican los resultados de investigaciones sobre dinámica de población del nematodo y del rendimiento de los genotipos avanzados seleccionados por su resistencia a G. pallida. Estos estudios constituyen la base científica para ser liberada como un nuevo cultivar.

## **Rotación de cultivo**

Consiste en cultivar en campos con un nivel de infestación alto del nematodo quiste, plantas no hospederas tales como gramíneas, leguminosas, etc. Este método es selectivo, porque la densidad de la población del nematodo puede disminuir hasta en 30% cada año.

La E.E. "Santa Ana" viene investigando los efectos de la rotación de cultivos sobre la densidad de población del nematodo quiste G. pallida. El gráfico 3 muestra la fluctuación de la densidad de población inicial y final de G. pallida durante dos campañas agrícolas. En la curva de la población de 1985, se observa un incremento considerable de la población final con respecto a la población inicial de los tratamientos 2, 3, 4, 5, debido a la presencia de su hospedero eficiente en cultivo de papa; mientras que, en los tratamientos 1 y 6, se observa menor incremento debido a la ausencia del hospedero papa en el tratamiento 1 y a la protección del nematicida Temik 10 G, al cultivo de papa en el tratamiento 6. Esta misma tendencia se observa en el incremento de la población durante la campaña agrícola 1986, aunque esta vez la población final es menor que en la campaña anterior, debido probablemente a la mala calidad de la semilla del cultivar Huancayo, cuyo vigor de las plantas durante la campaña fue regular y con el sistema radicular, también regular. A esto, pueden agregarse los efectos de la sequía durante la campaña agrícola 1985 - 1986.

## **Control químico**

La acción de los nematicidas es proteger a la planta del nematodo por un período corto. Como consecuencia de ello, se incrementa el rendimiento del cultivo, siempre y cuando las condiciones de humedad y de temperatura del suelo, sean adecuadas para aquello; pero la densidad de población del nematodo se incrementa respecto a la densidad de población de pre-siembra. Los nematicidas son costosos y tóxicos, por lo cual se recomienda su uso exclusivamente en campos dedicados a la producción de semilla de papa en casos extremos de falta de disponibilidad de terreno.

## BIBLIOGRAFIA

1. BRODIE, B.B. and PLAISTED, R.L. Resistance to root knot nematodes in Solanum Tuberosum spp. andigena J. Nematod. 8: 280-281.
2. CANTO, MAUD, M., DE SAIRRAH, M. 1977. Raas of the potato cyst nematode in the Andean region and New System of classification, Nematologica 23: 340-349.
3. EVANS, K., FRANCO, J. and DE SAIRRAH, M.M. 1975. Distribution of species of potato cyst-nematodes en South America, Nematologica 21: 365-369.
4. FRANCO, J. 1981. Nematodos del quiste de la papa, Globodera spp. Boletín de información técnica Nº 9. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú, 21 p.
5. JATALA, P. 1981. Nematodos parásitos de la papa. Boletín de información técnica Nº 8. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú, 17 p.
6. JATALA, P. and ROWE, R.P. 1977. Reaction of 62 tuberbearing solanum species to root-knot nematode: Meloidogyne incognita acrita. J. Nematol. 8: 290.
7. JATALA, P. and DE SAIRRAH, M.M. 1975. Mode of dissemination of Nacobbus aberrans in potato tuber. IX Reunión de Nematólogos de los Trópicos Americanos. March 21-25. Lima, Perú, 32 p.
8. MAI, W.F. et al. 1980. Nematodos parásitos de papa. pp. 131-141. En Hooker, W.J. (ed.). Compendio de enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú, 166 p.
9. MARTIN, A. 1986. Distribución geográfica, bioecológica y sintomatológica del nematodo dorado, Heterodera rostochiensis woll en el Perú. Memoria de la V Reunión 2-7 diciembre. Lima, Perú, 81 p.
10. SCURRAH MAYER, M. de. 1981. Evaluación de la resistencia en papa a los nematodos del quiste. Boletín de información técnica Nº 10. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú, 16 p.
11. STONE, A.R. 1972. Heterodera pallida n. sp. (Nematodea Heteroderidae) a second specie of potato cyst nematode. Nematologica. 18: 591-606.
12. WALLACE, H.P. 1973. Nematode ecology and plant disease, Edward Arnold London. 228 p.

**C. PROBLEMAS DE VIROLOGIA**





# **VIROLOGIA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA**

**Antenor Hidalgo \***

## **INTRODUCCION**

Los virus son agentes infecciosos de tamaño extremadamente pequeño que causan enfermedades en plantas y animales. Estos microorganismos tienen la característica especial de ser parásitos obligados que viven y se multiplican dentro de las células vivas, pero afortunadamente no todos tienen importancia económica significativa en el cultivo.

Por ello, es necesario la identificación, su estudio y el reconocimiento de los daños que causan los virus en el cultivo de papa, a fin de desarrollar medidas efectivas de prevención y control.

## **EFFECTOS DE LOS VIRUS EN EL CULTIVO DE LA PAPA**

El efecto de una planta está generalmente relacionado a la severidad del síntoma producido. Los síntomas, por otro lado, varían con el virus, el hospedero y las condiciones ambientales, preferentemente la temperatura. En todo caso, los daños que pueden causar los virus en el cultivo de papa, se traducen en las pérdidas económicas que se derivan en dos efectos: Primero, del menor rendimiento ocasionado por la infección viral; y, segundo, del costo de las medidas de que toman para minimizar este efecto.

---

\* *Coordinador Nacional de Semilla Básica de Papa, E.E. Santa Ana, Huancayo, INIAA, Perú.*

## **Pérdidas directas**

Las pérdidas debidas a infecciones virales varían grandemente dependiendo del tipo de daño. Estos pueden ser cualitativos o cuantitativos. Los primeros están relacionados a la reducción del valor comercial de los tubérculos; los otros se refieren al efecto sobre el número y tamaño de los tubérculos (rendimiento). Las pérdidas cualitativas son consecuencia de los daños producidos en los tubérculos tales como: Deformaciones, rajaduras y necrosis.

En cambio, los daños producidos en el follaje van a interferir con la fotosíntesis y el transporte de los productos formados por ella, mediante la disminución del área foliar (necrosis, enanismo, deformaciones, etc.).

## **Medidas indirectas**

El otro efecto que debe ser considerado es el enorme esfuerzo económico que se hace para conseguir semilla libre de virus (invernaderos, laboratorios, equipo, personal, etc.) y todos los gastos que implican el mantener la semilla con el menor contenido de virus posible (eliminación de plantas enfermas, control de vectores, etc.). Estas dos situaciones se consideran como pérdidas indirectas.

## **Efecto de Sinergismo**

Si bien es cierto que todos los virus pueden ocasionar reducción del rendimiento en una variedad de papa, no todos lo hacen con la misma magnitud. La combinación de dos o más virus da lugar a efectos más graves que cuando uno de ellos lo afecta individualmente. Este fenómeno es conocido como sinergismo.

## **SINTOMAS CAUSADOS POR VIRUS EN PAPA**

### **1. Síntoma en el follaje**

- Aclaramiento de nervaduras: Nervaduras con color más claro que el normal, antecede a los mosaicos.
- Mosaico: Areas de color verde claro o cloróticas en las hojas.

- **Moteados:** Áreas de color verde claro como especie de lagunas.
- **Amarillamiento:** Pérdida del color verde normal uniforme en parte o todo el follaje.
- **Cálico:** Presencia de áreas de color amarillo intenso en contraste con el verde normal de las hojas.

## **2. Cambios en forma, tamaño o textura**

- **Reducción del tamaño de las hojas:** Hojas de tamaño reducido en comparación con aquellas de plantas sanas.
- **Enrollamiento:** Encarrujamiento o doblez externa del foliolo teniendo la nervadura central como eje.
- **Deformación de las hojas:** Estas pierden su forma normal por alargamiento o ensanchamiento del limbo.
- **Rugocidad:** La superficie de la hoja es rugosa o ampollada en todo el área foliar de la planta.

## **3. Necrosis del follaje**

- **Necrosis sistemática:** Líneas o manchas necróticas distribuidas parcialmente en todo el follaje.
- **Necrosis de las nervaduras:** Necrosis sistemática en las nervaduras por el envés de los foliolos.

## **4. Síntomas en tubérculos**

- **Ahusamiento:** Estrechamiento gradual del grosor del tubérculo, más pronunciado en la inserción con el estolón.
- **Sobrecrecimiento:** Hinchamientos o tuberculillos que crecen del tubérculo principal.
- **Rajaduras:** Finas, superficiales o profundas.
- **Manchas necróticas internas:** Lesiones necróticas circulares o irregulares internas en el tubérculo.

## **5. Pérdida del vigor de brotes**

- Ahilamiento de brotes: Brotes delgados y generalmente alargados.

## **TRANSMISION DE LOS VIRUS DE PAPA**

En condiciones naturales, los virus de papa pueden ser transmitidos de plantas infectadas a plantas sanas de varias maneras:

### **1. Transmisión por contacto entre tubérculos brotados**

Algunos virus pueden diseminarse cuando los tubérculos sanos, especialmente si están brotando, se ponen en contacto con tubérculos infectados en el almacén, también cuando los tubérculos son fraccionados antes de la siembra (APX, APMV). El PSTV también es transmitido fácilmente de esta manera.

### **2. Transmisión por contacto entre las hojas**

Bajo condiciones de campo, el PVX, el APMV y el PSTV, pueden ser fácilmente transmitidas a plantas sanas, que están en contacto con plantas enfermas. La diseminación secundaria de estos virus puede ser alta en un campo bajo cultivo normal. El viento que favorece el contacto entre plantas incrementa las posibilidades de diseminación de estos virus; este tipo de diseminación depende de varios factores como la susceptibilidad del cultivar, la virulencia de la variante del virus, el estado de fertilidad del cultivo, el esparcimiento entre surcos y la distancia entre plantas.

### **3. Transmisión por áfidos**

Esta forma de transmisión es trascendental en papa, pues los dos virus más ampliamente distribuidos e importantes: Enrollamiento de las hojas (PLRV) y virus Y de la papa (PVY), son transmitidos por áfidos. Se consideran tres tipos de transmisión:

- Transmisión no persistente: Los virus son adquiridos por el vector y transmitidos en pocos minutos, no tienen período de incubación. El áfido pierde rápidamente la capacidad de infectar. El mejor ejemplo es el PVY.

- **Transmisión persistente:** Los virus son adquiridos por el vector en períodos más largos, generalmente de 10 a 60 minutos y no se transmiten en forma inmediata, sino que debe haber un período de incubación que es de 12 horas. Los áfidos pueden retener estos virus por el resto de su vida. Ejemplo: El virus del enrollamiento de las hojas (PLRV).
- **Transmisión semipersistente:** Los virus son adquiridos por el áfido en unos 15 minutos y pueden transmitirlos hasta por dos días. No se conocen virus en papa que sean transmitidos de esta manera.
- **Myzus persicae:** Es el vector más importante de los virus de papa.

#### **4. Transmisión por saltahojas**

El virus del enanismo amarillo de la papa (PYDV) es transmitido por saltahojas Agallia constricta. Este virus es circulatorio o persistente y se propaga en el vector.

#### **5. Transmisión por coleópteros**

El virus andino latente de la papa (APLV) que ocurre en Sudamérica es transmitido en baja proporción por: Epitrix sp. que es una plaga común en los cultivos de papa de la región andina. El APMV es transmitido por Diabrotica viridula auct.

#### **6. Transmisión por nematodos**

Tres son los géneros de nematodos transmisores de virus:

- Xiphinema
- Longidorus
- Trichodorus

Son nematodos migratorios y ectoparásitos, o sea, que no forman quiste; tienen estiletes largos para perforación. Ejemplo: TRV, transmitido por el Género Trichodorus.

#### **7. Transmisión por hongos**

Dos son los virus de papa que son transmitidos por hongos: El PMTV, es trans-

mitido por Spongospora subterranea y el PVX por Synchytrium endobioticum. Estos hongos producen zoosporas móviles, las cuales son vectores potenciales del virus. En el caso del Potato Mop Top Virus (PMTV), las partículas son llevadas en el interior de las zoosporas y en los esporangios de descanso y permanecen por meses y años en el suelo.

## **8. Transmisión por semilla sexual**

Algunos virus tienen la propiedad de ser transmitidos por la semilla botánica de papa; esto es conocido como transmisión vertical.

El viroide PSTV es transmitido hasta en un 100% por semilla botánica de papa.

El APLV es transmitido en un 1% a través del polen o el óvulo de plantas infectadas.

## **STRAINS**

Así como los hongos y bacterias, una especie determinada no está constituida por población homogénea de individuos, sino tiene variantes que se llaman razas; igualmente, en virus existen razas que se denominan "Strains".

Estas variantes surgen en forma natural y constituyen variación normal o pueden ser producidas en forma similar con uso de sustancias químicas.

## **PRINCIPALES VIRUS QUE AFECTAN A LA PAPA**

Aproximadamente, 27 virus y un viroide son los que infectan a la papa en condiciones naturales en el mundo.

### **1. El virus del enrollamiento de las hojas**

Juntamente con el virus Y son las principales causas de la llamada degeneración de la papa; reduce el rendimiento hasta 90% y se encuentra distribuido en todas las zonas paperas del mundo, especialmente en las regiones cálidas donde las poblaciones del vector son altas.

Los síntomas primarios se manifiestan presentando un ligero enrollamiento

de las hojas apicales, especialmente en la base de los folíolos, adquieren un hábito erecto y coloración amarillenta o púrpura.

Los síntomas secundarios se manifiestan en las hojas basales acompañados de enanismo, hábito de crecimiento erecto y clorosis de hojas superiores. Las hojas enrolladas son rígidas y coriáceas presentando color púrpura en el envés.

El PLRV es un virus de partículas isodiamétricas de 24 nm de diámetro. Se transmite por áfidos en forma persistente. El vector más importante es Myzus persicae.

Este virus se puede controlar mediante el descarte de plantas enfermas, uso de semilla sana, control químico de vectores y el uso de cultivo de meristemas, ya que este virus se encuentra circunscrito al floema.

## **2. El Virus "Y" de la Papa (PVY)**

Es el segundo en importancia en afectar a la papa. Está diseminado en las hojas paperas del mundo. Reduce el rendimiento hasta en un 55% cuando actúa individualmente y en 75 a 90% en combinación con otros virus como el PVA o el PVX.

Produce diversos síntomas dependiendo del cultivar Y, de la variante del virus. El más común es el mosaico severo, rugosidad, necrosis y caída de las hojas. La necrosis puede afectar solo a ciertas nervaduras de la cara inferior de las hojas o puede ser tan severa que puede ocasionar que estas colapsen y caigan o permanescan colgadas de la planta.

Las combinaciones de PVY con otros virus de papa, tales como PVX, PVS, APMV, producen sinergismo ocasionando enfermedades más severas que pueden destruir el cultivo. Es un virus de partículas alargadas y flexuosas de: 730 x 11 nm.

Se transmite por varias especies de áfidos en forma no persistente. El Myzus persicae es el vector más importante. Se controla usando semilla sana, cultivares resistentes, descartando plantas enfermas y controlando la transmisión

por vectores mediante cultivos varrera y el uso de insecticidas.

### **3. El Virus "S" de la Papa (PVS)**

Este virus pasó inadvertido por muchos años en el mundo entero. Actualmente es considerado común e importante, ocasionando pérdidas entre 5 y 20%; en combinación con PVX provoca síntomas muy severos en algunos cultivares.

Su infección es latente, algunos cultivares reaccionan mostrando mosaico suave y ligero, bandeamiento de nervaduras, bronceamiento, rugocidad.

PVS es un virus de partículas alargadas, ligeramente flexuosas de aproximadamente 650 x 12 mm. Se transmite con facilidad por contacto con plantas enfermas; el virus puede ser controlado usando semilla sana.

### **4. Virus "X" de la Papa (PVX)**

Es otro de los virus importantes de la papa ampliamente distribuido en el mundo y puede ocasionar pérdidas de más del 10%.

El daño que causa varía mucho de acuerdo a la variante del virus y el cultivar de papa. Produce un mosaico suave, algunas variantes pueden producir rugocidad. En combinación con PVY, PVS y APMV, puede provocar encarrujamiento rugocidad, necrosis y deformación de folíolos.

PVX tiene partículas alargadas flexuosas de unos 513 x 13 mm de diámetro. Se transmite fácilmente por contacto. El virus es transmitido ocasionalmente por insectos masticadores. Se controla con el uso de semilla sana, reduciendo al mínimo el tránsito por los surcos y el uso de variedades resistentes.

### **5. El Virus del Moteado Andino de la Papa (APMV)**

Descrito en el Perú por Fribourg Jones y Koenig en el año 1977; está diseminado en la Región Andina a altitudes mayores de 2,000 msnm.

El APMV normalmente produce un moteado suave como síntoma primario; los cultivares susceptibles acusan fuerte moteado, deformación de hojas, necrosis sistémica, enanismo.



El APMV tiene partículas isométricas de aproximadamente 28 mm de diámetro. Se transmite por contacto y aparentemente por un escarabajo del género *Dia-brótica*.

El efecto es más drástico cuando APMV interacciona con PVX y PVY, donde produce una reducción en el rendimiento de 64 y 62% respectivamente.

El APMV se controla con el uso de semilla sana, descarte de plantas enfermas y controlando al insecto vector.

#### **6. Virus Latente de la Papa (APLV)**

Caracterizado por Fribourg Et. Ap. en 1977; es común en toda la Región Andina entre los 2,000 y 4,000 msnm.

Su infección primaria es latente, pero con cierta frecuencia causa necrosis o clorosis reticular de las nervaduras menores y/o mosaico suave o rugocidad como síntoma secundario.

Las partículas de APLV son isodiamétricas, aproximadamente de 30 mm de diámetro. Se transmite en cierto grado por el escarabajo pulga de la papa *Epitrix* sp., se disemina con facilidad por contacto o rozamiento entre plantas enfermas y sanas. También se transmite en porcentaje bajo a través de semilla botánica de papa.

Se controla usando semilla sana, aplicación de insecticidas para disminuir la diseminación cuando la población de *Epitrix* es alta.

#### **BIBLIOGRAFIA**

1. **ABAD, J. 1986. Principales plagas y enfermedades de la papa en el Perú. INIPA. 6-50 pp.**
2. **DE BOKX, J.A. 1980. Virosis de la papa y de la semilla de papa. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 303 p.**
3. **SALAZAR, L.F. 1982. Enfermedades virosas de la papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 111 p.**



## // INVESTIGACION EN PROBLEMAS VIROLOGICOS

**Lukas Bertschinger \***

### INTRODUCCION

Dentro del contexto del Proyecto "Manejo y producción de semilla para incrementar la productividad de la papa en el Perú" (Convenio INIAA-CIP-COTESU) se realizaron, desde su inicio en 1983, una serie de experimentos investigando problemas virológicos. El objetivo final de esta investigación es de conocer y cuantificar los mecanismos de generación de semilla por virus para poder adaptar mejor las estrategias de producción de semilla a las realidades de las zonas productoras de semilla de papa. El hecho que la mayoría de la investigación reportada sobre estos problemas se realizará en países fuera de la Región Andina hace necesario una investigación en esta región para cumplir con el objetivo mencionado. Se presentará la estrategia de la investigación sobre problemas virológicos llevada a cabo por el proyecto y luego se demostrarán los problemas de la investigación realizada, mediante algunos resultados principales.

La estrategia presentada podría ser aplicada a otros países de la Región Andina.

---

\* *Investigador INIAA-CIP-COTESU, Lima, Perú.*

## **MATERIALES, METODOS Y CONDICIONES NECESARIAS**

La detección de los virus se realizó por el método ELISA. El laboratorio de virología en la Estación Experimental Agropecuaria en Santa Ana, Huancayo (EEA, CIPA XVI) tuvo que ser implementado adecuadamente para poder procesar de 60000 a 70000 muestras por año (5000 - 10000) para los chequeos rutinarios (plántulas in vitro, plantas madres, plantas de invernaderos para la producción de la semilla pre-básica, campos de multiplicación de la semilla básica) y censos en zonas productoras de semilla, 50000 - 60000 para la investigación de otros problemas (degeneración de la semilla, resistencia fisiológica, etc.).

Se tenía que adaptar algunos aspectos técnicos del método ELISA para poder chequear tal cantidad de muestras. Para algunos cambios metodológicos, una investigación preliminar era necesaria. Las conclusiones claves son:

### **Almacenamiento de muestras entre muestreo y chequeo**

Si solamente se desea determinar si una muestra está infectada con virus o no (chequeo cualitativo) es posible guardarla a  $-20^{\circ}$  C para 32 días (PLRV) y para 81 días (PVY, PVX, PVS, APMV).

### **Preparación de reactivos para el chequeo con anticipación**

Los buffers que se necesitan para el método ELISA se pueden preparar con una semana de anticipación y almacenarlos a  $4^{\circ}$  C (Rek, 1987). Las placas se pueden sensibilizar y almacenar secas selladas en una bolsa de plástico a  $-20^{\circ}$  C hasta varios meses (Gugerli, 1983).

### **Procesamiento del método ELISA**

El éxito de chequeos de tubérculos por ELISA, utilizando el extractor "400" de jugo (Tecan LTD.), (Gugerli, 1979 y 1986a), depende del siguiente tratamiento: Almacenamiento de los tubérculos después de la cosecha a  $4^{\circ}$  C o temperatura ambiental en la Sierra peruana, ruptura de la dormancia con Rindite, almacenamiento de los tubérculos a  $20 - 22^{\circ}$  C durante 5-6 semanas, chequeo de los tubérculos por ELISA con el extractor (ver también: Rek, 1987).

Con el fin de evitar reacciones inespecíficas es muy importante que el volumen que se utiliza para la sensibilización por hoyo en la placa de ELISA, es mayor que los volúmenes que se utilizan para la incubación de la muestra, del conjugado y del sustrato para evitar el contacto del jugo de la planta con la superficie no sensibilizada del hoyo.

En la EEA se utilizan en los 4 pasos: 220, 180, 190 y 160 ul, respectivamente (230, 200, 200, 200 ul, también dan buenos resultados). Esta técnica no requiere necesariamente un microdispensador. Es suficiente de echar con una pipeta "Pasteur" una gota más del IgG diluido que de la muestra, del conjunto diluido y del sustrato.

### **Cuantificar la concentración de un virus en una muestra infectada**

Para algunos experimentos especiales, un fotómetro nos permitió medir la concentración del virus en una muestra infectada (en relación a una muestra sana). Todavía se está investigando el método de determinación del límite entre el valor sano e infectado. El método de Gugerli (1986b) convence en muchos aspectos.

Vale enfatizar que un laboratorio puede procesar 5000 - 10000 muestras por año utilizando solamente equipo básico de laboratorio, siguiendo la metodología difundida por el CIP (1983). Esta permite llevar a cabo censos y control de la producción, que requiere solamente resultados cualitativos.

Todos los experimentos de degeneración no hubieran sido posibles sin acceso a una semilla libre de virus (semilla prebásica). La capacitación permanente del personal de laboratorio de virología en aspectos técnicos del trabajo con el método ELISA fue importante para obtener resultados conclusivos.

## **LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACION EN PROBLEMAS VIROLOGICOS**

### **a) Definir y cuantificar el problema causado por los virus**

En primer lugar se determinaron los virus que supuestamente son importantes (referente a su diseminación y la reducción del rendimiento) en la zona y para cuales los antisueros eran disponibles.

Luego, era importante conocer el nivel de la infección virósica de la papa cultivada en la zona. Esto se hizo mediante censos (chequeos por ELISA de muestras tomadas al azar en campos de papa comercial). Una reseña de la semilla sembrada en los campos investigados (origen de la semilla, año de adquisición, etc.) era importante para interpretar los resultados.

En tercer lugar se tenía que investigar la reducción del rendimiento por cada virus. Esto se determinó en experimentos midiendo el rendimiento planta por planta incluyendo como tratamiento de plantas sanas al lado de plantas virósicas, en las cuales se puede manifestar un efecto compensatorio (Scheidegger, 1987). La cosecha planta por planta puede ser un trabajo muy laborioso y difícil si se trata de variedades con estolones largos.

En otros experimentos se determinó el rendimiento de parcelas sembradas con semilla infectada con un virus a 100%, en comparación con semilla infectada con un virus a 100%, en comparación con semilla libre de virus (bloques completos randomizados al azar). En este caso eran necesarios muchos tubérculos con infecciones virósicas comprobadas por chequeos serológicos.

La sintomatología de un virus varía de acuerdo a la zona climática, la variedad, la edad de la planta y los strains del virus. Se ha investigado la relación entre sintomatología e infección virósica de la planta (comprobada por ELISA) en varios campos comerciales de papa. Estos datos y el conocimiento de la reducción del rendimiento, causado por un cierto virus o una cierta combinación de virus, permite juzgar si los virus son un problema en la zona.

Experimentos de degeneración de la semilla por virus permitirán cuantificar el aumento del nivel virósico de una semilla en el transcurso de varias generaciones. Esto permitirá determinar durante cuántas generaciones se puede multiplicar una semilla sin llegar a niveles intolerables de infección virósica. Los experimentos de degeneración se realizan en varios pisos ecológicos para poder determinar en cuánto influye el clima en la degeneración.

#### **b) Analizar el problema**

El hecho que tal vez una alta población de áfidos está presente en el Valle del Mantaro (Sebastián, 1987) pero que la incidencia de los virus transmitidos por

áfidos causan el mayor daño en el rendimiento, parece bajo (Scheidegger y Luther, 1987), ha hecho necesario la investigación más profunda de los mecanismos de degeneración.

De los factores que influyen en la incidencia de virus en un campo en el transcurso del tiempo (epidemiología) (gráfico 1) se están investigando ahora, principalmente los factores "planta" e "insectos vectores", porque son los factores variables en el contexto de la producción de semilla en semilleros del sistema formal o en campos de pequeños agricultores (sistemas campesinos).

#### **c) Colaboración entre proyectos de investigación e instituciones**

Los factores que influyen en la epidemiología de virus se investigan en diferentes disciplinas (virología, fisiología, entomología, agronomía...). Esto hace necesaria la colaboración de diferentes proyectos de investigación e instituciones. Por lo tanto, algunos aspectos de la epidemiología de virus se están estudiando en colaboración con el proyecto de entomología y con el proyecto PICPA (Plan Integral del Cultivo de Papa en el Departamento de Junín, CIPA XII).

En realidad, el esquema seguido por el proyecto no es tan lineal como se lo presenta en forma escrita, se ha seguido un proceso circular permanente como se presenta en el gráfico 2.

#### **d) Resultados y problemas**

De acuerdo con los especialistas del Programa Nacional de Papa (PNP) y del Centro Internacional de la Papa (CIP), y de acuerdo a los antisueños disponibles se fijaron (en 1983) los siguientes virus como importantes para la producción de semilla en la Sierra Central: PVX, PVS, APMV, APLV, PVY, PLRV.

En un censo realizado en 33 campos de papa comercial en el Valle del Mantaro, 37% de las plantas fueron detectadas como infectadas con PVX, 29% con PVS, 13% con APMV y 3% con APLV. Los virus PVY y PLRV estaban presentes en menos del 1% de las plantas (Scheidegger y Luther, 1987). Censos en Cusco y Huasahuasi dieron resultados similares (gráfico 3). Los virus transmitidos por áfidos no son muy diseminados en estas zonas, aunque existe una gran variancia varietal y hay

GRAFICO 1. Factores que influyen en la incidencia de virus y la expresión de síntomas en el campo.

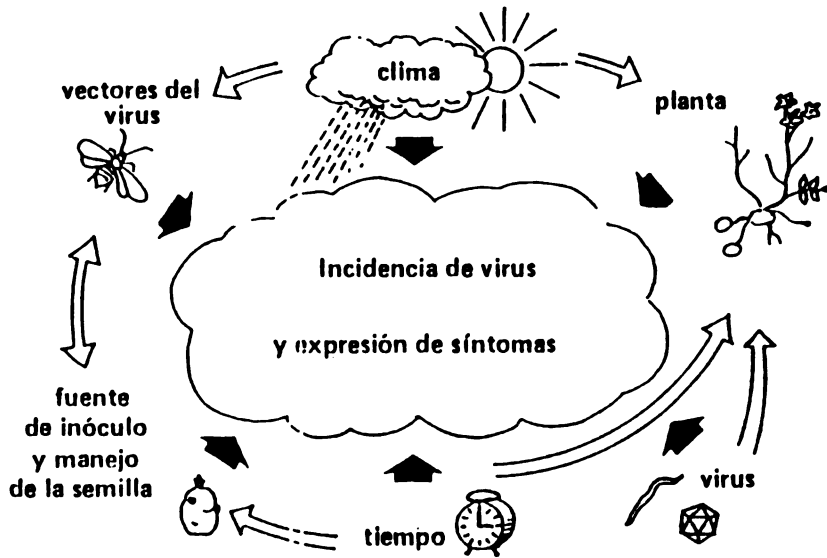
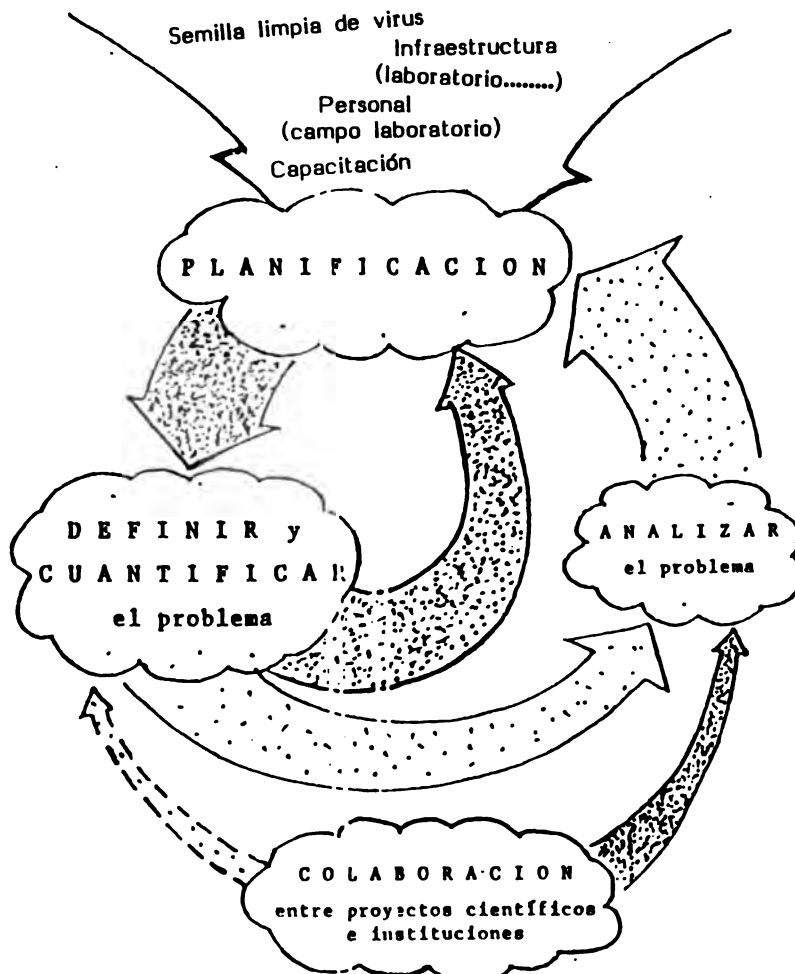


Gráfico 2: La estrategia de investigación en problemas virológicos seguida en el Proyecto "Manejo y Producción de Semilla para Incrementar la Productividad de la Papa en el Perú (Convenio INIAA-CIP-COTESU).





campos con una incidencia mayor de PVY y PLRV (en Huasahuasi por ejemplo hasta 70% PLRV y en Cusco 82% de PVY).

El nivel de infección virósica total de la papa en estas zonas es muy alto (gráfico 4). Se concluyó que hay que realizar censos, especialmente en variedades nativas, porque se encontró evidencia de que difieren mucho de las mejoradas en su infección con diferentes virus y tienen mayor importancia para los pequeños agricultores.

Los resultados de un experimento, comparando los rendimientos de plantas virósicas con plantas sanas son los siguientes: PVS, PVX, APMV, y combinaciones entre ellos, no redujeron el rendimiento significativamente. La combinación entre PVY y PVX causó mermas de 29% y PLRV de 56%. Otros estudios comparando semillas con diferentes niveles de infección virósica demostraron también que los virus no influyen de una manera muy severa en el rendimiento de la papa en la Sierra Central (Scheidegger y Luther, 1987 y Scheidegger, 1987).

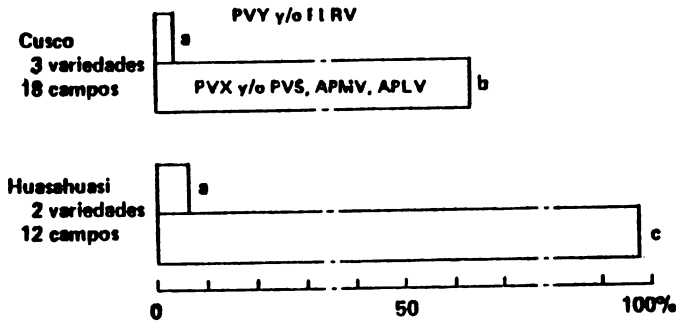
La relación entre infección virósica (determinada por ELISA) y los síntomas de virus en 4 variedades mejoradas fue investigado en un censo en 30 campos de papa comercial en el Valle del Mantaro (Luther y Pinillos, 1988). Se concluyó que la sintomatología en este medio o ambiente es bastante compleja: PVS solo no produjo síntomas, PVX dependiendo de la variedad en 25 a 47% de las infecciones, APMV en 29-62% e infecciones múltiples en 91-100%. Todas estas infecciones produjeron la misma gama de síntomas. Solamente PLRV, que se detectó con 100% de seguridad, produjo un complejo bien determinado (hojas erectas, enanismo, amarillamiento). En este estudio se juzgaron en promedio 8% de las plantas sin infección virósica como enfermas.

En un curso para inspectores de semilleros, 53% de plantas sanas fueron juzgadas como enfermas. Si bien es cierto que la complejidad de la sintomatología limita el éxito de un roquing, se puede aumentar la eficiencia de esta medida mediante capacitación intensiva del personal y esfuerzos agronómicos para mejorar la uniformidad de los semilleros.

En la campaña 1985/86 un primer experimento de degeneración de semilla fue conducido con el objetivo de describir con una función matemática el incremento

Gráfico 3:

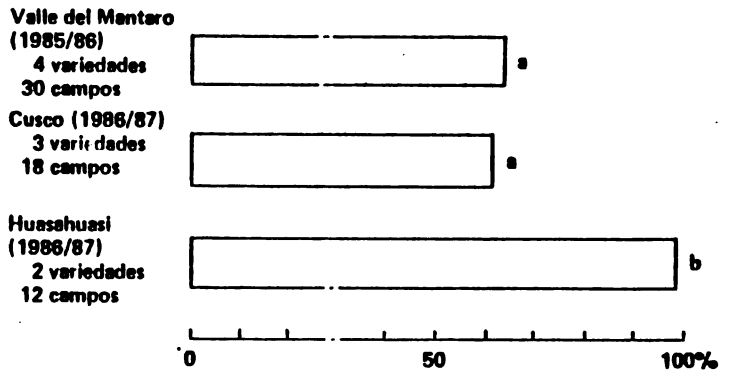
Plantas infectadas (%) con virus transmisibles por áfidos y por contacto en campos de agricultores (variedades mejoradas), 1986/87 (prueba t,  $p = 0.01$ , transformación arcoseno).



Porcentajes seguidos por la misma letra no son significativamente ( $P=0.01$ ) diferentes.

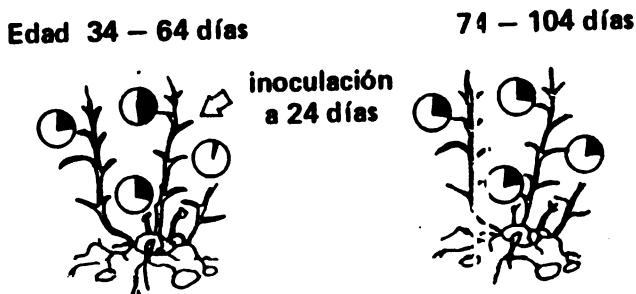
Gráfico 4:

Plantas infectadas (%) con PVX //o PVS, APMV, APLV, PVY, PLRV en campos de agricultores (variedades mejoradas) (prueba t,  $P = 0.01$ , transformación arcoseno).



Porcentajes seguidos por la misma letra no son significativamente ( $P=0.01$ ) diferentes.

Gráfico 5: Proporción de muestras con APMV tomadas en diferentes partes de plantas con una infección primaria (edad de la planta en días después la siembra), var. Yungay, campo, Huancayo, 1986/87.



Detección de virus por ELISA.  
15 repeticiones (plantas)

de la infección virósica en el transcurso de las campañas. Se determinó el nivel de infección virósica al inicio de la campaña por ELISA en las hojas. El nivel de infecciones fue menor en la cosecha que al inicio de la campaña para algunos virus. Obviamente, una planta infectada puede producir, en ciertos casos, tubérculos hijos no infectados. A este fenómeno llamamos "autoeliminación". Se supone que es un mecanismo pasivo, dependiendo de la fisiología de la planta en este medio.

Se concluyó que hay que sembrar estos experimentos en un diseño en que se está registrando la infección de cada tubérculo en la siembra y en que se está cosechando también planta por planta.

De tal manera es posible poder distinguir entre plantas con una infección primaria, plantas con una infección secundaria confirmada en el chequeo de la cosecha y plantas con una infección secundaria no confirmada en el chequeo de la cosecha (autoeliminación).

Desde julio de 1986 se están sembrando experimentos con el siguiente diseño: 300 plantas por parcela, 3 niveles de infección inicial (2, 20, 50%) para PVX, APMV, PVY y PLRV en 4 sitios (Sierra: 2700, 3250, 4000 m, Costa). La repetición de estos experimentos en 3 campañas hará posible calcular la función matemática más apropiada para simular los datos encontrados. La autoeliminación está comprobada en este experimento (cuadro 1).

Cuadro 1. Proporción de tubérculos infectados con virus provenientes de un tubérculo con una infección secundaria, var. Yungay, campo Mucllo (2700 msnm), 1986.

Virus	Proporción (%)	Nº de plantas consideradas
PLRV	47.8	7
PVY *	31.0	15
PVX	58.3	20
APMV	67.7	4

\* Plantas también infectadas con PVX.  
Detección de virus por ELISA.

El análisis de los mecanismos de la epidemiología era necesario para poder entender los resultados de estos experimentos y también algunos hechos aparentemente contradictorios (baja incidencia de los virus PVY y PLRV en el Valle del Mantaro, presencia de una alta población de áfidos, alto incremento de la incidencia de PLRV y de PVY en un experimento de degeneración en colaboración con el proyecto entomológico de la EEA (gráfico 5 y 6).

Se están investigando mecanismos fisiológicos (traslocación de virus en la planta, resistencia de la planta madura) en plantas con una infección primaria y secundaria respectivamente. Los mecanismos fueron cuantificados en una primera campaña (1986/87; cuadros 2 y 3). La concentración de virus en una planta con infecciones primarias se presentó como muy variable en el transcurso de una campaña (gráfico B), posible razón para la baja seguridad de detección de virus por ELISA encontrado en plantas con infecciones primarias durante la campaña 1986/87.

**Cuadro 2. Proporción (%) de plantas (Yungay) inoculadas con éxito en diferentes edades, Huancayo (3250 msnm), 1987/87.**

Edad (días)	24 a 45	55 a 77	87 a 108
PVX	93	73	67
PVS	50	40	13
APMV	47	40	13

Detección de virus por ELISA en varios momentos de la campaña en la parte foliar y al final en tubérculos (edad=días después de la siembra).

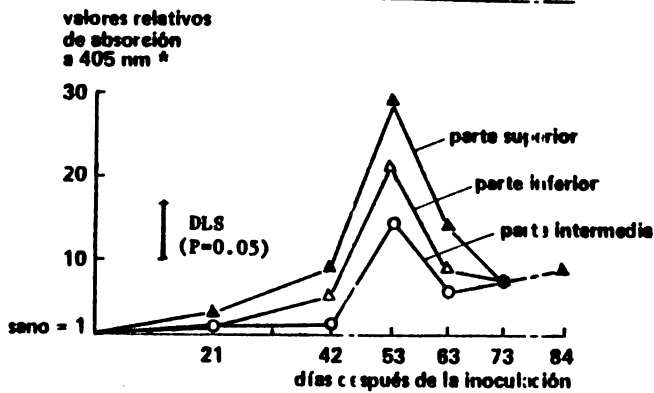
**Cuadro 3. Proporción (%) tubérculos infectados de plantas (Yungay), inoculadas en diferentes edades, Huancayo (3250 msnm), 1986/87.**

Edad (días)	24	66	108
PVX	62	8	12
PVS	12	11	0
APLV	5	0	0

Detección de virus por ELISA, 5 repeticiones (plantas).

También se viene estudiando, en colaboración con el proyecto de entomología de

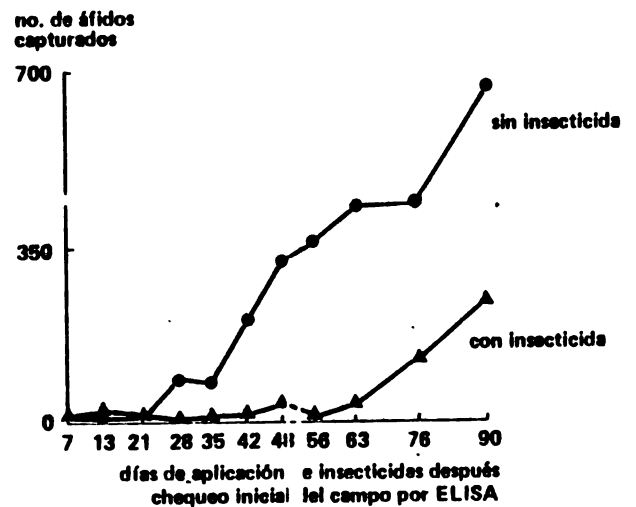
**Gráfico 6: Concentración de APHV en diferentes partes de plantas con una infección primaria detectada por ELISA (Yungay, campo, Huancayo, 1986/87).**



5 repeticiones (plantas)  
\* lectura de la placa de ELISA después 1 hora de incubación con el sustrato (0.66 mg/ml).

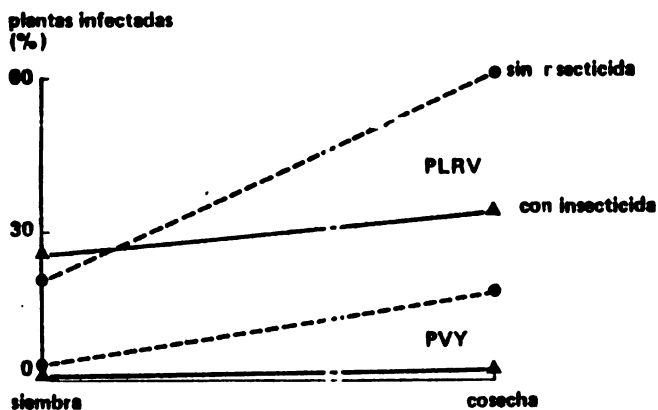
**Gráfico 7:**

Capturas de áfidos con el método de golpe en un campo (Yungay) en Sicaya (3300 m), 1986/87.



**Gráfico 8:**

Proporción de plantas infectadas (Yungay) con PVY y PLRV en la siembra y la cosecha, campo en Sicaya (3300 m) 1986/87



Infección virósica determinada por ELISA (temprano en la campaña en la parte foliar ("siembra") y en los tubérculos ("cosecha") respectivamente).

la EEA, la población de áfidos, analizando la fluctuación poblacional de diferentes especies y varios métodos de captura de áfidos para su mayor correlación con la degeneración y las infecciones primarias en el transcurso de la campaña.

### BIBLIOGRAFIA

1. CIP. 1983. *Detección con ELISA de virus de papa. Series CIP de diapositivas didácticas, serie II: Métodos de detección de virus y viroides. Guía II/3.* CIP Lima, Perú.
2. GUGERLI, P. 1979. *Le test immuno-enzymatique (ELISA) et son application por le diagnostic rapide des virosis de la pommes de terre. Revue suisse Agric. 11 (6): 253-260.*
3. GUGERLI, P. 1983. *Use of Enzyme Immunoassay in Phytopathology. Proceedings of the 2nd International Symposium on Immunoenzymatic Techniques, Cannes, France, 16-18 March, 1983. En: Avrameas, S. et al. Editors. Immunoenzymatic Techniques; Developments in Immunology 18, 369-384. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-New York-Oxford.*
4. GUGERLI, P. 1986a. *Le test ELISA sur tubercules: Test de routine pour la certification des plants de pommes de terre. Revue suisse Agric. 18 (1): 5-11.*
5. GUGERLI, P. 1986b. *Potato Viruses. En: Bergmeyer. Methods of Enzymatic Analysis. Volume XI, Antigens and Antibodies 2, 430-446. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-6940 Weinheim (Federal Republic of Germany).*
6. LUTHER, K. y PINILLOS. 1988. *En: Horton, D., Brown, K. and Accatino, P. publishers. On farm research on potatoes. En preparación. CIP, Lima, Perú.*
7. REK, J. 1987. *Untersuchungen uber die Eignung des ELISA-Verfahrens zum serienmassigen Nachweis von Viren (PLRV und PVY) bei der Kartoffel unter Berücksichtigung des Infektionszeitpunktes der Pflanzen und des physiologischen Zustandes der Knolle. Diss. ETH Nr. 8285, ETH Zürich, Suiza.*
8. SCHEIDEGGER, U. 1987. *En: Informe Anual, marzo 86 - marzo 87, del Proyecto:*

**"Manejo y producción de semilla para incrementar la productividad de la papa en el Perú" (Convenio CIP-INIPA-COTESU).**

- 9. SCHEIDEGGER, U and LUTHER, K. 1987. Importance of Potato Viruses in the Peruvian Highlands. Abstracts of papers presented at the 71st Annual Meeting, The Potato Association of America, St. Paul, Minn., August 2-6, 1987. En: American Potato Journal 64 (8), 456.**





## // METODOS DE DETECCION DE VIRUS DE PAPA POR SEROLOGIA

**Rubino Mejía A. \***

Las pruebas serológicas están basadas en la reacción de precipitación que se produce entre las partículas de un virus presente en el jugo de una planta infectada y el antisuero preparado contra ese mismo virus. El antisuero se obtiene por medio de la inyección de un virus purificado en el cuerpo de un animal de sangre caliente (más utilizado el conejo). Después de cierto tiempo (una semana) de inyectado el antígeno (virus purificado) comienza a acumularse en la sangre del animal cierto tipo de proteína llamado anticuerpo.

La reacción antígeno + anticuerpo es altamente específica, es decir, solo se produce reacción entre el anticuerpo y el antígeno que le dio origen; en síntesis, para detectar cada virus hay que usar su suero respectivo.

Los anticuerpos presentes en el suero de la sangre (antisuero), tienen la habilidad de combinarse cuando se ponen en contacto "in vitro" con el antígeno que le dio origen, formando un precipitado, el cual puede ser observado a simple vista o con la ayuda de un microscopio. Si la reacción es positiva, la planta estará infectada, si no hay reacción (negativa), se asume que la planta está libre de ese virus.

Las técnicas serológicas usadas como prueba de rutina son las pruebas de Látex y Elisa.

---

\* Investigador E.E. La Molina, INIAA, Lima, Perú.

## 1. Prueba de Látex

Látex son partículas de forma esférica de poliestireno (Polystyrene) de 810 nanómetros de diámetro. Estas partículas de látex se recubren de anticuerpos en el proceso llamado sensibilización de látex, es decir, se mezclan el látex con el anticuerpo. Estos recubren al látex por simple adsorción, luego tenemos el látex sensibilizado.

La prueba de látex tiene los mismos principios de la prueba de microprecipitación, la diferencia radica en que el látex sensibilizado permite manifiestar la reacción anticuerpo-antígeno y la observación se puede hacer a simple vista. Por otro lado, el jugo no necesita centrifugar; además se necesita menor cantidad de antisuero y es aproximadamente 100 a 1000 veces más sensible que la prueba de microprecipitación y es moderadamente económica; además detecta, al igual que la prueba de microprecipitación, virus de diferentes morfologías.

### Procedimiento

- a. Con una regla y un lápiz de cera trace líneas paralelas separadas 0.8 cm en el fondo de una placa petride plástico, luego trace líneas perpendiculares a las primeras para formar cuadrículas.
- b. En una funda de plástico separe las hojas de la planta en prueba tomadas de diferentes alturas del tallo. Tener cuidado de no tocar las hojas directamente con las manos. Para detectar virus PVS es esencial incluir hojas de la parte media de la planta. Es necesario tener dos testigos: Uno negativo (planta sana) y otro positivo (planta artificialmente infectada con el virus que se va a probar).
- c. Extraiga el jugo macerando las hojas con un tubo de prueba o rodillo dentro de la bolsa de plástico con 0.3 ml de tris-buffer (0.05 M tris-HCL pH8.0 + bisulfito de sodio 0.01 M + 0.05% tween-20), presionar fuertemente con el tubo de las fundas de plástico con las hojas varias veces sobre una mesa.

Preparación de buffer-tris:

Tris buffer	6.055 g
bisulfito de Na	1.210 g
tween-20	0.500 ml
H2O destilada	1000 ml
pH 8.0	

En un beaker de 1000 ml de capacidad disuelva tris buffer y bisulfito de sodio en un volumen menor de 1000 ml de agua, ajustar el pH a 8.0, enrazar con agua a 1000 ml, y, finalmente, agregar tween-20. Mantenga el buffer en refrigeración.

- d. Colectar el jugo en tubo de ensayo.
- e. Haga dos diluciones de jugo: 1/10 y 1/100 en tris buffer, de la siguiente manera:  
Dilución 1/10 : 0.05 ml jugo+0.45 ml tris buffer  
Dilución 1/100 : 0.05 ml dilución 1/10+0.45 ml tris-buffer
- f. Mezcle bien las diluciones en el tubo, extrayendo la dilución con la jeringa y expeliendo de nuevo en el tubo de ensayo. Es necesario hacer dos diluciones porque las reacciones no son claras cuando el virus está muy concentrado, por eso se recomienda una dilución adicional de 1/1000 para la detección de APLV.

Sosteniendo la jeringa en posición vertical, primero coloque una gota de la dilución 1/100 en un cuadrado de la placa petri, luego usando la misma jeringa coloque la gota de la dilución 1/10 en otro cuadrado. Anotar claramente las dos diferentes soluciones. Enjuague la jeringa tres a cuatro veces con agua destilada para que la pueda utilizar con la muestra siguiente. Con otra jeringa limpia, ponga una gota de látex sensibilizado encima de cada gota de jugo diluido.

- g. Tapar la placa y sacudir en un agitador rotatorio a 130 vueltas por minuto durante media a una hora.
- h. Abra la placa de petri y observe los resultados de reacción sobre un fondo oscuro. En reacciones positivas se nota una agregación fácilmente visible de partículas de látex. En reacciones negativas, la suspensión de látex conserva un aspecto lechoso.

Cada placa de petri contiene 36 cuadrados, dos de ellos se necesitan para cada muestra (uno para dilución 1/10 y otro para 1/100), dos cuadrados para muestra negativa y dos para positiva, es decir, en una placa se pueden analizar 16 muestras.

## Recomendaciones

- Mantenga las jeringas con agujas en un frasco de vidrio de boca ancha con tapa conteniendo algodón en el fondo para que no se doblen las agujas, y con alcohol 96% hasta la media parte del frasco para mantener desinfectadas y húmedas las jeringas.
- Preferiblemente usar una jeringa para cada tipo de antisuero, bien identificadas.
- Mantenga en refrigeración los antisueros (látex sensibilizado).

## **2. Detección con Elisa**

La técnica de inmunoenzimática "Enzyme-Linked Immunosorbent" (ELISA), presenta las características de su alta sensibilidad, especificidad y rapidez. Gracias a las técnicas ELISA se pueden estudiar grandes cantidades de muestras en un corto plazo y de manera relativamente sencilla y rutinaria, sin precisar instalaciones costosas. Este método es económico en el uso de reactivos y fácilmente adaptable a medidas cuantitativas. Puede ser aplicable para virus de diferentes tipos morfológicos.

El principio de ELISA está basado en el uso de enzima conjugada a moléculas de anticuerpos (gamma globulina), para detectar partículas de virus "atrapados" por anticuerpos; estos, a su vez, están adheridos a la pared de los pocillos (hoyos) de placa de microtitulación. Una pequeña cantidad de enzima puede hidrolizar una cantidad mayor de sustrato. La reacción se ve así amplificada y por ello aumenta la sensibilidad de la técnica. La hidrólisis del sustrato da lugar al cambio de color amarillo de la solución y esto permite determinar los resultados visualmente o cuantificar por medio de un colorímetro.

## Lectura e interpretación de resultados

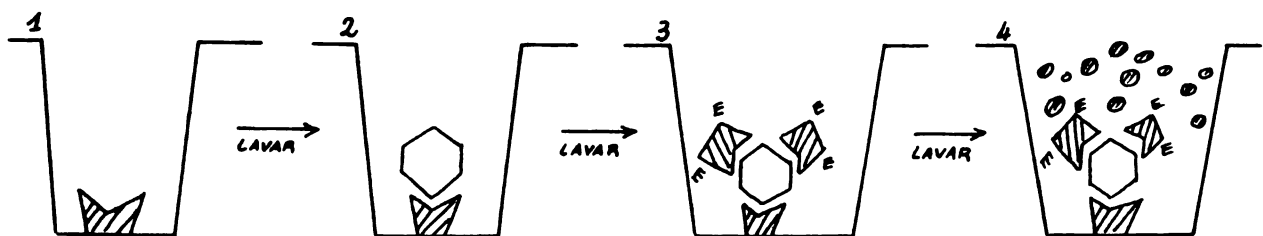
La lectura de los resultados puede ser valorada tanto visual como colorimétricamente. A simple vista, pueden ser leídos ciertos ensayos rutinarios que no precisen cuantificación y en los que no se presentan abundantes casos dudosos. La lectura visual tiene interés en casos de muestreo masal y, evidentemente, evita la adquisición de aparatos relativamente costosos. Existen en el mercado instrumentos como lupas, cajas con iluminación lateral, pantallas antibrillo, etc., que pueden ayudar

ligeramente en los casos de lectura visual.

Los resultados finales de una lectura colorimétrica se reflejan numéricamente mediante valores de absorbancia o densidad óptica. La interpretación rutinaria del conjunto de valores debe hacerse por comparación con los controles conocidos: Muestras positivas, cuanto mayor sea la diferencia entre ambos controles, mejores serán los resultados obtenidos con el método.

Al valor promedio ( $\bar{X}$ ) de las muestras negativas, se añade 0.05. Por lo tanto, todo valor por encima de aquel compuesto, representa un valor positivo.

### Principio del método



1. Colocar una dilución de gamma globulina en los hoyos de la placa de microtitulación, incubar la placa por 4 h a 37<sup>o</sup> C (estufa), deshechar la dilución y lavar. Lo único que queda, son los anticuerpos (gamma globulina) adheridos a la pared del hoyo.
2. Colocar jugo de la planta conteniendo el antígeno (virus), incubar la placa a 4<sup>o</sup> C (refrigeradora). Deshechar el jugo, solo quedan antígenos atrapados por los anticuerpos.
3. Colocar una dilución de globulina conjugada con enzima, incubar la placa por 4 h a 37<sup>o</sup> C, deshechar la dilución y lavar. Lo único que queda es el conjugado por los antígenos.
4. Colocar una solución de sustrato (p-nitrophenyl phosphate) y mantener la placa a temperatura del laboratorio durante 1/2 a 1 h. La solución sustrato es incolora (0), pero en contacto con el conjugado se transforma en color

amarillo (0), el cual puede ser observado a simple vista o cuantificado espectrofotométricamente a 405 nm. La cantidad de hidrólisis, que se hace evidente por la intensidad del color amarillo, indicará la cantidad de virus presente en la muestra.

### Procedimiento de la técnica de ELISA

1. Llenar cada hoyo de la placa de microtitulación 250 microlitros (250  $\mu$ l = 0.250 ml) de gama globulina purificada, específico para cada virus, diluida en la solución tampón N<sup>o</sup> 1. Incubar la placa por 4 h a 37<sup>o</sup> C (estufa).

Solución tampón N <sup>o</sup> 1:	Productos	Para 6 placas
pH 9.6	H <sub>2</sub> O destilada	150 ml
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.239 g
	NaHCO <sub>3</sub>	0.440 g

2. Vaciar el contenido de la placa, lavar la misma de la siguiente manera: Con una piseta llenar en los hoyos solución tampón N<sup>o</sup> 2, dejar reposar por 3 min., luego vaciar, secar la placa golpeándola varias veces sobre papel toalla, llenar nuevamente la solución tampón N<sup>o</sup> 2 y continuar este lavado por 3 veces.

Solución tampón N <sup>o</sup> 2:	Productos	Aqua destilada	
		2 litros	4 litros
	NaCl (g)	16	32
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (g)	0.4	0.8
	NaHPO <sub>4</sub> (g)	2.28	4.5
	Tween-20 (ml)	1.0	2.0

3. Llenar 200  $\mu$ l (con pipeta Pasteur aproximadamente 5 gotas) de muestra de jugo en el hoyo (maceradas y diluidas en solución tampón N<sup>o</sup> 3); usar una pipeta esterilizada para cada muestra; usar controles: Negativos, positivos y tampón N<sup>o</sup> 3. Incubar la placa a 4<sup>o</sup> C (refrigeradora) durante toda la noche.

Se llenan los hoyos con muestras del 1 hasta el 88, mientras que los hoyos 89, 90 y 91 son llenados con testigo negativo. 92 y 93 llenar con buffer y los hoyos 94, 95 y 96 llenarlos con testigo positivo.

4. Vaciar el contenido de la placa, lavar como el paso 2.
5. Llenar en cada hoyo 200  $\mu$ l de conjugado (gamma globulina conjugado con

la enzima diluida en solución tampón N° 3). Incubar la placa a 37° C por 4 horas.

6. Vaciar el contenido de la placa, lavar como en el paso 2.
7. Llenar en cada hoyo, 300 ul del sustrato recientemente preparado en la solución tampón N° 4. Dejar a las placas a temperatura del laboratorio (20-22° C) durante 30 a 60 minutos.

Solución tampón N° 4	Productos	para 6 placas
	H2O destilada	162.5 ml
	Dietanolamina	17.5 ml
	Substrato	24 pastillas

**Observar la reacción:** En los hoyos llenados con muestras positivas, la solución del sustrato se vuelve de color amarillo, los hoyos transparentes indican ausencia de hidrólisis y corresponden a las muestras negativas y al tampón.





**D. MULTIPLICACION RAPIDA DE SEMILLA DE PAPA**



## **MICROPRODUCCION IN VITRO**

**Noemí Zúñiga \***  
**Pedro Simón \***

### **INTRODUCCION**

La papa es el cultivo más importante en la Sierra Central del Perú. Los rendimientos promedios obtenidos a la fecha no pasan de 8 TM/ha para las variedades nativas y comerciales.

La causa principal para la obtención de estos rendimientos es la sistemática contaminación viral producida en cada generación, ocasionando la llamada degeneración de la variedad.

De acuerdo al estudio realizado por la Estación Experimental Agropecuaria "Santa Ana" Huancayo, en la campaña agrícola 83-84 (3) en campos semilleros ubicados entre 3,500 a 4,000 msnm de las variedades: Huayro, Revolución, Yungay, Renacimiento, se detectó entre 0.3% y 25% de infección para los seis virus de mayor importancia en nuestra región: PVX, PVS, APMV, APLV, PLRV, PVY. Este y otros trabajos realizados por el Centro Internacional de la Papa (CIP), demuestra lo difícil que es conseguir semilla de buena calidad, ocasionando como consecuencia la reducción

---

\* *Especialistas Papa, E.E. Santa Ana, Huancayo, INIAA, Perú.*

considerable de los rendimientos.

En la Estación Experimental Agropecuaria "Santa Ana" Huancayo, el Programa Nacional de Papa está aplicando las técnicas de cultivo de tejidos para la limpieza de virus y producción de semilla nueva, semilla pre-básica de papa.

Los objetivos trazados por el Laboratorio de Cultivo de Tejidos son: Limpieza de virus, almacenamiento de germoplasma y micropropagación de plantas libres de virus bajo condiciones IN VITRO.

## MATERIALES Y METODOS

El cultivo in vitro para la producción de semilla pre-básica desarrolla las siguientes etapas: Saneamiento, mantenimiento y propagación de material saneado, así como la transferencia al suelo.

### 1. Saneamiento

Para lograr la eliminación de patógenos, el proceso se inicia a partir de tubérculos de la variedad que se desea regenerar, los mismos que son colectados de campos con bajos porcentajes de infección por virus; se seleccionan 5 tubérculos, los brotes de estos son enviados al CIP para el diagnóstico de PSTV (viroide del tubérculo ahusado de la papa); los que resulten negativos, son sembrados en macetas para posteriormente ser tratados por termoterapia. Bajo esta técnica, las plantas permanecen con temperaturas de 36° C a 38° C durante unas 16 horas, y de 28° C a 30° C durante 8 horas, con luz continua y humedad relativa entre 70 y 80%. Este proceso tiene una duración de 30 a 40 días.

Transcurrido este tiempo, se cortan los meristemas bajo condiciones asépticas (desinfección previa al corte durante 30 segundos con alcohol al 70%, luego con hipoclorito de calcio al 2.5% durante 15 minutos).

Los meristemas obtenidos son sembrados individualmente en tubos de prueba en un medio de cultivo preparado a base de Murashige - Skoog.

### Cuadro 1. Meristemas.

---

4,6 g	Murashige - Skoog
2,25 ppm	ácido giberélico
2,00 ppm	ácido pantoténico
3 %	sucrosa
0,6 %	Agar

---

Por 1 litro de agua destilada

---

Los cultivos son incubados a temperatura variable desde 8º hasta 30º C, con 16 horas de luz y 40% de humedad, aproximadamente.

Cada 8 días se realizan transferencias de los meristemas a un medio fresco hasta lograr su desarrollo; luego las plantas obtenidas son micropropagadas y chequeadas en el laboratorio de Virología, para determinar los siguientes virus: PVX, PVY, PVS, APMV, APLV y PLRV. Posteriormente, una muestra es enviada al CIP-Lima, donde se realizará el diagnóstico del viroide PSTV. Aquellas plantas que hayan resultado negativas en el chequeo por virus y viroide, son las que se conservan.

### 2. Mantenimiento y micropropagación de material saneado

Las plantas libres de virus de las principales variedades mejoradas y nativas, son mantenidas en medio de cultivo modificado. En la micropropagación se siembran 3 o 4 nudos por tubo y forman parte del germoplasma in vitro del Programa Nacional de Papa.

De acuerdo a los requerimientos de determinada variedad, se realiza la micropropagación utilizando para ello el cultivo en agitación continua (aproximadamente 80 rpm) en Erlenmeyers donde se siembran porciones de tallos con 3 a 4 nudos (medio de cultivo en tubos, cuadro 2). Entre 12 a 20 días, las yemas axilares han desarrollado tallos, los que son utilizados para continuar la propagación en cajas transparentes.

En las cajas transparentes con medio de cultivo, cuadro 2, se siembran de 16 a 20 nudos, y en el lapso de 15 a 20 días, las plantas han desarrollado 3 a 5 cm, dando un aspecto vigoroso con buen sistema radicular y en condiciones de ser transplantadas a camas. Todo este material en cultivo es mantenido en un cuarto con

temperaturas de 8° C a 30° C, humedad relativa 40% - 60% y 16 horas de luz.

Cuadro 2. 4,6 gramos de Murashige - Skoog más los siguientes aditivos por litro de agua destilada.

---

Cultivo en tubos	3% 08%	Azúcar blanca Agar
Cultivo en cajas transparentes	3% 07%	Azúcar blanca Agar

---

### 3. Transferencia a suelo

Las plantas crecidas en cajas transparentes con una o dos partes de hojas como mínimo, son transferidas a camas preparadas con mezcla de musgo, tierra y arena. Bajo estas condiciones, tenemos supervivencia superior al 98%; posteriormente, obtenemos la cosecha de semilla pre-básica de papa: semilla nueva.

### BIBLIOGRAFIA

1. BROWANI, S.S. and RADZAN, N.M. 1983. *Plant Tissue Culture Elsevier. Amsterdam - Oxford. New York.*
2. ESPINOZA, N. et al. 1985. *Tissue Culture Micropropagation, Conservation and Export of Potato Germplasm International Potato Center. CIP. Lima, Perú.*
3. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA SANTA ANA -HUANCAYO. 1984. *Memoria Anual. CIPA XII - Huancayo. INIPA.*
4. ESTRADA, R., ESPINOZA, W. y SCHILLDE, L. 1983. *Propagación in vitro de papa. CIP. Lima, Perú.*
5. THE BOTANICS MAGAZINE. 1983. Tokyo. 96: 393 - 410 pp. *By the Botanical Society of Japan.*
6. SALAZAR, F.L. 1982. *Manual de enfermedades virósicas de la papa. CIP. Lima, Perú.*

# // MULTIPLICACION RAPIDA POR ESGUEJES

Zenón Ramos \*

## INTRODUCCION

Si bien es cierto que la multiplicación vegetal fue practicada por el hombre desde tiempos remotos y está vigente y se sigue aplicando en nuestros días, ha ido revolucionando hasta lograr grandes avances tecnológicos, lo cual nos permite propagar rápidamente haciendo incrementar altas tasas de multiplicación en un tiempo relativamente corto y a un costo bajo, un material de excelente sanidad y calidad.

El objetivo de este curso es presentar algunos factores básicos que intervienen en la multiplicación rápida, de manera que el profesional o técnico, al iniciarse en este campo, encuentre explicados los principios elementales a aplicar.

## MATERIALES Y METODOS

Para multiplicar adecuadamente las plantas madres o tubérculos madres es indispensable tener en cuenta:

- Contar con invernaderos para plantas madres y para producción de tubérculos.
- Areas de trabajo limpias y ordenadas.

---

\* *Especialista Semilla Pre-básica de Papa, E.E. Santa Ana, Huancayo, INIAA, Perú.*

- Contar con herramientas, equipos manejables y eficaces.
- Las normas de asepsia son fundamentales para comenzar el trabajo.
- Trabajar con ropa limpia y guardapolvo.
- Seguir un procedimiento metódico y preciso.

El secreto del éxito se basa en tener todas las herramientas y utensilios a mano limpios, desinfectados y ordenados, para de esta manera poder realizar cualquier técnica de propagación.

### **Cajoneras o camas de transplante para producción de tubérculos**

Consisten en una estructura de madera de 1.20 m de ancho, 0.30 m de alto y 9 m de largo; el área de parcela es de 1.80 m<sup>2</sup>, cada cama consta de 6 parcelas. Aplicar una capa de brea a la parte interna.

La cajonera se coloca directamente sobre un piso plano de concreto, que tenga una ligera inclinación a los canales de drenaje, luego se echa el substrato esterilizado a razón de una carretilla por parcela o 5 cm de espesor, humedecer y compactar moderadamente con el mazo de madera. Transplantar las plántulas a una distancia de 15 x 15 cm (densidad 44 plantas por metro cuadrado).

### **Camas de enraizamiento**

Estructura de madera de 1.20 m de ancho, largo de parcela 1.50 m (de acuerdo a la necesidad de área), alto de cama 0.15 m, alto de estructura 0.90 cm; el fondo consta de una parrilla de madera resistente. La parte interna de la estructura es pintada con una capa de brea para preservar la madera; sobre la parrilla se coloca una malla fina de hilo de nylon como drenaje; sobre ella se echa la arena esterilizada (ni muy fina, ni muy gruesa); la arena debe proceder de un río de altura y no debe contener residuos minerales ni orgánicos. La capa de arena debe ser de 0.15 m de espesor; mantener constantemente húmeda y semicompacta.

El distanciamiento de los esquejes para enraizar debe ser de 5 cm de línea a línea y 2.5 cm de esqueje a esqueje (densidad: 800 esquejes por metro cuadrado). Sobre la cama de enraizamiento se coloca una tela plástica (0.90 cm de altura) blanca,



para disminuir aproximadamente un 40% de luminosidad.

### Preparación del sustrato

Se utilizan tres materiales indispensables: Musgo, turba o suelo de altura y arena, además se puede agregar estiércol de ovino. La relación de mezcla puede variar a criterio del que prepara, de acuerdo a sus necesidades y objetivos.

Cuadro 1. Preparaciones de mezcla.

Componentes	Transplante en camas	Enraizamiento de esquejes		Brotos	Tubérculos	Plantas madres
		Jabas	Camas			
TURBA	4				2	4
MUSGO	4	1		2	2	4
ARENA	2	2	1	1	1	2
ESTIERCOL	1/2					

La arena para camas de enraizamiento se esteriliza a 200° C. En el caso del sustrato para camas de producción, se desinfecta en la poza, el cual se cubre y sella con plástico; luego por medio de una pequeña manguera instalada en interior, se aplica el Bromo gas o Bromuro de Metilo a razón de 50 a 100 gramos por metro cuadrado ( $m^2 \times 0.10$  m de altura) durante 48 horas. Al cabo de dicho tiempo, se descubre y deja ventilar unas 24 horas como precaución. El sustrato para plantas madres esterilizarlo al vapor a 200° C durante 2 horas.

### Hormonas de enraizamiento

El CIP emplea la siguiente formulación líquida y está dada por 100 cc de solución en existencia:

ACIDO INDOL -3- BUTIRICO (AIB)	100	mg
ACIDO NAFTALENACETICO (ANA)	50	mg
SULFOXIDO DIMETILICO (SODM) "TWEEN 80"	2	cc
ACIDO BORICO	17.5	mg
ETANOL DE 96%	33	cc
AGUA DESIONIZADA	65	cc

El pH debe ser llevado a 5.5 con hidróxido de potasio 1.N. o con ácido clorhídrico (HCl) 1N. Las soluciones deben ser guardadas en refrigeradora; para utilizarlas, diluir una parte de la solución en 5 partes de agua destilada.

## TECNICAS DE MULTIPLICACION

### a. Esquejes de tallo lateral

Para producir buenas plantas madres utilizar los mejores tubérculos (30 g) libres de enfermedades y virus; los tubérculos deben estar brotados con 3 a 4 brotes por tubérculo, de esa manera se obtendrá una planta madre con 4 o 5 tallos vigorosos; el tubérculo se siembra en una maceta de 20 cm de diámetro en una capa de sustrato de 5 cm, luego de la siembra, aplicar una fertilización diluida de NPK a la fórmula de 15-15-15, 12-12-12 u 8-18-14 (de la mezcla tomar 5 g y diluir en un litro de agua; de la solución tomar 50 cc y aplicar a cada maceta). Las plantas madres también pueden proceder de plántulas in vitro, esquejes de tallo lateral, esquejes de brotes y tuberculillos.

A los pocos días de la emergencia (4 a 6 días) se toma muestras de hojas en pequeñas fundas de plástico; realizar las respectivas pruebas serológicas (método ELISA); cada maceta se enumera para su identificación correcta.

Las normas de asepsia son estrictas para prevenir la diseminación de virus, lavarse las manos y cuchillas con solución jabonosa e hipoclorito de calcio, utilizar ropa limpia o guardapolvos. El desarrollo de las plantas madres en los invernaderos es rápido; en 12 a 16 días están aptas para el despunte apical (15 a 20 cm de altura). El despunte apical consiste en eliminar el meristemo apical de todos los tallos de la planta con una pinza o con los dedos. Las pinzas o los dedos deben sumergirse en una solución jabonosa después de cada planta. Con el despunte apical se estimula el crecimiento de las yemas axilares que al crecer constituirán los esquejes de tallo lateral.

Los esquejes están aptos para cortarlos (cosecha de esquejes) entre los 10 a 15 días del despunte apical; la producción de esquejes por planta es relativa a la variedad, número de tallos y vigor de la planta; en el caso de la variedad Yungay

se han obtenido hasta 24 esquejes por cosecha y por planta, el promedio de producción aproximada es de 8 a 12, incrementándose el número de esquejes en los siguientes cortes, los mismos que se realizan cada 7 u 8 días. El número de cortes está en relación al período vegetativo de la variedad; para el caso del cultivar Yungay, se puede realizar hasta 8 cosechas; en el cultivar Revolución, el máximo de cortes es de 6 cosechas. Para obtener esquejes vigorosos, se aplicarán de 2 a 4 fertilizaciones diluidas de NK (NITRATO DE AMONIO 8 g + SULFATO DE POTASIO 5 g) por litro de agua. Tomar 50 cc de solución y aplicar dicha cantidad por maceta. La primera aplicación de NK se realiza a los 10 días, además realizar 2 a 4 fumigaciones foliares con urea disuelta a razón de 5 g/litro de agua. Para cosechar los esquejes, colocar la cuchilla en ángulo recto al tallo, hacer un corte limpio y firme sin dañar las hojas y tallos (utilizar hoja de bisturí Nº 11), el corte se hace sobre las yemas axilares sin dañarlas.

Flamear el bisturí después de cosechar cada planta madre; la longitud de los esquejes para transplante en los invernaderos es de 2 a 4 cm y para campo deben ser de 6 a 10 cm.

Los esquejes cosechados se guardan en bandejas y se cubren con papel toalla humedecidos para evitar el marchitamiento.

Las siguientes cosechas de esquejes producirán un incremento en el número de esquejes de 30% a 60%.

Sobre una toallita limpia y desinfectada se cortan los esquejes quitándoles algunas hojas y pedazos de tallo, homogenizando el largo y el área foliar de los esquejes. No cosechar esquejes fisiológicamente viejos.

La cama de enraizamiento debe estar semicompacta, húmeda y tener buen drenaje: Hacer pequeños agujeros de 3 a 4 cm de profundidad y a distanciamientos de 5 a 2.5 cm; la densidad que se obtiene con este distanciamiento es de 800 esquejes por metro cuadrado.

Para obtener esquejes con abundantes raíces y fibrosas, en un tiempo corto, se aplican hormonas de enraizamiento (en líquido o en polvo). Se recomienda la hormona en polvo por ser más estable y se puede guardar mayor tiempo en un lugar fresco, además se obtienen mejores resultados.

Aplicar la hormona en polvo, espolvoreando el corte y 1 cm de tallo. Luego sacudir el esqueje con cuidado para dejar caer el exceso de hormona; colocar los esquejes en el agujero de tal manera que el primer nudo quede sobre la superficie de la arena; luego presionar con las yemas de los dedos para asegurar el contacto del esqueje y la arena húmeda; asperjar agua sobre las hojas; no regar por lo menos 12 horas; los riegos siguientes deben ser ligeros y frecuentes para mantener húmeda la cama de arena.

El riego debe aplicarse con una regadera y con mucho cuidado, es necesario cubrir con una tela para sombrear la cama y de esta manera formar un ambiente especial para el buen enraizamiento.

Entre los 8 o 10 días se observará, a lo largo del tallo del esqueje que está en contacto con la arena, el inicio de la formación de las raíces adventicias presentando pequeñas protuberancias blancas debajo de la corteza. Las raíces comienzan a emerger entre los 10 a 15 días para llegar a su desarrollo a los 18 a 22 días. El momento óptimo para el trasplante está entre los 18 a 25 días; pasado los 30, los esquejes comienzan a envejecer y al transplantarlos se retrasaran en reaccionar produciendo plantas de mala calidad y de baja producción.

Una técnica para acelerar la formación de las raíces adventicias de esquejes es la de utilizar un germinador donde se pueda mantener la arena a 26° C con un ambiente entre 22° a 24° C, con una humedad relativa de 60%, lográndose enraizar esquejes entre 12 a 14 días; no recomendamos esta técnica por su alto costo y mantenimiento del sistema. Los esquejes enraizados pueden ser transplantados en macetas y camas para producción de tubérculo pre-básico y en campo para producción de semilla básica. Los rendimientos en campo son normales produciendo entre 1/2 kg a 1 kg.

La formulación de la hormona en polvo o ROOTONE de la UNION CARBIDE AGRICULTURAL PRODUCTS COMPANY es la siguiente:

1.	NAPH THALENEACETAMIDE	0.067%
2.	METHYL - 1- NAPHTHALENEACETIC ACID	0.033%
3.	METHYL - 1- NAPHTHALENEACETAMIDE	0.013%
	INDOLE - 3- BUTYRAC ACID	0.057%
	THIRAN (Fungicida)	4.000%
	MATERIA INERTE	95.830%

## **b. Esquejes de brote**

Existen dos técnicas para obtener esquejes de brote:

- Ramificación de brotes
- Desbrotado directo

- Ramificación de brotes: Se seleccionan cuidadosamente tubérculos ( 60 gramos) libres de enfermedades, especialmente virus con buen número de ojos; estos deben ser desinfectados y protegidos con un fungicida e insecticida. Para el prebrote se puede utilizar cualquier método forzado de brotamiento; una vez iniciado el tratamiento, ponerlos en un lugar de luz difusa para obtener brotes vigorosos (manipular lo menos posible los tubérculos con las manos).

Antes de trabajar con los tubérculos, lávese las manos, cuchillos y recipientes con una solución jabonosa e hipoclorito de Ca (al 0.5%). Cuando los brotes llegan aproximadamente a 2 o 3 cm de longitud, se procede a eliminar el punto de crecimiento apical utilizando un bisturí o una navaja de afeitar para estimular el desarrollo de las yemas laterales del brote principal; el corte debe ser limpio, firme y perpendicular al eje del brote. Evitar el daño de los nudos y rudimentos radiculares.

Sumergir el tubérculo con los brotes despuntados en una solución de 2 a 4 ppm de ácido gibenélico durante 10 minutos. Esto estimula el crecimiento de los brotes laterales; un exceso causará el crecimiento de los brotes débiles.

Los tubérculos tratados son guardados en un ambiente oscuro cuya temperatura debe ser de 24º C para obtener entrenudos de longitud media, luego sacarlos de la obscuridad y guardarlos en un ambiente de luz difusa para robustecer los brotes, obteniéndose ramificaciones vigorosas provenientes de los nudos. La humedad debe ser alta para estimular la fracción de las raicillas.

Con una navaja desinfectada cortar todo el brote, dejando una pequeña porción del mismo para otras cosechas o cortes. Si el tubérculo es fisiológicamente joven, se puede obtener hasta 3 cosechas de esquejes de brotes; los esquejes cosechados cubrirlos con papel toalla y humedecerlos.

Sobre una toallita lavada con solución jabonosa e hipoclorito de calcio, seccionar los brotes en porciones de uno a dos nudos, teniendo mucho cuidado en no dañar

las yemas. Los segmentos de brote deben tener por lo menos un rudimento caulinar y dos rudimentos radiculares. El número de esquejes segmentados está en relación al tamaño del tubérculo, al número de yemas y al manejo de los brotes, llegando a obtenerse hasta 70 segmentos de brotes por tubérculo.

La cama de enraizamiento puede ser de arena esterilizada o una mezcla de arena con muzgo esterilizado, preparadas en jabas con una capa de 5 cm de espesor; debe tener buen drenaje, compactar moderadamente este y humedecerlo.

Hacer pequeños agujeros casi superficiales en la arena y con una pinza limpia colocar el segmento de esqueja dejando sobresalir ligeramente en la arena el rudimento caulinar, apretar con cuidado alrededor del segmento para coseguir un buen contacto entre la arena y el brote.

El problema en este tipo de esquejes es que se deben separar las porciones apicales y plantarlas aparte; en un programa de semillas es muy difícil realizar esta tarea. El crecimiento de los segmentos de brote es lento y desigual, muchas veces incluso no llegan a desarrollar, obteniéndose brotes desuniformes, siendo un problema en el transplante de los esquejes.

Otro inconveniente es que se pierde más tiempo desde el momento del despunte apical hasta el transplante de las plántulas (especialmente 40 - 50 días); además, se corre el riesgo de contaminar con virus si no se desinfecta adecuadamente. La ventaja es que se puede obtener un buen número de plantas por cosecha y tubérculos.

Las plántulas pueden ser transplantadas en macetas, camas o en el campo. Una vez establecidas en el campo, pueden ser manejadas como plantas normales de papa. El promedio de producción por esqueje es de 500 a 800 g por planta.

- Desbrotado directo: Los tubérculos-semilla seleccionados por tamaño de 1º ( 80 g) o 7º ( 1 g), son almacenados en un ambiente de luz indirecta para el verdea- miento y el brotamiento (en algunos casos son tratados con Bromo etano para acelerar el tratamiento). No poner los tubérculos a más de 10 cm de espesor.

Para el desbrotado directo, utilizaremos tubérculos de 1º (+ 80 g) a 4º (20 gramos). Si el almacenamiento ha sido correcto, obtendremos tubérculos con brotes vigorosos, fuertes y en buen número (los tubérculos de 1º presentan de 8 a 16 brotes

y los tubérculos de 4<sup>o</sup>, de 4 a 6 brotes. La mayoría de las variedades presentan dominancia apical, algunos en mayor grado y otros en menor; en estos casos, eliminar los brotes apicales para estimular el desarrollo de las demás yemas.

El desbrotado se realiza con el mayor cuidado y asepsia posibles para no contaminar con virus, especialmente los que se transmiten por contacto.

El primer paso consiste en preparar y ordenar el instrumental a utilizar, lavar con abundante jabón y sumergir en hipoclorito de calcio al 10%.

Antes de comenzar el desbrotado, lavarse la manos con una solución jabonosa y con hipoclorito de calcio. Preparar una bandeja con papel toalla, humedecerla con agua, tener a la mano el pulverizador manual para aplicar cada cierto tiempo. Tomar el tubérculo con una mano y con la otra desbrotar suavemente realizando un movimiento de adelante hacia atrás; de esta manera, desprender el brote sin dañar las yemas secundarias del ojo del tubérculo; luego de sacar todos los brotes de más de 1 cm, guardar los tubérculos en fundas de papel para estimular un nuevo brotamiento. Los brotes cosechados ponerlos en una bandeja con agua para que no se deshidraten.

Sumergir las manos en solución jabonosa, hacer esta operación después de cada tubérculo desbrotado, sumergir las manos en el hipoclorito de calcio 0.5% cada cierto tiempo.

Una vez desbrotados los tubérculos y guardados en fundas de papel, almacenarlos en un ambiente tibio (22<sup>o</sup> C), oscuro, por algunos días hasta observar el desarrollo de los nuevos brotes (7 días), llevarlos a un ambiente de luz difusa para robustecerlos. Aproximadamente, estarán aptos para una nueva cosecha de brotes a los 15 o 20 días. Con este método se puede realizar hasta una cosecha o desbrotados, pero se deben tener en cuenta el tamaño y la edad fisiológica del tubérculo.

Los tubérculos de 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> se pueden aprovechar hasta 2 cosechas de brotes antes de sembrarlos directamente en el campo.

Los brotes no serán segmentados, salvo en casos que presenten ramificaciones robustas. Para enraizar los brotes, preparar jabas. En el fondo de la jaba, colocar una malla fina de hilo de nylon; sobre ella poner una capa de sustrato a base de

arena (1) y muzgo (2); compactar moderadamente con un pequeño mazo de madera; el sustrato debe estar suficientemente húmedo; el espesor de la capa debe ser de 5 cm. Realizar agujeros a distancias de 5 x 2.5 cm (800 brotes/m<sup>2</sup>), luego colocar los brotes con una pinza limpia, de tal manera que la mayor parte del brote quede enterrada en el sustrato y sobresalga el rudimento caulinar. Con la yema de los dedos, sin tapar los brotes, presionar el sustrato para que haya contacto entre el brote y el sustrato. Una vez "sembrados" los brotes, se procederá a aplicar fertilizantes disueltos (N, P, K) a la fórmula 15-15-15, 12-12-12 o 8-18-14; de esta mezcla tomar 5 g y disolverlos en un litro de agua más 1 g de Benlate/litro, aplicar el litro de solución por jaba "sembrada". Aplicar un abono foliar e insecticida a los 5 días del enraizado.

A los 12 o 18 días estarán aptas para el transplante. Para acelerar el desarrollo del área foliar, aplicar urea disuelta a razón de 5 g/litro de agua, realizando una sola pasada uniformemente sobre las hojas. Las jabas pueden ser guardadas fuera de los invernaderos para que se adapten al medio o ambiente.

La ventaja de este método es que es más rápido (20 días), desde el momento del desbrote hasta el transplante.

El desarrollo de los esquejes es robusto y rápido y, lo fundamental, es que el crecimiento es parejo, obteniéndose brotes uniformes. Se utiliza ninguna fitohormona (ácido giberélico).

El manejo es más fácil y rápido, lográndose un 100% de prendimiento en campo sin mucho cuidado. La obtención de esquejes es más limpia, ya que no hay contacto directo de la herida con instrumento alguno y no se corre el riesgo de contaminar con virus y bacterias los tubérculos y esquejes.

La gran desventaja de esta técnica, es la baja tasa de multiplicación, aproximadamente 12 brotes por tubérculo grande y por cosecha.

La utilización de jabas como cama de enraizamiento tiene una serie de ventajas: Muy manuable, se puede transplantar a distancias sin dañar esquejes, brotes o tubérculos.

Para el transplante, sale la capa de sustrato como un pequeño colchón que



se puede fraccionar con los esquejes y transplantarlos fácilmente con pan de tierra.

#### **c. Esquejes de tallo juvenil**

La multiplicación por esquejes de tallo juvenil se inicia con plantas fisiológicamente jóvenes; estas deben tener de 5 a 8 hojas simples. La planta madre puede provenir de esquejes de brotes, plántulas in vitro, esquejes de tallo lateral, tubérculillos, o de tubérculos pequeños. Realizar las fertilizaciones similares a plantas madres.

Para comenzar a cortarlas, se debe seguir estrictamente las normas de asepsia recomendadas:

Con una cuchilla o bisturí desinfectados, cortar el tallo aproximadamente a 5 mm sobre la hoja basal sin dañar la yema axilar y propiciar el almacenamiento de la yema; el corte debe ser limpio y perpendicular al tallo sin dañar la hoja. Se pueden realizar varias cosechas (4 a 8 cortes).

El tallo seccionado es segmentado en porciones de tallo con hoja y yema axilar. El número de esquejes que se pueden obtener por cosecha, varía de 5 a 10; el número de esquejes aumenta en las siguientes. Los cortes en las posteriores cosechas son similares a lo explicado anteriormente. Para asegurar el enraizamiento de los esquejes, aplicar una hormona de enraizamiento (polvo o líquido).

El enraizamiento del esqueje se efectúa en cama de arena. La hoja y la yema deben estar sobre la superficie y la porción del tallo en contacto con la arena presionando la arena alrededor del esqueje.

Mantener húmedo la arena durante el proyecto de enraizamiento. El desarrollo de las raíces adventicias sucede entre los 20 a 25 días del enraizamiento.

Los esquejes son transplantados en campo, llegando a producir hasta 500 g; pueden ser transplantados en camas y macetas para producción de semilla pre-básica.

#### **d. Esqueje de tallo adulto**

A la senescencia de las plantas madres, se separan los tallos. Nótese el amarillamiento de las hojas basales. Tomar el tercio medio del tallo. Los esquejes de

la parte inferior se secarán muy rápido y formarán tuberculillos muy pequeños; los del tercio superior casi no producen tuberculillos y tienden a producir raíces y brotes aéreos.

Para realizar el fraccionamiento, seguir estrictamente las normas de asepsia: Lavarse las manos e instrumentos, usar guardapolvo limpio, etc. Evitar el daño del follaje, utilizar una toalla desinfectada para fraccionar el tallo. El esqueje debe tener una hoja, su yema y un pedazo de tallo (3 cm). La mejor formación y tamaño de tuberculillos los producen los esquejes con hojas grandes.

Los esquejes recién cortados deben ser cubiertos con papel toalla húmedo para evitar el marchitamiento.

El medio de tuberización consiste en una cama de arena con buen drenaje, la arena debe permanecer húmeda, el espesor de la capa debe tener de 10 a 12 cm.

En la arena, abrir pequeños surcos y colocar los esquejes con la hoja sobre la superficie, yema y tallo bien adentro, tapar con la arena y presionar con las yemas de los dedos para asegurar el contacto del esqueje y la arena. No se utilizan hormonas de enraizamiento.

Los distanciamientos son relativos al tamaño de las hojas (entre 5 a 8 cm). La formación de los tuberculillos comienza una o dos semanas después de la siembra dependiendo de la variedad.

El número de tuberculillos, obtenidos por esquejes de tallo adulto por planta, varía dependiendo de la variedad y la época del año, número de tallos y del tamaño de la planta. Según experimentos realizados por el Centro Internacional de la Papa, reportan entre 80 a 120 tuberculillos. En el proyecto de semilla de papa, se ha llegado a producir entre 15 a 30 tuberculillos.

Para el brotamiento de los tuberculillos, recomendamos almacenarlos en un ambiente fresco, con luz difusa y en forma natural.

#### **e. Fraccionamiento de tubérculos**

En un programa de semillas es fundamental incrementar el mayor número de plantas posibles, utilizando diversos métodos de propagación como el fracciona-

**miento de tubérculos.**

Este método es recomendado para algunos casos y en algunas variedades. Se debe tener en cuenta factores diversos como edad fisiológica del tubérculo, período vegetativo, número de yemas, grado de susceptibilidad a enfermedades del suelo, contenido de materia seca, etc.

Para el fraccionamiento generalmente se utilizan tubérculos grandes de 1º (de 80 g) y de 2º (60 g), aprovechando primeramente los brotes (desbrotado manual), y luego fraccionar los tubérculos.

- Seguir estrictamente las normas de asepsia antes de iniciar el trabajo.
- Preparar en dos recipientes medianos (de 12 litros) una solución jabonosa, y en el otro, hipoclorito de calcio al 10%.
- Para los cortes utilizar un juego de 4 cuchillos y unas tablas pequeñas desinfectadas.
- El primer paso consiste en sumergir los cuchillos en hipoclorito de calcio y luego sumergir en la solución jabonosa, para evitar posible contaminación por virus y otros patógenos.
- Tomar el tubérculo recién desbrotado con la mano limpia y colocamos sobre la tabla desinfectada y con un cuchillo realizamos el corte longitudinalmente teniendo en cuenta la ubicación de las yemas, tratando que en ambas fracciones tengan igual número de yemas.
- El corte debe ser limpio y se debe separar completamente ambas fracciones.
- Unir las mitades del tubérculo una contra otra y guardarlas con mucho cuidado en una jaba para la cicatrización de las heridas.

Algunos autores recomiendan no partir completamente el tubérculo para la cicatrización y solo separarlos al momento de la siembra, pues, no hay ninguna diferencia en los resultados de siembra, pero se ha observado que están más propensas a descomponerse, ya que al separarlas dejan una herida por la cual ingresarán ciertas plagas.

- Una vez realizado el corte, sumergir el cuchillo en hipoclorito de calcio y utilizar otro cuchillo para el corte del siguiente tubérculo y así sucesivamente.

- Entre los 10 a 15 días la herida habrá cicatrizado y procederemos a separar las mitades para asegurar la cicatrización completa; podremos observar que las yemas han desarrollado rápidamente y están aptas para la siembra.
- En el campo, los tubérculos serán colocados sobre el fondo del surco con la herida hacia abajo con mucho cuidado, sin dejar caer de alto los tubérculos (ver gráfico 6).

**f. Tuberculillos esquejes**

La siembra directa de tuberculillos de tamaño 7<sup>o</sup> (- de 1 g) en campo no es recomendable por ser muy pequeños y no tener suficiente fuerza para llegar a emerger a la superficie.

Se ha ideado un método para aprovechar los tuberculillos y obtener pequeñas plántulas y transplantarlas en campo, evitando stress alguno de transplante. En las diversas cosechas de tubérculos pre-básicos en los invernaderos, generalmente se observa un alto porcentaje de tubérculos pequeños, especialmente cuando proceden de plántulas in vitro, llegando a más del 25% de la producción total de tubérculos; además producir tubérculos pre-básicos tiene un costo elevado.

- El primer paso consiste en almacenar los tuberculillos en un lugar fresco y con bastante luz difusa para obtener brotes fuertes; en muchos casos, observaremos hasta tres pequeños brotes, normalmente presentan un brote apical.
- Preparamos una jaba desinfectada y como medio de enraizamiento utilizaremos sustrato preparado y esterilizado ( 5 cm de espesor), idéntico como para esquejes de brotes.
- Con una pinza desinfectada colocar en los agujeros los tuberculillos con los brotes hacia arriba, luego tapar los brotes con los dedos presionando suavemente al sustrato para no dañar.
- Aplicar una formulación compuesta de NPK disuelta en agua (idem a brotes).
- Los brotes emergen a los pocos días (8 a 10), estando aptos para el transplante entre los 15 a 18 días. Con el mayor cuidado y asepsia llevarlos al campo y transplantarlos a distanciamientos de 10 a 15 cm de planta a planta y en surcos normales.

## PROYECTO DE PRODUCCION DE SEMILLA BASICA DE PAPA

El proyecto de producción de semilla-tubérculo pre-básico de papa viene desarrollando un sistema de producción (ver figura 1) en base a alternativas que se han ido adaptando a nuestras necesidades.

- a) Para invernaderos PRE BASIC
  - Plántulas in vitro
  - Esquejes de tallo lateral
  - Tuberculillos sembrados directamente en camas
  - Tubérculos para plantas madres
  
- b) Para campo BASIC
  - Esquejes de brotes (desbrotados directos)
  - Tuberculillos esquejes
  - Fraccionamiento de tubérculos
  - Tubérculos (siembra directa)

La obtención de tubérculos por esquejes de tallo juvenil y esquejes de tallo adulto se realiza en casos muy especiales.

Los diferentes métodos de propagación aplicados en el proyecto han dado buenos resultados en la producción de semilla PRE BASICA y BASICA, por ser métodos sencillos; además, no se requiere de mucha mano de obra e infraestructura muy sofisticada.

Responden bien a nuestras condiciones y son rápidas y aplicables a nuestra realidad. Si bien el costo de producción es un poco alto y se justifica por los buenos resultados obtenidos en pocos años dando un gran avance tecnológico en el cultivo de la papa.

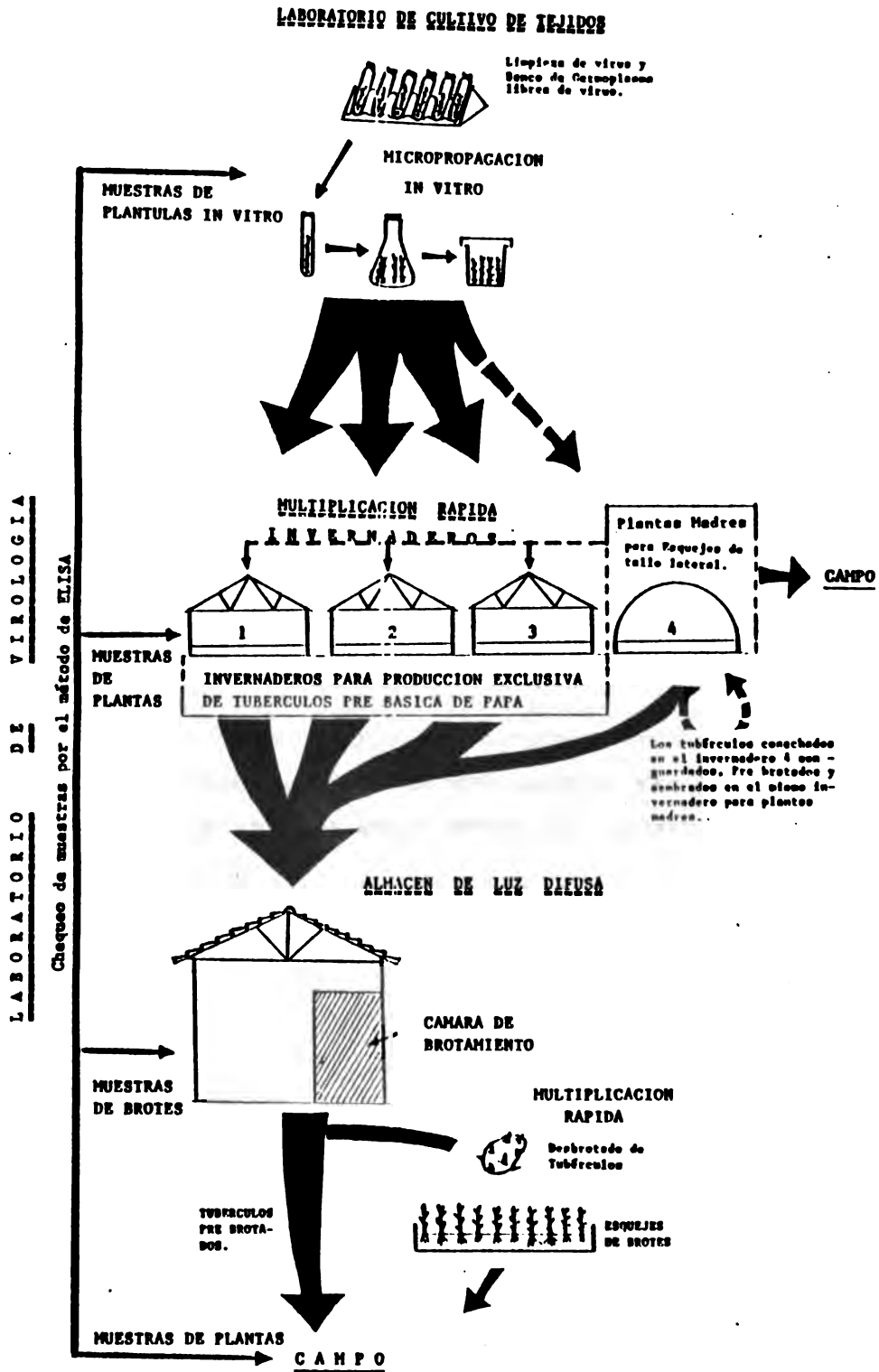
Cuadro 2. Comparación de producción entre plántulas in vitro, tuberculillos y esquejes de tallo lateral.

---

Número de tubérculos producidos en un metro cuadrado			
	Plántulas <u>in vitro</u>	Tuberculillos	Esquejes tallo lateral
Nº de tubérculos por metro cuadrado	600 a 1,000	300 a 600	150 a 300

---

DIAGRAMA DE PRODUCCION DE SEMILLA PRE BASICA DE PAPA ( SEMILLA NUEVA )



## BIBLIOGRAFIA

1. BRYAN, J.E., JACKSON, W.T. y MELENDEZ, N. 1981. *Técnicas de multiplicación rápida de papa*. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 20 p.
2. BRYAN, J.E., JACKSON, W.T. y MELENDEZ, N. 1981. *Guías de 1 al 4: Esquejes de tallo juvenil, Esquejes de tallo lateral, Esquejes de tallo adulto, Esquejes de brotes. Una técnica de multiplicación rápida de papa*. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 16 p.
3. DE BOKX, J.A. 1972. *Viruses of Potatoes and Seed - Potato Production*. Ed. Pudoc. Wageningen. The Netherlands. 303 p.
4. HOCKER, W.J. 1980. *Compendio de enfermedades de la papa*. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 166 p.
5. MIRANDA DE LARRA, J. y DE ONIS. 1975. *Cultivos ornamentales*. Editorial AEDOS. Barcelona - España. 317 p.
6. ROBLEDO DE PEDRO, F. y VICENTE, L.M. 1981. *Aplicación de los plásticos en la agricultura*. Ediciones Mundi - Prensa - Barcelona, España. 350p.
7. SALAZAR, L.F. 1982. *Enfermedades vírosas de la papa*. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 111 p.
8. WEAVER, R. 1976. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas. México. 622 p.
9. 1986. *Guía práctica de la jardinería, la multiplicación de las plantas*. Ediciones ORBIS, S.A. Barcelona, España. 192 p.





## // MULTIPLICACION DE SEMILLA DE PAPA EN EL CAMPO

✓  
**Lourdes Pretell \***  
**Rafael Orellana \***

En los últimos años se han acumulado experiencias en el campo científico y productivo en el cultivo de papa, permitiendo obtener altos rendimientos. Esto fue alcanzado gracias a la introducción y aplicación de tecnologías desarrolladas para nuestras condiciones, que permiten obtener en corto tiempo material de alta calidad que garantice buenos rendimientos otorgando de esta manera una rentabilidad adecuada al cultivo.

La producción del material libre de virus en un campo agrícola se dificulta debido a:

- a. Que la multiplicación acelerada en un período corto debe mantener las condiciones fitosanitarias disminuyendo las posibilidades de infección.
- b. Todas las medidas y labores están dirigidas para que en la primera mitad de su período vegetativo se creen las condiciones para el desarrollo y crecimiento de la planta, y en la segunda mitad al contrario, para coadyuvar el crecimiento lento del follaje o la interrupción de la secuencia del período vegetativo, para luego realizar la cosecha.

En base a estas premisas, proporcionamos la secuencia agrotécnica del manejo y producción de semilla básica de papa.

---

\* *Especialistas en Producción de Semilla Básica de Papa, E.E. Santa Ana, Huancayo, INIAA, Perú.*

## **Elección del terreno y su antecesor**

Para el uso más efectivo de la tierra, manteniendo en niveles altos las propiedades físicas del suelo (estado estructural y textura) en consecuencia, las condiciones más favorables de humedad, aireación y fertilización, tienen gran significado en rotación de cultivos de una campaña a otra científicamente planificada para un tiempo relativamente largo, lo cual ofrece un medio agrotécnico activo de control de malezas, plagas y enfermedades, y del uso correcto de la tecnología para el incremento de la productividad.

El lugar para la ubicación del semillero se determina por las particularidades biológicas del cultivar, necesidades de agua y nutrientes, susceptibilidad a plagas y enfermedades, capacidad de proteger al suelo de la erosión, etc.

En el caso de papa tenemos en cuenta que los predecesores dejan mayor cantidad de residuos vegetales, así tenemos que los mejores para papa son: Gramíneas, si estas se cultivaron con fertilizantes orgánicos o minerales, y leguminosas anuales. Pero tomamos en cuenta que el maíz, arveja y trébol contribuyen a la conservación de la población nematológica del suelo, mientras que la avena, vicia, trigo, cebada y centeno, favorecen a la disminución de dicha población. Si se mantiene el terreno barbechado durante una campaña la población prácticamente desaparece.

Todo semillero responde también a otras condiciones:

- Debe estar aislado por lo menos de 200 - 500 m de otro cultivar de papa u hortalizas.
- Es recomendable que esté rodeado de bosques, pastos perennes o gramíneas carentes de malezas.
- No ser cultivado por lo menos tres años con papa.

## **Preparación del suelo**

Es la labor agrícola que garantiza:

- Mantener en niveles altos las propiedades físicas y químicas del suelo.
- La acumulación de humedad y nutrientes minerales u orgánicos en forma asimilable para su uso efectivo.

- El mejor control de plagas, enfermedades y malezas.
- La activación de los procesos microbiológicos.
- La creación de mejores condiciones para la siembra (humedad, aireación, fertilidad).
- Proteger al suelo de la erosión.

Por lo tanto, diremos que es la labor más activa que influye en el suelo, su fertilidad y los rendimientos del cultivar.

La preparación también garantiza su efectividad solo si se realiza en determinada secuencia. En general, se compone de dos partes:

- a. Preparación básica o barbecho: Consiste en la transposición de todas las partes de la capa arable, y se realiza en toda su profundidad, dependiendo del predecesor, presencia de malezas y condiciones climáticas.

En caso de excesos de residuos vegetales, estos se trituran con rastras de discos, luego se efectúa el barbecho en sí a una profundidad de 25 a 30 cm. Según el grado de mullidez del suelo se realiza el segundo barbecho en sentido transversal.

- b. Preparación pre-siembra: Labor que sirve para crear una capa granulada y mullida, con una superficie nivelada; conservar la humedad acumulada y como medio de control de malezas y plagas.

Se realiza con las rastras de disco a 15-20 cm de profundidad, pudiéndose incluir materia orgánica al suelo. El número de pasadas con rastra depende del grado de mullidez del suelo que se obtenga. Las siguientes son en sentido transversal a las anteriores.

La preparación del suelo mientras más profunda mejor, ya que dará la posibilidad de aumentar la capa potencial en la cual se desarrollarán los tubérculos. Por eso, con barbechos poco profundos el aporque es más dificultoso y mal ejecutado, trae consigo la formación de tubérculos pequeños ubicados en la superficie e influye negativamente en los rendimientos.

Experimentalmente se tiene datos al respecto:

Barbecho sin profundizar (yunta) y sin fertilizante ..... 10,6 TM/ha de rend.

Barbecho profundo (30 cm) y sin fertilizante ..... 12,6 TM/ha

En lo que se refiere a la calidad del tubérculo se tiene:

Barbecho a 15 cm de profundidad ..... 16,9% de almidón.

Barbecho a 30 cm de profundidad ..... 17,9% de almidón.

La compactación del suelo también influye en el brotamiento:

- Densidad del suelo: 1,5 gr/cc ..... a 21-27 días brotamiento total.  
1,1 gr/cc ..... a 15-20 días brotamiento total.

### **Fertilización**

Se sabe que en 1 TM de cosecha (tubérculos, follaje y residuos radiculares) contiene un promedio de 4,8 kg de N, 2,2 kg de  $P_2O_5$  y 10,3 kg de  $K_2O$ , por lo cual se deduce que la papa consume más K, luego N y menos P. Estos datos tendremos en cuenta durante el cálculo y uso de los fertilizantes.

La exigencia a sustancias minerales aumenta bruscamente con el incremento de la cosecha, pero este no es directamente proporcional. La papa responde positivamente a los fertilizantes, sean orgánicos o minerales, pero considerando la influencia de las particularidades del suelo, composición química del fertilizante y su asimilación y la variedad cultivada.

Abonos orgánicos: El estiércol es el de mayor uso. Este, además de contener todas las sustancias indispensables (macro y micronutrientes) sirve de fuente complementaria de la nutrición del carbono.

Su efectividad depende de las condiciones suelo-clima y el grado de desintegración (es recomendable utilizar estiércol semi-podrido, o sea, de 4 a 8 meses de conservación).

Además del estiércol, se utilizan otras formas de abonos orgánicos como turba o compost (turba - estiércol). Para incrementar su efectividad, se mezcla compost con abonos minerales especialmente nitrogenados. De todas maneras, los abonos orgánicos coadyuvan a mejorar las propiedades cualitativas y cuantitativas del tubérculo.

A altas dosis de estiércol la respuesta de la papa es positiva; sin embargo, en el incremento gradual de los rendimientos, su composición económica del abono orgánico disminuye, pero altas dosis se emplean en zonas de altura ya que a su cuenta se mejora la aereación y el régimen calorífico del suelo.

Los abonos orgánicos pueden ser incrementados de dos maneras: Al voleo, distribuyendo equitativamente por toda la superficie del suelo, y en el surco, durante la siembra. Este permite el uso más económico durante la campaña. Igual influencia se observa con la incorporación de abonos verdes, así por ejemplo:

Comparativo de dosis de abonos verdes de Lupinus en papa:

Masa verde de Lupinos en 1 ha (TM)	Rendimiento TM/ha	% al testigo
Sin abono verde (testigo)	4,45	100 %
18	9,53	214 %
36	13,78	310 %
54	16,08	355 %

**Abonos minerales:** La cantidad a utilizarse se establece según los cálculos de la cosecha planificada, calidad de los fertilizantes y las condiciones del suelo, para lo cual se deben utilizar los mapas cartográficos sobre la acidez y el contenido de los elementos principales.

El cálculo de la dosis se realiza no por lo que se está incluyendo, sino por los períodos de la máxima exigencia de nutrientes por la planta, lo que se decida según los siguientes datos:

- a. El uso de sustancias nutritivas por cada unidad de peso de producción, considerando la máxima exigencia de cada variedad.
- b. Contenido de los principales elementos en formas móviles (lavables por escorrentía y materia orgánica).
- c. Coeficientes de uso (absorción) de los principales elementos del suelo y de los fertilizantes a usar por la planta.

Si no se tienen estos datos, se recurre al análisis del suelo en el laboratorio

respectivo, cuyos resultados indicarán las dosis recomendables y más cercanas al óptimo. Estas dosis se ejecutan estrictamente ya que el exceso o insuficiencia de nutrientes provoca defectos cuyos síntomas son fáciles de confundir con el de las enfermedades virósicas.

La inclusión de micro elementos se hace necesaria si su insuficiencia provoca los síntomas de clorosis, especialmente en plantas transplantadas por esquejes.

### **Preparación del tubérculo**

Para la siembra se utilizan tubérculos sanos, sin daños, bien desarrollados y típicos de cada variedad. La preparación incluye las siguientes operaciones:

- a. Selección de los tubérculos por su medida y peso.
- b. Selección y exclusión de tubérculos enfermos y dañados.
- c. Tratamiento y curación.

A unos 10-15 días antes de la siembra los tubérculos grandes (mayores de 80 g) se fraccionan, tal que las fracciones tengan igual número de yemas. Al momento del fraccionado los instrumentos son desinfectados por cada corte. El transporte del almacén al campo se realiza cuidadosamente, evitando daños mecánicos.

### **Siembra**

Es preferible hacer los surcos momentos antes de la siembra, luego se colocan los fertilizantes, ya sea en forma de chorro continuo o de golpes, después son mezclados con un poco de tierra para evitar posibles daños que los fertilizantes puedan ocasionar.

Los tubérculos se ubican con el ápice hacia arriba, los cuales son tratados con algún desinfectante (PCNB), juntamente con la aplicación del insecticida-nematocida granulado, para luego ser tapados con maquinaria o manualmente.

La siembra puede realizarse en tres tipos de surco:

- a. Surco en cresta
- b. Semi cresta
- c. Liso

La densidad de siembra se decide dependiendo de:

- a. Calidad del material a sembrarse
- b. Variedad y nivel tecnológico
- c. Objetivo del cultivo
- d. Condiciones del factor suelo-clima.

La profundidad de siembra y el distanciamiento entre tubérculos depende del tamaño de los tubérculos; si estos son grandes, el distanciamiento y profundidad serán mayores que los tubérculos pequeños.

Los tubérculos fraccionados se siembran a modo de unidades de planta. En el caso de esquejes enraizados, el distanciamiento es igual al de los tubérculos.

### **Cuidados y manejo**

Estas labores garantizan la aceleración en la germinación, limpieza de malezas y la seguridad contra el ataque de plagas y enfermedades. Para esto se realizan las siguientes operaciones:

- Aplicación del herbicida pre-emergente, es decir a unos días después de la siembra.
- Remoción del entre surco después de la emergencia total.
- Aplicación de pesticidas foliares según evaluación, tantas veces sea necesario.
- Descarte de plantas virosas: Dos veces antes y una después del aporque.
- Ejecución del aporque con fertilización nitrogenada.
- Eliminación del follaje sea química o manualmente; en este caso los instrumentos se desinfectan después de cada corte.

### **Riegos**

El riego es una forma de dirección del desarrollo y crecimiento de la planta para el incremento de sus rendimientos. Cabe recordar que gracias a los riegos la efectividad de los fertilizantes se incrementa. En caso de papa las normas de riego oscilan de 500 a 800 metros cúbicos por ha y pueden realizarse de diferentes maneras, pero las más comunes son por aspersión y gravedad.

Si el riego es por aspersión, antes se remueve la tierra en los entresurcos,

lo cual coadyuva a la mejor absorción, disminuye la formación de corriente y escoorrentía y puede controlarse la formación de barro.

Si el riego es por gravedad, el agua debe correr por el entresurco, tratando de que no tenga contacto directo con la planta y llegue a esta por capilaridad. Después de cada riego se remueve la tierra para evitar la compactación del suelo. Los riegos se interrumpen después de la maduración de la masa básica de los tubérculos.

### **Cosecha**

Como referencia se toman los síntomas de maduración, secado o marchitez del follaje, formación de cáscara suberizada del tubérculo, secado de los estolones y su fácil separación de los tubérculos. La cosecha incluye dos operaciones:

- La recolección
- El pallaqueo

Ambas pueden realizarse mecánica o manualmente, pero tratando de no ocasionar daños mecánicos.

### **Selección**

Consiste en la ejecución de dos operaciones simultáneas:

- Agrupación de los tubérculos según su tamaño y peso.
- Exclusión de tubérculos deformados, dañados y no típicos de la variedad.

### **Desinfección**

En el tratamiento y curación de la semilla-tubérculo seleccionada y consiste en las siguientes operaciones:

- Lavado del tubérculo.
- Tratamiento con fungicida.
- Tratamiento con bactericida.
- Tratamiento con insecticida.

Los tratamientos se realizan bajo sombra, el tiempo de cada tratamiento depende



del producto que se utiliza.

### **Almacenamiento**

Los tubérculos semilla después de ser seleccionados, clasificados y desinfectados, son ubicados en los almacenes de luz difusa, sea en forma de bandejas, módulos cajones o jabas, también previamente desinfectados. Debido a que la luz difusa acorta el tamaño de los brotes, manteniéndolos cortos y vigorosos, listos a ser sembrados en campo, disminuye el efecto de la dominancia apical, reduce las pérdidas durante el almacenamiento y en el campo, promueve una mayor y temprana emergencia.

### **Distribución**

La semilla básica obtenida en el campo es distribuida a agricultores, semilleras, previa calificación y en participación de Instituciones (CIPA, Ministerio de Agricultura, ENCI y Banco Agrario) y organismos (PICPA, SENASE, etc.) en sacos especiales de 60 kg, a los mismos que se adhieren etiquetas donde se menciona la variedad, generación, calificación obtenida en las evaluaciones y productos con que se trataron la semilla.

El precio de la semilla es fijado por una comisión multisectorial en la que intervienen los productores, Banco Agrario, Ministerio de Agricultura, CIPA, etc., y siempre es un poco más alto que el precio de la semilla autorizada.



## // ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION DE SEMILLA BASICA DE PAPA

Percy <sup>✓</sup>Vilca \*

**Costo de producción** de un determinado proceso productivo es la suma de todos los gastos efectuados, en las actividades e insumos involucrados durante las distintas etapas del proceso productivo. Los costos pueden ser variables (CV) y fijos (CF), en consecuencia, el costo total es la suma de los costos fijos y variables:

$$CT = CF + CV \quad (1)$$

Los costos variables cambian cuando varía el nivel de actividad. Ejem.: Fertilizantes, semilla, mano de obra directa, etc. Los costos fijos generalmente no cambian cuando el nivel de la actividad cambia, pero si ocurren grandes cambios los costos fijos también cambian, ejem.: Mano de obra permanente, reemplazo de maquinaria, gastos de viajes administrativos, etc.

El costo unitario (Cu), será el costo total dividido entre la cantidad producida (Q):

$$Cu = \frac{CT}{Q} \quad (2)$$

---

\* *Especialista Agroeconomista del Convenio INIAA-CIP-COTESU, Perú.*

El ingreso total (IT) son los ingresos que se obtienen por la venta de la producción (Q) a un precio (P) determinado:

$$IT = P \cdot Q \quad (3)$$

Suponiendo que el productor compra todos sus insumos y vende la totalidad de su producción, su ingreso neto (IN) estará dado por la siguiente relación:

$$\begin{aligned} IN &= IT - CT \\ IN &= P \times Q - CV - CF \quad (4) \end{aligned}$$

Una relación útil que se deriva de las ecuaciones anteriores es la Rentabilidad Neta (RN):

$$RN = \frac{IN}{CT} \quad (5)$$

## ESTIMACION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION

En todo procedimiento de estimación de costos, una primera tarea a realizarse es la identificación de los costos variables y los costos fijos, con el objetivo de tener una idea de la magnitud del cambio en costos que ocurren cuando se amplía o reduce una o más actividades. Los costos variables (Directos) afectan el nivel de producción (ejem.: Fertilizantes) y los costos fijos no tienen un efecto inmediato sobre el nivel de producción.

Para identificar los costos variables, es preciso conocer detalladamente todo el proceso productivo. Conocer todas las actividades, todos los elementos que intervienen en el proceso de producción, a fin de efectuar sus respectivos registros técnicos: Tiempo de trabajo, dosis, cantidad de insumos, etc.

El registro del precio y la cantidad de los insumos empleados es el punto crítico que determina la calidad de los cálculos finales. La mano de obra y equipo son, por lo general, difíciles de medir, sobre todo si se trata de extensiones pequeñas. El registro de insumos como fertilizantes, pesticidas, semilla, etc., es relativamente sencillo.

**La mano de obra:** La recolección de datos sobre la mano de obra responde a los siguientes objetivos: Establecer la cantidad total de trabajo para el proceso productivo y la cantidad de trabajo a nivel de cada actividad (tiempo de operación).

**Tiempo de operación:** Es la suma de los tiempos de tareas efectuadas coordinadamente. Tiempo de tarea, es el tiempo necesario para la ejecución de trabajos bien definidos, efectuados por una o varias personas. En la duración neta del trabajo, se incluyen el tiempo de transporte, la puesta en marcha y el acabado de la tarea.

La medida de los tiempos de trabajo se realiza bien en días o en fases de trabajo, según el grado de precisión deseado. Existen dos procedimientos:

- Registro continuo del trabajo, permite obtener los tiempos de tarea medios.
- El cronometrado, es más preciso y permite la medida de los diferentes elementos que componen la tarea.

**Equipo y maquinaria:** La medición del uso del equipo agrícola se realiza en base a una hora, para asignar exactamente los costos de uso en la actividad que el equipo interviene.

La segunda tarea, para la estimación de los costos de producción, es determinar los precios de campo de los insumos, mano de obra y equipo.

## EL PRECIO DE CAMPO DE LOS INSUMOS

Los insumos que se compran y se usan durante el ciclo productivo, generalmente se valoran en base a los precios por menor. A este precio deben agregarse los costos de transporte desde el lugar de compra hasta el lugar de uso final.

El precio de campo de la mano de obra contratada, es la tasa de salario para los trabajadores en la zona, más el valor de los pagos no monetarios como la comida, almuerzo y otros. Normalmente, el precio de la mano de obra contratada no es el mismo durante el ciclo de cultivo del área, se dan períodos donde el salario es más alto que en otros.

La mano de obra permanente, para la distribución de estos gastos es necesario consi-

derar el tiempo de trabajo directo realizado en cada actividad.

**El precio de campo del equipo**, se determina a partir del precio al por menor. Una forma de obtener un costo por hectárea de uso, de manera aproximada, es dividiendo el precio al por menor entre el período promedio de vida útil aproximado del equipo (en años, meses), luego dividir entre el número promedio de hectáreas sembradas por campaña. No es demasiado preciso estimar estos costos, puesto que varían completamente de una situación a otra. Otros elementos que deberían considerarse en la estimación son los intereses sobre la vida útil, la depreciación, mantenimiento, reparaciones, combustible, lubricantes. En este caso, puede tomarse como referencia la información de los gastos de este equipo en otras campañas.

### **ESTIMACION DEL INGRESO TOTAL (IT)**

El ingreso total es el valor total de la producción. Se obtiene multiplicando el total de la producción por el valor del producto, según la unidad de medida usada.

Una manera de valorar la producción es utilizando el precio de mercado; evidentemente deben deducirse los costos que representan colocar el producto en el mercado (selección, envase, almacenamiento, transporte, etc.) y este precio no es necesariamente el establecido oficialmente por las autoridades.

Para estimar el Ingreso Total se necesita registrar el rendimiento de la cosecha (por calidades y grados de sanidad) y el precio a nivel de campo para cada calidad y grado de sanidad en el momento de la cosecha o el momento de la venta.

### **EL COSTO DE CAPITAL**

Este costo depende del período durante el cual los recursos han de estar comprometidos, se expresa como una tasa por unidad de tiempo (año) denominada tasa de interés ( $r$ ). Este costo se calcula según cada caso:

- Si el capital es obtenido en préstamo, el costo del capital será la tasa de interés pagado.
- Si el capital es propio, se considera la tasa de interés normal en el mercado.

- Si es difícil de averiguar la tasa de interés en el mercado, esto puede calcularse en base a la tasa anual de inflación, más 10%.

### ESTIMACION DE COSTOS Y RENTABILIDAD BAJO CONDICIONES INFLACIONARIAS

Generalmente, los costos de producción se estiman asumiendo que el costo de los insumos, y la tasa de interés permanecen constantes durante el tiempo que dura el proceso productivo. Este supuesto no se cumple en los procesos productivos afectados por la inflación. En esta situación el IN, la RN y r deben calcularse de la siguiente manera:

$$IN = P \times Q - \sum_{j,t} C_{j,t} X_{j,t} - CF$$

- Donde:
- IN = Ingreso Neto
  - P = Precio del producto
  - Q = Cantidad producida (Rendimiento)
  - $C_{j,t}$  = Costo del insumo j -ésimo aplicado en el momento t -ésimo del proceso productivo
  - CF = Costos fijos actualizados al momento de iniciar el proceso productivo

La rentabilidad neta se calcularía de la siguiente manera:

$$RN = \frac{IN}{\sum_{j,t} C_{j,t} X_{j,t} + CF}$$

La tasa de interés (r) debería calcularse de la siguiente manera:

$$r = \frac{\sum_t R_t \cdot T_t}{\sum_t T_t}$$

- Donde:
- $R_t$  = tasa de interés en el período t-ésimo del período productivo
  - $T_t$  = número de meses que dura el período t-ésimo
  - $\sum_t T_t$  = número de meses que dura el período productivo

La información necesaria para efectuar los cálculos es la siguiente:

- Cantidad de cada insumo usado en el proceso productivo y el momento en que se usó.

- Costo del insumo en el momento en que se adquirió
- Valores de la tasa de interés mes a mes durante el tiempo que duró el proceso productivo
- Precio del producto al momento de su venta
- Cantidad producida

## **IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DEL COSTO DE PRODUCCION**

Las características peculiares de la actividad agrícola, tales como su estacionalidad, sensibilidad a las condiciones climáticas, superposición de actividades, existencia de variables no controlables, dificultan la estimación y el cálculo de los costos de producción.

Algunas aplicaciones y usos de los costos de producción se enumeran a continuación:

- Permite la comparación del costo de producción en el precio de venta del producto.
- La mayor utilidad de los costos de producción está en algunas aplicaciones para evaluación de alternativas de producción estableciendo la ventaja económica.

### **Análisis de presupuesto parcial para dos tecnologías alternativas**

Esta técnica de análisis permite organizar información sobre costos y beneficios, comparar los cambios en los costos y beneficios derivados del uso de alguna alternativa de producción.

Se denomina presupuesto parcial porque no se consideran todos los costos y beneficios, sino solo aquellos que cambian por el uso de alternativas distintas. Permite comparar tecnologías de producción diferentes sin necesidad de conocer un costo total de producción.

Se asume que todos los insumos se compran y se vende toda la producción, se deben identificar los costos que varían por el uso de las alternativas (CV) y aquellos que permanecen iguales (CF) con el objeto de registrar la información pertinente.



Si el IN está dado por la siguiente ecuación:

$$IN - IT - (CF - CV) = IT - CF - CV$$

El cambio en el IN ( $\Delta IN$ ), resultado del uso de tecnologías diferentes, es la diferencia entre el cambio de ingresos y costos.

$$\Delta IN = \Delta IT - \Delta CF - \Delta CV$$

Por definición  $\Delta CF = 0$

El cambio en el IN es:

$$\Delta IN = \Delta IT - \Delta CV$$

La ventaja económica de una alternativa sobre otra se establece con la tasa de retorno (TR), y el cambio en el ingreso neto ( $\Delta IN$ )

$$TR = \frac{IN}{CV}$$

La tasa de retorno mide la retribución de cada unidad monetaria adicional que valga la pena invertir en el uso de la tecnología alternativa. Los criterios a considerarse para la evaluación de las alternativas son:

- si  $\Delta IN < 0$  se descarta la tecnología propuesta
- si  $\Delta IN > 0$  y  $\Delta CV > 0$  la tecnología propuesta es mejor
- si  $\Delta IN > 0$  y  $\Delta CV > 0$  se necesita calcular la tasa de retorno. A mayor  $\Delta IN$  y más alta tasa de retorno la ventaja económica de una alternativa sobre otra será mayor.

**La rentabilidad de semilla mejorada**, puede ser examinada desde el punto de vista de los productores y de los usuarios.

**Producción de semilla mejorada:** Los agricultores producirán semilla mejorada cuando sus beneficios netos sean mayores que los obtenidos produciendo papa de consumo:

Beneficio Neto (semilla mejorada) > Beneficio Neto (papa consumo)

$$BN_s > BN_c$$

$$P_s R_s - C_s > P_c R_c - C_c$$

Donde:  $P_s$  = Precio semilla mejorada  
 $C_s$  = Costos de producción de semilla mejorada

Rs = Rendimiento en términos de semilla mejorada  
Pc = Precio de la papa consumo  
Cc = Costos de producción de papa consumo  
Rc = Rendimiento en términos de papa consumo

**Uso de semilla mejorada:** Los agricultores comprarán semilla mejorada solamente si pueden obtener beneficios netos mayores que los obtenidos usando su propia semilla o semilla corriente:

Beneficio Neto (semilla mejorada)    Beneficio Neto (semilla corriente)

$$\begin{aligned} \text{BNs} &> \text{BNc} \\ \text{Pc Rs} - \text{Cs} &> \text{Pc Rc} - \text{Cc} \end{aligned}$$

Donde:    Pc = precio de la papa consumo  
          Cs = costo de producción usando semilla mejorada  
          Cc = Costo de producción usando semilla corriente  
          Rs = rendimiento usando semilla mejorada  
          Rc = rendimiento usando semilla del agricultor

**Limitaciones de los costos de producción:** Las principales críticas al cálculo de los costos de producción están referidos al carácter convencional de los cálculos y la sensibilidad de los costos de producción.

**Carácter convencional de los costos de producción:** Los resultados de las estimaciones de los costos de producción son, generalmente, costos medios y se establecen sobre el total de una actividad. No permiten el estudio de elementos como la dimensión de las parcelas, las características de las mismas, la calidad de los suelos, etc.

Para un mismo producto pueden haber varios costos de producción según las convenciones que se utilicen en las asignaciones de los gastos operativos, en los costos fijos, en el cálculo de los tiempos de trabajo de los obreros y máquinas.

#### **Sensibilidad de los costos de producción**

- A las condiciones de la campaña, los costos sufren grandes variaciones en función de las condiciones de la campaña (ejem.: años secos, lluviosos). Los costos por unidad de producción (ha) son mucho más estables que los relativos a la unidad del producto (ejem.: kg de semilla).
- A las elecciones de la empresa, en el caso de una unidad agrícola las actividades

se encuentran interrelacionadas. La mano de obra y la maquinaria no tienen una asignación específica. A consecuencia de la interdependencia que existe en las actividades agrícolas es peligroso intentar orientar las actividades basándose en resultados unitarios. Si la naturaleza y la importancia de otras actividades cambia, el costo de producción de la actividad cuyas condiciones no han cambiado, también se modificará. La decisión de usar mano de obra ya sea contratada o permanente variará significativamente los costos por mano de obra.

### **BIBLIOGRAFIA**

1. **CARDONIER, P. *et al.* 1973. *Economía de la Empresa Agraria*. Editorial Mundi, Prensa Madrid, 506 p.**
2. **CCAMA, F. *et al.* 1984. *Metodología para cálculo de costos y rentabilidad bajo condiciones de inflación y para análisis de riesgo y comparación de tecnologías agrícolas*. Serie Notas Agroeconómicas N° 06-84 INIPA-Lima, 53 P.**
3. **HORTON , D. 1981. *Análisis de presupuesto parcial para ensayos de papa a nivel de campo*. Documento de entrenamiento. Lima, CIP, 14 p.**
4. **MONARES, A. 1980. *Análisis económico de la producción y uso de semilla de papa*. Documento de entrenamiento. Lima, CIP, 9 p.**
5. **PERRIN, R. *et al.* 1979. *Formulación de recomendaciones a partir de datos agroeconómicos*. Manual metodológico de evaluación económica. Folleto de información N° 27. CIMMYT. México, 54 p.**

## **BALANCE ECONOMICO DE PRODUCCION DE SEMILLA BASICA**

(En base a una ha de semilla pre-básica)

Asunciones: Precios de mayo de 1986, fijos.

Interés: 12% (US prime rate, por precios fijos)

Rendimiento: 20 t

Venta de todos los tamaños ("terciado")

### UNA MULTIPLICACION EN EL CAMPO (en I/.)

-	Costo de material P13	73,000	
-	Costos de producción (cam.)	20,000	
-	Interés (PB y 1ª multiplic.)	<u>21,000</u>	
	Total costos	114,000	Costo por kg
	Con margen de seguridad (25%)	142,500	→ I/. 7.13 en US\$ = 0.41

### DOS MULTIPLICACIONES EN CAMPO (en I/.)

-	Costo de material PB	73,000	
	Interés (3 años)	29,600	
-	Costo 1ª multiplicación	20,000	
	Interés (2 años)	5,100	
-	Costo 2ª multiplicación	200,000	
	Interés (1 año)	<u>24,000</u>	
	Total costos	351,700	Costo por kg
	Con margen de seguridad (25%)	439,625	→ I/. 2.2 en US\$ = 0.13

Tipo de cambio = 1 US\$ = 17.3 I/.

## COSTOS DE PRODUCCION SEMILLEROS PICPA

Campaña 1986 - 1987

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
- Superficie sembrada (ha)	1.7	1.0	1.3	0.8	1	1
- Cantidad de insumos (ha)						
- Semilla (t/ha)	2.3	2.0	3.2	2.5	3.0	2.2
- Mano de O. (jorn.)	113.7	100	80.8	218.7	133.0	93.4
- Tractor (horas)	2.9	3.0	12.4	5.0	42.0	17.6
- Yunta	--	--	1.6	--	--	--
- Costos insumos (000 Intis)	39.6	31.6	45.5	51.9	58.4	42.0
- Otros costos (Leyes, Soc. Adm. finac.)	10.8	8.7	11.0	14.5	16.2	14.8
- COSTO TOTAL/ha (000 I/.)	<u>50.4</u>	<u>40.3</u>	<u>56.5</u>	<u>66.4</u>	<u>74.6</u>	<u>56.8</u>
- Rendimiento t/ha	<u>13.3</u>	<u>12.0</u>	<u>12.6</u>	<u>11.2</u>	<u>20.0</u>	<u>27.0</u>
Semillat/ha	<u>11.4</u>	<u>8.0</u>	<u>9.6</u>	<u>7.5</u>	<u>14.0</u>	<u>21.6</u>
- Costo kg/semilla (I/.)	4.4	5.0	5.8	8.9	5.3	2.6
- Ingreso total (000 I/.)	100.0	76.0	91.2	72.5	136.0	189.0
- Rentabilidad (IN/CT)	0.9	0.9	0.6	0.1	0.8	2.3

### **COSTOS DE PRODUCCION MATERIAL PRE-BASICO**

ESQUEMA DE PROD. EMPLEADO	<u>ESQUEJES</u>	<u>IN VITRO</u>	Plts.
- Plantas madres (para prod. esq.)	1,000	--	
- Esqueje (para semb. en Inv.)	23,040	--	
- Plántulas in vitro (para semb. en Inv.)	--	24,000	
- Tubérc. prod. (sem. pre-bas.)	85,382	221,757	
- Area promedio que cubre cada tubérculo	0.208	0.142	
- Alcanza para sembrar: (ha)	1.78	3.14	

#### COSTOS DE PRODUCCION (por años en Intis)

- Gastos operativos (mano de obra, sustrato, materiales, reactivos)	<u>154,669</u>	<u>174,076</u>
- Costos fijos (amortización 10 años)	<u>42,539</u>	<u>55,048</u>
- Invernaderos, almacén, sist. de agua, etc.	41,520	41,520
- Lab. Virología (parte de prod.)	1,019	1,528
- Lab. in vitro (equipo, estruct.)	--	12,000
Intereses (12% anual préstamo en US\$)	<u>51,047</u>	<u>66,058</u>
(Precios 1986) COSTO TOTAL	<u>248,255</u>	<u>295,184</u>
Precio c/tubérculo I/.	2.91	1.33
US\$	0.17	0.08

Tipo de cambio US\$ 1 = 17.30

**COSTOS DE PRODUCCION (l./ha)**  
**para producir semilla pre-básica para sembrar 1 ha, Junín**

Gastos operativos (en 000l./.)	Esquejes		Ptls. in vitro	
	Valor	%	Valor	%
Total (gastos operativos)	86.0	62	55.4	59
- Chequeo serológico	5.1	3	4.3	5
- Fertilizantes, pesticidas	3.0	2	1.7	2
- Hormona de enraizamiento	0.2	-	-	-
- Reactivos (Lab. in vitro)	-	-	4.8	5
- Materiales y herramientas	6.7	5	3.8	4
- Sustrato	5.1	4	2.9	3
- Mano de obra (prep. sustra.)	19.8	14	11.5	12
- Mano de obra (invernaderos)	46.9	34	21.0	22
- Mano de obra (Lab. in vitro)	-	-	5.6	6
<b>COSTOS FIJOS (amortización 10 años)</b>				
Total (costos fijos)	23.9	17	17.5	19
- Invernaderos, almacén, etc.	23.3	17	13.2	14
- Lab. Virología (parte de produc.)	0.6	-	0.5	1
- Lab. in vitro (equipo)	-	-	3.8	4
<b>TOTAL (sin intereses)</b>	<b>110.8</b>	<b>73.0</b>		
<b>INTERESES (12% anual): (préstamo en US\$)</b>	<b>28.7</b>	<b>21</b>	<b>21.0</b>	<b>22</b>
<b>TOTAL (+ intereses)</b>	<b>139.5</b>	<b>100</b>	<b>94.0</b>	<b>100</b>





**EVALUACION GENERAL DEL CURSO CORTO  
SOBRE MULTIPLICACION RAPIDA DE SEMILLA DE PAPA**

**Huancayo, Perú, 20 - 29 de enero de 1988  
(Evento 3.1.4)**

***B. Ramakrishna \****

**Desarrollo general del curso**

El curso corto se efectuó en la Estación Experimental Santa Ana-INIAA, Huancayo, Perú, con la participación de cuatro países de la Subregión Andina, con el apoyo de los especialistas del CIP, Lima.

El evento se ubicó en Huancayo por el desarrollo y trayectoria que tiene el Perú en la multiplicación de su propia semilla básica de papa. El curso fue de gran beneficio, especialmente para Venezuela, para que tome en consideración los importantes avances y experiencias de los otros países de la Subregión.

Asimismo, el curso significó para los otros países el poder aplicar nuevos métodos y técnicas que provienen de la ciencia básica y aplicada, relativa a la multiplicación sana y rápida de semilla de papa.

Por lo general, el curso permitió identificar nuevas estrategias para mejorar sus líneas actuales, las técnicas más recientes disponibles en diferentes alternativas para multiplicar la semilla. Es también importante señalar que las estrategias de multiplicación de semilla, almacenamiento y distribución, seguidas en Perú, deben ser de gran utilidad para los otros países.

---

\* *Especialista Internacional en Transferencia de Tecnología y Comunicación, IICA-PROCIANDINO.*

## Evaluación por los participantes

De los 24 asistentes al curso (9 internacionales y 14 nacionales), 13 de ellos respondieron un cuestionario para evaluar las actividades de: Gestiones administrativas, facilidades locales durante el evento, desarrollo del mismo, actuación de los especialistas nacionales e internacionales y los aspectos de transferencia de tecnología.

A la información obtenida se le asigna calificaciones con un máximo de 100 puntos, basándose en las siguientes categorías:

- a. EXCELENTE = 91 - 100 puntos
- b. MUY BUENO = 81 - 90 puntos
- c. BUENO = 71 - 80 puntos
- d. REGULAR = 61 - 70 puntos

Para el análisis de los aspectos relacionados con la transferencia de tecnología (preguntas abiertas), se procesó la información de manera que las frecuencias de conceptos destacaran el orden de prioridad con su respectivo porcentaje relativo.

El siguiente cuadro resume la calificación dada por los participantes:

FACTOR DE EVALUACION	CALIFICACION	CATEGORIA
GESTION ADMINISTRATIVA	78	BUENA
Institución nacional	75	
Coordinador general del evento	74	
Coordinador Internacional	77	
IICA en el país sede de los participantes	81	
Sede Central del PROCINDINO	82	
FACILIDADES LOCALES DURANTE EL EVENTO	82	MUY BUENAS
Alojamiento y alimentación	73	
Salones de trabajo	91	
DESARROLLO DEL EVENTO	93	EXCELENTE
Programa y contenido del evento	85	
Cumplimiento del programa	83	
Actividades fuera del aula	79	
Calidad del material de apoyo	79	
Grado participación asistentes	86	
Calidad de conclusiones y recomendaciones	87	
ACTUACION DE LOS ESPECIALISTAS NACIONALES E INTERNACIONALES	83	MUY BUENA
Trabajos presentados por especialistas del país sede	84	

Trabajos y experiencias presentados por especialistas nacionales de otros países	82	
Trabajos presentados por los profesores especialistas invitados (no se evaluó)	--	
Conferencias y trabajos presentados por el Coordinador Internacional del PROCINDINO	--	
CALIFICACION GLOBAL DEL SEMINARIO	81	MUY BUENO

### **Gestiones administrativas**

En general, las gestiones administrativas fueron buenas. Las calificaciones indican que es deseable que las instituciones correspondientes agilicen las tramitaciones administrativas correspondientes en este tipo de eventos. Sin embargo, es importante anotar que es difícil organizar un curso de esta naturaleza en un mes de enero, salvo que se tomen previsiones apropiadas. Cabe destacar que el curso había sido planificado para realizarse en los últimos meses del año anterior y la fecha exacta no se había fijado. Estas indecisiones tanto de la Oficina Central del PROCINDINO, del grupo técnico que provee logística, como de la institución nacional encargada de la organización del evento, trae consigo la necesidad de hacer enormes esfuerzos a última hora. En base a esta experiencia, se recomienda hacer los cambios de fechas de un evento (curso o seminario), con la debida anticipación y de mutuo acuerdo con el programa y país organizadores.

### **Facilidades locales durante el evento**

Las facilidades locales, en cuanto se refiere a alojamiento y salones de trabajo, algunas observaciones indican que el salón de trabajo era muy adecuado, pero no así el alojamiento. Es importante que en los futuros eventos el alojamiento y alimentación sean adecuados.

### **Desarrollo del evento**

El programa y el contenido del evento, cumplimiento del programa y la calidad de las conclusiones y recomendaciones fueron muy buenos. El grado de participación de los asistentes se califica como muy bueno; sin embargo, la calidad del material de apoyo se califica como buena. Esto nos exige proveer una buena logística y apoyo para reproducir materiales en discusión, copias de conferencias, así como también

asegurar una buena calidad de los informes de cada país. El curso careció completamente de los informes de los países, lo cual hubiese permitido un mayor intercambio de experiencias entre sí.

Las actividades fuera del aula, bien sean prácticas en laboratorio, visitas a los ensayos de investigación o a los campos de productores de papa de la zona, significan importantes oportunidades para evaluar los adelantos de los Programas Nacionales de Investigación y el potencial de intercambio entre los países. En el caso del actual curso, se califica como bueno. Es importante que los participantes tengan oportunidad para observar y realizar prácticas en laboratorio y en el campo, si fuera del caso. Algunos participantes manifestaron estas necesidades de efectuar prácticas.

### **Actuación de los Especialistas Nacionales e Internacionales**

Los trabajos presentados en el curso fueron casi exclusivamente de los especialistas del país, apoyados por los especialistas del CIP. Los participantes calificaron dichos trabajos como muy buenos. Los trabajos y experiencias que se presentan en los cursos cortos requieren de una atención especial. Tal vez es necesario que se comunique a los participantes nacionales e internacionales del evento con suficiente antelación para la correcta preparación de los informes técnicos de sus países, lo cual refleja realmente el estado actual de las investigaciones, tecnología y estrategias metodológicas disponibles en cada país.

### **Aspectos de transferencia de tecnología entre los países**

El espíritu y los objetivos fundamentales de los seminarios y cursos del PROCIANDINO radican en promover acciones que inciten a un intercambio de experiencias y, más específicamente, una objetiva evaluación de la potencialidad de la tecnología disponible en la Subregión sobre el tema o aspectos del curso corto.

Los participantes del curso opinaron sobre las tres preguntas abiertas planteadas: a) Cuáles son los componentes tecnológicos que más destacaron en el evento?; b) Qué tecnología puede ser transferida a su país?; y, c) Cuáles son las acciones de seguimiento que deben realizarse?

a) Los participantes identificaron fundamentalmente tres aspectos técnicos más destacados en el curso: 1) Técnicas de identificación y renovación de semillas libres de virus, con especial referencia a técnicas serológicas y la prueba de ELISA; 2)

Técnicas de propagación de semillas: micropropagación, multiplicación acelerada de semilla referente a las técnicas como por esquejes (tallo adulto, lateral y brotes), cultivo de tejidos, multiplicación acelerada de semillas básicas en campos de semilleras; 3) Prevención y control de plagas y enfermedades relacionadas con la producción de semilla.

b) En cuanto a "la tecnología que podría ser objeto de transferencia a su país", los participantes opinaron en tres grandes vertientes para el intercambio entre los países. En primer lugar señalaron la transferencia de técnicas de ELISA para la identificación de virus, técnicas de multiplicación por esquejes e In Vitro. En segundo lugar, identificaron el intercambio de conocimientos sobre identificación, ciclos de vida y el manejo de plagas y enfermedades relacionadas con la multiplicación de semilla. En tercer orden, señalaron la transferencia de experiencias metodológicas peruanas con semilleras (pequeños productores) para acelerar la multiplicación de semillas básicas.

c) Relativo a la pregunta "Cuáles son las acciones de seguimiento que deben realizarse?", respondieron en el siguiente orden: 1) Intercambio de información y publicación sobre los aspectos mencionados en las respuestas de la pregunta "b" anterior; 2) Capacitación más intensiva y frecuente en aspectos de multiplicación acelerada de semilla de papa; 3) Intercambio de materiales genéticos entre los países, particularmente a Bolivia (ej.: resistentes a heladas), o a Venezuela (ej.: resistentes a plagas y enfermedades).

Como observaciones generales, los participantes de Bolivia, Ecuador y Venezuela, señalaron la necesidad de que el país organizador provea logística adecuada para su desenvolvimiento normal en el evento. Además, recalcaron la falta de oportunidad para realizar prácticas en técnicas de laboratorio.

### **Comentarios sobre las conclusiones y recomendaciones**

Los participantes de Bolivia, Ecuador y Venezuela expresaron que no tuvieron la oportunidad de exponer sus experiencias, avances y deficiencias, para poder hacer un análisis conjunto de la situación y, en base a esto, determinar potenciales de oferta y demanda de la tecnología.

Sin embargo, las conclusiones y recomendaciones, en líneas generales, reflejan los problemas comunes que están afrontando y, asimismo, determinan posibles soluciones, métodos, técnicas y estrategias para acelerar el proceso de multiplicación de

semilla de papa que garantice una semilla libre de enfermedades y plagas y, de igual forma, garantice un acceso más rápido de la semilla a los productores.

Una buena parte de las conclusiones se refieren al virus en la semilla de papa, sus métodos de detección y resaltan la necesidad de la planificación de estudios de virus y la multiplicación de semilla libre de virus. Por otra parte, las conclusiones aluden y señalan las principales enfermedades y plagas en los cuatro países que participaron en el curso corto.

Las recomendaciones sintetizan las acciones que deben promoverse en seguimiento del evento, tales como: Intercambio de profesionales para formular proyectos de investigación en su Estación Experimental; capacitación en uso del método de ELISA; identificación de principales virus en todos los países; uso de enfoques de control integrado de plagas y enfermedades y, con el fin de reducir los costos de producción, se recomienda generar nuevas variedades que sean tolerantes y/o resistentes al ataque de plagas, enfermedades y nematodos.

Finalmente, se identificó de manera indispensable, la necesidad de una constante capacitación en todos los aspectos y técnicas que involucra la multiplicación de semilla de papa, indudablemente con el debido apoyo de equipos, materiales y movilidad, todo esto dentro de un marco cooperativo entre las instituciones del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina, PROCIANDINO.

## PARTICIPANTES

<b>País/nombre</b>	<b>Cargo/Institución/dirección</b>
<b>Bolivia</b>	
Buitrago Conde David	Asistente Técnico de Producción en Papa. E.E. Chino-li, Potosí, teléf. 2-4189; Quito 238 Potosí, Bol.
Peca Chanocsi Juan	Técnico en Investigación IBTA, Tarija, teléf. 2-3950; San Juan 848, Tarija, Barrio La Loma, Bol.
Velásquez Arias Raúl	Técnico en Producción de Semilla de Papa, E.E. Toralapa, casilla 2631, Cochabamba; Calle Colombia.
<b>Ecuador</b>	
Andrade Bolaños Héctor	Asistente Programa Papa INIAP, casilla 2600; Lauro Guerrero 661 y Cadena, Quito, Ecuador.
Benítez B. Paca Y.	Asistente de Investig. I, INIAP-E.E. Santa Catalina; Chillogallo, Quito.
Pumisacho Gualoto Manuel	Asistente de Investigación INIAP-E.E. Santa Catalina; Zámiza, Calle Atahualpa 925, Quito.
<b>Perú</b>	
Bertschinger Lukas	Investigador INIAA-CIP-COTESU, Lima, Perú.
Carhuamaca Ticse Javier	Especialista Papa, E.E. Santa Ana-Huancayo, Real 509 Tambo Hoyo; Apt. 604, Huancayo, Perú.
Cavero A. Wilfrido	Especialista Papa, E.E.H. Director (e) PNP, Real 509 Tambo Hoyo; Los Insurgentes 652 Urb. Astete, San Miguel, Lima.
Egoavil Porras Yolanda	Jefe Proyecto Chupaca Plan MERIS I, teléf. 23-5041; Julio Sumar 448, El Tambo Hoyo., teléf. 22-4557.
Galarza Jesús Eder	Agente de Extensión CIPA XVI J. Agencia de Ext. Huasahuasi; Chanchamayo s/n, Huasahuasi.
Hidalgo Camachi Antenor	Director E.E. Santa Ana-Huancayo; Av. 13 de noviembre 849, Tambo Hoyo.
Huamán Crispín Miguel	Director Prog. Sectorial I Jauja, Plaza Principal, Yauyos; Pichcus 1415 Huancayo, teléf. 236650.

<b>País/nombre</b>	<b>Cargo/Institución/dirección</b>
Lázaro Solís Mónica	Investigadora Agraria Nematología, E.E. Santa Ana-Huancayo; Las Bahías 390 Pío Pata Tambo, Huancayo.
Matamoros R. César	Jefe Prog. Semillero del Norte Yauyos, Lima, Panamericana Sur km 145, Cañete, Lima; Las Casahuarinas, Mz. A, lote 8, teléf. 2262.
Pérez Avila Angel	Extensionista CIPA XVII Huancavelica, Agencia Izcuchaca; Jr. Huánuco 645, Huancayo.
Ramos Santiago Zenón	Especialista Semilla Pre-básica de Papa, E.E.A. Santa Ana-Huancayo; Jr. Augusto B. Leguía 176 Chilca - Hyo.
Reyes Huamán Eusebio	Fitopatólogo, E.E. Tingua-Huaraz, teléf. 721999; Jr. Monzón 333 Villa María del Triunfo, Lima.
Scheidegger Urs	Investigador INIAA-CIP-COTESU, Lima, Perú.
Uribe Samaniego Fulgencio	Asistente de Investigación Convenio INIPA-CIP-COTESU, E.E. Santa Ana Hyo.; Jr. 1 de mayo Nº 296, Huancayo.
Vera Julca Francisco	Técnico en Investigación Agrícola, Av. España, Trujillo, Perú; Jr. Las Azucenas 4075 Urb. Covida 3ª etapa San Martín de Porres, teléf. 851803, Lima.
Vilca Condori Percy	Agroeconomista Proyecto INIPA-CIP-COTESU (Producción Semilla Básica de Papa; Oropeza 664 Lima, Urb. Túpac Amaru San Luis).
Vittorelli César	Investigador INIAA, Lima, Perú.
Zúñiga López Luz Noemí	Especialista Papa. E.E. Santa Ana, teléf. 238842; Jr. Piura 750 Hyo., teléf. 226554.
<b>Venezuela</b>	
Carrera Alcibiades A.	Investigador FONAIAP; Vereda 31 Nº 05 Los Guaritos, Sector 4, Maturín, Estado Monagas.
Montero T. Freddy	Encargado Programa Papa FONAIAP, teléf. 71558 (072); Urb. Romana, Calle Campo Elías 37, Maracay.
Símosa Contreras Neyda	Investigadora FONAIAP, casilla 425 (5101); Conjunto Residencial Centenaria, Ed. 3, Dpto. 58, Ejido Edo., Mérida.





**Levantamiento de textos y diseños**

**Germán Pasquel Galarza.**

**Impresión:**

**Taller Gráfico "Nuevo Día", Guito.**

**Tirajes:**

**200 ejemplares.**

## **IICA - BID - PROCIANDINO**

### **EL PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA- PROCIANDINO**

Fue creado en 1986 mediante convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable suscrito por los Gobiernos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA con el BID.

Objetivo general es "fortalecer la capacidad y la calidad de la investigación agrícola de los Países Participantes, a través de la activa cooperación entre las instituciones nacionales de investigación agropecuaria de dichos países, con el fin de mejorar la producción y productividad agrícola de los mismos".

Instituciones ejecutoras del Programa son: IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria); ICA (Instituto Colombiano Agropecuario); INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) de Ecuador; INIPA (Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agropecuaria) de Perú; y, FONAIAP (Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias) de Venezuela.

El aporte económico proviene del BID, de los países signatarios y del IICA que actúa además como Agencia Administradora del Programa.

Cuenta con el concurso especializado de los Centros Internacionales CIAT, CIMMYT y CIP. La Junta del Acuerdo de Cartagena-JUNAC, actúa con un Representante en las reuniones de la Comisión Directiva.

El Equipo Técnico está conformado por el Director del Programa; un Especialista Internacional en Transferencia de Tecnología y Comunicación; cuatro Coordinadores Internacionales; tres Coordinadores Asociados; y, un Coordinador Nacional por cada Subprograma. Los Gobiernos acordaron un aporte adicional de un Especialista Asociado en Transferencia de Tecnología y Comunicación, por país.

Los Subprogramas son: I. Leguminosas de Grano; II. Maíz; III. Papa; y, IV. Oleaginosas de uso alimenticio, a los que se suma el Componente Transferencia de Tecnología y Comunicación que coordina también las actividades previstas en Sistemas de Producción.

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA**