



PROCIANDINO

II SEMINARIO

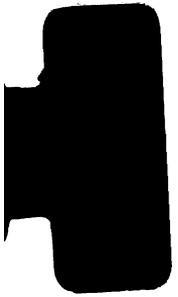
NUEVOS ENFOQUES PARA MEJORAMIENTO DE LA PAPA

PROCIAN
IICA
F30
R165
m

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA





ICAC-CEIBA
UNIDAD DE SERVICIOS
BIBLIOTECARIOS Y DE
DOCUMENTACION

ICAC-CEIBA

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA
PARA LA SUBREGION ANDINA
PROCIANDINO**

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA

II SEMINARIO

NUEVOS ENFOQUES PARA MEJORAMIENTO DE LA PAPA

Editor:

B. Ramakrishna

Trujillo, Venezuela

Agosto, 1987

~~etf-1113~~

PROCIANDINO - 1988
33
C.A.M.

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

Edición: B. Ramakrishna

00001844

CITACION

IICA-BID-PROCIANDINO. 1988. II Seminario. Nuevos Enfoques para Mejoramiento de la Papa. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ec. PROCIANDINO.
154 p.

Argentina/Bolivia/Colombia/Ecuador/Especie Silvestre/Factores Abióticos/Factores bióticos/Germoplasma/Haploides/Heladas/Ingeniería Genética/Mejoramiento Genético/Papa/Perú/Poliploides/Resistencia a Enfermedades/Resistencia a Plagas/Selección Recurrente.

Este Seminario corresponde al Evento codificado como 1.2.5 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina-PROCIANDINO.

Fue organizado por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-FONAIAP, Venezuela, entidad responsable de ejecutar en Venezuela las actividades planificadas por el IICA-PROCIANDINO.



TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
Presentación	
<i>Víctor Palma</i> <i>IICA-PROCIANDINO</i>	i
Programa del Seminario	iii
Conclusiones y recomendaciones	vi
"Uso de haploides en el mejoramiento genético de la papa"	
<i>Américo Mendiburu</i> <i>E. L. Camadro</i> <i>INTA Argentina</i>	1
"Utilización de las especies silvestres para el mejoramiento de la papa"	
<i>Nelson Estrada R.</i> <i>ICA Colombia</i>	12
"Uso de la Ingeniería Genética en el mejoramiento de la papa"	
<i>Nelson Espinoza R.</i> <i>CIP</i>	30
"Selección Recurrente para formación de poblaciones Neo-tuberosum: caso Cornell University USA"	
<i>R. León Palencia</i> <i>FONAIAP Venezuela</i>	40
"Mejoramiento de la papa para resistencia a las enfermedades"	
<i>N. Estrada Ramos</i> <i>ICA Colombia</i>	46 ✓
"Mejoramiento de plantas por resistencia a insectos"	
<i>Pedro León Gómez</i> <i>ICA Colombia</i> <i>PROCIANDINO</i>	58
"Estudios de resistencia en papa a <u>Globodera Pallida</u> (Stone 1973), Mulvey y Stone, 1976"	
<i>Jorge Revelo</i> <i>R. Eguiguren</i>	70
"Desarrollo de variedades tolerantes a heladas"	
<i>Valeriano Huanco</i> <i>INIPA Perú</i>	85

Informe de los países

Argentina

- "Programa Argentino de Mejoramiento Genético de la Papa"
Américo Mendiburu
M. A. Huarte
INTA Argentina 87

Bolivia

- "Programa de Mejoramiento de Papa en Bolivia"
J. Herbas Chávez
IBTA Bolivia 93
- "Programa Papa: Estación Experimental Chinoli Potosí-Bolivia"
Rodolfo Ibarra L.
IBTA Bolivia 96

Colombia

- "Programa de Mejoramiento de Papa Colombiano"
Pedro León Gómez
ICA-Colombia
PROCIANDINO 105

Ecuador

- "Programa de Papa Ecuatoriano"
Milton Sola
INIAP Ecuador 117

Perú

- "Programa de Mejoramiento Genético de Papa - Perú"
Luz Noemí Zúñiga L.
INIPA Perú 127

Venezuela

- "El Programa de Papa Venezolano"
Eduardo Ortega Cartaya
FONAIAP Venezuela 131

- Evaluación general del Seminario
B. Ramakrishna
IICA - PROCIANDINO 146

- Lista de participantes 153

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

El segundo Seminario del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina-PROCIANDINO correspondió al Subprograma III (Papa) y se desarrolló en la ciudad de Trujillo, en Venezuela, bajo la organización del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-FONAIAP.

Los temas tratados en este Evento fueron de alto contenido técnico, orientados en su totalidad hacia el campo de la investigación y transferencia de tecnología. Los temas tratados analizaron los nuevos enfoques y técnicas para el mejoramiento genético de la papa.

Este documento recoge las exposiciones de conferencistas internacionales invitados al Seminario y de los técnicos nacionales de los países miembros del PROCIANDINO y refleja, de alguna manera, el arduo trabajo intelectual mantenido en el transcurso del Evento, lo mismo que las conclusiones y recomendaciones a las que arribaron los participantes.

Un importante aspecto que es necesario destacar es el hecho de que, además de las sugerencias generales vertidas, se identificaron acciones específicas que serán ejecutadas de inmediato por los países, en materia de intercambio de material genético; esta actitud, sin duda, refleja no solo el efecto positivo que el PROCIANDINO está logrando en el campo de la cooperación horizontal entre los países de la Subregión y con otros países de América Latina, sino también la clara predisposición de las Instituciones Nacionales de Investigación para apoyarse mutuamente. Esta consideración nos permite afirmar que existe una magnífica posibilidad de ir institucionalizando paulatinamente una forma clara de cooperación armónica y sostenida, con resultados de fácil seguimiento y evaluación, lo que no es difícil conseguir si se mantiene un buen liderazgo y la voluntad de las partes involucradas en este empeño.

Este documento se constituirá, sin duda, en un permanente texto de consulta para los investigadores que trabajan en el cultivo de papa, porque están plasmados en este los resultados obtenidos luego de un largo tiempo de experimen

tación y de inversiones económicas.

Es propicia la oportunidad para reconocer el papel fundamental que para el cumplimiento de este Seminario desempeñó el FONAIAP, Entidad encargada de la ejecución del PROCANDINO en Venezuela; de la misma forma, la realización del Seminario no hubiera sido posible sin la colaboración del Coordinador Internacional, los Coordinadores Nacionales del Subprograma Papa, del Centro Internacional de la Papa-CIP y los participantes en el Evento.

Victor Palma

DIRECTOR

PROCIANDINO

SUB-PROGRAMA III PAPA

SEMINARIO TALLER "NUEVOS ENFOQUES DEL MEJORAMIENTO EN PAPA"

TRUJILLO, VENEZUELA - AGOSTO 17 AL 21/87

Evento 1.2.5

Los objetivos centrales del seminario taller son por una parte, presentar algunos de los métodos de mejoramiento del cultivo de la papa utilizados actualmente, y por otra, analizar cómo cada Programa Nacional de Papa está conduciendo sus Proyectos de mejoramiento, los objetivos actuales y futuros de los mismos y con base en ello tratar de establecer la coordinación y complementariedad entre los cinco países.

PROGRAMA

Hora	Evento	Conferencista
Lunes 17		
9:00 - 9:30	Inauguración	
9:30 - 10:10	Programa de Papa Venezolano	Eduardo Ortega
10:10 - 10:30	Café	
10:30 - 11:30	Uso de especies silvestres en el mejoramiento de la papa	Nelson Estrada
11:30 - 12:30	Uso de Haploides en el mejoramiento de la papa	Américo Mendiburu

Hora	Evento	Conferencista
12:30 - 14:00	Almuerzo	
14:00 - 15:00	Programa de Mejoramiento Boliviano	Jaime Herbas Ch. y Rodolfo Ibarra
15:00 - 16:00	Programa de Mejoramiento Colombiano	Pedro León Gómez
16:00 - 16:30	Café	
16:30 - 18:00	Discusión	

Martes 18

8:30 - 9:30	Uso de la Ingeniería Genética en el Mejoramiento de la Papa	Nelson Espinoza
9:30 - 10:30	Selección recurrente para formación de poblaciones Neotuberosum	Raúl León Palencia
10:30 - 11:00	Café	
11:00 - 12:00	Programa de Papa Argentino	Américo Mendiburu
12:00 - 14:00	Almuerzo	
14:00 - 15:00	Programa de Mejoramiento Ecuatoriano	Milton Sola
15:00 - 15:30	Café	
15:30 - 18:00	Discusión	

Miércoles 19

8:30 - 9:30	Mejoramiento por resistencia a enfermedades	Nelson Estrada
9:30 - 10:30	Mejoramiento por resistencia a insectos	Pedro León Gómez

Hora	Evento	Conferencista
10:30 - 11:00	Café	
11:00 - 12:00	Mejoramiento por resistencia a nematodos	Jorge Revelo y R. Eguiguren
12:00 - 14:00	Almuerzo	
14:00 - 15:00	Programa de Mejoramiento Peruano	Luz Noemí Zúñiga y Valeriano Huanco
15:00 - 16:00	Programa de Mejoramiento Venezolano	
16:00 - 16:30	Café	
16:30 - 18:00	Discusión	

Jueves 20

8:00 - 18:00 Visita a las zonas paperas del Estado Trujillo

Viernes 21

9:00 - 12:00 Presentación y discusión de relatorías
Moderador: Pedro León Gómez
Relator: Emerita Fuenmayor

12:00 - 14:00 Almuerzo

14:00 Clausura

INVITADOS

Argentina Américo Mendiburu

Perú Nelson Espinoza

PROCIANDINO

SEGUNDO SEMINARIO

"NUEVOS ENFOQUES PARA MEJORAMIENTO DE LA PAPA"

Trujillo, Venezuela (17-21 de agosto de 1987)

(Evento 1.2.5)

RECOMENDACIONES

1. Se debe mantener el flujo de materiales de papa entre los países de la Sub-Región Andina, a través del CIP y otras instituciones. El Coordinador Internacional del Sub-programa Papa del PROCIANDINO, recomienda que el Coordinador Nacional del país interesado envíe una solicitud al Coordinador Nacional del país respectivo, donde le indique las características del material deseado. En este sentido, se harán las siguientes solicitudes :

- **Venezuela a Argentina**, material de papa probado por PSTV, precoz y resistente a *Pseudomonas solanacearum* y *Phytophthora infestans*. Argentina se compromete a enviarlo como semilla botánica, in vitro o tubérculo, aclarando que ellos nunca han tenido problemas con *Pseudomonas* y PSTV.
- **Venezuela a Perú**, material segregante para *Pseudomonas solanacearum*.
- **Perú a Colombia**, material resistente a las heladas (clones avanzados), debido a que en Perú el problema de las heladas se presenta en cada Campaña Agrícola. Además solicita material resistente al gusano blanco (*Prennotrypes sp*) y a *Phthorimaea operculella*.
- **Perú a Bolivia**, solicita germoplasma de papa amarga y resistente a sequía. Se recomienda que en la visita que se tiene prevista a Bolivia en noviembre

de 1987 (Evento 1.3.1.1 (R)), se revise todo lo referente a ello. Además incluir, si es posible, material resistente a *Nacobbus aberrans*; en este sentido se sugirió a tres países (Perú, Bolivia y Argentina), aunar esfuerzos conjuntamente con CIP, para implementar un Proyecto sobre manejo y control de este nematodo.

- **Perú**, solicita a cualquier país de la Sub-región Andina material resistente a *Lyriomyza spp.*
 - **Ecuador a Colombia y Perú**, solicita material resistente a las heladas y a *Phytophthora infestans*. Los dos países están dispuestos a colaborar.
 - **Ecuador a Bolivia**, material resistente a sequía.
 - **Bolivia a Colombia y Perú**, material resistente a las heladas. Bolivia manifiesta que en su país existen muchos problemas virales, lo cual va disminuyendo la producción en los cultivos de papa y en algunos casos las plantas no alcanzan a completar su ciclo biológico. Como los países de la Región no están técnicamente en capacidad de colaborar con Bolivia en la limpieza de su Banco de Germoplasma, se recomienda explorar la posibilidad de que CIP apoye lo solicitado por Bolivia.
2. Se recomienda que Venezuela continúe con los trabajos de "Polilla guatemalteca" (*Scrobipalpula sp*) en control integrado y paralelo con las evaluaciones de material genético.
 3. Los clones avanzados de papa del Programa Colombiano que se continuarán enviando a Venezuela, serán seleccionados conjuntamente, en lo posible, con un mejorador venezolano. Para lo cual, el Dr. Raúl León Palencia visitará Colombia durante el mes de noviembre de 1987 (Evento 1.3.1.3(R)).
 4. Se recomienda que Ecuador y Colombia trabajen en forma coordinada sobre obtención de materiales resistentes a Nematodo del quiste de la

Papa (*Globodera pallida*), e intercambien información sobre *Rosellinia* sp. por lo que se propone una reunión en el mes de octubre de 1987 en Santa Catalina, coordinada por los doctores Hernán Naranjo y Jorge Revelo. Por Colombia participarán Omar Guerrero y Luis Felipe Alvarado. Los costos de esta reunión serán sufragados por cada país.

5. Venezuela solicita realizar una colecta de material nativo cultivado en la Zona Andina Venezolana y Norte de Santander (Colombia), para completar las colecciones Colombiana y Venezolana. Para lo cual, se recomienda solicitar al Dr. Carlos Ochoa del CIP, información sobre la última expedición que realizó en Venezuela.
6. Se recomienda que el Dr. Alvaro Arévalo, de Colombia, viaje al Sur de Nariño y al Sur de Ecuador a recolectar el material diploide de Phureja. El Dr. Arévalo aprovechará la visita al Ecuador para que conjuntamente con los doctores Jorge Revelo y Hernán Naranjo, intercambien información sobre el problema de amarillamiento de venas en papa.
7. En relación a los entrenamientos y capacitación en el área de mejoramiento genético, los profesionales de Ecuador, Perú, Bolivia y Venezuela, manifestaron al Dr. Pedro León Gómez la necesidad de que PROCANDINO les brinde la posibilidad de capacitar a sus técnicos en estos aspectos. En este sentido, se recomienda que los países nombrados, seleccionen o designen al técnico que se va a dedicar a Mejoramiento Genético de la Papa y hagan la solicitud al PROCANDINO a través del respectivo Coordinador Nacional del Programa. El Dr. Pedro León Gómez informó que Colombia, conjuntamente con PROCANDINO ofrece un Seminario sobre Manejo de Plagas y Enfermedades en sistemas de producción de papa, maíz y frijol, a ser dictado del 16 al 20 de noviembre de 1987 en Pasto (Evento 1.2.7). Asimismo, manifestó que:
 - a) Del 9 al 20 de noviembre de 1987 se realizará en Huancayo, Perú, un curso sobre Multiplicación Rápida de Semilla de Papa (Evento 3.1.4);

b) En el mes de abril de 1988 se realizará un curso sobre Diseño y Evaluación de Investigación a nivel de fincas, en ciudades fronterizas de Colombia y Ecuador (Evento 3.1.6);

c) En el mes de enero de 1989 se ha programado un curso sobre Producción de Semilla con pequeños agricultores, que se realizará en Huancayo, Perú, (Evento 3.1.9).

8. Se recomendó que PROCINDINO asegure que sus publicaciones lleguen a todos los investigadores de papa de los cinco países, y que su Boletín Informativo se distribuya a todos los participantes de los eventos; asimismo, que se envíe al Presidente de la Asociación Latinoamericana de Papa (ALAP) un número suficiente de copias del Boletín Informativo, de la Memoria de este Seminario y otras publicaciones de interés, para ser distribuida entre los socios que no son parte del PROCINDINO.

USO DE HAPLOIDES EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE LA PAPA

A. O. Mendiburu *

E. L. Camadro **

Se utiliza la palabra "haploide" para designar un esporofito con el número gametofítico de cromosomas (o un individuo con el número gamético de cromosomas) sea que se derive de un diploide o de un poliploide. De la papa común *S. tuberosum* L. ($2n=4x=48$) pueden derivarse haploides por el desarrollo in vivo de la óosfera no fertilizada (partenogénesis femenina o ginogénesis) o in vitro de una célula (generalmente la vegetativa) del grano de polen (patenogénesis masculina o androgénesis). A su vez, de estos haploides geinogénéticos o androgénéticos pueden obtenerse monoploides ($2n=x=12$), o sea, individuos con un solo genomio o juego básico de cromosomas. La palabra "haploide", entonces, hace hincapié en el origen peculiar de estos materiales, que implica una excepción en el curso corriente de la alternancia de generaciones al omitirse la fertilización entre la generación gametofítica y la esporofítica.

* *Coordinador, Programa 29: INTA, EEA Balcarce*

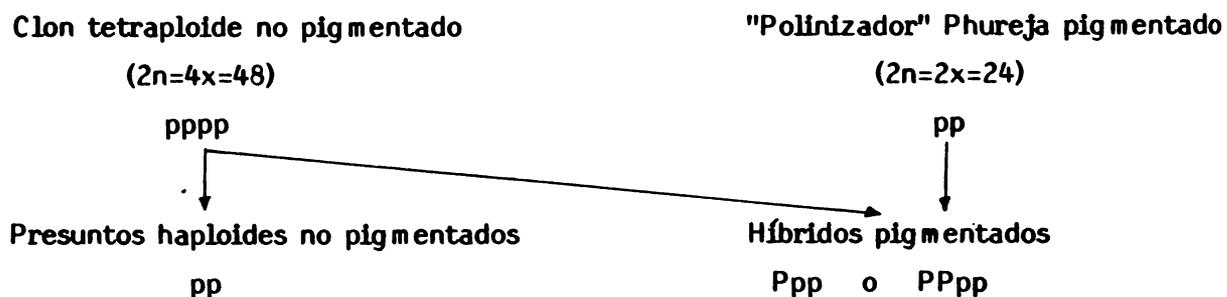
** *Profesora Titular, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, C.C. 276, 7620, República Argentina.*

Si bien los *Solanum tuberosum* forman series euploides con números somáticos de 24, 36, 48, 60 y 72 cromosomas, no menos de las dos terceras partes de las especies son diploides y, por ende, exhiben herencia disómica en contraste con la papa cultivada, que es de herencia tetrasómica. Estas especies albergan gran diversidad genética; sin embargo, la mayoría de ellas no puede ser usada directamente en cruzamientos con los tetraploides cultivados porque el desarrollo del endosperma en la semilla híbrida es anormal.

Debido a estas circunstancias, se pensó que la extracción de haploides de cultivares de papa sería muy beneficiosa desde el punto de vista del mejoramiento genético, puesto que se dispondría de dos ventajas importantes: 1) los haploides se caracterizarían por tener herencia disómica en lugar de tetrasómica, lo cual facilitaría su manipulación genética y 2) los haploides, al tener 24 cromosomas, podrían cruzarse fácilmente con las especies diploides, posibilitando de ese modo la transferencia de genes de estas especies a la papa cultivada tetraploide (Hougas y Peloquín, 1959).

Obtención de haploides

Los trabajos realizados en la Universidad de Wisconsin por Hougas, Peloquín y sus colaboradores (ver referencias de estos autores entre 1957 y 1966) fueron fundamentales para explorar las posibilidades que brinda la utilización de haploides de la papa. Ellos se dieron cuenta de que era necesario obtener una gran cantidad de haploides para asegurar un nivel de diversidad genética compatible con las necesidades del mejoramiento genético y diseñaron un eficiente dispositivo para seleccionar haploides ginogenéticos (Hougas et al., 1958):



Los cultivares norteamericanos de papa son casi todos de genotipo pppp, vale decir que carecen del gen P, que determina la pigmentación purpúrea de los tubérculos, las flores y (lo que es más útil en el contexto de la extracción de haploides) los hipocótilos de las pequeñas plantas. Los haploides ginogenéticos son plantas que no tienen padre, y el esquema de cruzamiento está diseñado de tal forma que no se produce descendencia pigmentada a menos que ocurra la fertilización. Por lo tanto, las plantitas que carecen de pigmentación son presuntamente haploides. Así fue posible tamizar haploides de aparición esporádica entre grandes números de progenie híbrida (Hougas et al., 1958). El método demostró ser muy eficaz.

Luego de algunos años de trabajo se pudieron acumular varios miles de haploides en Wisconsin. Posteriormente se seleccionaron polinizadores Phureja homocigotas para los genes dominantes que determinan la producción de una mancha en el embrión de la semilla híbrida (ausente en los haploides potenciales) y que, además, tenían la capacidad de inducir haploides con alta frecuencia (Hermsen y Verdenius, 1973).

Los estudios de los factores que afectan la producción de haploides ginogenéticos pusieron de relieve que existe un fuerte efecto del "polinizador" y de la madre sobre la frecuencia de haploides producidos, y que otros factores tales como la polinización retardada, el nivel nutritivo o la temperatura tienen poco o ningún efecto (ver revisión de Rowe, 1974). Por lo tanto, se logra un mejoramiento muy notable de la frecuencia de haploidización cuando se utilizan buenos "polinizadores" sobre ciertas madres caracterizadas por su capacidad de generar haploides partenogenéticos. También se demostró que la técnica de la "decapitación", que consiste en realizar las polinizaciones sobre cortes de tallo con inflorescencia colocados en una botella con agua y mantenidos en lugar fresco, mejoran notablemente la eficiencia de producción de haploides en comparación con la polinización directa en planta.

El esquema analítico sintético de mejoramiento genético de poliploides

Según Chase (1963), el mejoramiento genético de las plantas requiere

primero el mejoramiento de juegos básicos de cromosomas bajo presión de selección (fase analítica) y consiste, después, en reunir esos genomios mejorados para dar origen a sistemas diploides o poliploides fisiológicamente eficientes (fase sintética). La fase analítica requiere, en general, de alguna forma de endocrfa para estabilizar el genotipo y facilitar la selección. En este contexto, se manifiesta una de las complejidades genéticas propia del nivel tetrasómico: la marcada lentitud de aproximación a la homocigosis por endocrfa. En la papa y en otros tetraploides tetrasómicos, además, la endocrfa está acompañada por una fuerte depresión en el vigor y la fertilidad que impide llegar a la homocigosis por sucesivas autofecundaciones o por cruzamientos consanguíneos.

La paradoja haploide

La haploidización representa un medio idóneo para contrarrestar la mayoría de las desventajas de la poliploidía y provee una forma de explorar la variabilidad existente en individuos poliploides.

Simplifica la manipulación genética, facilita la transferencia de genes del germoplasma silvestre al germoplasma cultivado y representa un sustituto de la endocrfa para lograr el mejoramiento de genomios en la fase analítica del programa de mejoramiento genético.

La obtención de monoplóides puede llevar al mejoramiento de genomios en esta fase hasta el límite de las posibilidades. Sin embargo, el nivel tetrasómico se considera de mayor potencialidad productiva que el disómico precisamente porque puede albergar mayor diversidad genética por locus, lo cual genera la posibilidad de promover respuestas heteróticas no alcanzables en el nivel de ploidía inferior (Mendiburu *et al.*, 1974; ver también Mendiburu, 1980). A título de ejemplo consideremos el locus "A" con cuatro alelos (A_1 , A_2 , A_3 y A_4) ver Tabla 1. Para este locus solo puede existir una interacción de primer grado en el nivel disómico, mientras que en el genotipo tetrasómico $A_1A_2A_3A_4$ existen once interacciones (seis de dos factores, cuatro de tres y una de cuatro). También este genotipo contiene simultáneamente las seis interacciones de primer grado posibles (una a una) en el nivel disómico, además de las de grado superior.

TABLA 1. Clases de genotipos gaméticos y cigóticos posibles en un locus tetrasómico con cuatro alelos, A_1 , A_2 , A_3 y A_4 .

GENOTIPOS GAMETICOS	GENOTIPOS CIGOTICOS				
	Monoalé- licos	Dialélicos Desbalanc.	Dialélicos Balanceados	Trialé- licos	Tetraa- lélicos
A_1A_1	$A_1A_1A_1A_1$	$A_1A_1A_1A_2$	$A_1A_1A_2A_2$	$A_1A_1A_2A_3$	$A_1A_2A_3A_4$
A_2A_2	$A_2A_2A_2A_2$	$A_1A_2A_2A_2$	$A_1A_1A_3A_3$	$A_1A_1A_2A_4$	
A_3A_3	$A_3A_3A_3A_3$	$A_1A_1A_1A_3$	$A_1A_1A_4A_4$	$A_1A_1A_3A_4$	
A_4A_4	$A_4A_4A_4A_4$	$A_1A_3A_3A_3$	$A_2A_2A_3A_3$	$A_1A_2A_2A_3$	
A_1A_2		$A_1A_1A_1A_4$	$A_2A_2A_4A_4$	$A_1A_2A_2A_4$	
A_1A_3		$A_1A_4A_4A_4$	$A_3A_3A_4A_4$	$A_1A_2A_3A_3$	
A_1A_4		$A_2A_2A_2A_3$		$A_1A_2A_4A_4$	
A_2A_3		$A_2A_3A_3A_3$		$A_1A_3A_3A_4$	
A_2A_4		$A_2A_2A_2A_4$		$A_1A_3A_4A_4$	
A_3A_4		$A_2A_4A_4A_4$		$A_2A_2A_3A_4$	
		$A_3A_3A_3A_4$		$A_2A_3A_3A_4$	
		$A_3A_4A_4A_4$		$A_2A_3A_4A_4$	

Es evidente, entonces, que la haploidía y, más aún, la monoploidía dejan automáticamente al programa de mejoramiento genético fuera del nivel aceptado como el de mayor potencialidad productiva. Esta paradoja se soluciona cuando se visualiza la utilización de los haploides en el mejoramiento genético de la papa solo como una herramienta útil (y hasta indispensable) para facilitar la fase analítica, dentro de un contexto más general de manipulación de la variabilidad, la poliploidía y la heterosis (Nitzche y Wenzel, 1977; Hermsen, 1984a; 1984b; Ross, 1986).

Poliploidización de la papa

Una vez que se ha utilizado la haploidización para encarar la fase analítica del programa de mejoramiento se hace indispensable recurrir al proceso inverso (la poliploidización) para encarar la fase sintética. Este segundo proceso debe reunir no solo el requisito de aumentar el número de genomios hasta alcanzar la tétraploidía (o el grado de ploidía deseado) sino que debe ser capaz de ensamblar los genomios mejorados de tal manera que se optimice la respuesta heterótica. Si bien la poliploidización se puede lograr por vía asexual, sexual y parasexual, estos caminos tienen muy diferentes consecuencias (Tabla 2).

TABLA 2. Métodos de poliploidización y sus efectos sobre algunas características relevantes de la descendencia (tomado de Mendiburu y Peloquín, 1977a)

La progenie manifiesta:	Método de poliploidización		
	Poliploidización sexual	Hibridación somática	Doblamiento somático de cromosomas
Poliploidía	+	+	+
Heterosis	+	+	-
Variabilidad genética	+	-	-

La poliploidización asexual no tiene la capacidad de capitalizar la heterosis que potencialmente puede brindar un tetraploide, ya que es incapaz de dar lugar a loci trialélicos y tetraalélicos. Así, por ejemplo, el doblamiento

de los cromosomas de un individuo A_1A_2 producirá un tetraploide de genotipo $A_1A_1A_2A_2$ que no utiliza gran parte de su capacidad para albergar diversidad genética, sea que dicha capacidad se mide en términos de mero número de alelos distintos, o de número de interacciones entre alelos diferentes.

La poliploidización sexual es el proceso por el cual se produce descendencia cuyo número de genomios es más alto que el que sería de esperar en el supuesto de cada uno de los progenitores contribuyera la mitad del número de genomios que posee (Mendiburu y Peloquín, 1976). Generalmente, la poliploidización sexual ocurre como consecuencia del funcionamiento en la fertilización de gametos $2n$, vale decir, de gametos que llevan el número no reducido de cromosomas (Hermsen, 1984c; 1984d; ver también revisión de Camadro, 1986). El método de esporogénesis $2n$ más ventajoso desde el punto de vista del mejoramiento genético, es aquel que se produce como consecuencia de la orientación paralela de los usos de la segunda división meiótica y que es genéticamente equivalente a la restitución de la primera división (RPD). Este método de formación de gametos $2n$ tiene la singular propiedad de conservar poco modificada o intacta (si se combina con la supresión del apareamiento meiótico o la restricción severa del mismo) la constitución genotípica parental a través del proceso meiótico. Nótese que estos gametos pueden permitir la síntesis de tetraploides por vía sexual a partir de dos genotipos diploides ("tetraploidización sexual bilateral"), mejorados en el nivel disómico durante la fase analítica del programa, sin que sufran mayores modificaciones a través del proceso meiótico. En la suposición de que estos dos genotipos diploides sean dos híbridos heteróticos independientes, de constitución A_1A_2 y A_3A_4 , y que ambos produzcan gametos $2n$ por RPD en sexos diferentes, la unión de dos gametos así formados tendrá la capacidad de sintetizar tetraploides de constitución $A_1A_2A_3A_4$. Una situación más accesible en la práctica por requerir menor número de especificaciones está representada por la utilización de cultivares tetraploides en cruzamientos con diploides heteróticos no relacionados y que producen gametos $2n$ por RPD en alguno de los sexos ("tetraploidización sexual unilateral").

Todos estos pasos han sido comprobados experimentalmente y se ha confirmado la importancia de la diversidad genética en asociación con la heterosis en tetraploides (Mendiburu y Peloquín, 1977a; 1977b). Ello ha permitido formular

un esquema de mejoramiento genético que hace uso de haploides y gametos $2n$ como elementos esenciales (Mendiburu *et al.*, 1974). Más recientemente se han perfeccionado técnicas para la obtención de monoploides (van Breukelen *et al.*, 1977; Wenzel *et al.*, 1979) que abren la posibilidad de producción de clones homocigóticos por doblamiento del número básico de cromosomas y, por ende, de perfeccionar la fase analítica de mejoramiento de genomios. Por otra parte, la fusión de protoplastos (poliploidización parasexual) y la subsiguiente regeneración de plantas lleva a la posibilidad de producir individuos con heterocigosis máxima (suma de genotipos diploides). Si bien esta técnica no es accesible para uso corriente, encierra la potencialidad de perfeccionar el desarrollo de la fase sintética de ensamble de genomios mejorados del programa de mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFIA

1. CAMADRO, E. 1986. Los gametos $2n$ son el origen y la evolución de las angiospermas poliploides. *Mendeliana* 7(2): 85-100.
2. CHASE, S. 1963. Analytic breeding in *Solanum tuberosum* L. A scheme utilizing parthenotes and other diploid stocks. *Can J. Genet. Cytol.* 5: 359-363.
3. GABERT, A.; HOUGAS, R. y PELOQUIN, S. 1962. Haploid frequency in *Solanum tuberosum* following $4x-2x$ matings: superior "pollinators" and superior seed parents. *Amer. Potato J.* 39: 391.
4. HERMSEN, J. 1984a. Haploids as a tool in breeding polyploids. *Iowa State J. Res.* 58(4): 449-460.
5. HERMSEN, J. 1984b. Nature, evolution, and breeding of polyploids. *Iowa State J. Res.* 58(4): 411-420.
6. HERMSEN, J. 1984c. Mechanisms and genetic implications of $2n$ gamete

formation. *Iowa State J. Res.* 58(4): 421-434.

7. HERMSEN, J. 1984d. The potential of meiotic polyploidization in breeding allogamous crops. *Iowa State J. Res.* 58(4): 435-448.
8. HERMSEN, J. y VERDENIUS, J. 1973. Selection from *Solanum tuberosum* group Phureja of genotypes combining high-frequency haploid induction with homozygosity for embryo spot. *Euphytica* 22: 244-259.
9. HOUGAS, R. y PELOQUIN, S. 1957. A haploid plant of the potato variety Katahdin. *Nature* 180: 1209-1210.
10. HOUGAS, R. y PELOQUIN, S. 1958. The potential of potato haploids in breeding and genetic research. *Amer. Potato J.* 35: 701-707.
11. HOUGAS, R. y PELOQUIN, S. 1959. Hybrids of *Solanum tuberosum* haploids and the tuber-bearing *Solanum* species. *Amer. Potato J.* 36: 296.
12. HOUGAS, R. y PELOQUIN, S. 1960. Initial evidence on the feasibility of potato breeding at the diploid level. *Amer. Potato J.* 37: 350.
13. HOUGAS, R.; PELOQUIN, S. y ROSS, R. 1958. Haploids of the common potato *J. Heredity* 49: 103-106.
14. MENDIBURU, A. 1980. El mejoramiento genético de la papa en la producción de alimentos. En: Simp. Bases para una mejor prod. de alim. (3 y 4 nov. 1977). *Soc. Cientif. Arg.* pp. 77-84.
15. MENDIBURU, A. y PELOQUIN, S. 1976. Sexual polyploidization and depolyploidization: Some terminology and definitions. *Theor. Appl. Genet.* 49: 53-61.

16. MENDIBURU, A. y PELOQUIN, S. 1977a. Bilateral sexual polyploidization in potatoes. *Euphytica* 26: 573-583.
17. MENDIBURU, A. y PELOQUIN, S. 1977b. The significance of 2n gametes in potato breeding. *Theor. Appl. Genet.* 49:53-61.
18. MENDIBURU, A.; PELOQUIN, S. y MOK, D. 1974. Potato breeding with haploids and 2n gametes. *In: Proc. 1st. Int. Symp. Haploids in Higher Plants.* J. J. Kasha, Ed., Univ. of Guelph (1974): 249-258.
19. NITZSCHE, W. y WENZEL, G. 1977. Haploids in plant breeding. *Adv. in Plant Breed. Suppl. 8 to J. Plant Breed.* (1977): 1-101.
20. PELOQUIN, S. y HOUGAS, R. 1958. Fertility of two haploids of Solanum tuberosum *Science* 128: 1340-1341.
21. PELOQUIN, S. HOUGAS, R. 1959. Haploidy in Solanum tuberosum and in the subspecies andigena. *Amer. Potato J.* 36: 302.
22. PELOQUIN, S. y HOUGAS, R. 1960. Genetic variations among haploids of the common potato. *Amer. Potato J.* 37: 289-297.
23. PELOQUIN, S. y HOUGAS, R. 1961. Hybrids between S. tuberosum haploids and diploid Solanum species. *Agron. Abstracts* 1961: 54.
24. PELOQUIN, S.; HOUGAS, R. y GABERT, A. 1960. The frequency of haploids in Solanum tuberosum *Amer. Potato J.* 37:350.
25. PELOQUIN, S.; HOUGAS, R. y GABERT, A. 1966. Haploidy as a new approach to cytogenetics and breeding of Solanum tuberosum. *In: Chromosome manipulations and Plant Genetics.* Ed.R. Riley y K.R. Lewis, Oliver & Boyd, Edinburgh.
26. ROSS, H. 1986. Potato breeding problems and perspectives. *Adv. in Plant*

Breed. Suppl. 13 to J. Plant Breed. (1986): 1-132.

27. ROSS, R.; PELOQUIN, S. y HOUGAS, R. 1962. Fertility of diploid hybrids from S. phureja-haploid S. tuberosum matings. *Amer. Potato J.* 39: 395.
28. ROWE, P. 1974. Methods of producing haploids: parthenogenesis following interspecific hybridization. *In: Proc. Ist. Int. Symp. Haploids in Higher plants.* J.J. Kasha. Ed., Univ. of Guelph (1974): 249-258.
29. VAN BREUKELEN, E.; RAMANNA, M. y HERMSEN, J. 1977. Parthenogenetic monohaploids ($2n=x=12$) from Solanum tuberosum L. and S. verrucosum Schl. and the production of homozygous potato diploids. *Euphytica* 26: 263-272.
30. WENZEL, G. *et al.* 1979. Comparison of single cell culture derived Solanum tuberosum L. plants and a model for their application in breeding programs. *Theor. Appl. Gen.* 55: 49-55.

UTILIZACION DE LAS ESPECIES SILVESTRES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PAPA

Nelson Estrada R. *

RESUMEN

Para transferir los genes de las especies silvestres a las cultivadas tetraploides (4x) se hicieron inicialmente cruzamientos con las especies diploides cultivadas (2x) por considerarse esa la forma más sencilla y eficiente. Se emplearon 15 especies silvestres que poseían genes muy valiosos por su resistencia a factores bióticos y abióticos.

Se evaluaron híbridos por su resistencia a *Phytophthora infestans* y a las heladas, proyectos en los cuales se ha venido trabajando durante 30 años.

Los híbridos de F1 se cruzaron con cultivares y/o clones avanzados de Colombia y otros países obteniendo híbridos notables por su producción, resistencia y calidad.

Se hace una revisión y discusión de la literatura al respecto, la cual ilustra bien sobre la necesidad de utilizar los recursos genéticos que se mantienen en los Bancos de Germoplasma mundiales.

* Fitomejorador, Asesor Programa de Papa, ICA, Colombia.

I. REVISION DE LITERATURA Y DISCUSION

1. Utilización de las especies silvestres y las primitivas en el mejoramiento

La papa común *S. tuberosum* especialmente en Europa y Norteamérica tuvo hasta la década de 1940 una base o composición genética relativamente limitada o estrecha porque se había derivado de unos pocos clones importados de Sudamérica. Por esta razón varios autores recomendaron una ampliación mayor y constante de su base genética utilizando para ello los cruzamientos con especies primitivas cultivadas y/o las silvestres, Hawkes (1979), Glendining (1979), Ross (1979), Simmonds (1969). Los cruzamientos con las especies cultivadas son relativamente sencillos pero requieren de dos a tres generaciones de retrocruzamientos con *S. tuberosum* para darles buena adaptación a los nuevos híbridos, Rasco et al. (1980).

Entre las especies silvestres hay muchas valiosas que no se pueden cruzar directamente con *S. tuberosum*; por ejemplo *S. megistacrolobum*, *S. kurtzianum*, *S. vernei*, *S. brevidens*, Ross (1986). Para lograrlo se ha tratado de utilizar especies puentes así: *Solanum acaule*, silvestre se cruza con *S. bulbocastanum* y produce híbridos triploides ($2n = 36$).

A este híbrido se le duplican los cromosomas con colchicina para hacerlo fértil y se forma el híbrido hexaploide ($2n = 72$). Luego se cruza con *S. phureja* ($2n = 24$), lográndose obtener poca semilla pero que origina híbridos tetraploides ($2n = 48$). Con estos se continúa el mejoramiento por 2-3 generaciones cruzándolos con *S. tuberosum* ($2n = 48$).

Otro caso de uso de puentes fue seguido para utilizar la resistencia al virus del enrollamiento de hojas que posee la especie *S. etuberosum*. Para ello fue necesario cruzar primero esta especie con otra silvestre *S. pinnatisectum*. El híbrido F1 debió cruzarse con cualquiera de las silvestres *S. stoloniferum*, *S. verrucosum* o *S. polytrichon*. Los híbridos resultantes se podían cruzar con *S. tuberosum* proceso que requiere 3-4 generaciones adicionales para mejorar su producción

y calidad, Hermsen y Taylor (1979), Hermsen (1984). Estos "cruzamientos-puentes múltiples" como indican Hermsen (1985) y Graham *et al.* (1959), se requieren para poder acercar las especies silvestres más alejadas genética y taxonómicamente, hacia las cultivadas y poder así obtener híbridos fértiles.

Tal metodología tiene la ventaja de combinar especies con varias características diferentes valiosas, pero la selección se vuelve más compleja y se diluyen más los genes por la necesidad de más generaciones, y como se puede deducir de estos ejemplos, resulta una manera muy compleja, larga y poco eficiente que requiere 5 a 6 generaciones para transmitir los genes deseables de la especie silvestre original a la cultivada *S. tuberosum*.

Tampoco por los métodos convencionales se han podido cruzar directamente con *S. tuberosum* especies tan valiosas como *Solanum acaule* Bitt. o *Solanum stoloniferum* Schltz ya que ellas se comportan como diploides (amfidiploides) a pesar de tener $2n = 48$ cromosomas. El método utilizado ha sido el de duplicar los cromosomas en estas especies silvestres para obtener octoploides ($2n = 96$) y luego cruzarlas con *S. tuberosum* ($2n = 48$), Ross (1986).

Los híbridos F1 resultantes son hexaploides ($2n = 72$) y con demasiados caracteres silvestres indeseables debido a la doble dosis original de cromosomas. Ello requiere que se crucen por 4 a 5 generaciones con clones de *S. tuberosum* para obtener plantas con buena producción y adaptación. En todo este proceso ocurren necesariamente pérdidas de cromosomas completos para lograr nivelar el número a $2n = 48$, se forman muchos aneuploides y pueden perderse varios de los genes que se querían incorporar.

Otro caso similar ocurre con el empleo de la especie silvestre hexaploide *Solanum demissum* ($2n = 72$). Al cruzarla con *S. tuberosum* ($2n = 48$) forma pentaploides en la F1 ($2n = 60$) y se requieren 3 a 4 generaciones adicionales de retrocruzamientos con *S. tuberosum* para obtener clones deseables y productivos con $2n = 48$ cromosomas, durante los cuales se presentan pérdidas de ciertos genes y cromosomas, Von Wagenheim *et al.* (1957), Lauer (1959).

2. Especies silvestres o primitivas que han podido contribuir al desarrollo de cultivares de *Solanum tuberosum*

La primera importación de cultivares sudamericanos a Europa (España), se hizo probablemente desde Colombia en 1570, según Hawkes (1978). Para lograr su adaptación al clima diferente y a los días largos del Hemisferio Norte debió sufrir una selección gradual mediante la propagación por semilla sexual, obtenida de la flor, por varias generaciones.

Probablemente, después se hicieron importaciones de clones de Chile más adaptables a Europa. En 1910 y años posteriores se llevaron otras especies para utilizarlas en mejoramiento, comenzando por *S. demissum* y *S. phureja*, Ross (1986).

En 1933 se comenzaron a emplear las especies *S. chacoense*, *S. phureja* y *S. demissum* para la producción de híbridos en el Instituto Max Planck de Alemania, Ross (1986). Rudolf y Schapper utilizaron *S. demissum* y *S. verrucosum* para obtener varios híbridos en 1951. Según Ross (1986), el 80% de los cultivares alemanes de hoy tienen algunos genes de *S. demissum* y el 26% tienen genes de otras especies silvestres. *Solanum demissum* fue muy empleada en Norteamérica a partir de 1908 y en Gran Bretaña desde 1930, especialmente por su resistencia a la "gota". Después su empleo decayó debido a la capacidad del *P. infestans* para formar nuevas razas o biotipos a los cuales los híbridos no resistían.

Más recientemente se utilizó la especie *S. acaule* ($2n = 48$) para obtener variedades con resistencia a virus en el Canadá, como Saphir en 1954, y los cultivares Norglean y Nordak en 1958 para los Estados Unidos. Por otra parte, en Alemania obtuvieron en 1968 los cultivares Bison y Fanal con extrema resistencia al virus Y, heredada de la especie *Solanum stoloniferum* y también el cultivar Hydra con genes de *S. chacoense*. En Holanda lograron el cultivar Mara en 1972 derivado de *S. vernei* con resistencia al nematodo *Globodera rostochiensis* y en 1975 los cultivares Cordia y Miranda derivadas del progenitor *Solanum spegazzini* que también imparte resistencia a *Globodera*.

Según Ross (1979) y Stegemann y Schnick (1985), hay algunos cultivares

que poseen genes hasta de seis especies silvestres como el clon MPI 55-957 del Instituto Max Planck, observado por métodos de electroforesis. El cultivar Canadiense Conestoga tiene genes de dos especies cultivadas (*S. phureja* y *S. stenotomum*) y de cinco especies silvestres (*S. acaule*, *S. demissum*, *S. kurtizianum*, *S. microdontum* y *S. toralapanum*). Actualmente, el 37% de los cultivares holandeses y el 60% de los cultivares de Alemania poseen el gene H1 de *S. andigena* CPC 1673 que confiere resistencia a varias razas de *Globodera rostochiensis*.

3. Genética de la papa

a) Fertilidad y esterilidad:

La esterilidad en papa es una barrera muy seria para lograr éxito en los cruzamientos en muchos casos. Hay bastantes factores de tipo nuclear y citoplásmico que frecuentemente hacen difícil lograr los cruzamientos. Grun y Staub (1981) citan a Livermore quien dice: "Nueve veces de diez uno de los clones que usted quiere cruzar no florece, pero aún si se tiene la suerte de que ambos clones para cruzar florezcan, sucede entonces que nueve veces en diez ambos son femeninos o machos estériles".

En otros casos es una incompatibilidad en el estigma, estilo u ovulo que rechaza el polen o que la semilla resulta no viable o la planta es muy débil por otros factores, Estrada, (1985):

1. Alejamiento entre especies y falta de afinidad genética.
2. Incompatibilidad núcleo-citoplásmica.
3. Desbalance cromosómico.
4. Desbalance embrión-endospermo en la fecundación.
5. Incompatibilidad gametofítica dada por la serie de alelos opositores del gene S.

b) Herencia de caracteres en la papa:

Algunos caracteres que son llamados cualitativos y suministran la resistencia a algunos parásitos como virus, o que dan la coloración de piel y carne a

Los tubérculos se heredan en forma simple por estar controlados por genes mendélicos dominantes. Sin embargo, se ha observado que los caracteres de mayor importancia económica son debidos a varios factores y llamados por ello de herencia cuantitativa, pudiéndose citar entre ellos la precocidad, el rendimiento, la calidad y sabor del tubérculo, la resistencia de campo u horizontal a varias enfermedades y plagas, Howard (1970), Estrada (1985).

Para complicar la situación, los cultivares de papa más comunes (*tuberosum* y *andígena* que constituyen el 99%), muestran el tipo de herencia denominada tetrasómica por ser plantas autotetraploides, esto es, que poseen cuatro cromosomas homólogos en lugar de dos, como es el caso de las plantas de herencia disómica ordinaria.

Comparando la herencia disómica con la tetrasómica podemos tomar un caso: Si tenemos una planta de especie diploide en papa con $2n = 24$ cromosomas y con un genotipo heterocigota por tres factores, Aa Bb Cc del cual queremos obtener un recesivo puro aabbcc, necesitamos obtener por autofecundación una población de $4 \times 4 \times 4 = 64$ plantas. Por otra parte, si esta planta fuera autotetraploide ($2n = 48$) y queremos obtener del heterocigota AAaa BBbb CCcc, el homocigota recesivo aaaabbbbcccc necesitaríamos una población de $36 \times 36 \times 36 = 46.656$ plantas, Swaminathan y Howard (1953), Estrada (1960).

Para formarse una idea de esta complejidad a nivel de mejoramiento se considera que unos 50 caracteres simultaneamente deben combinarse para obtener un cultivar moderno aceptable. Estos caracteres están enmarcados en tres tendencias básicas, (Ross 1986):

1. Rendimiento que incluye caracteres morfológicos, fisiológicos y ontogénicos, además de adaptación a las técnicas modernas de siembra, cultivo y cosecha.
2. Resistencia a factores ambientales abióticos, a enfermedades y a plagas.
3. Calidad del tubérculo respecto a su utilización y que tiene relación con el contenido de sólidos totales, proteínas, compactación, harinosidad, almidones y azúcares.

Como consecuencia, debe producirse cada año una enorme cantidad de híbridos, líneas o plántulas para tener un programa de mejoramiento eficiente, del orden de 100.000 o más. Estas líneas deben ser inoculadas y/o probadas por su resistencia a las enfermedades, plagas o enemigos climáticos y luego observar a través de años el comportamiento de las sobrevivientes a las pruebas de campo o que en forma compleja interactúan con la presencia de factores diversos. Esto conduce a seleccionar después de 6 a 8 años de pruebas, unos pocos clones (3 a 10) de los 100.000 originales, Ross (1986).

De acuerdo a estas condiciones la obtención de una nueva variedad para el agricultor toma normalmente 10 a 12 años. De cada variedad entregada o seleccionada por otra parte solo una entre seis o siete llega a ser de utilización extensiva para el país, según Howard (1970).

II. METODOLOGIA

Más del 99% de las papas cultivadas en el mundo son tetraploides ($2n=48$) y tienen una diversidad genética limitada y, por otra parte, las especies silvestres son, en su gran mayoría, diploides ($2n=24$) y además las silvestres tetraploides ($2n=48$) y hexaploides ($2n=72$) son amfidiploides, por lo cual se comportan más como diploides genéticamente, es decir, solo se pueden cruzar directamente con papas diploides. Este factor de desigualdad cromosómica constituía entonces una barrera inicial para la efectiva utilización de las especies silvestres en el mejoramiento genético. Para cruzar las silvestres con las papas cultivadas, los mejoradores han tenido que hacer artificios como la previa duplicación de cromosomas de las especies silvestres, necesitando efectuar laboriosos cruzamientos y retrocruzamientos (BC) por 4 o más generaciones hacia las papas cultivadas con el fin de deshacerse de los genes indeseables de las silvestres incorporados en doble dosis por la duplicación cromosómica previa. Además, la selección, como se vio antes, requiere poblaciones mucho más numerosas por estar a un nivel de ploidia muy alto y resulta menos efectiva porque se tienen que eliminar cromosomas y genes debido a la aparición de aneuploides en los retrocruzamientos.

Cómo lograr entonces cruzamientos más simples y a la vez poder hacer la selección a un nivel sómico más bajo y además encontrar la manera de transferir los buenos genes de las especies silvestres hacia las papas cultivadas en una forma más eficiente, segura y rápida?

En solo tres países del mundo, Colombia, Ecuador y Perú, existen en cultivo en forma restringida como papa de huerta, clones diploides nativos de las especies cultivadas *S. phureja* y *S. stenotomum*, que en Colombia son llamadas papas criollas o chauchas.

Pues bien, se vio que ellas constituían el puente ideal para transferir los genes de las papas silvestres a las cultivadas tetraploides. ¿Cómo?... Primero, efectuando el cruzamiento entre las silvestres y las diploides cultivadas. Segundo, haciendo una selección de los mejores híbridos en la primera generación, F1, que tendría un nivel de ploidía mucho más simple y fácil de manipular, o sea, disómico ($2n=24$). Tercero, como existen genes en las papas diploides cultivadas y silvestres que inducen la poliploidización sexual por medio de la producción de gametos $2n$ debido al fenómeno de restitución de primera división, FDR, o restitución de segunda división, SDR, durante la meiosis, no resultaría difícil encontrar en varios de los híbridos F1 mencionados antes, granos de polen que poseyeran 24 cromosomas, en lugar de 12. Cuarto, utilizando estos clones productores de gametos $2n$, se podría lograr la polinización directa de los clones avanzados o cultivares tetraploides en una segunda generación (BC1), sin grandes tropiezos de incompatibilidades. Quinto, la formación de semillas debería ser abundante, los híbridos ya tetraploides deberían ser vigorosos y lográndose hacer previamente una selección efectiva, se podrían transferir buena parte de los genes deseables de las especies silvestres, pudiendo esperar que en esta segunda generación (BC1), se logrará la selección de clones que fueran potenciales cultivares o padres inmediatos de cultivares con otra generación de cruzamientos (BC2).

Se procedió entonces de acuerdo a los postulados citados previamente, comenzando el trabajo de cruzamientos en 1980 y continuándolo durante 1981, 1982, 1983, 1984, 1985 y 1986. Para decidir sobre las especies más convenientes para usar en un principio se tenían estudios previos de su idiosincracia e importancia hechos por 10 o más años de observaciones.

Esta investigación se desarrolló en los invernaderos, laboratorios y campo del Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas "Tibaitatá" y en los Centros Regionales de Investigaciones Agrícolas "San Jorge" y "La Selva", que pertenecen al Instituto Colombiano Agropecuario "ICA". Ellos están localizados respectivamente en Mosquera, Cundinamarca a 2.600 m de altura, Soacha, Cundinamarca a 3.000-3.300 m de altura y Rionegro, Antioquia a 2.000 m de altura y con temperaturas promedio de 14°C, 10°C y 18°C.

El CNI "Tibaitatá" fue especialmente útil por las facilidades de invernaderos y laboratorios a fin de someter a prueba las plántulas híbridas en su primera generación, tanto a la "gota" como a las heladas. El CRI "La Selva" fue sitio muy apropiado para efectuar las pruebas de los híbridos o clones seleccionados del segundo año en adelante, ya que allí las epifitias de *Phytophthora* en el campo son bastante severas, pues un cultivo comercial de papa sin fungicida llega a producir solo como el 20% del potencial normal. El CRI "San Jorge" fue muy indicado ya que representa la mayor zona ecológica papera del país por sus condiciones de clima, suelo y altura para probar los clones en estados avanzados de selección.

La mayoría de las especies silvestres y sus clones utilizados fueron obtenidos de Potato Introduction Station, Sturgeon Bay, Wisconsin, perteneciente al proyecto IR-1 del USDA (Dpto. de Agricultura de los Estados Unidos).

Se usaron 15 especies silvestres y 73 de sus clones y cerca de 40 cultivares o clones de *S. phureja* ($2n=24$) pertenecientes a la Colección Central Colombiana (C.C.C.), clones de *S. andigena* de la colección mundial de papas cultivadas mantenida por el Centro Internacional de la Papa y unos 30 cultivares y/o clones avanzados pertenecientes a las especies *S. tuberosum*, *S. andigena* o híbridos entre estas dos subespecies y que mantiene un cultivo, estudio y selección del Programa de Papa del mismo ICA. También se incluyeron algunas especies y clones obtenidas del Centro Internacional de la Papa (CIP) de Lima como *S. ajanhuiri* ($2n=24$), *S. chaucha* ($2n=36$), y *S. curtilobum* ($2n=60$) e híbridos tetraploides avanzados ($2n=48$) de papas cultivadas.

III. RESULTADOS

Fue posible, de acuerdo a los propósitos de la investigación planeada, lograr híbridos entre 15 especies silvestres que tenían alta resistencia a las heladas y/o a la "gota" y clones seleccionados de la especie cultivada *Solanum phureja*.

Los híbridos entre silvestres diploides y clones de *phureja* fueron diploides ($2n=24$) como se esperaba, y los híbridos entre silvestres tetraploides y clones de *phureja* resultaron triploides algunos ($2n=36$) y tetraploides fértiles ($2n=48$) otros.

La fertilidad del polen de los híbridos diploides fue, en general, muy buena y se utilizaron en cruzamientos con clones avanzados o cultivares tetraploides obteniendo abundante semilla. La fertilidad del polen de los híbridos tetraploides obtenidos entre silvestres tetraploides y cultivadas diploides también fue muy satisfactoria y fueron utilizados para cruzarlos con cultivares tetraploides obteniendo, igualmente, numerosas semillas.

El alto porcentaje de éxito al hacer cruzamientos de los híbridos diploides F1, (silvestres x cultivadas) con los clones tetraploides avanzados se debió sin duda a que muchos de ellos estaban produciendo gametos $2n$, con 24 cromosomas.

El comportamiento de las plantas provenientes de estos cruzamientos o BC1, ha sido excelente y ya se han evaluado en mayor escala algunas de sus selecciones encontrando que poseen alta productividad, excelente tipo de tubérculo por tamaño, forma, color y sabor, a la vez que muchos clones no han mostrado contenido de alcaloides detectable organolépticamente.

**Híbridos de ciclos más recientes con especies
silvestres adicionales**

En la tabla 1 se da una lista de clones originados en familias de híbridos obtenidos por el cruzamiento entre excelentes especies silvestres y clones diploides de *S. phureja* obtenidos en 1984. Varios de ellos se obtienen por primera vez en el mundo. La mayoría ya florecieron y produjeron polen fértil que fue utilizado en cruzamientos con clones o cultivares tetraploides, a fin de transferirles las buenas características de los ancestrales silvestres, Tabla 2.

TABLA 1. Clones híbridos F1 de especies silvestres x cultivadas con excelentes cualidades para ser transferidas a los cultivares colombianos. *

clon	progenitores	características
84-75-19 1	sto x bre	rendimiento, forma, tamaño tubérculo
84-600-1	blb x phu	producción, resistencia gota, fertil.
84-604-11	blv x phu	rendimiento, resistencia heladas
84-606-1 2 5	acl x phu	
84-608-1 5	acl x phu	rendimiento, resistencia heladas, fertilidad
84-610-1	chc x phu	rendimiento, buena forma, tamaño
84-611-2	chc x phu	
84-617-2	sct x bre	rendimiento, buen tamaño y forma tuber.
84-618-6	sct x phu	
84-618-2		
84-620-1	sgr x phu	
84-621-3	sgr x phu	
84-623-4	trl x phu	
84-627-3 4	vrn x phu	rendimiento, buen tamaño y forma tuber. fertilidad
84-628-2	vrn x bre	
84-630-2 4	sto x bre	rendimiento, buen tamaño, fertilidad
84-638-1	tbr x chc	rendimiento, buena forma, tamaño tuber.
84-640-1 3	chc x bre	
85-300-2	acl x phu	alta resistencia heladas, muy fértil, 2n=48

* Solo se anotan las resistencias y caracteres probados, pero probablemente tienen otras resistencias no probadas todavía a virus, bacterias, hongos, nematodos e insectos.

TABLA 2. Híbridos interespecíficos, su viabilidad de polen y cruzabilidad.

clone	padres	tinción de polen #	cruzabilidad con clones 4X
80-655-3	S. stoloniferum x S. phureja	40	si
81-204-1	S. acaule x S. phureja	60	si
84-600-1	S. bulbocastanum x S. phureja	50	si
84-611-1	S. chacoense x S. phureja	70	si
84-618-1	S. sanctae-rosae x S. phureja	80	si
84-604-1	S. boliviense x S. phureja	90	si
84-621-3	S. sogarandinum x S. phureja	60	si
84-623-1	S. toralapanum x S. phureja	50	si
84-627-4	S. vernei x S. phureja	70	si
84-75-1	S. stoloniferum x S. brevidens	30	si
84-616-4	S. sanctae-rosae x S. brevidens	60	si
84-635-1	S. stoloniferum X S. brevidens	80	si
84-640-1	S. chacoense x S. brevidens	50	si
85-407-1	S. hougasii x S. phureja	90	si
85-398-2	S. sparsipilum x S. phureja	80	si

* La habilidad de tinción de los granos de polen son una buena indicación de su viabilidad.

BIBLIOGRAFIA

1. CHASE, S. 1963. Analytical breeding of *Solanum tuberosum*. Can. J. Gen. Cyt. 5: 359-363.
2. CORRELL, D. 1962. The potato and its wild relatives. Section *Tuberarium* of the genus *Solanum*. Texas Res. Found. Contr 4, 606 pp.
3. BLACK, W. 1970. The nature and inheritance of field resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes. Am. Potato J. 47: 279-288.
4. CHEN, P., BURKE, M. y LI, P. 1976. The frost hardiness of several *Solanum* species in relation to freezing of water, melting point depression and tissue water content. Bot. Gaz. 137: 313-317.
5. ESTRADA, N., PEREZ, E. y HEIDRICK, L. 1959. Diacol Monserrate, una nueva variedad de papa. Bol. Div. D.I.A. 6: 1-23.
6. ESTRADA, N. 1960. Herencia del albinismo en especies de papa diploides y tetraploides. Agr. Tropical 16: 349-353.
7. _____, 1978. Breeding frost resistance potatoes for the tropical highlands. En, Plant Cold Hardiness and Freezing Stress Vol I. p. 333-341. P.H. Li y A. Sakai (edits) Academic Press, N.York.
8. _____, 1980. Frost resistant potato hybrids via *Solanum acaule* Bitt-diploid - tetraploid hybrids. Am. Potato J. 57: 609-619.
9. _____, 1982. Breeding wild and primitive potato species to obtain frost resistant cultivated varieties. En, Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. Vol. II. p. 615-633. P.H. Li y A. Sakai (edits) Academic Press, New York.
10. _____, 1984. *Acaphu* a tetraploid, fertile breeding line, selected from *Solanum acaule* x *S. phureja* cross. Am. Potato J. 61: 1-7.
11. _____, 1985. Mejoramiento en plantas de propagación asexual. VII

Congreso Latinoamericano de Genética. Oct. 13-16, Bogotá, p. 1-78.

12. _____, 1986. Utilization of wild and cultivated diploid potato species to transfer frost resistance into the tetraploid common potato, *Solanum tuberosum* L. En, Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. Vol. III. Shanghai, Sept. 86, 41 pp. (en prensa).
13. GLENDINING, D. 1975. **Neo-tuberosum**: a new potato breeding material. 1- The origin, composition, and development of the *Tuberosum* and *Neo-tuberosum* gene pools. *Pot. Res.* 18: 256-261.
14. _____, 1979. Enriching the potato gene-pool using primitive cultivars. *Proc. Int. Congr. Broadening Genetic Base of Crops.* Wageningen, Pudoc 39-45.
15. GRAHAM, K., NIEDERHAUSER, J. y SERVIN, L. 1959. Studies on fertility and late blight resistance in *Solanum bulbocastanum* Dun. in Mexico. *Can. J. Bot.* 37: 41-49.
16. GRAHAM, K. 1963. Inheritance of resistance to *Phytophthora infestans* in two diploid Mexican *Solanum* species. *Euphytica* 12: 35-40.
17. GRUN, P. y STAUB, J. 1981. Evolution of tetraploid cultivars from the view of cytoplasmic inheritance. *Rep. Plann. Conf. Exploration, Taxonomy and Maintenance of Potato Germplasm. III-Int. Potato Center, Lima 1979,* 141-152.
18. GUZMAN, J. 1964. Nature of partial resistance of certain clones of three *Solanum* species to *Phytophthora infestans*. *Phytopath.* 54: 1398-1404.
19. HAWKES, J. 1947. Some observations on South American potatoes. *Ann. Appl. Biol.* 34: 622-631.
20. _____, 1963. A revision of the Tuber-Bearing *Solanum*. *Scottish Plant Breed. Sta. Rec.* 1963. p. 79-181.

21. _____, 1978. *History of the potato*, In, Harris, P.M. *The potato Crop* 1-14. Chapman P. Hall. London.
22. _____, 1979. *Genetic poverty of the potato in Europe*. Proc. Int. Congr. Broadening Genetic Base of Crops. Wageningen, Pudoc. 19-27.
23. _____, 1981. *Recent concepts in the evolution of tuber bearing Solanum*. Rep. Plann. Conf. Exploration, Taxonomy and Maintenance of Potato Germplasm. III Int. Pot. Center, Lima, 1979, 40-59.
24. HAWKES, J. y HJERTING, P. 1969. *The potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay*, 525 pp. Clarendon Press, Oxford.
25. _____, 1983. *New tuber bearing Solanum taxa from Bolivia and Northern Argentina*. J. Linn. Soc. Bot. 86: 405-417.
26. HERMSEN, J. y TAYLOR, L. 1979. *Successful cross of non-tuberous Solanum etuberosum L. and tuber bearing S. pinnatisectum Dun.* Euphytica 28: 1-8.
27. HERMSEN, J. 1984. *Pathway for transfer of PLRV resistance from non-tuberous Solanum species to potato cultivars*. 9th., Triennial conf. Eur. Ass. Pot. Res. abs 286-287.
28. _____, 1985. *Efficient utilization of wild and primitive species in potato breeding*. EAPR/EUCARPIA Breeding & Variety Assesment Meeting, Cambridge, Engl. 11 pp.
29. HOUGAS, R. y PELOQUIN, R. 1958. *The potential of potato haploids in breeding and genetic research*. Am Pot. J. 35: 701-707.
30. HOWARD, H. 1960. *Potato Cytology and Genetics, 1952-54*. Bibliogr. Génética 19: 87-216.
31. _____, 1970. *Genetics of the Potato*. Logos Press Ltd. 126 pp.
32. IRIKURA, Y. y SAKAGUCHI, S. 1972. *Induction of 12-chromosome plants*

- from anther culture in tuberous *Solanum*. *Pot. Res.* 15: 170-173.
33. JONES, R. 1979. Resistance to potato leaf roll virus in *Solanum brevidens*. *Pot. Res.* 22: 149-152.
34. LAUER, F. 1959. Recovery of recurrent parent characters from crosses of *Solanum demissum* x *S. tuberosum* of successive backcrosses. *Am. Potato J.* 36: 345-357.
35. LI, P. 1977. Frost killing temperatures of 60 tuber-bearing *Solanum* species. *Am. Potato J.* 54: 452-456.
36. LI, P. y PALTA, J. 1978. Frost hardening and freezing stress in tuber-bearing *Solanum* species. En, *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress*. Vol. I. p. 49-71. P. Li y A. Sakai (Edits) Academic Press, New York.
37. LI, P. et al. 1981. Potato freezing injury and survival, and their relationship to other stresses. *Am. Potato J.* 58: 15-29.
38. MELCHERS, G. 1984. Tomatoes and pomatoes, somatic hybrids between tomatoes and potatoes. En Rohlich P., y E. Bacsy (Eds.). *Tissue Culture and Research Publ. House Hungarian Acad. Sc. Budapest.*
39. MENDIBURU, A. y PELOQUIN, S. 1971. High yielding tetraploids from 4X-2X and 2X-2X matings. *Am. Potato J.* 48: 300-301.
40. _____, 1976. Sexual polyploidization and depolyploidization. Some terminology and definitions. *Theor. Appl. Gen.* 48: 137-144.
41. MENDOZA, H. y ESTRADA, N. 1979. Breeding potatoes for tolerance to stress: heat and frosts. En, *Stress Physiology in Crop Plants*. p. 228-262. H. Mussel y R. Staples (eds). John Wiley & Sons, New York.
42. MUÑOZ, F. et al. 1975. Resistance to potato virus Y in *Solanum tuberosum* ssp *Andigena* *Am. Potato J.* 52: 107-115.

43. OCHOA, C. 1962. *Los Solanum tuberíferos silvestres del Perú*, Lima, 297pp.
44. PALTA, J. y LI, P. 1978. Frost hardiness in relation to leaf anatomy and natural distribution of several *Solanum* species. *Minn. Agr. Exp. Sta. Sci J. Ser. N° 10536* p 665-671.
45. PELOQUIN, S. y MENDIBURU, A. 1972. Sexual polyploidization in relation to breeding and evolution. *Am. Potato J.* 49: 363.
46. PLAISTED, R. et al. 1975. Five cycles of selection within a population of *Solanum tuberosum* ssp *andigena* *Am. Potato J.* 52: 280 abst.
47. RAMANA, M. y HERMSEN, J. 1979. Genome relationship in tuber-bearing *Solanum*. *En, The biology and Taxonomy of the Solanaceae* p. 647-653. J. Hawkes, R. Lester y A. Skelding (eds). London, Acad. press.
48. RASCO, Jr., et al. 1980. Photoperiod response and earliness of *Solanum tuberosum* spp *andigena* after six cycles of recurrent selection for adaptation to long days. *Am Potato J.* 57: 435-447.
49. RICHARDSON, D. y ESTRADA, N. 1971. Evaluation of frost resistant tuber-bearing *Solanum* hybrids. *Am. Potato J.* 48: 339-343.
50. RIZVI, S. 1983. Extreme resistance to potato leaf roll virus (PLVR) in seedlings of *Solanum etuberosum* x *S. pinnatisectum* with 4X chromosomes. *Proc. Int. Congr. Res. potato year 2000, Int. Potato Cent., Lima, 1982, p. 162.*
51. ROSS, H. 1979. Wild species and primitive cultivars as ancestors of potato varieties. *Proc. Int. Congr. Broadening Genetic Base of Crops. Wageningen, 1978, 237-245.*
52. _____, 1986. Potato breeding problems and perspectives *Suppl. 13 to J. of plant breed, (Germany).* 132 pp.
53. ROSS, R. y ROWE, P. 1969a. Utilizing frost resistance of diploid *Solanum* species. *Am. Potato J.* 46: 5-13.
54. ROSS, R. y ROWE, P. 1969b. *Inventory of Tuber-Bearing solanum species*

Wis. Agr. Exp. Sta. Bul. 533, 73 pp.

55. ROWE, P. 1967a. Performance of diploid and vegetatively doubled clones of Phureja-haploid *Tuberosum* families Am. Potato. J. 44: 195-203.
56. _____, 1967b. Performance and variability of diploid and tetraploid potato families. Am. Potato J. 44: 263-271.
57. SIMMONDS, N. 1966. Studies of the tetraploid potatoes. III Progress in the experimental recreation of the *Tuberosum* Group. J. Linn. Soc. Bot. 59: 279-288.
58. _____, 1969. Prospects of potato improvement Scottish Plant Breed. Sta. Rept. 1968-69. p. 18-38.
59. STEGEMAN, H. y SCHNICK, D. 1985. Index 1985 europaischer Kartoffel-sorten. Mitt. Biol. Bundesanst., Braunschweig 227, 128 pp.
60. SUKUMARAN, N. y WEISER, C. 1971. Freezing injury in potato leaves. Minn. Agr. Exp. Sta. Sci J. 7701, p. 564-567.
61. SWAMINATHAN, M. y HOWARD, H. 1953. The cytology and genetics of the potato (*Solanum tuberosum*) and related species. *Bibliographia Genetica* 16: 1-192.
62. THURSTON, H. y LOZANO, J. 1968. Resistance to bacterial wilt of potatoes in Colombian clones of *Solanum phureja*. Am. Potato J. 45: 51-55.
63. TOXOPEUS, H. 1964. Treasure digging for blight resistance in potatoes. *Euphytica* 13: 206-222.
64. WANGENHEIM VON, K. et al. 1957. Ueberneue Ergebnisse zur Citologie und verwandte Fragen bei *Solanum* Z. Pflanzenzuchtg 37: 41-76.

USO DE LA INGENIERIA GENETICA EN EL MEJORAMIENTO DE LA PAPA

Nelson Espinoza R. *

INTRODUCCION

En los últimos 55 años, el fitomejoramiento combinado con prácticas agronómicas eficientes y tecnología moderna han contribuido decisivamente en la producción de plantas para la alimentación.

Pero todavía hay muchos objetivos por alcanzar, entre los cuales, se pueden mencionar: desarrollar variedades tolerantes a salinidad alta, mejorar la economía hídrica y obtener variedades resistentes a la sequía, introducir tolerancia a frío en especies tropicales, extender la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, mejorar la resistencia a plagas y enfermedades, generar cultivos resistentes a herbicidas, modificar la composición de aminoácidos de las proteínas incrementando el valor nutritivo de los cultivos, aumentar la eficiencia fotosintética, etc. Recientemente, con el rápido avance de la Biología Molecular, se puede contar con técnicas que permiten aislar, analizar y manipular genes individuales, contribuyendo así con los programas de fitomejoramiento.

* Fisiólogo Asociado - Centro Internacional de la Papa, Lima-Perú.

Otros nuevos métodos que ayudan al fitomejoramiento son las técnicas de cultivo de tejidos "in vitro".

Los mejoradores pueden explotar la variación somaclonal que ocurre cuando las plantas son regeneradas por cultivo de tejidos y seleccionar nuevas líneas; también el éxito de fusión de protoplastos de diferentes especies y la regeneración de híbridos viables, abren la posibilidad de desarrollar agrónicamente plantas útiles. Es más, el valor potencial de la Ingeniería Genética es el de proveer nuevos aportes para lograr objetivos que no son posibles por las vías convencionales.

La estrategia general es: (1) Identificar y aislar secuencias de ADN que controlen procesos importantes en el crecimiento y productividad de las plantas; (2) Modificar los genes existentes o construir nuevos genes y transferirlos a otros organismos.

VECTORES DE TRANSFERENCIA

El término vector se describe como el transporte biológico que lleva un ADN a través de la pared celular y lo inserta en el genoma de la célula. Comúnmente estos vectores ingresan en la planta en forma natural y patogénica.

Los plásmidos de *Agrobacterium* y los virus de plantas son los vectores usados para introducir genes extras.

GENERO AGROBACTERIUM

Pertenece a las bacterias gram-negativas que viven en el suelo. Se conocen cuatro especies:

- *A. tumefaciens*, que causa la agalla de la corona (formación desorganizada de células indiferenciadas) en plantas dicotiledóneas, angiospermas y gymnospermas.
- *A. rubi*, que produce pequeños tumores en el tallo.
- *A. rhizogenes*, causante de formación de raíces adventicias en forma de cabellera.

- *A. radiobacter*, especie avirulenta, no forma tumores.

La mayoría de las monocotiledóneas son resistentes a la infección por *Agrobacterium* posiblemente a causa de la falta de ciertos componentes en la pared celular, necesarios para el reconocimiento y fijación de la bacteria a la planta.

Agrobacterium infecta plantas susceptibles e induce la formación de tumores solo en los sitios donde hay heridas.

Los tumores inducidos por *Agrobacterium* pueden ser aislados de la planta y cultivados "in vitro" en donde ellos pueden continuar creciendo indefinidamente sin la presencia de la bacteria, así como en ausencia de fitohormonas en el medio de cultivo. Esto contrasta con el cultivo normal de células que requieren de auxinas y citoquininas para crecer y mantenerse viables. Los tumores y raíces adventicias resultantes de la infección de *Agrobacterium* sintetizan una variedad de aminoácidos conocidos como opinas. Las plantas normales no producen este tipo de compuesto.

Hay cuatro grupos de opinas: La familia de las octopinas, que son carbóxetil derivados de la arginina; las nopalinas, que son dicarboxipropil derivados de la arginina; las agropinas, azúcares bicíclicos derivados del ácido glutámico; y, las agrocínopinas que son azúcares fosforilados.

Las opinas son catabolizadas por *Agrobacterium* para generar energía. Por ejemplo, la octopina es convertida en arginina y ácido pirúvico por enzimas de la bacteria, asimilada e incorporada en su metabolismo; cada grupo de opinas es específica para determinadas cepas de *Agrobacterium*.

PLASMIDOS INDUCTORES

Hay evidencias que la tumorigénesis producida por *Agrobacterium* es inducida por elementos génicos extracromosómicos de la bacteria denominados plásmidos Ti (inductor de tumores) o plásmidos Ri (inductor de raíces).

Estudios detallados de los plásmidos inductores han permitido secuenciarlos y determinar que un pequeño segmento de ADN del plásmido se integra al ADN nuclear de la planta infectada; este fragmento se denomina T-ADN.

Los plásmidos Ti o Ri contienen en la parte no integrada los genes que producen el estado de virulencia de la bacteria, así como los genes que catabolizan las opinas. La región que se integra (T-ARN) al genoma del huésped tiene los genes de síntesis de opinas y los genes que controlan la producción de fitohormonas causantes del tumor.

PROCESO DE TRANSFORMACION

El proceso molecular de transformación de células vegetales por *Agrobacterium* comienza cuando la bacteria penetra por una herida y se une a la célula huésped, transfiriendo su plásmido inductor (Ti o Ri) en un proceso no muy conocido hasta ahora.

La actividad de los genes de virulencia controlan la integración del T-ADN en el genoma de la planta. Después de la integración, el resto del plásmido inductor se pierde.

El T-ADN integrado es luego transcrito por una ARN polimerasa II y los ARN mensajeros se traducen en los ribosomas del citoplasma de la planta,, produciendo proteínas específicas codificadas por el T-ADN. Algunas de estas proteínas mantienen el estado tumoral de las células vegetales y promueven la proliferación celular influenciada por el desbalance de fitohormonas.

La regeneración de plantas completas y fértiles es un requerimiento importante para que este sistema sea usado como vector. Normalmente, los tumores de *Agrobacterium* no regeneran plantas normales. Sin embargo, se han aislado mutantes que han perdido la parte central del T-ADN que codifica la producción de fitohormonas y las células transformadas por estos mutantes regeneran plantas normales cuando se les coloca en un medio de cultivo con un balance adecuado de hormonas. A estos mutantes se les denomina bacterias desarmadas, que aún mantienen la habilidad de integrarse al genoma huésped,

sintetizan opinas y pueden tener marcadores de resistencia para antibióticos.

Son las bacterias desarmadas los vectores usados con mayor frecuencia para transformar plantas con la ventaja de que se puede insertar en el T-DNA un gen extra con características especiales deseadas y conseguir que sea expresado en el huésped.

VIRUS VECTORES

El virus del mosaico de la coliflor (CaMV) tiene atributos como para ser usado como vector, su genoma es una cadena doble de ADN. El ADN viral purificado cuando es friccionado sobre las hojas de una planta causa infección e incluso es inefectivo cuando el ADN es clonado en plásmidos de *Echerichia coli*. Después de la infección, CaMV se extiende en todas las células de la planta huésped, las células infectadas contienen cerca de 10^5 copias del genoma del virus y por consiguiente una apreciable acumulación de productos virales. Sin embargo, CaMV tiene ciertas desventajas como vector si lo comparamos con los plásmidos inductores de *Agrobacterium*. El rango de huéspedes es limitado y el ADN no se integra en los cromosomas del huésped, aunque para plantas propagadas vegetativamente no es una desventaja.

CaMV tiene 2 promotores de transcripción muy activos, los cuales son muy útiles si se les usa como componentes en otros vectores.

TRANSFORMACION DIRECTA DE CELULAS VEGETALES

Es posible insertar directamente ADN en las células vegetales, donde se puede replicar y luego expresarse.

La microinyección de ADN en protoplastos y la regeneración de plantas a partir de estos, es una técnica que se viene perfeccionando y puede dar buenos resultados.

Otra técnica es inyectar ADN directamente en el núcleo o en el citoplasma

de los tubos polínicos de polen en germinación.

El uso de liposomas (vesículas lipídicas artificiales) como recipiente de ADN y la posterior fusión con protoplastos es otra vía de transformación.

La electroporación es una técnica que se está desarrollando últimamente y consiste en poner en un medio de cultivo secuencias de ADN y protoplastos e inducir por medio de corriente eléctrica de alto voltaje y por fracciones de segundo, a que los poros naturales del protoplasto se abran y se hagan permeables al ingreso del ADN.

UN EJEMPLO PRACTICO DEL USO DE LA INGENIERIA GENETICA EN PAPA

La papa ha llegado a ser un importante alimento a nivel mundial y es usado como fuente de calorías y proteínas por millones de habitantes que viven en países en vías de desarrollo. Aunque posee un alto valor nutritivo, es deficiente en ciertos aminoácidos esenciales.

Ha sido dificultoso producir significativos incrementos en el contenido de aminoácidos esenciales utilizando métodos clásicos de mejoramiento. Esto debido al hecho de que la genética de la papa es compleja y muchas veces hay pérdidas de importantes caracteres agronómicos en el intento de mejoramiento.

Los métodos innovativos en Ingeniería Genética, sin embargo, ofrecen un nuevo aporte al modificar la composición en aminoácidos esenciales, incrementando el valor nutritivo.

Para producir una proteína sintética con una composición conocida de aminoácidos, se ha construido un fragmento de ADN, con una secuencia apropiada de clones, utilizando una máquina de ensamblar genes. El gen sintético se clonó y se obtuvo expresión en bacterias para facilitar el análisis del gen y de la proteína como producto final. Este método de síntesis de genes es lo suficientemente flexible para producir proteínas que contengan una composición en particular de aminoácidos, de esta manera las proteínas pueden ser diseñadas

para suplementar cualquier tipo de dieta animal o humana.

Bajo este concepto, se construyó un gen sintético que codifica proteínas de alto contenido de aminoácidos esenciales. Las proteínas A y B son derivados de las dos posibles direcciones de lectura del gen sintético. La composición de las proteínas A y B contienen 5 de los aminoácidos esenciales deficientes en plantas (isoleucina, lisina, metionina, treonina y triptófano) y es comparado con las proteínas que contienen otros alimentos, la incorporación de estas proteínas a la papa marcarán un mejoramiento en el balance protéico.

Cabe anotar que la incorporación de lisina a intervalos frecuentes en las proteínas A y B proveen numerosos sitios de ataque proteolítico de la enzima tripsina, una de las principales enzimas del tracto digestivo, lo que es importante para la bio-disponibilidad de la proteína suplementaria en cualquier tipo de dieta protéica.

El siguiente paso es la inserción de los genes sintéticos en la planta de papa, usando el *Agrobacterium rhizogenes* como sistema vector.

Una estrategia para introducir un gen sintético en la planta es el usar el plásmido recombinante de la bacteria que ha sido modificado con el nuevo gen. Para asegurar la expresión del nuevo gen, este debe tener un promotor o región de control muy próximo, generalmente ubicado al principio del gen, el cual conduce su expresión hasta la obtención del producto final, la proteína.

Al *A. rhizogenes* modificado al ser inoculado en una planta "in vitro" incita en las zonas infectadas la proliferación de raíces adventicias, estas pueden ser propagadas en un medio de cultivo, para luego ser transferidas a un medio de regeneración de yemas.

Una vez obtenidas las yemas y de estas, plantas completas se procede a la inducción de tubérculos "in vitro".

La presencia del nuevo gen en los tubérculos, es comprobada por la prueba de "Southern blot", la transcripción por medio de ARN mensajeros se detecta

por la prueba de "Northern blot" así mismo la expresión de la nueva proteína se verifica por la prueba de "Western blot".

Las plantas transformadas han sido transplantadas a macetas en el invernadero, completando su desarrollo. Se obtuvo floración de las mismas y se efectuaron cruces con plantas no transformadas, se consiguió formación de bayas y semillas.

En la actualidad, se están efectuando pruebas de segregación, herencia y estabilidad de la nueva característica.

Se ha demostrado que ahora es posible incorporar genes deseables en la papa vía métodos de ADN recombinante, biología molecular y cultivo de tejidos vegetales, así como incrementar su cantidad y calidad nutritiva.

PROYECTOS INMEDIATOS

Insectos

Se conoce el poder insecticida de la toxina producida por el *Bacillus thuringiensis* y se ha determinado su secuencia de ácidos nucleicos que la codifica. Esta secuencia ha sido incorporada en un plásmido de *A. tumefaciens* desarmado. Se va a transformar plantas de papa con este vector y luego evaluar la expresión del gen y su efecto en insectos que la atacan.

Otra sustancia que destruye la quitina que cubre los insectos, es la quitinasa, enzima que se ha determinado su secuencia y está en proceso de incorporación en plásmidos de *Agrobacterium* para luego probarla en plantas de papa.

Bacterias

La lisozima es un compuesto que tiene efecto bactericida para *Pseudomonas Erwinia* y otras bacterias. Incorporado este compuesto por transformación en la papa, se espera controlar el ataque de estas bacterias.

Heladas

Existe en el Polo Antártico un pez que vive entre el hielo, sin sufrir congelamiento; se ha determinado en el suero sanguíneo, una proteína anti-congelante compuesta de una serie simple de aminoácidos en especial de alanina, lo cual constituye que puede ser construido artificialmente, incorporado en un plásmido vector y transferirlo a la planta. Se espera que pueda conferir resistencia a heladas a la papa.

Virus

Se conoce el mecanismo de replicación de virus en las plantas, luego que son infectadas. El ARN mensajero viral, se traduce en los ribosomas de la planta para la producción de proteínas virales que servirán para que se multiplique el virus.

Se conoce la secuencia del ARN mensajero y por lo tanto se puede insertar la secuencia homóloga en el genoma de papa, vía transformación por *Agrobacterium*. La planta va a producir el homólogo del ARN mensajero; al ser infectada por el virus, el ARN mensajero viral se va a aparear con su homólogo y por lo tanto se inactiva la replicación.

Otra estrategia, es que un ARN mensajero semejante al viral insertado por transformación ocupe los lugares de transcripción y por competencia no permita la síntesis de proteínas virales.

BIBLIOGRAFIA

1. CHILTON, M. 1983. *A vector for introducing genes into plants. Scientific American. June. 36-45 pp.*
2. GRIERSON, D. and COVEY, S. 1984. *Plant molecular biology (Tertiary level biology) Blackie, Chapman and Hall, New York, 176 pp.*
3. JAYNES, J. et al. 1985. *Construction and expression of synthetic DNA*

fragments for polypeptides with elevated levels of essential amino acids. Applied Microbiology and Biotechnology. 21: 200-205.

4. *ESPINOZA, N. and DODDS, J. 1985. Adventitious shoot formation on cultured potato roots. Plant Science. 41: 121-124.*
5. *ESPINOZA, N. et al. 1986. The potato: A model crop plant for tissue culture. Outlook on Agriculture. 15(1): 21-24.*
6. *JAYNES, J. et al. 1986. Plant protein improvement by genetic engineering: Use of synthetic genes. Trends in Biotechnology. December: 314-320.*

**SELECCION RECURRENTE PARA FORMACION DE POBLACIONES
NEO-TUBEROSUM. CASO CORNELL UNIVERSITY USA**

R. León Palencia *

La iniciación del programa, fue estimulada por la observación de altos rendimientos en la primera retrocruza de híbridos de Andígena-Tuberosum por Tuberosum en mejoramiento por resistencia a nematodo dorado *Globodera rostochiensis* y también en la primera generación de los híbridos en los programas de mejoramiento de Perú, Ecuador y Colombia.

1. DESARROLLO DE POBLACIONES

- Población Inicial:

Primer Ciclo: Cerca de 300 genotipos procedentes de 1900 parcelas del Programa de Mejoramiento Inglés y 300 semillas introducidas directamente de Perú, Ecuador y Colombia fueron plantadas en 1965. 40 genotipos de cada uno de los utilizados fueron seleccionados.

Cruces individuales fueron hechos pero la fertilidad fue muy baja, como consecuencia, solo 9 selecciones del material Inglés y 14 de las introducciones directas produjeron semilla.

* FONAIAP, Estación Experimental Táchira. Bramón, Estado Táchira-Venezuela.

Segundo Ciclo: Cerca de 4000 plántulas conjuntamente con 2000 semillas de las parcelas del Programa Inglés, fueron crecidas en el campo y de las cuales se hicieron 650 selecciones.

Tercer Ciclo: 4000 plántulas de polinización abierta del segundo ciclo, fueron crecidas en el campo y 200 fueron seleccionadas en esta oportunidad.

Cuarto Ciclo: 4000 plántulas de semilla de polinización abierta, del tercer ciclo fueron cultivadas, seleccionándose en esta oportunidad 430.

Quinto Ciclo: Semilla de 430 selecciones al momento de la cosecha del cuarto ciclo fueron sembradas, 75% provenientes de cruces y 25% de polinización abierta.

El desarrollo de esta población continuó hasta el séptimo ciclo, usando una mezcla de polen de los clones seleccionados para asegurar panmixis y los esfuerzos necesarios para tener una población de amplia base genética.

- Establecimiento de la Población Aumentada:

En 1969 y 1970, se hicieron nuevas introducciones de Andígena, tratando de seleccionar al menos un clon de cada introducción procedente de Inglaterra y Sur-América. La primera generación fue reproducida usando semilla de polinización abierta, pero también se utilizó intercruces panmicticos. El segundo ciclo de esta población, fue cruzado con el sexto ciclo de la población inicial, mejorándose la resistencia a Virus Y. Selecciones de esta generación fueron cruzadas con clones del séptimo ciclo de la población inicial y seleccionadas por resistencia a candelilla tardía *Phytophthora infestans*. La población resultante contenía genotipos 75% de la población inicial y 25% de las introducciones adicionales. El desarrollo de esta población fue continuado usando intercruza controlada.

- Establecimiento de una Población Tuberosum - Neo-Tuberosum

En 1984 polen mezclado de 11 clones Tuberosum segregantes para resistencia al nematodo dorado *G. rostochiensis*, fue aplicado a selecciones de la población aumentada Neo-Tuberosum para obtener una nueva población.

2. CRITERIO DE SELECCION Y SEGUIMIENTO

La selección inicial fue simplemente por habilidad de rendimiento en día largo. En esta situación pocas plantas tuberizaron, pero después de dos ciclos, el 90% tuberizó a los 110 días de plantadas y después de seis ciclos a los 75 días de plantadas. Fueron hechas selecciones de materiales precoces y con rendimientos muy parecidos a cultivares Tuberosum. Muñoz y Plaisted (1981) encontraron en seis ciclos de selección que el incremento en rendimiento fue debido al incremento en los tamaños de los tubérculos. El incremento del tamaño de los tubérculos bajo selección, fue el factor primario en la decisión para establecer la población de híbridos Tuberosum por Neo-Tuberosum. En el desarrollo de la población no se seleccionó por tipo de follaje. Ewing et al. (1983) encontraron que la habilidad de tuberizar bajo condiciones de altas temperaturas y día largo está positivamente correlacionada con el follaje tipo Tuberosum. Huarte (1983), hizo 3 ciclos de selección de follaje tipo Tuberosum y obtuvo un positivo incremento de tuberización.

3. HABILIDAD COMBINATORIA

Cubillos y Plaisted (1976) usando clones del cuarto y quinto ciclos de la población inicial, encontraron que las progenies híbridas Tuberosum por Neo-Tuberosum dieron 17% más en rendimiento total que las progenies de Tuberosum por Tuberosum.

Muñoz y Plaisted (1981) cruzaron Andígena del ciclo 0 y materiales del segundo, tercero, cuarto y sexto ciclos de selección, con 4 selecciones de Tuberosum, encontrando que los rendimientos de los híbridos incrementaron en la misma proporción que el grado de selección de los padres.

4. SELECCION EN EL DESARROLLO DE VARIEDADES

La progenies Tuberosum por Neo-Tuberosum se comportan tan bien como las Tuberosum por Tuberosum en los tres estados iniciales de selección: Forma, y defectos internos y externos del tubérculo, principalmente.

El cultivar, Rosa Plaisted et al. (1981), fue seleccionado de una progenie obtenida por el cruce de una selección Andígena de Sur-América con el cultivar Tuberosum Wauseon. Esta variedad rinde bien pero es un poco tardía, tiene inmunidad al patotipo H1 de *G. rostochiensis* y tienen resistencia a *Alternaria*, *Phytophthora* y *Verticillium*.

5. ENFERMEDADES

- Candelilla tardía

Progenies de las dos últimas generaciones de Neo-Tuberosum y de híbridos Neo-Tuberosum por Tuberosum, fueron expuestos a infección de *P. infestans* sin la protección de fungicida obteniéndose ataques de candelilla menores que otros clones susceptibles. Algunos clones han demostrado resistencia bajo severas condiciones en Colombia.

- Virus Y (PVY)

Se observó una inusual y severa reacción epifitotica en la mayoría de las selecciones hechas en el cuarto ciclo de la población. La mayoría de la semilla procedente de esta selección fue infestada de PVY y se utilizó solamente las libres para establecer el quinto ciclo de la población. Muñoz (1975) encontró que un gene simple dominante confiere inmunidad a un aislamiento común de PVY. Ross (1983) y Fernández - Northcote (1983) encontraron que el mismo gene es también efectivo contra otros aislamientos de PVY.

- Virus X (PVX)

En la población en proceso, está presente un gene que confiere inmunidad a muchos aislamientos de PVX.

- **Verruga (Synchytrium)**

Ocho de doce clones del séptimo ciclo, mostraron resistencia a la verruga. Nematodo (Meloidogyne) buena resistencia a *Meloidogyne hapla* y *M. chitwoodi* han sido detectados en la población en cuestión.

BIBLIOGRAFIA

1. CUBILLOS, A. and PLAISTED, R. 1976. Heterosis for yield in hybrids between *S. tuberosum* spp. *tuberosum* and *S. tuberosum* spp. *andigena*. *Am potato J.* 53:143-150.
2. FERNANDEZ - NORTHCOTE, E.N. 1983. Prospects for stability of resistance to potato virus Y. *Proc.Inten.Congr. Research for the potato in the year 2000. Intern. Pot.Center. Lima. 1982.*
3. HUARTE, M. 1983. Vine type and tuber type selection in *Neotuberosum*. *Ph.D. Thesis. Cornell University.*
4. MUÑOZ, F., PLAISTED, R. and THURSTON, H. 1975. Resistance to potato virus Y in *Solanum tuberosum* spp. *andigena*. *Am.Potato - J.*52: 107-115.
5. MUÑOZ, F. and PLAISTED, R. 1981. Yielding and combining abilities in *Andigena* potatoes after six cycles of recurrent phenotypic selection adaptation to long day conditions. *Am.Potato J.*58:469-479.
6. PLAISTED, R. 1987. Entrevista personal Cornell University Plant Breeding Department, Ithaca 14953 NY USA.
7. RASCO, E., Jr., PLAISTED, R. and EWING, E. 1980. Photoperiod response and earliness of *S. tuberosum* spp. *Andigena* after six cycles of recurrent selection for adaptation to long days. *Am.Potato J.*57: 435-448.
8. ROSS, H. 1983. Major and minor genes in breeding virus resistant varieties.

***Proc.Int. Congr. Research for the Potato in the year 2000. Int.
Pot. Center. Lima, 1972. 165-166 pp.***

MEJORAMIENTO DE LA PAPA PARA RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES

N. Estrada Ramos *

RESUMEN

Las diversas enfermedades causadas a la papa por hongos, bacterias, virus, micoplasmas y factores abióticos constituyen un factor limitante muy importante en la producción.

Se ha encontrado resistencia a muchos de estos males, tanto en especies silvestres como en clones cultivados. Algunos están controlados por pocos genes pero otros por numerosos genes.

Debido a la condición tetraploide de la papa y a la gran cantidad de genes que deberían seleccionarse simultáneamente, además de los genes para los caracteres agronómicos y de calidad deseables, resulta en la práctica imposible desarrollar cultivares ideales con las diversas características que se desean.

Se discute y revisa el avance logrado en la selección por resistencia a varias enfermedades y factores que reducen la calidad y producción.

* Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El Dorado, Bogotá-Colombia.

Uno de los objetivos importantes en mejoramiento de papa es lograr la resistencia a enfermedades, plagas y/o factores abióticos negativos que, en forma numerosa y fuerte, afectan su producción por calidad y cantidad.

Como observación general, puede decirse que exige mayor esfuerzo obtener la resistencia a enfermedades causadas por hongos que atacan el follaje que las que se encuentran en el suelo y que inician su ataque en la raíz o tubérculo, en razón a que poseen una mayor variabilidad genética y capacidad de mutación para producir nuevos biotipos.

1. Caracteres agronómicos, de calidad y resistencia a enfermedades importantes para mejorar las variedades y su control genético

<u>Características:</u>	<u>Factores genéticos para control</u>
Rendimiento	10 o más
Calidad (peso tubérculo)	3 - 4
Forma de tubérculo	3 - 4
Profundidad de ojos	2
Color de carne	2 con modificantes
Hábito de crecimiento	3
Forma de hojas	2 o más
Color de la piel	2 o más
Reacción al fotoperíodo	3 - 4
Precocidad	3 - 4
Latencia del tubérculo	2 - 3
Resistencia a Phytophthora (poligénica)	4
Resistencia a verruga	2
Resistencia a virus X, A, Y, C, S, M	1 (cada uno)
Resistencia a enrollamiento	varios
Resistencia al nematodo del quiste	3 - 4 debido a razas
Resistencia a nematodo del nudo	3 - 4
Resistencia a heladas	8 o más
Resistencia a altas temperaturas	muchos factores
Resistencia a marchitiz	3 o más
Resistencia a la pata negra (<i>Erwinia</i>)	2 o más

Si obtenemos el total nos da más de 60 pares de genes, los cuales si quisiéramos combinarlos teórica e idealmente, trabajando con herencia tetrasómica nos llevaría a cifras astronómicas e imposibles de obtener en la práctica. Aún obteniendo en millones de individuos combinaciones ideales, el trabajo mayor estaría en identificar los individuos buscados dentro de esa enorme población, imposible de hacerlo aún con los métodos más avanzados.

Esta realidad está demostrada en la misma situación actual en la cual nos hallamos a nivel mundial, pues en 200 años de mejoramiento en papa estamos aún muy lejos de obtener una variedad cercana a la ideal. En la práctica ocurre también, como lo anota Howard, que de aproximadamente 7 - 8 variedades que entrega un programa bien organizado en mejoramiento, solo una de ellas llega a tener un relativo éxito en su cultivo, aceptación y mercadeo, para que pueda prevalecer por varios años.

Debemos pues, conformarnos con obtener los tipos que al menos resuelvan parcialmente algunos problemas más urgentes como calidad de tubérculo, producción, resistencia a *Phytophthora* y/o *Alternaria*, resistencia a virus más importantes, a bacterias más limitantes, a heladas o a mucho calor si es el caso, además con relativa precocidad.

2. Características valiosas en varias especies de papa

<u>Características</u>	<u>Especies</u>	<u>2n</u>
Carne amarilla	<i>S. tuberosum</i>	48
	<i>S. phureja</i> , Yema de huevo	24
	<i>S. goniocalyx</i> , Amarilla	24
<u>Resistencia a enfermedades</u>		
Resistencia a virus y un par de factores	<i>S. chacoense</i>	24
	<i>S. macolae</i>	24
	<i>S. simplicifolium</i>	24
	<i>S. pinnatisectum</i>	24
	<i>S. stoloniferum</i>	48

<u>Características</u>	<u>Especies</u>	<u>2n</u>
	<i>S. demissum</i>	72
	<i>S. hougasii</i>	72
	<i>S. tuberosum</i>	48
Resistencia a virus C (raza de Y) un par de factores	<i>S. simplicifolium</i>	24
	<i>S. vernei</i>	24
Resistencia a virus A (raza de Y0 un par de factores)	<i>S. demissum</i>	72
	<i>S. stoloniferum</i>	48
	<i>S. hougasii</i>	48
	<i>S. maglia</i>	24,36
	<i>S. ssp andigena</i>	48
	<i>S. phureja</i>	24
Resistencia a virus S ("para crinkle") un par de factores	<i>S. ssp tuberosum</i> V saco	48
Resistencia a virus X (Mosaico suave) un par de factores	<i>S. stoloniferum</i>	48
	<i>S. acaule</i>	48
	<i>S. ssp tuberosum</i> # 41956 (USDA)	
	<i>S. sucrense</i>	24
	<i>S. bulbocastanum</i>	24
	<i>S. pinnatisectum</i>	24
	<i>S. berthaultii</i>	24
Resistencia a enrollamiento de las hojas. Polifactorial probablemente	<i>ssp andigena</i>	48
	<i>ssp tuberosum</i>	48
	<i>S. acaule</i> x <i>S. demissum</i>	60
	<i>S. phureja</i>	24
	<i>S. stenotomum</i>	24
	<i>S. ajanhuiri</i>	24

<u>Características</u>	<u>Especies</u>	<u>2n</u>
	<i>S. chacoense</i>	24
	<i>S. acaule</i>	48
Resistencia a la verruga (<i>Synchytrium endobioticum</i>) un par de factores dominantes	<i>S. tub ssp andigena</i>	48
	<i>S. curtilobum</i>	60
	<i>S. demissum</i>	72
	<i>S. vernei</i>	24
	<i>S. commersonii</i>	24
	<i>S. simplicifolium</i>	24
	<i>S. acaule</i>	
	<i>S. polyadenium</i>	24
	<i>S. guerreroense</i>	24
	<i>S. andreanum</i>	24
	<i>S. chiquidenum</i>	24
	<i>S. pinnatisectum</i>	24
	<i>S. bulbocastanum</i>	24
	<i>S. polyadenium</i>	24
	<i>S. cardiophyllum</i>	24
Resistencia a la "gota" <i>Phytophthora infestans</i> (mono o polifactorial)	* <i>S. phureja</i>	24
	<i>S. verrucosum</i>	24
	* <i>S. stoloniferum</i>	48
	<i>S. polytrichom</i>	48
	* <i>S. ssp andigena</i>	48
	* <i>S. demissum</i>	78
	<i>S. hougasii</i>	72
*polifactorial	* <i>S. ssp tuberosum</i> (Record, Libertas Penapernel)	48
Roña común <i>Streptomyces scabies</i> un par de factores	<i>S. chacoense</i>	24
	<i>S. commersonii</i>	24
	<i>S. jamesii</i>	24

<u>Características</u>	<u>Especies</u>	<u>2n</u>
Pudrición anular <i>Corynebacterium sepedo- nicum</i>	<i>S. ssp tuberosum</i> Friso, President	48
Marchitez <i>Pseudomonas solanacearum</i>	<i>S. bulbocastanum</i> <i>S. pinnatisectum</i> <i>S. jamesii</i> <i>S. chacoense</i> <i>S. stoloniferum</i> <i>S. ssp andigena</i> <i>S. demissum</i> <i>S. phureja</i> (excelente resistencia parcial) <i>S. sparsipilum</i>	24 24 24 48 48 72 24
Pata negra <i>Erwinia carotovora</i>	<i>S. ssp tuberosum</i> <i>S. ssp andigena</i> <i>S. acaule</i>	48 48 48
Roña polvosa <i>Spongospora subterranea</i>	<i>S. andigena</i> <i>S. acaule</i> <i>S. commersonii</i>	48 48 24
Gota temprana <i>Alternaria solani</i>	<i>S. tarijense</i> <i>S. saltense</i> <i>S. toralapanum</i> <i>S. bulbocastanum</i> <i>S. chacoense</i>	24 24 24 24 24
Escama plateada <i>Spondylocladium atrovirens</i>	<i>S. phureja</i>	24
Mildeo polvoso <i>Oldium solani</i>	<i>S. simplicifolium</i> <i>S. polyadenium</i>	24 24

<u>Características</u>	<u>Especies</u>	<u>2n</u>
	<i>S. macolae</i>	24
	<i>S. stoloniferum</i>	48
	<i>S. sucrense</i>	48
<i>Rhizoctonia</i>	<i>S. suaveolens</i>	48
	<i>S. acaule</i>	48
Marchitez causada por:	<i>S. ssp andigena</i>	48
<i>Macrophomina</i>	<i>S. commersonii</i>	24
<i>Verticillium</i>	<i>S. ssp tuberosum</i> , V. Houma	48
<i>Fusarium</i>	<i>S. ssp tuberosum</i> V. King Edward	48

3. Fuentes de resistencia a factores bióticos y abióticos y su herencia

a) Resistencia a los virus

1. Enrollamiento de las hojas. Es el virus que más daño económico causa en la papa debido a que disminuye profundamente la producción. Es transmitido por varias especies de áfidos, pero el más común es el *Myzus persicae*. Existen dos tipos de resistencia: a la infección y a la tolerancia. No hay extrema resistencia. Este virus se localiza básicamente en el floema, Ross (1986).

La resistencia proviene en buena parte de lo que contribuyan los padres y abuelos. Las especies más resistentes son dos silvestres de Chile, no tuberíferas, diploides, *S. etuberosum* y *S. brevidens* y también *S. acaule*. En algunos materiales híbridos con ellas se ha observado resistencia. Probablemente varios genes están involucrados en la resistencia, Hawkes (1974), Jones (1979) y Rizvi (1983).

2. Resistencia a virus Y. El efecto en las plantas por este virus es muy fuerte y causa necrosis de las hojas y sus venas y caída de las hojas inferiores. El virus es transmitido por el *Mizus persicae*. El mejoramiento

busca la resistencia a la infección y la hipersensitividad. En algunos clones de *S. phureja* y *S. stenotomum* se observa alta resistencia, Ross (1986). También se ha encontrado resistencia de genes mayores en las especies silvestres *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. microdontum*, *S. stoloniferum* y en clones de la especie cultivada *S. ssp andigena*, Muñoz et al (1975).

b) Resistencia a los nematodos del quiste de la raíz

Existen dos especies: *Globodera rostochiensis* y *G pallida* llamados comúnmente nematodos del quiste de la raíz que poseen además variantes o patotipos. Su efecto es muy severo ya que se localizan en la raíz y la planta no desarrolla bien, tiende a estar clorótica y su producción decrece de 10% a 50% según el grado de infección. Se ha encontrado resistencia especialmente en *S. vernei*, *S. spagazzinii*, *S. oplocence*, *S. multidissectum*, *S. sucrense*, *S. kurtzianum*, *S. acaule* y algunos clones de *S. andigena*. Existe el tipo de hipersensitividad en resistencias y también la tolerancia. La primera controlada por genes dominantes y la segunda por genes menores.

c) Resistencia a la "gota", causada por *Phytophthora infestans*

Es la enfermedad fungosa de la papa más universal y de mayor importancia económica. En 1845 causó la terrible hambruna en Irlanda que ocasionó la muerte de más de un millón de personas. Se trabajó a principios de este siglo y hasta 1930 en cruzamientos con la especie silvestre hexaploide de México *S. demissum* la cual impartía hipersensibilidad en resistencia. Sin embargo, debido a que esta resistencia era monogénica y hoy es llamada "vertical", su duración fue corta por la capacidad mutagénica del *Phytophthora*. Más modernamente se ha buscado la resistencia llamada "horizontal", de origen poligénico, mediante la cual la planta no presenta inmunidad sino tolerancia y así el avance de la enfermedad es lento y limitado debido a varios mecanismos de defensa. Esta resistencia se ha observado en clones de las especies *S. bulbocastanum*, Graham et al. (1959), *S. stoloniferum*, *S. vernei* y *S. verrucosum*, Toxopeus (1964), Graham (1963), Black (1970) y en limitados clones de las especies cultivadas *S. phureja*, *S. tuberosum* y *S. andigena*, Guzmán (1964).

En Colombia existe un buen y claro ejemplo de la estabilidad de la resistencia horizontal al *Phytophthora* y su valor para el agricultor. El cultivar Monserrate dado a los agricultores en 1957, conserva la misma resistencia de hace 30 años y produce su cosecha normalmente con solo 30% de las aplicaciones de fungicidas que se hacen a los cultivares comunes susceptibles, Estrada et al. (1959).

d) Resistencia a la sarna del tuberculo causada por *Streptomyces scabies* y a los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Phoma exigua*

Pocos estudios se han hecho sobre la resistencia de las especies silvestres a estos hongos que causan necrosis a los tubérculos y tallos especialmente. Se ha hecho una selección por ligera resistencia en algunos cultivares. Es muy probable que exista una mayor resistencia en varias especies silvestres.

e) Resistencia a las bacterias *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas solanacearum*

Tampoco se han estudiado bien las especies silvestres por su resistencia a estas bacterias. Inicialmente se ha mencionado tener resistencia a *S. pinnatisectum*, *S. sparsipilum* y *S. acaule*. Ambas bacterias causan fuertes daños en los tubérculos ocasionando pudrición de ellos y marchitez del follaje. Algunos cultivares han sido descritos como menos susceptibles a *Erwinia*. Se observó alta resistencia a *Pseudomonas* en unos pocos clones de *S. phureja* de la Colección Central Colombiana de papas, por Thurston y Lozano (1968).

f) Resistencia a las heladas

Varios autores han descrito la resistencia que muestran cerca de 30 especies tuberíferas de papa y las cuales han llegado a sobrevivir heladas de -6 grados C y -7 grados C por varias horas. Esta resistencia se ha logrado transmitir a varios híbridos obtenidos de algunas de estas especies, Ross y Rowe (1969-a), Estrada (1978, 1980, 1982, 1984, 1986), Li (1977), Richardson y Estrada (1971).

La resistencia de estas especies se debe a factores morfológicos como

menor tamaño de células, paredes celulares gruesas, índices de estomas mayores, hábitos arrosados de planta, dos o más capas de palisada en el tejido parenquimatoso de las hojas, Palta y Li (1978), Estrada (1982). También se debe la resistencia a factores físico-químicos como: contenidos de lípidos en las células, capacidad de transformación de almidón hacia azúcares, capacidad de formar hielo extracelular, pigmentos protectores, habilidad para soportar deshidratación celular y mantener la cohesión bajo la presión de congelación, Chen et al. (1976), Li et al. (1981), Li y Palta (1978), Mendoza y Estrada (1979), Sukamaran y Weiser (1971).

Por esta información se puede claramente deducir que el control genético de la resistencia a heladas debe estar controlado por un número considerable de genes. Para concluir, se puede generalizar de acuerdo a los resultados de muchos autores, que existen numerosas especies silvestres diploides resistentes a una gran diversidad de factores adversos a la producción de papa y que además existen algunas otras especies muy valiosas que son tetraploides como *S. acaule* y *S. stoloniferum* pero las cuales se cruzan más fácilmente con diploides, Ross y Rowe (1969a, 1969b), Hawkes (1963), Estrada (1978, 1980, 1982) y Ross (1986).

Esta circunstancia hace deseable realizar los cruzamientos iniciales y sus selecciones a nivel diploide y luego aprovechar la producción de gametos $2n$ en los híbridos F1 o F2 para cruzarlos con cultivares o clones tetraploides ($2n=48$), para así poder transmitir rápida y eficientemente los caracteres deseados de resistencia y calidad a las papas cultivadas, Peloquin y Mendiburu (1972), Mendiburu y Peloquín (1976), Estrada (1982, 1985, 1986).

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1960. *Principles of plant breeding*. John Wiley L. Sons Inc. N.York. 485 pp.
2. BROWN, CIR. 1981. *Basic concepts of potato genetics*. Curso Internacional de Mejoramiento de Papa. CIP, Lima. 20 pp.
3. ESTRADA, N. Herencia del albinismo en especies de papa diploides y tetraploides. *Agr. Tropical* 16: 349-353.
4. ESTRADA, N. 1966. *Taxonomía de la papa y formación de especies*. Información recopilada de apuntes en la Biblioteca de Agricultura, Universidad de Wisconsin, Madison. 19 pp.
5. _____ y GUZMAN-NARANJO, J. 1969. Herencia de la resistencia de campo al "tizón". *Phytophthora infestans* Mont. de Bary) en variedades cultivadas de papa (*subespecies tuberosa* y *andigena*) *Revista ICA* 4: 117-137.
6. _____ et al. Informes inéditos del Programa de Tuberosas, ICA, años 1958-1971.
7. GRUN, P. 1961. Early stages in the formation of internal barriers to gene exchange between diploid species of *solanum*. *Amerj. Botany* 48: 79-89.
8. HAWKES, J. 1963. A revision of the tuber-bearing solanums. *Scottish Plant Breeding Station, Annual Report, 1963*. 181 pp.
9. HAWKES, J. 1979. Evolution and polyploidy in potato species. In, the biological and taxonomy of the solanaceae. *Linnean Soc. Symp. Series* 7: 637-645.
10. HOLDEN, J. 1977. Potato breeding at Pentlandfield. *Scottish Plant Breeding Station. Anual Report 1977*. 32 pp.

11. HOWARD, H.W. 1970. *Genetics of the potato, Solanum tuberosum*. Logos Press Ltd. England. 126 pp.
12. INTERNATIONAL POTATO CENTER. 1977. *Report of the Planning conference on utilization of the genetic Resources of the potato I*. 32 pp.
13. KRANTZ, F.A. 1924. *Potato breeding methods*. Univ. Minnesota tech bull 25, 32 pp.
14. LANDEO, J.A. 1981. *Basic concepts of potato breeding*. Curso Internacional de Mejoramiento de Papa. CIP, Lima. 33 pp.
15. MENDIBURU, A. y PELOQUIN, S. *Sexual polyploidization and depolyploidization: some terminology and definitions*. *Theoretical and Applied Genetics* 48: 137-143.
16. MENDOZA, H. y ESTRADA, N. 1979. *Breeding potatoes for tolerance to stress: heat and frost*. *Stress physiology in crop plants*, H. Mussell L.R. Staples, editors. John Wiley L Sons Inc. 228-262 pp.
17. MENDOZA, H. 1981. *Genetic aspects*. Curso Internacional de Mejoramiento de Papa. CIP, Lima. 20 pp.
18. OCHOA, C. 1955. *Species of Solanum (tuberarium) of South America, present taxonomy status and species used in plant breeding with special reference to Peru*. *Phytopathology*. 45: 247-250.
19. SCHMIEDIECHE, P. 1981. *The taxonomy of wild potato species and their use in breeding*. Curso Internacional de Mejoramiento de Papa. CIP, Lima. 7 pp.
20. SIMMONDS, N.W. 1969. *Prospects of potato improvement*. Scottish Plant Breeding Station, Ann Rept. 18-38 p.

MEJORAMIENTO DE PLANTAS POR RESISTENCIA A INSECTOS

*Pedro León Gómez C. **

Los estudios de la resistencia de plantas a insectos comenzaron los inicios de la entomología aplicada. La literatura contiene varios ejemplos que indican las respuestas de variedades al ataque de insectos, hay ejemplos clásicos sobre las primeras observaciones de resistencia a insectos, especialmente en uvas y manzanas.

El desarrollo de la resistencia de las plantas a los insectos puede ser dividida a groso modo en tres fases. Antes de la segunda Guerra Mundial las observaciones iniciales condujeron a esfuerzos cooperativos entre mejoradores y entomólogos para desarrollar variedades que contribuyan al control de los insectos. Los años posteriores a la guerra mostraron un cambio significativo a los estudios de la biología de insectos y la relación insecto-huésped al desarrollo de pesticidas orgánicos. Los nuevos pesticidas fueron identificados y sintetizados con resultados espectaculares cuando fueron aplicados a poblaciones de insectos.

* *Director División Cultivos Múltiples, Instituto Colombiano Agropecuario.*

Desde finales de los 60 ha habido un cambio hacia el desarrollo de un sistema de control integrado, este cambio fue condicionado por dos grandes factores, el desarrollo de resistencia del insecto a los insecticidas y el incremento de la polución por el uso de pesticidas químicos.

1. EL PAPEL DE LA INTERACCION PLANTA-HUESPED EN EL MANEJO DE INSECTOS

El objetivo primario en los programas de resistencia a insectos en plantas es el desarrollar cultivares que sean resistentes a un insecto plaga mientras se mantiene o se mejoran sus características agronómicas básicas. La resistencia a los insectos puede ser un objetivo básico del mejoramiento de un cultivo conducido por mejoradores y genetistas. Similarmente, para los entomólogos el desarrollo de cultivares resistentes a insectos puede ser una parte integral para el manejo del insecto. El papel de la resistencia de las plantas a los insectos en un programa de mejoramiento o programa de manejo del insecto varía con el cultivo y con cada insecto. Su importancia en una estrategia de manejo depende de la habilidad y utilidad que pueda tener en las medidas de control. La resistencia puede ser simple y controlar efectivamente la plaga.

La resistencia de insecto es frecuentemente usada como un complemento de otras medidas de control. Variedades resistentes pueden necesitar menos tratamiento con pesticidas o patógenos, o puede requerir bajas ratas de aplicación de las medidas de control. La investigación de plantas resistentes puede ser una parte integral de cualquier programa de desarrollo de variedades cuando los insectos son significativos en la producción de un cultivo. En este caso, la fase inicial de un programa de variedades resistentes generalmente se centra en la resistencia a la plaga. Una contribución significativa puede ser si todo el germoplasma del programa de mejoramiento fuera evaluado por susceptibilidad a plaga clave en comparación con las variedades que se están cultivando. Es muy difícil desarrollar resistencia a varias plagas a la vez, es importante que estudios conducidos con más de una plaga exploren la posibilidad de obtener resistencia múltiple a las plagas y evitando la posibilidad de incrementar susceptibilidad a otras.

En programas de producción de variedades y desarrollo agronómico se debe tener mucho cuidado en los cultivos principales o más importantes de no llegar a obtener una sola base genética, no interesa que esa base genética esté dando resistencia a insectos. Resultados catastróficos han sido observados como en maíz en el Sur de Estados Unidos, cuando se obtuvo homogeneidad genética o citoplásmica para la resistencia a un insecto en varias variedades sembradas a una gran área.

Resistencia a insectos ha sido el principal método de control en un buen número de cultivos, por ejemplo uvas resistentes son el principal medio para controlar la mayoría de los insectos en este cultivo. Las plantas resistentes pueden significar una ventaja en situaciones donde:

1. Hay un régimen crítico en que el insecto es expuesto por un tiempo breve de su vida.
2. El cultivo es de bajo nivel económico.
3. La plaga está continuamente presente y es el principal factor de fracaso en una área muy amplia.
4. No se consigue otro tipo de control.

2. COMPONENTES A TENER EN CUENTA EN UN PROGRAMA PARA LA EXTENSION DE PLANTAS RESISTENTES A INSECTOS

2.1. Personal

Progresos en el desarrollo de plantas resistentes a insectos, como un punto vital en el programa de manejo de plagas, radica en el concepto de un grupo multidisciplinario. Es importante la interacción entre entomólogo y mejorador, quienes generalmente forman el equipo inicial en un programa de resistencia a insecto.

Tan pronto el programa se continua y problemas más complejos aparecen, el equipo inicial necesitará otro tipo de ayuda para solucionarlos, otros cientí-

ficos pueden ser adicionados al grupo tan pronto su necesidad sea reconocida. La historia ha mostrado que el mayor progreso dentro del desarrollo de variedades resistentes, ha sido hecho cuando el programa de resistencia está bajo la primera responsabilidad del entomólogo y mejorador no como una segunda actividad. Durante muchos años los programas de graduados en ciencias de plantas han tenido considerable interacción entre los patólogos y mejoradores, pero mucho menos con los entomólogos. Se necesitan mayores esfuerzos para rectificar esto.

Aunque el entomólogo debe liderar el esfuerzo inicial con el objeto de identificar las fuentes de resistencia, el mejorador generalmente provee al entomólogo del germoplasma necesario. Una vez la fuente de resistencia ha sido identificada, el papel del mejorador viene a ser más crítico. Es importante que las prioridades sean establecidas de tal manera que el entomólogo y el mejorador puedan trabajar hacia la identificación de las fuentes de resistencia, a través de las diferentes etapas que tiene que pasar la variedad.

2.2. Biología del insecto

Antes de iniciar un programa de resistencia de plantas, se necesita gran cantidad de información relacionada con el aspecto biológico del insecto. Esto debe incluir información del comportamiento, hábitos de alimentación, oviposición y movimiento. Definir los parámetros de crecimiento y fecundidad y establecer el efecto del ambiente en la población del insecto. Este tipo de información debe estar disponible para diseñar los experimentos con el rango de comportamiento y actividades de la plaga; es crítico el diseñar pruebas que no enmascaren la expresión biológica de importantes caracteres o características de la plaga o el hospedero. Generalmente, el hospedero y la plaga responden con ciertas caracterizaciones de acuerdo al medio. La importancia de detallar el aspecto biológico de la plaga es el poder sincronizar su desarrollo con el de la planta. En algunas plagas, el sitio de su alimentación y el comportamiento de ellas dependen del estado de desarrollo de la plaga y la planta.

2.3. Población del insecto

La disponibilidad de una constante y uniforme población del insecto es

esencial para la ejecución de los trabajos. Debe identificarse el óptimo de la población que se requiere para la diferenciación entre genotipos. Una población óptima no necesariamente es el máximo de la población. Una población del insecto puede obtenerse por:

1. Un intensivo manejo de la población existente en el campo.
2. Creando una población natural en un insectario, invernadero o cámara de crecimiento.
3. Una producción artificial del insecto.

Muchos factores pueden indicar cuál es el método más adecuado para mantener la población. Una función principal del entomólogo en el equipo de trabajo es entender la biología de la especie y manipularla de tal manera que el nivel de infestación produzca las diferencias entre los genotipos. Se han obtenido significantes avances en la nutrición del insecto, dietas artificiales y cultivos masivos que han permitido la masiva producción de insectos en programas de investigación.

2.4. Fuentes de resistencia

El éxito en la identificación de fuentes de resistencia es directamente relacionado a la diversidad de germoplasma disponible y a la probabilidad de resistencia que exista dentro de la población huésped. La búsqueda de fuentes de resistencia debe llevarse en una secuencia lógica; primero en cultivares adaptados, luego en introducciones de la misma zona, después en introducciones de otros países y finalmente en las especies silvestres. La identificación de fuentes de resistencia es seguida por la hibridación, selección en generaciones segregantes y prueba de progenie. Cámaras de crecimiento y facilidades para propagación de plantas son importantes para un rápido avance.

La Colección de nuevos materiales es una actividad permanente con el objeto de continuar buscando y utilizando las fuentes de resistencia naturales. Allard observó que cada especie contiene millones o cientos de miles de variantes, de tal manera que el muestreo es un desaffo. El potencial para el éxito está en función de la variación, tanto en el insecto como en la planta, conjugado

con la frecuencia de ocurrencia de las variantes en la planta y en la población y la siguiente identificación y utilización de esas variantes.

2.5. Identificación de las fuentes de resistencia y las técnicas de evaluación

El diseño de un método de evaluación debe hacer posible la cuantificación de las variaciones de las plantas. Además, para medir las diferencias en la reacción del hospedero es también importante estimar la fuente de varianza y la heredabilidad del carácter o caracteres identificados. Planta resistente a insectos puede estar descrita en términos del insecto o en términos de la reacción de la planta o como un efecto o resultado. Así, la planta resistente al insecto es estudiada en dos dimensiones; una como las variaciones del huésped y la otra como las variaciones de la población del insecto. El diseño del estudio y los criterios de medida en cualquiera de las dos situaciones varía con el insecto o el aspecto de la planta que va a ser medido.

En estudios iniciales lo más importante es examinar gran cantidad de material diferente. En estos estudios puede ser esencial solamente distinguir amplias diferencias en el huésped o la plaga. Esquemas de calificación con varios niveles de discriminación son usados. Una herramienta útil en una escala de discriminación es colocar unos standar pictóricos.

Posteriormente, los estudios de evaluación pueden permitir una definición más exacta del nivel de resistencia. Es importante que la técnica de evaluación simule la relación insecto-planta como ocurre en el campo. Debe darse atención a la comparación de diferentes partes de la planta en el mismo estado de crecimiento y conducir los estudios en las etapas de crecimiento que el insecto generalmente ataca el huésped.

Una diferente velocidad de germinación es uno de los mayores problemas si el material va a ser evaluado en el estado plántula. Si plantas de origen vegetativo son comparadas, las diferencias iniciales de germinación con el rebrotamiento y compensación son generalmente reducidos más tarde. Un fuerte énfasis en estandarizar los procedimientos de prueba no permitirán sobreponer la observación de un científico en un solo evento. Debe tenerse en cuenta

la correlación de resistencia en estado plántula con la planta madura.

Técnicas de evaluación de plántulas han mostrado ser muy útiles para la selección masal para áfidos en alfalfa que atacan en todos los estados de desarrollo. Sin embargo, la selección de plántulas de maíz por resistencia al áfido de la hoja puede ser no igualmente útil. La resistencia es expresada en todos los estados de crecimiento en el caso del alfalfa pero no en el áfido de la hoja de maíz.

Dahms identificó 16 posibles criterios para evaluar resistencia a insectos en plantas:

1. Evaluación visual de cultivares.
2. Determinación del número de plantas sobrevivientes a varios estados de infestación.
3. Determinación del rendimiento entre parcelas infestadas y no infestadas.
4. Determinación del número de insectos adultos o larvas atrapadas en un cultivar cuando se les da a que seleccionen libremente.
5. Observación de efectos comparativos cuando se alimentan insectos en confinamiento, midiendo la longitud del ciclo de vida del insecto, la mortalidad, las tasas de reproducción, la movilidad, por ejemplo.
6. Peso del insecto después de un período definitivo de alimentación en diferentes cultivares.
7. Determinación de número de huevos puestos.
8. Determinación del número de insectos sobrevivientes y progenies producidas.
9. Medida de la cantidad de alimento consumido por el insecto.
10. Medida de la cantidad de alimento utilizado por el insecto.
11. Simulación de los daños del insecto y observaciones de recuperación.
12. Métodos indirectos de evaluación tales como medidas del daño de la raíz por arrancar una planta del suelo.
13. Uso de hojas o flores de plantas olorosas para determinar atrayencia.
14. Correlación de factores químicos de la planta con la respuesta del insecto.
15. Crecimiento y reproducción potencial de insectos alimentados con varias dietas de plantas de diferentes cultivares.
16. Correlación de factores morfológicos con el daño del insecto.

Los primeros cuatro son los más útiles en la selección de un gran número de entradas. Una escala relativa es generalmente usada en una evaluación inicial antes del conteo de insectos.

2.6. Biotipos

El mejoramiento por resistencia es una herramienta muy útil en la protección de plantas. También se ha demostrado la sorprendente habilidad que tienen las plagas para adaptarse a las plantas huéspedes resistentes. El cultivo de variedades genéticamente uniformes en una área grande, son un tremendo potencial para causar una gran destrucción por la adaptación de la plaga a este tipo de cultivar. La manipulación genética puede causar un mayor cambio genético en un corto tiempo comparado con los cambios evolutivos que son generalmente menores y distribuidos en un período largo.

2.7. Factores causales

Las mayores contribuciones hechas al entendimiento de resistencia a insectos ha sido a través de la exploración de factores básicos que condicionan la resistencia. Sin embargo, la información bioquímica no ha sido útil hasta ahora en la identificación de genotipos resistentes. Caracteres morfológicos de la planta, tales como tricomas han sido usados exitosamente como caracteres visuales en programas de selección por resistencia. Gran cuidado debe tenerse cuando una característica como la pubescencia es sustituida por una evaluación directa como criterio de selección. La presencia o ausencia de pubescencia sola no indica resistencia. La longitud, el diámetro, la rigidez y la densidad de los tricomas debe tenerse en cuenta. También pueden haber factores de resistencia no asociados con la pubescencia.

3. CARACTERISTICAS DE LA RESISTENCIA A INSECTOS

La resistencia se refiere a la interacción planta-insecto, la cual es relativa y se define solamente en términos de otras plantas o variedades y debe ser hereditaria. Beck y Maxwell la definen como el total de características hereditarias mediante las cuales una especie vegetal o línea genética reduce las proba-

bilidades de que sea usada exitosamente como planta hospedera, por una especie o biotipo de insecto.

3.1. Resistencia a enfermedades Vs. resistencia a plagas

Semejanzas:

- ▣ Todas las partes de la planta pueden ser atacadas por ambos insectos y patógenos dependiendo de la especificidad del organismo invasor.
- ▣ Ambos insectos y plagas tienen formas sexuales que permiten una recombinación genética de genes virulentos.
- ▣ Multiplicación de insectos y patógenos pueden realizarse para efectos de evaluación.
- ▣ La reacción de plantas a insectos y patógenos es similar en muchos casos.

Diferencias:

- ▣ Los insectos son más móviles que muchos patógenos.
- ▣ Los insectos tienen y pueden desarrollar específica preferencia o no preferencia a varias plantas.
- ▣ La resistencia a insectos puede alterar el comportamiento, crecimiento y desarrollo.

3.2. Mecanismos de la resistencia

3.2.1. Antibiosis:

La antibiosis tiene un efecto adverso en el crecimiento del insecto, su desarrollo y/o reproducción. La antibiosis protege la planta al daño de los insectos, reducen el número de insectos que atacan la planta resistente, la herencia de la antibiosis varía de monogénica con completa dominancia, a poligénica incluyendo epistasis y efectos aditivos.

La antibiosis tiende a seleccionar por el desarrollo de razas en biotipos de insectos.

3.2.2. No Preferencias

Las plantas no son preferidas por el insecto para alimentación, resguardo, o para oviposición.

Dentro de las características de la no-preferencia está la de no reducir la población de insectos tanto como la antibiosis, no es posible seleccionarla por biotipos, los insectos pueden moverse de un cultivo no preferente a otro cultivo causando así problemas secundarios. La no-preferencia puede variar de monogénica dominante a poligénica envolviendo epistasis y efectos aditivos.

3.2.3. Tolerancia

El rendimiento de la planta no es significativamente reducido en presencia de una alta población del insecto que generalmente reduce el rendimiento en las plantas susceptibles.

Las características de la tolerancia casi siempre se atribuyen a plantas vigorosas, capacidad para rebrotar y/o reemplazar partes maltrechas. No reduce el tamaño de la población de insectos, no estimula la formación de nuevos biotipos del insecto y la herencia generalmente es poligénica.

3.3. Componentes de la resistencia a insectos

3.3.1. Comprende Componentes biológicamente activos de las plantas que afectan el comportamiento de los insectos. Estos son componentes tales como atrayentes, estimulantes alimenticios y de oviposición, repelentes, restrictivos de alimentación y oviposición que afectan la presencia o no de los insectos a las plantas.

3.3.1.1. Componentes que afectan la alimentación:

La alimentación del insecto comprende una secuencia de comportamiento de varios componentes, cada uno de los cuales puede ser alterado en un huésped resistente por:

a) Reconocimiento del huésped:

☒ Plantas atrayentes: Estimula que el insecto se mueva hacia ella como fuente de estimulación.

☒ Repelentes: Estimula que el insecto se mueva lejos de la fuente del estímulo.

b) Orientación: Estímulo desorientador que hace que el insecto se pare evitando que llegue a la fuente del estímulo.

c) Iniciación de Alimentación: Estimulantes que provocan el morder o picar el alimento.

d) Continua alimentación: Estimulantes que provocan o evitan la continua alimentación.

3.3.1.2. Componentes que afectan la oviposición:

La selección de plantas para la oviposición comprende una serie de interacciones insecto-planta:

☒ Preconocimiento a distancia de la planta.

☒ Orientación en la planta: El insecto rara vez oviposita indiscriminadamente en la superficie de la planta, deposita en forma característica los huevos en determinadas partes de la planta.

☒ Colocación de los huevos: Puede ser influenciada por alguna sustancia de la planta.

☒ Estimulantes de oviposición: Comprenden sustancias que algunos casos también son estimulantes alimenticios.

3.3.2. Toximas y factores de la planta que afectan el crecimiento, desarrollo y supervivencia del insecto. Estos factores pueden resultar de un tipo de antibiosis de resistencia.

3.3.2.1. Factores tóxicos como alcaloides en papa, las saponinas en alfalfa.

3.3.2.2. Factores nutricionales de las plantas que afectan el crecimiento del insecto. Ausencia o deficiencia de vitaminas esenciales, aminoácidos o esteroides específicos pueden resultar en una resistencia al

insecto. La disponibilidad de nutrientes especialmente azúcar, proteínas pueden afectar adversamente el desarrollo del insecto.

3.3.2.3. Restricciones físicas para el insecto en las plantas donde se desarrolla. Algunas larvas de insectos no pueden desarrollarse en tallos muy fuertes.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1970. *Population structure and sampling methods. In Genetics Resources in Plants, Philadelphia, pp. 97-108.*
2. DAHMS, R.G. 1972. *Techniques in the evaluation and development of host plant resistance. J. Environ. Qual. 1:254-259.*
3. KOGAN, M. and PAXTON, J. 1983. *Natural inducers of plant resistance to insects. In: Plant resistance to insects. Symposium American Chemical Society, Las Vegas (USA) April 1982. Ed.: P.A. Hedin. P. 153-173.*
4. MAXWELL, F.G., JENKINS, J.N. and PARROT, W.L. 1972. *Resistance of Plants to insects. Advan. Agron. 24: 187-265.*
5. PERSON, C., FLEMING, R., CARGEEG, L. and CHRIST, B. 1983. *Present knowledge and theories concerning durable resistance. En: Durable Resistance in Crops. Ed. F. Lamberti, J.M. Waller and N.A. Van der Graaff. NATO ASI Series. Plenum Press. p. 27-41.*
6. PUTTER, C.A. 1983. *The socio-economic implications of breeding for durable resistance in developing countries. En: Durable resistance in Crops. Ed. F. Lamberti, J.M. Waller and N.A. Van der Graaff. NATO ASI Series. Plenum Press. p. 249-263.*

IV ESTUDIOS DE RESISTENCIA EN PAPA A

Globodera pallida

(STONE 1973), MULVEY Y STONE, 1976

Jorge Revelo *

R. Eguiguren **

RESUMEN

Con el propósito de obtener variedades resistentes a G. pallida en 1981 se inició un programa de selección de germoplasma en colaboración con el CIP. Este programa se lo orientó hacia los patotipos P5A, P4A y P3A, que fueron los más prevalentes y agresivos encontrados al someter 12 poblaciones de los Andes ecuatorianos a reproducción en clones diferenciales (S. tuberosum spp. tuberosum, S. multidisectum (H2), S. kurtzianum KTT/60.21.19, S. vernei GLKS 58.1642.4 y S. vernei (VTⁿ)² 62.33.3). La clasificación de los patotipos se realizó considerando el índice de reproducción y el esquema de patotipos de G. pallida propuesto por Canto y Scurrach (1977).

* Ingeniero Agrónomo, Técnico de la Sección de Nematología, E.E. "Santa Catalina", INIAP, Apartado 340 Quito-Ecuador.

** Ingeniero Agrónomo, Jefe Depto. Fitopatología, E.E. "Santa Catalina", INIAP.

La selección de germoplasma del CIP con resistencia a P5A y P4A, se realizó bajo condiciones de invernadero y campo a poblaciones locales del nematodo, según la metodología de Scurrach (1981) y la siguiente secuencia: en invernadero, el material fue seleccionado mediante la prueba de la maceta, donde, si el número de hembras en las raíces era menor a cinco, el clon era resistente y, lo contrario, susceptible. Para la re prueba del material seleccionado se utilizó el índice de incremento (población final/población inicial, Pf/Pi), donde, si $Pf/Pi < 1$ = resistente y $Pf/Pi > 1$ = susceptible. Posteriormente, el material seleccionado se sembró en un campo infestado y en otro sin infestar, seleccionándose aquellos clones cuyos rendimientos no difirieron mayormente entre los dos campos. Finalmente, el germoplasma promisorio fue probado en zonas donde prevalecen los patotipos antes indicados.

Hasta el presente se han evaluado 381 clones, siendo los más promisorios a nivel de regionales el: I-3-34, I-3-68 e I-3-137 por su resistencia a P5A, P4A y P3A de G. pallida ($Pf/Pi = 0.2, 0.4$ y 0.3 respectivamente), buena apariencia del tubérculo, magníficos rendimientos (2.1, 2.3 y 2.3 kg/planta) y también por su resistencia a Phytophthora infestans (0% de infección) y precocidad (5, 4 y 5 meses en su orden).

INTRODUCCION

El cultivo de papa en el Ecuador ocupa el primer lugar en importancia en la zona andina. Este, a más de constituir fuente básica de la dieta alimenticia de un alto porcentaje del pueblo ecuatoriano, también constituye fuente importante de trabajo por el hectareaje que se le destina y el número de jornales que se requiere (90 ha).

Durante 1985 se cultivaron 37.000 ha con un rendimiento promedio de 13.400 kg/ha. Estos bajos rendimientos se deben en gran parte a la incidencia de plagas y enfermedades, siendo de importancia aquella causada por el nematodo del quiste de la papa (Globodera pallida), de amplia distribución en las zonas paperas y cuyas pérdidas, estimadas experimentalmente, alcanzan hasta 96% en variedades nativas.

Al considerar, por una parte, que el combate de este parásito mediante aplicación de nematicidas no es práctico, debido a su acción temporal y alto costo, y por otra, que lo más económico es la utilización de variedades resistentes, se inició en 1981 un programa de búsqueda de germoplasma de papa resistente en colaboración con el Centro Internacional de la Papa (CIP).

El principal objetivo fue obtener variedades de papa con resistencia a los principales patotipos de *G. pallida* del Ecuador.

REVISION DE LITERATURA

Este nematodo fue detectado en nuestro país en 1958 (2). Se encuentra presente en casi todas las zonas paperas parasitando la totalidad de las variedades cultivadas. Su rango de hospederos es reducido. Lo constituyen únicamente la papa y la hierba mora (*Solanum nigrum*). Este último una maleza de poca incidencia. Las pérdidas estimadas experimentalmente son variables y dependen de la variedad de papa, calidad de semilla, época de siembra y del nivel de infestación del terreno. El promedio de pérdidas es de 60%, llegando en variedades nativas a 96% (8).

Es bien documentado que la técnica más efectiva y económica para combatir este parásito es la utilización de variedades resistentes (4, 5, 9 y 10); sin embargo, el uso adecuado de dicho material o la realización de estudios sobre resistencia está dado por el conocimiento que se tenga de sus especies y patotipos prevalentes en las zonas infestadas (11).

Tal consideración es necesario tomar en cuenta, debido a que la mayoría de cultivares resistentes de Estados Unidos y Europa, generalmente se comportan como susceptibles o tolerantes y muy pocos como resistentes a poblaciones latinoamericanas (11). Este fenómeno se aduce a la mayor variabilidad del nematodo en los Andes, su origen, y, a que dichas variedades pertenecen a *S. tuberosum* y su resistencia ha sido desarrollada para *G. rostochiensis* y no para *G. pallida* que predomina en Latinoamérica, donde las variedades en su mayoría pertenecen a *S. ssp andigena*.

La mayor variabilidad de este nematodo en Latinoamérica fue demostrada por Canto y Scurrach (1), quienes observaron que poblaciones de los Andes, no se ajustaron al sistema de clasificación de patotipos europeo, proponiendo un esquema nuevo que permite identificar patotipos de poblaciones andinas, holandesas y británicas.

Al respecto, en nuestro país, la única especie, hasta ahora encontrada, corresponde a *Globodera pallida* (8), la misma que también presenta variabilidad así, según Canto y Scurrach (1), las poblaciones "La Unión" y "Santa Catalina" correspondieron a los patotipos P2A y P4A respectivamente según el nuevo esquema, pero resultados obtenidos bajo condiciones locales, demostraron que la segunda correspondía a P5A (8).

Por lo tanto, la orientación correcta de un programa de mejoramiento al nematodo del quiste de la papa, será posible determinando las especies y patotipos de mayor incidencia y agresividad (3, 4, 5, 7, 9, 10, 11).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el invernadero y campo de la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP, Provincia de Pichincha, situada a 3.050 msnm y en campos de agricultores.

Este estudio comprendió dos aspectos:

1. Determinación del o los patotipos más agresivos y prevalentes.
2. Selección de germoplasma de papa con resistencia a los patotipos más agresivos y prevalentes.

1. Determinación del o los patotipos más agresivos y prevalentes

Doce poblaciones de *G. pallida* del país, fueron a nivel de invernadero, reproducidas en clones diferenciales de papa europeos (Tabla 1). Tubérculos de cada diferencial se sembraron en macetas plásticas de 450 ml de capacidad

TABLA 1. Esquema de clasificación de patotipos de G. pallida propuesto por Canto y Scurrah (1977).

HOSPEDEROS DIFERENCIALES	NUMERO DESIGNADO A LOS DIFERENCIALES	P A T O T I P O S				
		P1A	P1B	P2A	P3A	P4A P5A
<u>Solanum tuberosum</u> ssp. tuberosum	0	+	+	+	+	+
<u>Solanum multidisectum</u> (H2)	1	-1)	-1)	+	+	+
<u>Solanum kurtzianum</u> KTT/60.21.19	2	+	+	-1)	+	+
<u>Solanum vernei</u> GLKS. 58.1642.4	3	+	+	+	-1)	+
<u>Solanum vernei</u> (VTn) ² 62.33.3	4	-	+	-	-	-1)

1) Reacción más importante para la clasificación de patotipos.

conteniendo 310 g de suelo esterilizado con calor y tres gramos de fertilizante 10-30-10 adicionado una semana antes de la siembra. El patógeno se inoculó a la siembra en la densidad de 20 larvas y huevos por gramo de suelo (población inicial = P_i). Para determinar el incremento del patógeno en cada diferencial, se determinó la población final (P_f), la misma que se relacionó con la P_i . Se asumió que: Si $P_f/P_i > 1$, el resultado era positivo (+) y si $P_f/P_i < 1$, era negativo (-). Posteriormente, estas calificaciones fueron comparadas con aquellas dadas en el esquema de patotipos para poblaciones andinas, propuesto por Canto y Scurrach (1).

La extracción de quistes y determinación de su población en larvas y huevos/gramo de suelo ($lyh/g.s$), se realizó mediante la metodología indicada por Oostenbrink (6). Las temperaturas máxima y mínima del invernadero fueron de 29 y 7 grados C, respectivamente.

2. Selección de germoplasma de papa con resistencia a los patotipos más agresivos y prevalentes

Germoplasma de papa del CIP con resistencia a los patotipos P4A y P5A, fue probado bajo condiciones de invernadero y campo a poblaciones locales del nematodo del quiste, según la metodología de Scurrach (10) y la siguiente secuencia:

A. Invernadero

- 1. Selección del material (prueba de la maceta), donde: N° de hembras en las raíces > 5 = susceptibles y N° de hembras < 5 = resistente.**
- 2. Reprueba del material calificado como resistente (prueba de la maceta), donde: si el índice de incremento $P_f/P_i > 1$ = susceptible y si $P_f/P_i < 1$ = resistente.**

B. Campo

- 1. Siembra del material resistente en un campo con infestación alta para evaluar su resistencia ($P_f/P_i < 1$) y características agronómicas.**
- 2. Siembra del material resistente (seleccionado en el paso anterior) en un campo infestado y en otro no infestado para seleccionar aquellos clones cuyos**

rendimientos no difieran mayormente entre los dos campos y también por características agronómicas deseables.

C. Pruebas de campo en regionales (campos de agricultores)

1. Evaluación del comportamiento del material seleccionado en zonas donde prevalecen los patotipos: P5A, P4A y P3A.

En el campo, la Pi y Pf se estimaron de muestras de aproximadamente 300 g de suelo, obtenidas de 25 pinchazos efectuados en espiral, entre 0 y 20 centímetros de profundidad con barreno Nº 2 (12 m³ de capacidad).

La extracción de quistes y determinación de la población se realizó mediante la metodología indicada por Oostenbrink (6).

El tamaño de la parcela varió, según la disponibilidad de semilla. Se utilizaron cuatro repeticiones en un diseño experimental de bloques al azar.

La calificación de las características agronómicas deseables se realizó tomando como patrón las características de las variedades comerciales del país sembradas como testigos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación del o los patotipos más agresivos y prevalentes

Según la Tabla 2, las poblaciones estudiadas muestran variabilidad. Tres patotipos de *G. pallida* fueron encontrados en las doce poblaciones. La población 2 que logró reproducirse en todos los clones con índices de incremento de: 81.0 en INIAP-Gabriela, 17.9 en *S. tuberosum* spp. *tuberosum*, 6.36 en *S. multidi- sectum* P55/7 (H2), 1.22 en *S. kurtzianum* (KTT/160-21-19, 5.73 en *S. vernei* GLKS.58.1642.4 y 1.24 en *S. vernei* (VTⁿ)² 62.33.3 fue designada como P5A. Las poblaciones: 1, 10 y 12 que no lograron reproducirse en los clones *S. vernei* GLKS. 58./1642.4 y *S. vernei* (VTⁿ)² 62.33.2, fueron designados como P3A y, la poblaciones: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 11 que no se reprodujeron en el clon *S. vernei*

TABLA 2. Reacciones de los hospederos diferenciales a poblaciones de los Andes Ecuatorianos.

Nº	POBLACIONES			PATOTIPOS		PLANTAS					DIFERENCIALES	
	Localidad	Provincia	Altitud	(según el nuevo esquema)	Gabriela	S. tub. spp tuberosum	S. mult. P55/7 (H2)	S. kurtz. KTT	S. kurtz. GLKS	S. vernei (VTM)Z		
1.	Chutan Bajo	Carchi	3000	P3A	+(17,20)*	+(8,09)	+(11,30)	+(15,50)	-(0,32)	-(0,36)		
2.	Sta. Catalina	Pichincha	3050	P5A	+(81,10)	+(17,90)	+(6,36)	+(1,22)	+(5,73)	+(1,24)		
3.	Panzaleo	Pichincha	3200	P4A	+(20,30)	+(8,62)	+(19,00)	+(1,83)	+(1,30)	-(0,64)		
4.	Salcedo	Cotopaxi	3000	P4A	+(18,50)	+(9,30)	+(9,30)	+(1,38)	+(1,82)	-(0,60)		
5.	Palopa Grande	Cotopaxi	3100	P4A	+(22,30)	+(10,1)	+(4,00)	+(1,20)	+(1,21)	-(0,51)		
6.	Mocha	Tungurahua	3200	P4A	+(25,10)	+(9,20)	+(7,36)	+(1,60)	+(1,21)	-(0,35)		
7.	Píllaro	Tungurahua	2600	P4A	+(20,22)	+(9,06)	+(5,40)	+(1,52)	+(1,88)	-(0,73)		
8.	Tillitun	Tungurahua	2750	P4A	+(15,90)	+(9,40)	+(2,23)	+(1,20)	+(3,20)	-(0,50)		
9.	El Salto	Bolívar	3200	P4A	+(16,70)	+(4,70)	+(6,10)	+(1,30)	+(1,20)	-(0,30)		
10.	Guaranda	Bolívar	3200	P3A	+(16,16)	+(5,35)	+(6,22)	+(1,17)	-(0,51)	-(0,43)		
11.	Sabañag	Chimborazo	3500	P4A	+(15,90)	+(4,6)	+(5,00)	+(1,40)	+(1,22)	-(0,20)		
12.	San Andrés	Chimborazo	2800	P3A	+(14,20)	+(5,40)	+(1,60)	+(1,50)	-(0,40)	-(0,20)		

(+) = $Pf/Pi > 1$; (-) = $Pf/Pi < 1$
 * = Indices de incremento del patógeno.

(VTⁿ)² 62.33.3 fueron calificados como P4A.

El patotipo P4A, presentó la frecuencia más alta (66.7%), seguido por P3A (25%) y al último P5A (8.3%).

Estos resultados son muy similares a aquellos reportados por Canto y Scurrach (1) y Franco (4), quienes encontraron a P4A predominando en poblaciones ecuatorianas; sin embargo, en este estudio se encontró a P5A considerado como más virulento y que ellos no reportan, al igual que P3A.

Selección de germoplasma de papa con resistencia a los patotipos más agresivos y prevalentes

Hasta la presente fecha se han evaluado 381 clones que el CIP ha enviado en cinco remesas (Tabla 3). De estos, el material más avanzado corresponde al primer y tercer grupo, donde de 199 y 36 clones, fueron seleccionados 3 y 1 respectivamente a nivel de regionales (Tabla 4). El material del segundo y cuarto grupo, fue eliminado en su totalidad por su extrema susceptibilidad a *P. infestans* y del quinto grupo se seleccionaron 20 clones en la reprobación en invernadero.

De todo el material probado a nivel de campo, los clones más promisorios son: E1 I-3-34, I-3-68 e I-3-137, por su resistencia a P5A, P4A y P3A (Pf/Pi =0.2, 0.4 y 0.3 respectivamente), apariencia aceptable del tubérculo, altos rendimientos (2.1, 2.3 y 2.3 kg/planta) y también por su resistencia a *Phytophthora infestans* (0% de infección) y precocidad (5, 4 y 5 meses en su orden) (Tabla 4). Sin embargo de esto, la forma del tubérculo y el color de carne blanca hacen que estos estén por debajo de la calidad de las variedades comerciales de papa, utilizadas como testigos.

El mayor número de clones eliminados se debió a deformidad del tubérculo, contenido de agua, extrema susceptibilidad a *P. infestans* y muy pocos por bajos rendimientos y susceptibilidad a *G. pallida*; es decir, dicho material está muy bien en cuanto a resistencia, pero muy mal en cuanto a características agronómicas. De ahí que, todavía no se haya podido obtener un clon que pueda

TABLA 3. Clones de papa del CIP probados a poblaciones de G. Pallida de los Andes Ecuatorianos.

GRUPOS	CANTIDAD CLONES	I N V E R N A D E R O					C A M P O			Nº DE CLONES SELECCIONADOS
		Nº CLONES RESISTENTES A LAS POBLACIONES DE								
		Sta.Catalina (P5A)	Panzaleo (P4A)	Sabañag (P4A)	Chután Bajo (P3A)	Sta.Catalina (P5A)	Panzaleo (P4A)	Ch. Bajo (P3A)		
1*	199	23	--	23	--	6	3	3		3
2**	19	12	12	12	--	0	0	0		0
3***	36	26	26	26	26	5	1	1		1
4****	41	25	25	25	25	6	0	0		0
5*****	86	20	--	20	--	-	-	-		20

	381									

* = Dos pruebas en invernadero y campo y una en regionales.
 ** = Dos pruebas en invernadero y una en campo.
 *** = Dos pruebas en invernadero y campo y una en regionales.
 **** = Dos pruebas en invernadero y campo.
 ***** = Dos pruebas en invernadero.

ser considerado como futura variedad, porque no llegan a cubrir las exigencias del agricultor y el consumidor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de determinación de patotipos y a la distribución de los mismos (Gráfico 1), se concluye y recomienda que el programa de búsqueda de germoplasma de papa resistente debe ser orientado hacia las poblaciones de: Santa Catalina (P5A), Sabañag (P4A), Pillaro (P4A) y Chutan Bajo (P3A).

En cuanto a la selección de germoplasma, es conveniente que el nuevo material del CIP posea mejores características agronómicas, especialmente de forma de tubérculo, mayor contenido de materia seca y si es posible con carne amarilla y piel no clara. Es también necesario que posea cierta resistencia a *P. infestans*, de lo contrario el material no serviría, debido a que la incidencia de esta enfermedad en nuestro medio es elevada.

También se recomienda realizar cruzamientos con los padres de los tres clones que fueron resistentes a *G. pallida*, y a *P. infestans* (I-3 = 279141 = Am 66 - 426 x 275174,14 clon holandés x *S. ssp andigena* e I-8 = 73B.85 x 275172.17 *S. andigena* x *S. ssp andigena*) con las variedades locales Chola o Bolona, con el fin de aprovechar dicha resistencia y las cualidades de estas últimas, que en nuestro medio han demostrado ser buenos padres en proporcionar buena forma de tubérculo, un mayor contenido de materia seca y carne amarilla. Estas características son las exigidas por el consumidor.

Finalmente, se recomienda cambiar la metodología de selección, tamizando primero para *P. infestans*, y, luego para *G. pallida* y características agronómicas.

INIAP - DISTRIBUCION NEMATOLOGICA

1983

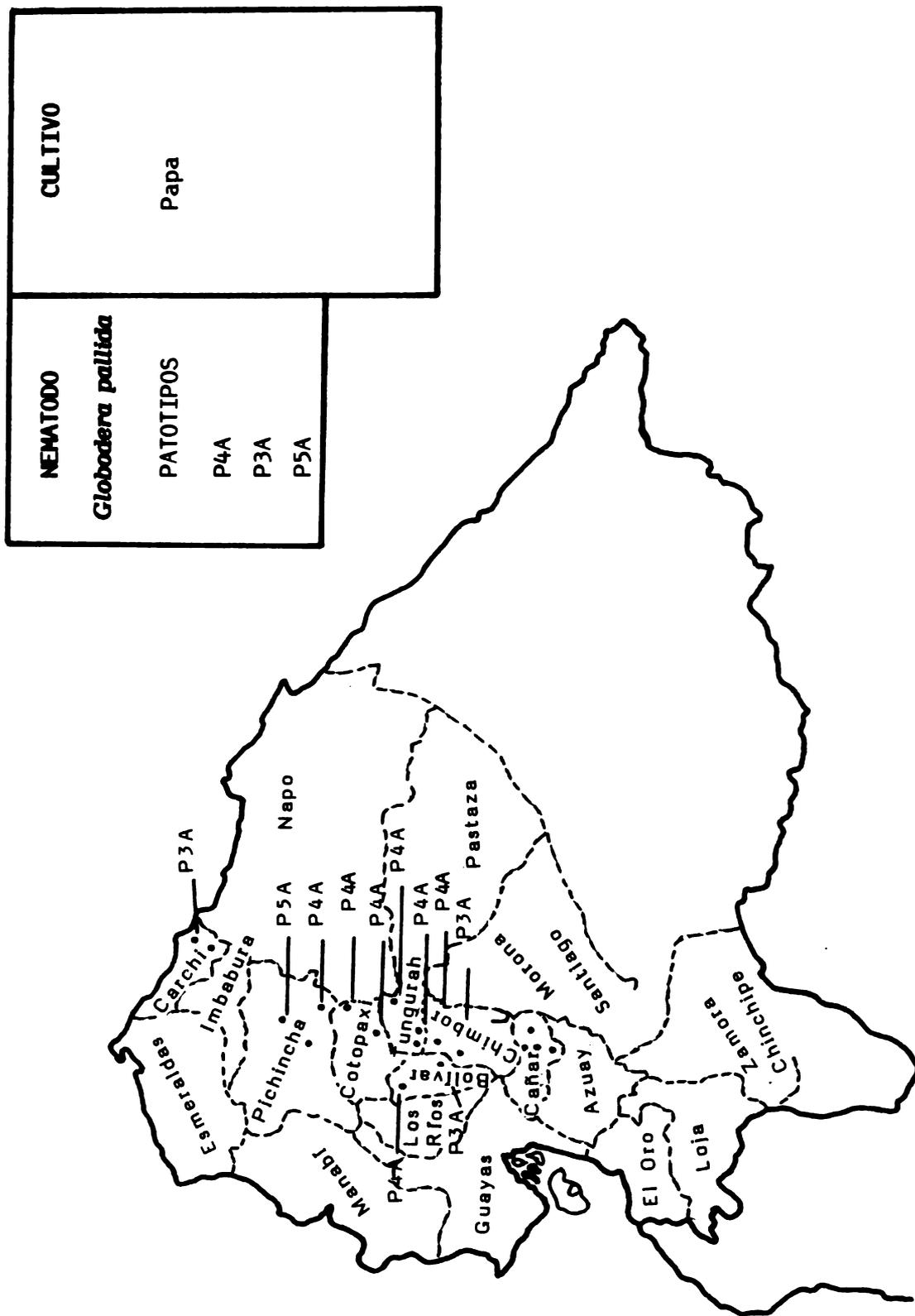


GRAFICO 1. Distribución geográfica del nematodo del quiste de la papa en la Región Andina del Ecuador.

BIBLIOGRAFIA

1. CANTO, M. and SCURRAH, M. 1977. Races of the potato cyst nematode in the Andean Region and a new system of classification. *Nematodologica* 23:340-349.
2. EGUIGUREN, R. y BARBA, C. 1972. VII Reunión Latinoamericana de Papa 3-12 pp.
3. EVANZ, K. and FRANCO, J. 1977. Morphological variation in some populations of potato cyst - nematodes from Europe and South America. *Nematodologica* 23:417-430.
4. FRANCO, J. 1978. International cyst nematode trials. In Development in the control of nematode pests of potato. Report of the 2nd. nematode planning conference. International Potato Center. Lima-Perú. pp. 106-110.
5. FRANCO, J. 1981. Nematodos del quiste de la papa *Globodera* spp. Centro Internacional de la Papa. Lima-Perú. 33 pp.
6. OOSTEMBRINK, M. 1960. Estimating nematode populations by some selected methods. In nematology. Edited by J.N. Sasser W.R. Jenkins. The University of North Carolina Press. Chapel Hill. pp. 85-102.
7. _____. 1966. Mejor characteristics of the relation between nematodes and plants. Meded. Landb. Hogesh. Wageningen. pp. 46-66.
8. REVELO, J. 1985. Resumen de los progresos de investigación en el nematodo del quiste de la papa *Globodera* sp. en Ecuador. Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Centro Internacional de la Papa, Lima-Perú. 134 pp.
9. STONE, D.R. 1973. *Heterodera pallida* n. sp. (Nematoda-Heteroderidae): A second species of potato cyst nematode. *Nematodológica* 18, 591-606.

10. SCURRAH, M.M. 1981. *Evaluación de la resistencia en papa a los nematodos del quiste. Boletín de Información Técnica 10. Centro Internacional de la Papa, Lima-Perú. 16 pp.*
11. TARTE, R. 1979. *Identification of resistance and tolerance to potato cyst nematodes and their practical implications. Nematropica. 9 (2): 188-200.*

DESARROLLO DE VARIEDADES TOLERANTES A HELADAS

Valeriano Huanco *

La presencia de heladas durante el período de cultivo es uno de los factores que más limita la producción papera en el Perú. Aproximadamente, el 80% del área sembrada (250.000 ha) están sometidas al efecto dañino de las bajas temperaturas.

Las acciones para desarrollar variedades tolerantes a este factor negativo fueron aisladas hasta 1986. A partir de ese año, los trabajos se efectuaron en forma conjunta a nivel nacional bajo la Coordinación y Dirección del Programa de Papa. En tal sentido, el Departamento ha sido establecido como sede por ser una zona adecuada para este tipo de trabajos, y, como subsedes se tienen las localidades de Cusco, Junín, Ancash y Cajamarca.

Actualmente se realizan selecciones de material genético proveniente del Centro Internacional de la Papa, del Programa Nacional de la Papa y de la Universidad Nacional Agraria La Molina. También se evalúa material nativo a fin de seleccionar clones promisorios para ser propagados directamente como

* *Especialista en Mejoramiento de Papa, INIPA-Perú.*

un cultivar y/o que sirvan como progenitores en programas de cruzamiento. Recientemente se dio inició con las acciones de cruzamiento para generar y tener mayor variabilidad genética utilizando como uno de los progenitores a clones nativos seleccionados los genotipos en Puno son distribuidos a nivel nacional (subsedes) para que sean seleccionados como nuevas variedades con tolerancia a las bajas temperaturas y otras características deseables.

La variedad a obtenerse no solo debe caracterizarse por su tolerancia a las heladas, sino también por su buen potencial de rendimiento, buena calidad culinaria y comercial, precocidad, alta estabilidad fenotípica y resistencia a los factores bióticos, entre otros.

Como resultado de estas acciones se tienen 10 clones con alta tolerancia a las bajas temperaturas (-4 grados C) y con rendimientos que sobrepasan las 40 TM/ha.

DESARROLLO DE PAPAS AMARGAS

Las papas amargas (*S. juzepczukii* y *S. curtilobum*) son sembradas en una extensión aproximada de 16.000 hectáreas, principalmente en las zonas altas del país (Puno, Cusco, Apurímac, Junín, etc.), donde el cultivo de papas "dulces" tiene grandes riesgos. Esta superficie puede ser incrementada significativamente ya que existen áreas suficientes por presentar estas especies una alta resistencia a las heladas (-6 grados C).

Mediante la selección clonal se han obtenido las variedades Ruckii, Keta (*S. juzepczukii*) y Piñaza (*S. Curtilobum*) las que tienen altos rendimientos (30.000 kilos/ha) y buen comportamiento en las condiciones con presencia frecuente de heladas y a alturas de 3.850 msnm.

Se ha iniciado con la producción de semilla básica las variedades seleccionadas contando para tal fin con tres invernaderos ubicados precisamente en las localidades donde el cultivo de estas especies es mayor (Dpto. de Puno).

**PROGRAMA ARGENTINO DE MEJORAMIENTO
GENETICO DE LA PAPA**

A. O. Mendiburu *

M. A. Huarte *

El programa argentino de mejoramiento genético de papa tiene su sede en la localidad de Balcarce, en el corazón de la principal zona de producción del país, el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (SEPBA). El mismo forma parte de las acciones de investigación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). En virtud del convenio existente con el INTA, también participa personal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Otras instituciones nacionales, provinciales e internacionales participan en ciertos aspectos vinculados principalmente con la selección y evaluación de cultivares y la producción de semilla. En particular, existe una fructífera cooperación con el Centro Internacional de la Papa, como resultado de la cual muchos cultivares y clones desarrollados por el INTA, en Balcarce, han sido evaluados y difundidos por el CIP en un número elevado de países.

* *Coordinador del Programa Papa y responsable de Mejoramiento Genético de Papa, respectivamente, INTA, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Casilla de Correo 276, 7620 Balcarce, Buenos Aires, Argentina.*

ANTECEDENTES

En la Argentina se cultivan alrededor de 115.000 ha de papa por año, con un rendimiento promedio de aproximadamente 20 toneladas por ha. En el SEPBA se cultiva alrededor de la mitad de la superficie y se produce algo más del 70% del total del país. El consumo aproximado por habitante se encuentra entre 70 y 75 kg/año.

La papa que se cultiva en escala comercial en la Argentina (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) no proviene directamente de las formas indígenas cultivadas en los Andes, sino de introducciones procedentes de altas latitudes de Europa y Norteamérica. Hasta 1948 en el país solo se cultivaban variedades importadas, seleccionadas en condiciones ambientales muy diferentes a las que imperan en el SEPBA. En este año se lanzó el primer cultivar nacional, Huinkul MAG, que desplazó al cv. Katahdin, que ocupaba hasta el 80% del total cultivado y que, como todos los cultivares importados de esta época requería reimportaciones anuales y solo era multiplicado dos o a lo sumo tres veces en el país. Hasta 1980 persistió una situación caracterizada por la convivencia de variedades nacionales cuya semilla era totalmente producida en el país, y extranjeras, cuya semilla básica se producía en el Hemisferio Norte.

De esta situación surge la principal justificación de la estrategia de mejoramiento genético adoptada, puesto que no era posible la producción permanente de cultivares extranjeros que no se adaptan a las condiciones ecológicas y de incidencia de enfermedades propias del SEPBA. Después de 1980 esta situación ha variado como resultado de la identificación de zonas ecológicamente más aptas, en valles aislados, donde es posible la producción permanente (sin reimportaciones) de semilla de cultivares importados, como resultado de lo cual han cesado las importaciones de semilla de papa.

CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA

El programa de mejoramiento genético de la papa lleva ya alrededor de 46 años. Comenzó con la importación de unos 2.000 clones de primer año

que habían sido descartados por tardíos en el programa que se conducía en el Estado de Nueva York. De entre estos clones fue que se seleccionó el cv. Huinkul MAG (Millán, 1972), el primer cultivar nacional.

En cuanto a la infraestructura actual del programa se cuenta con aproximadamente siete equivalentes hombre de personal científico y quince de personal auxiliar. Así mismo, existen instalaciones adecuadas para la realización de cruzamientos, campo experimental para plantación del material bajo selección y maquinaria completa para preparación del suelo, labores culturales y cosecha.

También se cuenta con laboratorios de diagnóstico de enfermedades y plagas, de cultivo de tejidos "in vitro" y de calidad culinaria. Se realiza mejoramiento integral, es decir, se produce semilla sexual en alrededor de 500 cruzamientos por año entre progenitores seleccionados; se realizan operaciones de mejoramiento de poblaciones; manipulaciones cromosómicas y aplicación de técnicas "in vitro" en la selección. Se trasplantan alrededor de 100 mil plantines provenientes de semilla botánica por año, para lo cual se utilizan bandejas de "styrofoam" que facilitan el trabajo y favorecen la selección de materiales con capacidad de tuberizar bajo condiciones de temperatura relativamente elevada (Mendiburu y Huarte, 1987).

La evaluación de los materiales obtenidos se completa sobre la base de una red de ensayos en el nivel nacional y local. La selección de materiales avanzados se fundamenta en determinaciones de laboratorio relativas a aspectos de calidad (materia seca, almidón, proteínas, azúcares reductores, aptitud para freír y hervir), comportamiento frente a enfermedades (virus Y, X, A, S, M, del enrollado de la hoja y mosaico deformante; fusariosis; tizón tardío; rizoctonias y sarna común); y características agronómicas en general, incluyendo rendimiento y aspecto del tubérculo. El esquema general aplicado a la obtención de cultivares comerciales incluye una etapa de multiplicación en condiciones de alta sanidad donde se realizan tareas de multiplicación "in vitro", multiplicación acelerada en invernáculo, multiplicación clonal a campo en la Provincia de Mendoza y multiplicación comercial en Balcarce (40 ha). Este conjunto de actividades tiene el propósito de ayudar a que la obtención de un nuevo cultivar vaya acompañada de su difusión a los productores. Para la labor de evaluación

y de multiplicación interviene un equipo de especialistas que participan apoyando al mejoramiento genético en los aspectos que les son específicos.

El plan de producción de materiales genéticos incluye la obtención, evaluación y uso de haploides, y la selección en poblaciones de *Neotuberosum* y de *S. gourlayi*. Se manipulan gametos $2n$ para promover la tetraploidización sexual unilateral y bilateral (producción de tetraploides en cruzamientos tetraploide-diploide y diploide-diploide, respectivamente) con miras a explorar la heterosis resultante en algunos de estos cruzamientos (Mendiburu y Lucarini, 1980). El Banco de Germoplasma de Balcarce provee una riqueza de material genético silvestre y cultivado que se utiliza en el plan de mejoramiento (Okada y Mendiburu, 1978) este se encadena con la producción de semilla de alta sanidad que asegura el mantenimiento de los cultivares obtenidos y la difusión de semilla sana.

LOGROS DEL PROGRAMA

Se ha tenido gran éxito en lo que se refiere a provisión de cultivares aptos para cultivo continuado en el SEPBA. Hasta aproximadamente 1980 en que se comenzó a producir semilla de buena calidad de cultivares importados en valles precordilleranos, la única fuente de semilla no importada era la de cultivares nacionales. Huinkul MAG llegó a ocupar el 80% del área papera argentina, con lo cual se redujo la importación de semilla al mínimo necesario para abastecer las regiones productoras de papa temprana o "primicia".

Posteriormente al lanzamiento de Huinkul MAG surgen otros cultivares entre los que se destacaron Santa Rafaela INTA, Cinco Cerros INTA, Sierra Larga INTA, Buena Vista INTA, Sierra Volcán INTA y Sierra Bachicha INTA, que si bien alcanzaron difusión inicial, el decaimiento de las condiciones para producir semilla en el SEPBA impidió su adopción masiva (Huarte et al., 1984).

Con la recuperación de la capacidad de producir semilla de buena calidad, y la implementación del plan de mejoramiento integral surge una serie de cultivares con características de resistencia y calidad culinaria que se encuentran

en franca difusión. Serrana INTA y Achirana INTA han sido ampliamente probadas en los ensayos internacionales del CIP, demostrando alto nivel de resistencia al virus del enrollado de la hoja de la papa (Huarte et al., 1986). Serrana ocupa el cuarto lugar en superficie plantada en el SEPBA y tanto esta como Achirana han recibido otras denominaciones en los países que las han adoptado.

Sureña INTA y Primicia INTA reúnen precocidad, rusticidad y excelente calidad culinaria. Ambos están siendo utilizados por la industria procesadora. Recientemente se han inscrito Pampeana INTA y Chacay INTA, el primero de tuberización temprana, dormición más corta que los anteriores y con una poca frecuente combinación de buena calidad culinaria y resistencia al virus del enrollado de la hoja. Chacay se caracteriza por un elevado rendimiento y resistencia a este mismo virus.

El avance registrado en la producción de semilla ha posibilitado producir semilla de cultivares susceptibles y la recuperación de antiguos cultivares, a los cuales se les está dedicando también un esfuerzo de difusión. Este cambio, además, ha obligado a reorientar los objetivos del mejoramiento, es decir, se instrumentan subproyectos con objetivos más específicos y con manejo independiente. Los subproductos de mejoramiento de poblaciones se vuelcan en el programa convencional donde se combinan los diferentes objetivos de las poblaciones individuales. De esta forma, si bien se mantiene un esfuerzo importante en la resistencia a virosis, se ha comenzado a trabajar en la producción de materiales con menor rusticidad pero con mejores características comerciales y culinarias, que surgen generalmente del cruzamiento entre cultivares europeos sensibles y clones nacionales adaptados.

BIBLIOGRAFIA

1. HUARTE, M.; MENDIBURU, A. y GARAY, O. 1984. Factores que afectan la difusión de cultivares de papa argentina. In: Memorias, XII Reunión ALAP, Paipa, Boyacá, Colombia (1984): 161-169.
2. HUARTE, M. et al. 1986. Serrana INTA: a widely adapted, virus resistant

potato cultivar from Argentina. *Am. Potato J.* 63: 695-699.

3. MENDIBURU, A. y HUARTE, M. 1987. Potato breeding in Latin America with special reference to Argentina. *Acta Horticulturae* (en prensa).
4. MENDIBURU, A. y LUCARINI, O. 1980. Manipulaciones genéticas para la producción y el aprovechamiento de la papa. *Rev. Fac. Agron. (Buenos Aires)*. 1: 129-139.
5. MILLAN, R. 1972. Origen de la papa Huinkul. *IDIA (Argentina)*. 291: 7-9.
6. OKADA, K. y MENDIBURU, A. 1978. Los recursos genéticos de la papa: su utilización en el mejoramiento. *Ciencia e Invest. (Argent.)*. 34: 132-138.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE PAPA EN BOLIVIA

*Jaime Herbas Chávez **

El Programa de Mejoramiento Boliviano en Papa, ha venido trabajando en los siguientes aspectos:

1.- Formación y Conservación del Banco de Germoplasma de Papas Nativas Cultivadas y Silvestres

La diversidad de formas de papas nativas cultivadas y silvestres, tienen su máxima variedad en el Altiplano que rodea al Lago Titicaca y áreas Andinas adyacentes, lo que ha hecho considerar esta zona como posible Centro de Origen de este cultivo.

El tratar de preservar esta riqueza genética, el hecho de mantener las fuentes de recursos de variabilidad de genes en un ambiente ecológico adecuado,

* *Técnico Estación Experimental Toralapa - IBTA.*

constituye una necesidad primordial por lo que se ha visto conveniente establecer colecciones vivas de papas nativas cultivadas y silvestres.

Los objetivos principales del Programa para el aprovechamiento de estos recursos son: La inventariación, mantenimiento, evaluación y posterior utilización de dichos materiales en trabajos de mejoramiento genético.

La Colección Nacional de Papas, al momento, cuenta con aproximadamente 800 entradas, las mismas que se mantienen en la Estación Experimental de Toralapa, líder del Programa Nacional de Papa.

En lo que respecta a las Especies Silvestres Nativas con fines de colección, se han realizado sucesivas expediciones por diversas zonas del país financiadas por Organismos extranjeros, como las realizadas en el año 1986 y a principios del año 1987; ambas financiadas por la Universidad de Wisconsin y el Centro de Recursos Fitogenéticos de Sturgeon Bay, en las que tomaron parte dos científicos extranjeros y tres técnicos nacionales.

Entre los trabajos realizados en el Banco de Germoplasma, se tienen: Recuento de cromosomas de alrededor de 150 cultivares nativos; evaluaciones a los nemátodos de los géneros *Globodera* y *Nacobbus*, a los hongos *Phytophthora infestans* y *Synchytrium endobioticum*, a los virus "X" e "Y" y ensayos de adaptaciones a diferentes ambientes ecológicos.

2.- Introducciones

Como parte de la estrategia para dar solución a algunos problemas fitosanitarios, se han realizado introducciones de variedades mejoradas las que han sido probadas con buenos resultados como el material proveniente del Centro Internacional de la Papa con los clones: 720055, 374080-5, 374080-1 y Capiro, los cuales al momento, ya fueron lanzados como variedades con buena aceptación entre los agricultores por sus altos rendimientos y su amplio rango de adaptabilidad.

3.- Selección

En el País, uno de los grandes problemas en el cultivo de la papa, es la baja calidad sanitaria de la semilla que utilizan los agricultores. En atención a este aspecto y con el auspicio del Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa (PRACIPA), se inició el trabajo "Métodos simples de Producción de Semilla de Papa con Pequeños Agricultores"; cuyo objetivo principal está orientado al "Mejoramiento de la Producción de Semilla de Papa de los Pequeños Agricultores" en sus propias condiciones de siembra y utilizando sus mismas variedades.

4.- Hibridaciones

También se realizaron trabajos de hibridaciones en material nativo y de este con variedades introducidas, cuyos resultados siguen en proceso de evaluación.

Tal como se mencionó anteriormente, el Programa Nacional de Papa de Bolivia, recibe la cooperación del CIP, y es en virtud de estos convenios que el Centro Internacional realizó el trabajo de limpieza de los principales virus de las variedades nativas comerciales más cultivadas en el País o que tienen mayor demanda en el mercado como son: La Imilla blanca, Huaycha paceña, Runa, Sani imilla y Gendarme, esta última tolerante a *Nacobbus* spp. Todo este material se encuentra en período de multiplicación para su posterior distribución.

PROGRAMA PAPA
ESTACION EXPERIMENTAL CHINOLI POTOSI-BOLIVIA *

Rodolfo Ibarra L. **

Descripción de la zona

La meseta de Lequezama, comúnmente llamada Pampas de Lequezama, se halla situada entre las provincias de J. M. Linares y C. Saavedra del Departamento de Potosí, entre los 65 grados 10' y 65 grados 24' de longitud oeste, y a 19 grados 10', 19 grados 31' de latitud sur a una altura de 3.450 msnm.

En estas zonas se encuentra ubicada la Estación Experimental "Chinoli", en una región circundada por numerosas y vastas serranías que coadyuban a formar un micro clima de ambiente favorable para numerosos cultivos agrícolas, principalmente la papa, seguida por trigo, cebada y forrajes.

Características del suelo

Los suelos de este sector son, de manera predominante, de textura moderadamente liviana media y pesada, en el suelo superficial, y textura media y

* Trabajo presentado al Primer Seminario Taller Nuevos Enfoques en el Mejoramiento Genético de la Papa.

** Técnico de tubérculos en la E.E. Chinoli, Potosí-Bolivia. IBTA.

pesada en el subsuelo, con profundidades que fluctúan de 0.0 a 1.5 m limitada en algunos sectores por la presencia de Hardpan (s.d.) arcilloso. Una pendiente que varía de 0 hasta 8%, el pH de estos suelos varían desde 6.6. a 8.2. (alcalino).

Clima

Temperatura

El promedio anual de temperatura es de 14.3 grados C. alcanzando la temperatura máxima de 25 grados C. y la mínima de 10 grados C.

Precipitación

El promedio anual de precipitación es de 390 mm, siendo los meses más lluviosos diciembre y enero.

Vientos

La velocidad de vientos varía de acuerdo a la época. Entre los meses junio, julio y agosto se registran las mayores velocidades (15 a 25 km/h).

Esta zona abarca una superficie de 16.408 ha, de las cuales 13.520 ha son aptas para el cultivo. El cultivo de la papa abarca, actualmente, de 3.000 a 4.500 ha, con un promedio de producción de 9 toneladas por hectárea a nivel de agricultor. Cada familia cultiva como promedio 2.5 ha de papa.

Importancia de la papa

Tradicionalmente, el Altiplano o las zonas altas del país, son las proveedoras de papa a los centros de consumo. Este tubérculo constituye el alimento infaltable y cotidiano de gran parte de la población nacional, tanto de aquella con recursos suficientes, como del campesino que solamente realiza una actividad de subsistencia; sin embargo, la producción nacional de papa no era hasta hace años atrás la suficiente para cubrir la demanda y ofrecer el producto a precios razonables, constituyéndose en ciertas épocas del año en un artículo fuera del alcance del consumidor mayoritario, llegando inclusive en algunos años a la necesidad de importar papa de países vecinos como Argentina, principalmente para cubrir el déficit nacional. Una de las causas para esta limitada producción

era la baja productividad del cultivo, debido a factores como: Empleo de variedades poco rendidoras, desconocimiento del uso de fertilizantes químicos, malas prácticas de cultivo y otros que dan lugar a un rendimiento nacional promedio por hectárea de solamente 5 toneladas.

Actualmente, las zonas paperas del Altiplano Sud han elevado la producción unitaria las 10 ton/ha, gracias a las actividades de promoción y capacitación de los agricultores por parte de los técnicos del MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS IBIA con las recomendaciones que lanza la Estación Experimental "Chinoli"-Potosí.

Problemas en la producción de papa

La planta de la papa es atacada por un gran número de enfermedades, muchas de las cuales solo producen daños menores, en cambio, otras de gran agresividad y poder de dispersión, causan daños muy graves.

Entre las enfermedades más importantes de la zona se tienen a las siguientes:

- ⚡ Nematodos: *Nacobbus* spp. y *Globodera*.
- ⚡ Fungosas: Virus PVX y PVY.
- ⚡ Plagas: *Gnorimoschema operculella* y gorgojo de los Andes.

Estas enfermedades son comunes en las zonas paperas del Sur de Bolivia y tienen una enorme importancia económica por la gran pérdida que producen, dada la imposibilidad de su control químico.

Estas razones hacen posible la evaluación de nuevos clones y/o variedades que sean resistentes o tolerantes a estas enfermedades comerciales. Por otra parte se trata de disponer a corto plazo de nuevas variedades provenientes de cruzamientos genéticos que tengan alta capacidad productiva (mayores a 7.000 kg/ha) y resistencia a estos patógenos. A la fecha se cuenta con algunos clones resistentes, de alta calidad y rendimiento. Una parte de este material sigue en evaluación, comparándose con las variedades tradicionales o cultivares

comerciales.

Objetivos y resultados de la investigación

Los objetivos básicos de la investigación radican en buscar soluciones prácticas, mediante la experimentación, investigación y difusión agrícola.

En atención a esta finalidad, se expone los resultados del trabajo experimental, con lo cual se tiende a hacer cambios de transferencia tecnológica en forma simple y positiva.

Entre los aspectos considerados tenemos:

- a) Estudio de niveles de fertilización.
- b) Buscar material genético altamente productivo y su multiplicación acelerada (por selección nacional, esquejes, etc.).
- c) Control químico de plagas y enfermedades.

De estos proyectos se concluye que la investigación y comprobación de los resultados para su adaptación y recomendación son prioritarios para mejorar la producción.

Resultados experimentales

Proyecto: Mejoramiento genético.

Subproyecto: Rendimiento comparativo de variedades avanzadas.

Materiales y métodos

El material contó con la introducción de 12 variedades avanzadas de origen peruano (CIP). El ensayo se realizó en diferentes localidades; las variedades Sani Imilla, Malcacho y Alpha fueron incluidas en el ensayo como testigos.

Resultados

En el cuadro siguiente solamente se presentan 3 variedades seleccionadas

para las localidades Hornos y Chinoli.

CUADRO 1. Rendimiento promedio ton/ha y sus características morfológicas.

Variedad avanzada	LOCALIDADES		TUBERCULOS		
	Hornos 1983-84	Chinoli 1984-85	Color	Forma	Ojos
5 11-72	24.10	24.33	Blan.	Rend.	Med. roj.
5 215-72	21.54	27.62	Am.	Uv.rend.	Sup.
52281-72	21.12	23.48	Am.	Obl.lig. apl.	Rojos sup.
Malcacho	18.94	18.29	Am.cre.	Obl.a fus	Sup.
Alpha	13.94	-o-	Crem.am.	Obl.lig. apl.	Med. sup.
Sani Imilla	12.42	17.03	Cre	Med.	Viol. sup.

Estos resultados nos muestran que las diferencias en rendimiento en cada localidad, los tratamientos sufren variaciones por las características climáticas y fisiológicas de cada variedad.

En la localidad de Chinoli, en comparación con Hornos, los rendimientos han sido diferentes, presentando para el primero mayores rendimientos de los clones 5 215-72, 5 11-72 y 5 2HI-72, manteniendo su capacidad potencial y adaptabilidad a condiciones fisioambientales de altura, comparando con los años anteriores.

Las tres variedades seleccionadas están en proceso de multiplicación como básica de FUNDACION.

Subproyecto: Selección de clones resistentes a *Phytophthora infestans*

Materiales y métodos

Fue introducido del CIP y evaluado en las localidades de Incahuasi (Prov. Sud Cinti), donde el ataque del lizón tardío, constituye ser un serio problema en el cultivo de papa.

Para poder comparar se introdujeron dos variedades de referencia (Jalke y Sani Imilla).

La estimación de grado de incidencia se la realizó en base a la escala utilizada por el CIP, basada en el 1% de follaje atacado.

Resultados

Se evaluaron por más de 4 años los 12 clones, los mismos que fueron altamente significativos, tanto para la incidencia como para el rendimiento, como se puede observar en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Evaluación de clones.

Clons y/o var.	X Escala 1983	% de daño	Clones y/o var.	X Escala 1981-82	% de daño
676006	1.5	3.0	728045	2.5	6.5
575031	1.9	3.0	720055	2.7	10.0
720054	2.1	3.2	575031	3.3	17.5
720045	2.3	3.5	676006	3.7	17.8
720055	2.5	6.5	Sani Imilla	4.7	50.0
Jalcka	2.9	10.0	720054	4.9	50.0
Sani Imilla	2.9	10.0	Jalcka	5.4	65.0

De los 12 clones se seleccionaron 5, calificados de alta resistencia al ataque del hongo. Entre los más sobresalientes se tienen a: 676006, 575031, 720054, 720045 y 720055; así mismo, para la selección se tomaron en cuenta el rendimiento, conservación y calidad culinaria.

El análisis de rendimiento señala un comportamiento superior de los clones 720055, 676006..... y Sani Imilla, los mismos que no presentan diferencias significativas entre sí.

Finalmente, con estos clones elegidos se introducirá a programas de mejoramiento genético.

MATERIAL EN ESTUDIO

Subproyectos: Rendimiento comparativo de 3 variedades colombianas.

Constituye el tercer año de evaluación para el presente subproyecto con variedades introducidas a Colombia. A continuación se presentan los resultados preliminares:

CUADRO 3. Resultados preliminares.

Variedades	Rendimiento ton/ha	% tubérculos tamaño	
		Comercial	Semilla
Sani Imilla	17.59	30.4	51.1
ICA-Puracá	17.56	15.6	64.3
Tequendama	14.99	14.8	54.9
Alpha	12.49	28.6	53.8
Parda Pastusa	10.01	12.3	50.7

El total de las variedades introducidas tienen buen follaje y calidad morfológica, de hábito erecto y compacto en su desarrollo foliar; son tolerantes a la sequía y *Phytophthora infestans*.

Subproyectos: Rendimiento comparativo de clones y variedades de papa resistentes a heladas.

Siempre con el propósito de estudiar el comportamiento y adaptabilidad de clones híbridos introducidos del CIP a nuestras condiciones ecológicas. Los rendimientos de este experimento servirán para seleccionar nuevas variedades.

En el siguiente cuadro observaremos algunos clones que fueron evaluados en el año agrícola 1986-87.

CUADRO 4. Clones evaluados en el año agrícola 1986-87.

Clon y/o variedad	Rendimiento X (ton/ha)	TUBERCULOS		
		Color	Forma	Ojos
575057-39	20.77	Am. jas.	Red.	Med. Sup.
375517-1	19.62	Ros. jas.	Red.	Prof.
5515-12	19.23	Am.	Oval. apl.	Med.
33581-1	17.62	Ros.	Red.	Med. Sup.
Malcacho	16.44	Am.	Alar.	Sup.
Sani Imilla	16.33	Crem púr.	Red.	Prof.

Se puede observar que los rendimientos fueron superiores en relación a los testigos (S. Imilla y Malcacho), en cuanto a la resistencia a heladas el clon 5515-12 fue dañado en 18% el follaje a una temperatura de 0 grados C. Este experimento seguirá evaluándose por dos años más.

Otros trabajos ejecutados en la Estación Experimental "Chinoli" se resumen de la siguiente manera:

1. La densidad de siembra para tamaño óptimo de semilla, los resultados obtenidos dentro de la producción de un mayor número de tubérculos tamaño semilla fueron con las distancias de 0.80 m x 0.20 m y 0.70 m x 0.20 m surco entre surco y planta entre planta, respectivamente.
2. Rendimiento comparativo de 12 variedades holandesas; el objetivo principal de este trabajo fue investigar, obtener variedades con el nivel cualitativo, cuantitativo, logrando ventajas para el agricultor y elevando el rendimiento de la papa. Como resultado de esta investigación, se seleccionaron las variedades Alpha, Spunta, Radosa y Desireé, por su alto rendimiento que alcanzó hasta 22 ton/ha.
3. Multiplicación de semilla básica Unidad tubérculo, método clonal y multiplicación por esquejes, con el propósito de incrementar la producción y obtener material libre de virus, para lo cual se están utilizando las varie-

dades Alpha, Desireé y Sani Imilla.

Para el método de multiplicación rápida por esquejes, solamente se cuenta con la variedad Sani Imilla, material libre de virus.

4. Finalmente, con el propósito de seleccionar variedades que presenten resistencia a algunas enfermedades fungosas, nematodos, etc. y con el fin de evitar la pérdida de la valiosa reserva genética, se están conservando en la experimental más de 150 variedades nativas de la zona. Como resultado de las observaciones realizadas, se ha seleccionado por su tolerancia a *Nacobbus aberrans* la variedad Huaca Lajra (*S.x curtilobum*), Gendarme y Checohi. Por otra parte, se seleccionaron tres variedades por su alto rendimiento y son las siguientes: Kunurana, Puca Nahui y Palama Negra.

Con el material existente seguirá evaluándose con el fin de encontrar u obtener variedades y/o clones con características sobresalientes.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE PAPA COLOMBIANO

*Pedro León Gómez C. **

Los trabajos de mejoramiento se iniciaron en Colombia en 1948, y se han continuado en forma ininterrumpida hasta la fecha. Durante los 39 años se han obtenido muy buenos resultados prácticos que benefician directamente al agricultor, como son: El establecimiento de adecuados sistemas de siembra, fertilización, control de malezas, enfermedades y plagas; la entrega de 26 variedades mejoradas (ver Tabla 1), adaptadas a las diferentes zonas productoras, cuyas características fundamentales han sido, buen rendimiento y resistencia a enfermedades. Dentro de este grupo sobresalen: DIACOL MONSERRATE, cuyas características principales son resistencia parcial a la gota y buena calidad culinaria, especialmente para papas fritas; ICA PURACE, caracterizada por su alto rendimiento; ICA GUANTIVA, muy difundida entre los agricultores de Cundinamarca y Boyacá; ICA SAN JORGE, caracterizada principalmente por su calidad culinaria; ICA TEQUENDAMA, proviene de un cruce entre una papa europea por jabonilla y retrocruzada luego a Parda Pastusa, posee buen rendimiento, buena resistencia parcial a la gota y, en calidad culinaria, es

* *Director División Cultivos Múltiples, Instituto Colombiano Agropecuario.*

igual o superior a DIACOL MONSERRATE, en cuanto a papa frita.

TABLA 1. Variedades mejoradas de papa entregadas a los agricultores por el Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Papa.

NOMBRES	(CCC)	GENEALOGIA	AÑO DE ENTREGA	CENTRO ESTAC.
Parda Pastusa	44-57-1	Quincha x Tocana Colorada	1955	Tibaitatá
Diacol Monserrate	50-57-67	Branca Cascuda x Pana Blanca	1956	Tibaitatá
Diacol Cumbal	50-57-75	Branca Cascuda x Pana Blanca	1959	Obonuco
Diacol Guadalupe	50-44-87	B.Cascuda x Pajarita Careta	1960	Tibaitatá
Diacol Capiro	53-110-13	751 x Tuquerreña	1961	La Selva
Diacol Sumapaz	55-699-2	101 x Algodona	1961	Tibaitatá
ICA Cumanday	55-375-1	860 x Tuquerreña	1963	La Selva
ICA Alfa Roja	798 x	Autofecundación de Alpha	1965	Tibaitatá
ICA Purace	55-315-1	746 x Curipamba	1966	Tibaitatá
ICA Tenerife	55-300-1	691 X Ecuatoriana	1969	Tibaitatá
ICA Ingruma	55-244-2	Vertifolia x Lizaraza Rosada	1969	La Selva
ICA Quindío	57-875-1	Vertifolia x Leona	1970	Tibaitatá
ICA Tolima	59-908-7	Jabonilla x Yurac Tarma	1970	Tibaitatá
ICA Huila	59-908-8	Jabonilla x Yurac Tarma	1970	Tibaitatá
ICA Guantiva	59-908-22	Jabonilla x Yurac Tarma	1970	Tibaitatá
ICA Nevada	65-3-4D	Yema de Huevo x 1360	1972	Tibaitatá
ICA Sotara	5087(15 USW)	Guimera de Katahdin	1972	Tibaitatá
ICA Nariffo	63-94-4 ((888	x (Jabonilla x Curipamba))		
		x Leona) x Tocana Blanca ..	1973	Obonuco
ICA Pan de Azúcar	66-554-1	Vertifolia x Curipamba	1973	La Selva
ICA Picacho	66-566-29	1254 x Curipamba	1973	La Selva
ICA San Jorge	66-520-12	Eersteling x Leona	1975	Tibaitatá
ICA Morasurgo	66-511-10	Sotará x Renacimiento	1976	Obonuco
ICA Tibacuy	1142 A	Autofecundación	1977	Tibaitatá
ICA Tequendama	71-33-2	(Modison x Jabonilla) x		
		Parda Pastusa	1978	Tibaitatá
ICA Guamues	71-41-5	(CCC 884 x Huacalajra x		
		Parda Pastusa	1981	Obonuco
ICA Chitaga	264 IN	Mutación Somática de		
		Diacol Monserrate	1982	Tibaitatá
ICA Motiscua	66-680-7	(CCC 1254 x Argentina).....	1985	Pamplona

La difusión de nuevas variedades y la adopción de las nuevas o adecuadas prácticas culturales por parte de los agricultores, es lo que ha hecho que se suba el rendimiento promedio por hectárea de 4.8 en 1948 a 18 ton/ha, en estos 39 años.

Los trabajos realizados en papa en Colombia no solo han sido útiles a los agricultores colombianos, sino que también han servido a otros países; por ejemplo la variedad DIACOL MONSERRATE es testigo en varios países en los trabajos de resistencia parcial en gota. Las principales fuentes de resistencia a pseudomonas, han sido aportadas por Colombia de un material nativo. Algunas de nuestras variedades mejoradas se cultivan en Ecuador y Venezuela.

Al comparar el material nativo colectado en la década del 40 con la colección realizada en los últimos años, se estableció que en este lapso se presentó una erosión genética aproximada del 40%, o sea, que hasta el momento se ha perdido el 40% de las variedades nativas que se sembraban en 1950. Las causas de esta desaparición son: en primer lugar el reemplazo de las variedades antiguas por las mejoradas, y en segundo, la eliminación de estas variedades por agentes patogénicos. Estos agentes patogénicos, como hongos o virus, evolucionan constantemente formando nuevos genotipos o razas mediante recombinación o mutación, los cuales se van a desarrollar o manifestar bien o mal en la variedad de papa, dependiendo del genotipo de esta, la cual soportará el asedio inicial de las diferentes razas del hongo, pero llegará el momento en que esa resistencia es quebrada por las nuevas razas que está formando el hongo y con ello viene la susceptibilidad total de la variedad y su desaparición.

Para que el cultivo de la papa no se extinga y sea rentable su cultivo, se hace necesario la formación de nuevos genotipos o nuevas variedades, mediante cruzamientos, que sean capaces de competir ventajosamente con los genotipos que van formando los patógenos.

El proceso de eliminación que ocurre en las variedades nativas, también sucede con las mejoradas, unas duran más que otras en manos de agricultores, dependiendo principalmente de su base genética y de la intensidad con que se cultiva. Es prácticamente imposible establecer cuanto tiempo puede durar

vigente una variedad mejorada; tenemos casos, por ejemplo la ICA-SOTARA, prácticamente no alcanzó a ser entregada a los agricultores por los problemas de virus que mostró una vez sembrada en grandes extensiones. ICA-GUANTIVA fue una de las variedades de mayor difusión entre los agricultores, se cultivó en forma intensa en Cundinamarca y Bogotá. Esto estimuló el desarrollo de razas de gota que quebraron totalmente su resistencia.

El Programa de Fitopatología en 1976, detectó en Tibaitatá diez razas del hongo afectando a GUANTIVA, mientras a ICA-SAN JORGE, variedad entregada a los agricultores en 1975 tenía tres razas. Esto indica que el Programa de Mejoramiento debe disponer en forma permanente de una serie de híbridos iguales o superiores a las variedades mejoradas que está sembrando el agricultor, con el objeto de que en cualquier momento pueda sustituir una o más sin acarrear mayores problemas en la producción.

El objetivo principal que persigue todo Programa de Mejoramiento, es el de involucrar en una sola variedad todas las ventajas que beneficien al agricultor. En el caso de la papa, los aspectos que benefician al agricultor en nuestro medio, aparte del rendimiento son:

A. Resistencia a plagas y enfermedades limitantes al cultivo

1. Gota (*Phytophthora infestans*). Es una enfermedad generalizada en todas las zonas cultivadoras de papa, siendo una de las más desbastadoras del mundo. Los daños que causa en Colombia son muy graves debido a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del hongo.

Uno de los requisitos que debe cumplir toda variedad mejorada que se piensa entregar a los agricultores es resistencia o tolerancia a la gota. El grado de resistencia puede establecerse en estado de plántula, mediante inoculaciones artificiales en el semillero antes de hacerse el transplante al campo, o después de varias generaciones de propagación asexual mediante hepifitias naturales en el campo.

Las fuentes de resistencia parcial o de campo, se encuentran principalmente

en *Solanum tuberosum* subespecie *andígena*.

2. Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solanani*). Es una enfermedad que se ha incrementado en los dos últimos años, especialmente en Cundinamarca, Boyacá y Nariño, afectando principalmente el tamaño, forma y presentación de los tubérculos. Actualmente se considera que toda variedad que se entregue a los agricultores debe tener una calificación mínima de dos en la escala de 0 - 4 (resistencia a susceptibilidad). El grado de resistencia se establece en el invernadero mediante la inoculación artificial de tubérculos.

Variedades andígenas de Perú y Bolivia son hasta el momento las principales fuentes de resistencia.

3. Nematodo (*Globodera spp.*). Ha sido detectado en el sur del País, y se ha comprobado que en algunos casos puede afectar el rendimiento hasta en un 70%. En la actualidad se está trabajando en la identificación de variedades nativas resistentes o tolerantes, que pueden utilizarse como progenitores.

La evaluación por resistencia se realiza en condiciones de invernadero y se mide por las dificultades o facilidades que tiene el nematodo para su multiplicación en una variedad dada. La tolerancia se evalúa en condiciones de campo, y las variedades se clasifican como tolerantes o intolerantes, de acuerdo a como se afecte su rendimiento de tubérculos en presencia del nematodo.

4. *Pseudomonas solanacearum*. Esta bacteria afecta la papa cuando se cultiva entre alturas de 1.500 y 2.000 m, o sea que se presenta principalmente en la zona papera de Antioquia, donde hay años que el grado de afección llega hasta un 85% en los cultivos de la zona. La tolerancia a la bacteria se puede determinar en estado de plántula, inundando el semillero con la bacteria o en estado de tubérculo sembrándolo directamente en un campo con suficiente inóculo.

Las principales fuentes de resistencia han sido detectadas en algunos clones

colombianos de *Solanum phureja*.

5. Virus. Las enfermedades causadas por virus, son de las más limitantes del cultivo. En Colombia, una de las de mayor ocurrimiento es el enrollamiento en las hojas, transmitido principalmente por áfidos. Se considera que cualquier variedad que se entregue al agricultor debe tener tal grado de resistencia o tolerancia que soporte al menos dos siembras consecutivas, al cabo de las cuales, el agricultor debe renovar la semilla.

Para seleccionar híbridos con tolerancia al enrollamiento, se elimina toda planta desarrollada a partir de semilla sexual que muestra síntomas de virus, así como también en la primera generación de propagación asexual se elimina todo híbrido que muestre la sintomatología. De esta manera, se asegura que todo el material seleccionado soporte al menos dos siembras consecutivas, sin que su rendimiento sea disminuido, por causa del virus, en zonas como Tibaitatá donde la población de áfidos es bastante alta.

Para virus Y y X, se hacen inoculaciones en estado de plántula, cuando estas tienen de 4 a 5 cm de altura; 6 días después, por sintomatología, se pueden eliminar fácilmente las plántulas susceptibles.

La fuente de resistencia depende del tipo de virus con que se está trabajando. Para enrollamiento, por ejemplo, se puede encontrar fuentes de resistencia a *S. acaule*.

B. Tolerancia a bajas temperaturas

En Colombia, las heladas producen pérdidas de mucha consideración económica cada año. El 90% de la superficie cultivada está en peligro de que en determinadas épocas del año, la temperatura baje hasta producir heladas en los cultivos y por consiguiente la pérdida total de la inversión.

Existen varios sistemas para establecer el grado de tolerancia de una planta a las bajas temperaturas. Entre los métodos artificiales se pueden citar las "Cámaras de Crecimiento" y "Electrolitos lixiviados". Sin embargo, aunque

estos métodos pueden dar una idea del grado de resistencia de una planta o híbrido, no son muy confiables por la cantidad de variables que están actuando sobre la planta en el momento de ocurrir la helada. Indudablemente, el método más confiable, es la prueba de campo que se puede hacer en zonas altas, donde más o menos con regularidad ocurren varias heladas cada año. Las fuentes de resistencia se encuentran principalmente en especies silvestres como *Solanum acaule*, *S. commersonii*, *S. brevicaule* y *S. multidissectum*.

C. Precocidad

El período vegetativo de las variedades que cultiva actualmente el agricultor, varía entre cinco y siete meses.

Sería beneficioso para el agricultor el poder contar con variedades cuyo período vegetativo fuese de cuatro a cuatro y medio meses, ya que disminuirían las aplicaciones de fungicidas e insecticidas y estarían sus cultivos menos expuestos a las bajas temperaturas. Además, el agricultor podría disponer del lote en que sembró la papa para otro cultivo de rotación en el mismo año. Como fuente de precocidad disponemos de algunas variedades nativas de *Solanum phureja* como yema de huevo, bandera y criolla. También en la subespecie *andígena* hay algunos números de origen boliviano y peruano que son bastante precoces.

D. Características del tubérculo

Teniendo en cuenta tanto las exigencias de los agricultores, como de los consumidores, se deben seleccionar los tubérculos en base al tamaño, forma, profundidad de los ojos, color de la piel y de la carne. Aparte de las características anteriores, también se debe tener en cuenta la reacción de los tubérculos a la luz, brotación, almacenamiento y calidad culinaria.

SISTEMAS DE MEJORAMIENTO UTILIZADOS

Desde mediados del siglo XIX, se inició el mejoramiento genético de la papa en Europa. Sin embargo, aún hoy el germoplasma introducido en la

subespecie *tuberosum* ha sido muy limitado, por lo tanto, su variabilidad y su potencialidad de caracteres genéticos no es comparable con *andígena*.

Los cruzamientos *S. demissum* x *S. tuberosum*, seguidos a retrocruzamientos a *S. tuberosum* fueron la base en el presente siglo para obtener resistencia a *Phytophthora infestans*. Sin embargo, la aparición de nuevas razas del hongo redujeron completamente las esperanzas de obtener inmunidad a este patógeno. Hoy, los programas de mejoramiento para resistencia a gota están orientados hacia la obtención de tolerancia o resistencia parcial, debido a varios genes, empleando como progenitores especies silvestres o cultivadas.

La base del mejoramiento en Colombia han sido los híbridos entre las subespecies *tuberosum* y *andígena*, cuyas características principales han sido: gran vigor, altos rendimientos, precocidad y calidad del tubérculo intermedia entre las dos subespecies.

Entre los sistemas más empleados en el mejoramiento de la papa se pueden citar los siguientes:

- Introducciones
- Cruzamientos intervarietales
- Cruzamientos interespecíficos
- Retrocruzamientos, se utilizan como complemento del método anterior.
- Autofecundaciones
- Selección clonal
- Mutaciones

METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE UNA VARIEDAD DE PAPA

La metodología a seguir en la obtención de una variedad de papa depende principalmente del problema que se piensa resolver, del material que se dispone y del área para la cual va a recomendar la variedad.

Para efectos del manejo y distribución de los híbridos en observación, hemos dividido la zona papera colombiana en cinco áreas, las cuales fueron establecidas con base en la localización y problemas del cultivo. En la Tabla

2, se enumeran las diferentes áreas y los Centros de Investigación que hay en cada una de ellas, las cuales están agrupadas en: Centro Piloto, Centros Satélites y Centros Demostrativos. En todos los Centros se realizan investigaciones aplicadas y pruebas demostrativas. La investigación básica se efectúa en el Centro Piloto, sin embargo, hay algunas excepciones como el caso de nematodos y pseudomonas cuyos trabajos básicos son realizados en "Obonuco" y "La Selva" respectivamente.

TABLA 2. Areas paperas en Colombia, los Departamentos que comprenden y localización de los Centros de Investigación.

AREA	DEPARTAMENTOS	CENTROS	
		NOMBRE	CATEGORIA
1	Cundinamarca y Boyacá	Tibaitatá San Jorge	Piloto
2	Nariño y Cauca	Obonuco	Satélite
3	Antioquia	La Selva	Satélite
4	Caldas y Tolima	Caldas	Demostrat.
5	Santanderes	Santanderes	Demostrat.

Selección de Progenitores

Para la selección de progenitores se dispone de una colección de 1000 variedades, de las cuales, el 85% son variedades nativas y el resto corresponden a la subespecie *tuberosum*. La colección ha sido evaluada por características de tubérculo y precocidad, además periódicamente es evaluada por resistencia a gota, pseudomonas, rhizoctonia y nematodo. En el segundo semestre de 1977

•
iniciamos la evaluación por virus, especialmente Y y X.

Cruzamientos

Con base en la evaluación de la colección y del problema que se desee atacar, se selecciona anualmente los progenitores que se van a utilizar en los cruzamientos. Además, se incorporan en el bloque de cruzamientos aquellos híbridos que están en generaciones avanzadas de propagación y que son deficientes principalmente en características del tubérculo tales como: Forma, color y calidad.

Plántulas

La única diferencia que existe en la manipulación de las plántulas provenientes de los diferentes cruzamientos, radica en el tratamiento que se da a estas antes del trasplante al campo, el cual depende del objeto por el cual se hizo el cruzamiento. Por ejemplo, en el caso de selección por resistencia a goma, se siembra la semilla sexual en semilleros y cuando las plántulas tienen una altura de más o menos 10 cm, se inoculan con una mezcla del hongo colectado en diferentes zonas paperas. A los cinco días de la inoculación, se eliminan las plántulas que muestren susceptibilidad al hongo y las otras se trasplantan al campo.

Multiplicación por tubérculos

En la gráfica 1, se encuentran resumidos los pasos que actualmente se siguen para la obtención de una variedad. En el segundo año, una vez que las plántulas han sido trasplantadas al campo y durante el desarrollo del cultivo, se eliminan todas las plántulas que muestren síntomas de virus. En la cosecha se selecciona principalmente por forma y color del tubérculo. Cada una de estas plántulas seleccionadas, se considera como genéticamente diferente y por lo tanto, cada una puede ser potencialmente una nueva variedad, por lo cual, son manejadas de aquí en adelante en forma individual.

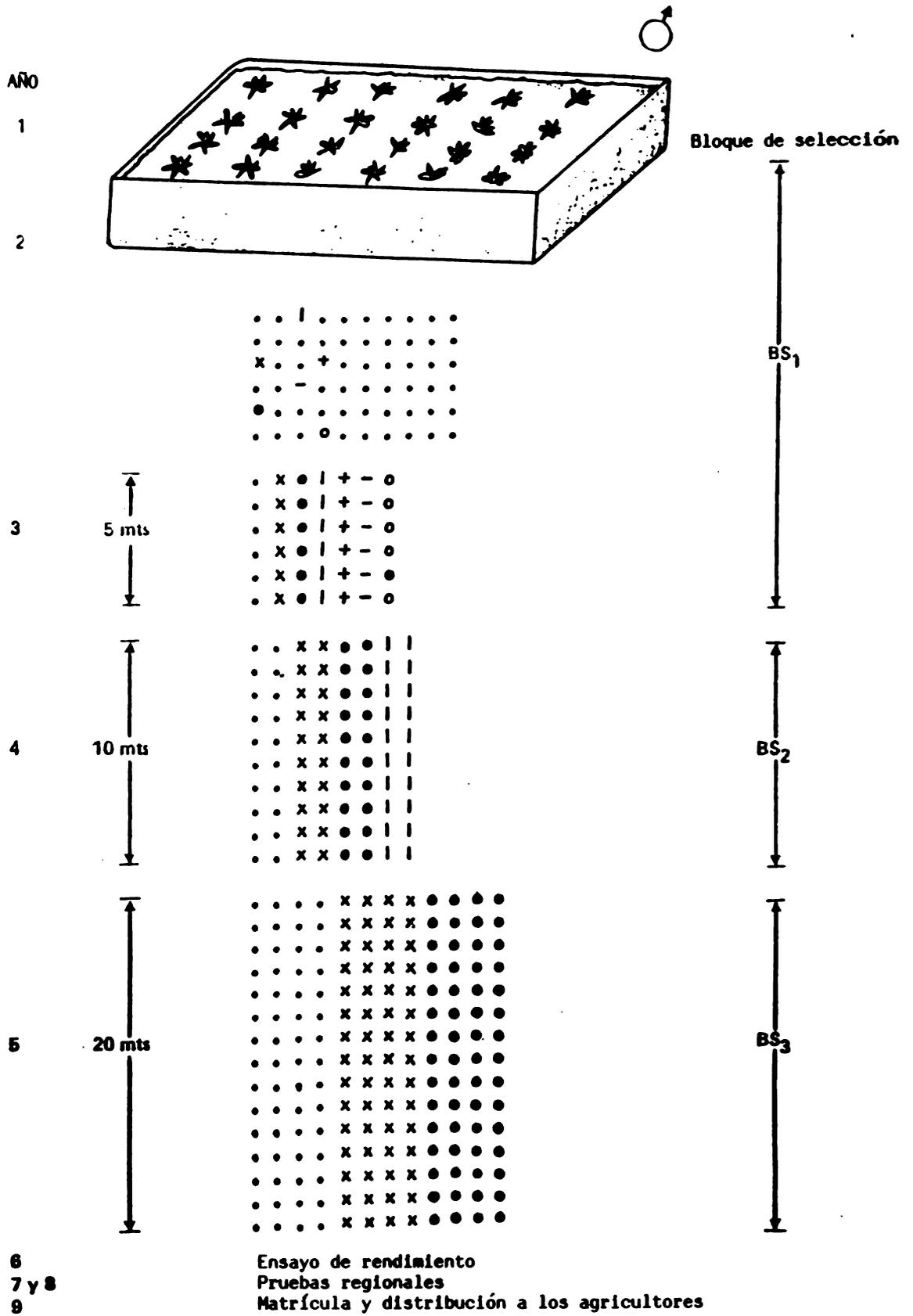
Cada plántula seleccionada es sembrada en el siguiente año en un surco

de cinco metros de longitud; el material que es seleccionado este año, es sembrado el siguiente año en dos surcos de diez metros (Bloque de Selección 2, BS2); el material seleccionado en esta etapa se siembra el año siguiente en cuatro surcos de 20 metros (BS3). Luego, se realiza el ensayo de rendimiento, y de él, se seleccionan anualmente de seis a ocho híbridos que van a estar por dos años en pruebas regionales, al cabo de los cuales se define si alguno de ellos se puede entregar a los agricultores.

De acuerdo a la gráfica 1, para la obtención de una variedad se gastan nueve años que están divididos en tres etapas o bloques de selección: BS1, BS2, BS3. En la primera se gastan tres años, en la segunda o BS2 un año y en la tercera cinco años. Todas las etapas se realizan en "Tibaitatá" (Centro Piloto). En los Centros Satélites ("Obonuco" y "La Selva") se trabaja en las etapas dos y tres. En los Centros Demostrativos se realiza únicamente la tercera etapa.

Durante los años de observación de los híbridos se toman las siguientes notas: Fechas de siembra, floración, maduración y cosecha, porcentaje de germinación, virus y otras enfermedades. Distribución de follaje. Tubérculo: Distribución, tamaño, forma, uniformidad, profundidad de ojos, color de la piel y de la carne. Rendimiento por parcela. De acuerdo a los resultados de estas observaciones, el híbrido es eliminado o pasa a las pruebas de calidad. Las pruebas de calidad comprenden: verdeamiento, almacenamiento y calidad culinaria.

ESQUEMA 1. Proceso para la obtención de una variedad de papa.



EL PROGRAMA DE PAPA ECUATORIANO

Milton Sola *

1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La papa en el Ecuador es uno de los elementos básicos en la alimentación y su cultivo es considerado como el más rentable de la región interandina, segunda región geo-económica del país, donde ocupa el tercer lugar en superficie (hectáreas), el primer lugar en volumen de producción (TM) y el tercer lugar en rendimiento (TM/ha).

La superficie de cultivo constituye el 5.5% del área total de cultivos de la Sierra, con una superficie promedio de alrededor de 38.000 ha y una producción de 421.400 toneladas, lo que representa un promedio nacional de rendimiento de 11 ton/ha.

El consumo per-cápita se ubica alrededor de los 46 kg. Se estima que el 43% de la producción nacional se genera en unidades agrícolas de menos de 10 ha en extensión total, que utilizan el 54% de su superficie para este cultivo, y que en conjunto representa el 93% de las unidades productoras

* *Técnico del Programa de Papa del INIAP*

de papa.

La zonificación relativa y tradicional del cultivo en cierta forma ha demarcado 3 zonas productoras con diferente ecología, niveles de tecnología, exigencias del mercado, etc., que en su orden son las zonas Norte, Centro y Sur de la Sierra ecuatoriana, y se estima que aportan a la producción nacional con el 20,40 y 40%, respectivamente. En resumen, el cultivo de la papa tiene gran importancia económica y social, reflejada en los índices expuestos.

2. ANTECEDENTES

El Programa de Papa inició sus actividades de investigación en el año de 1962 con material experimental formado inicialmente por introducciones de México, Colombia, Perú, Holanda y Estados Unidos; posteriormente, se fue conformando la Colección Ecuatoriana de la Papa (CEP), con la base de accesiones de variedades nativas cultivadas y silvestres (15 especies detectadas).

En base a ensayos de orientación y rigurosa selección por características deseables y aclimatación, entre otros criterios, se obtuvieron clones élites que constituyeron las primeras variedades mejoradas "Santa Catalina" y "María".

Posteriormente, la evolución de los problemas inherentes al cultivo ha obligado a una permanente reactualización de las prioridades de investigación en busca de soluciones a corto, mediano y largo plazos.

3. OBJETIVOS

- 3.1. Mejoramiento genético con miras a la obtención de variedades que en lo posible reúnan estas características: tolerancia a las principales enfermedades (lancha, roya, virus, PVY), nematodo

del quiste y heladas; precoces, de buena calidad culinaria, alto potencial de rendimiento y con buenas características agronómicas que faciliten las labores de cultivo y cosecha.

- 3.2. Mejoramiento agronómico, que involucre la generación de tecnología adecuada de producción.
- 3.3. Ejecución de estudios misceláneos de tipo nutricional, socio-económico, poscosecha y de apoyo a la agroindustria.
- 3.4. Capacitación del personal del Programa y sus departamentos de apoyo.

4. PROBLEMATICA DEL CULTIVO

Esta es de origen ecológico, técnico y político - económico. Dentro del primer grupo tenemos aquellos factores relacionados con variaciones extremas de precipitación y temperatura, y la incidencia de granizo.

Dentro del segundo grupo tenemos a factores como: zonificación del cultivo, épocas de siembra, potencial genético de las variedades, incidencia de plagas, enfermedades y malezas, niveles de fertilización adecuados, producción y suministro de semilla y labores adecuadas de cultivo.

Dentro del último grupo se encuentran incluidos aquellos factores como: falta de planificación de la producción, variaciones en los precios de los insumos, falta de un sistema adecuado de transferencia de tecnología y limitaciones propias de la investigación.

5. EL MEJORAMIENTO GENETICO

Identificadas como están las limitaciones del cultivo en nuestra ecología tropandina, el proyecto de mejoramiento genético orienta su actividad

hacia la búsqueda de clones con atributos genéticamente superiores.

A criterio de investigadores de mucha experiencia se debe considerar dentro de la planificación de un proyecto de mejoramiento, los siguientes componentes:

- Un set definido de objetivos reales, los mismos que tipifiquen claramente los requisitos de las variedades mejoradas a obtenerse.
- Un rico reservorio de variabilidad genética utilizable.
- Un sistema eficiente de eliminación de clones que no llenen los requisitos definidos en los objetivos.
- Un programa de multiplicación y mantenimiento de semilla.

En sujeción a lo descrito, el Programa de Papa proyecta su trabajo investigativo a la consecución del siguiente objetivo: condensar en una variedad características como porte medio, precoz, de buena calidad comercial, tolerante a lancha, roya, nematodo del quiste, virus "Y", de alto rendimiento, amplia adaptación y susceptible de mecanización.

Complementariamente, se añadiría a esta variedad "ideal", resistencia a factores abióticos: sequía, heladas y granizo.

6. FUENTE GENICA

El Banco de Germoplasma del Programa de Papa constituye la materia prima genética, indispensable para desarrollar las futuras variedades. Para incorporar porte, precocidad y factibilidad de mecanización se utiliza germoplasma proveniente de *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum* (Hawkes) (Tub.). Para la extracción de tolerancia a lancha, roya, virus "Y" y granizo, y como donantes de características de calidad y adaptación han sido usadas líneas provenientes de *S. tuberosum* spp. *Andigena* (Hawkes) (Adg.); y, como un medio para elevar los rendimientos se ha usado el patrón de cruces entre madres tipo *tuberosum* y padres tipo *andigenum*. Esta técnica a más de sacar ventaja

del vigor híbrido, incorpora aquellas combinaciones deseables en las nuevas variedades.

En su oportunidad, algunas otras especies de *Solanum* (*S. vernei*, *S. sancta rosae*, *S. multidisectum*, *S. curtilobum*, *S. juzeepzukii*, *S. stenotomun*, *S. acaule* y otras, han sido utilizadas como donantes de resistencia al Nematodo del Quiste (*G. pallida*) y a heladas, respectivamente.

7. ELIMINACION DE CLONES: Selección

El sistema de mejoramiento utilizado cronológicamente considera:

AÑO	TRABAJO	NUMERO
1	Selección de progenitores y cruzas (bulk e individuales)	70-100 cruzas
2	Siembra semilla sexual, inoculación artificial con <i>P. infestans</i> y PVY Trasplante sobrevivientes al campo	50.000-60.000 plántulas 8.000-10.000 plántulas
	Selección a la cosecha	2.000 clones
3	Prueba subjetiva de rendimiento, apariencia externa (fase "primeros diez") Selección de clones promisorios	2.000 clones 600-700 clones
4	Primera prueba de rendimiento (20 tub./UE por 3 repeticiones)	600-700 clones
5	Segunda prueba de rendimiento (50 tub./UE por 4 repeticiones) Pruebas de resistencia a enfermedades Otras pruebas Propagación de semilla	200 clones 200 clones 200 clones 200 clones
6	Primera prueba regional de adaptación (100 tub./UE por 6 repeticiones) Pruebas de resistencia a enfermedades Otras pruebas Propagación de semilla	60-70 clones 60-70 clones 60-70 clones 60-70 clones
7	Segunda prueba regional de adaptación (100 tub./UE por 6 repeticiones) Propagación de semilla	20 clones 20 clones
8, 9, 10	Pruebas adicionales de adaptación Propagación masiva de materiales	? clones

La fase más importante del sistema está en el primer año. En esta etapa se combinan los ingredientes que eventualmente harán la nueva variedad. A lo largo del proceso se colocan barreras o tamices de selección, los mismos que reducen el número de materiales y dejan paso a aquellos sobresalientes.

Logros e investigación actual

Complementariamente, el INIAP cuenta con la Unidad de Producción de Semilla de Papa, la que mediante el sistema de multiplicación rápida, está generando semilla libre de virus, para lo cual dispone de un laboratorio de cultivo de tejidos y un invernadero exclusivo para este fin. De esta manera, las cinco variedades desarrolladas por el Programa hasta 1982 (Anexo 1) pueden llegar a los agricultores "paperos", con la pureza varietal y el grado sanitario requeridos, siendo este el principal logro del proyecto de mejoramiento genético.

En el área de agronomía y manejo, las disciplinas de apoyo han generado alternativas tecnológicas, adaptables a la demanda de tecnología de los pequeños, medianos y grandes productores.

La evolución de los problemas fitopatológicos y entomológicos básicamente, con el apareamiento de nuevas razas de patógenos, la aparente resistencia observada en los insectos plagas hacia los insecticidas convencionales y nuevos, el creciente costo de los insumos, entre otros factores, han determinado que el Programa y las disciplinas de apoyo dediquen su esfuerzo a la búsqueda de nuevas soluciones y al refinamiento de técnicas que permitan aún, producir dentro de márgenes económicamente rentables.

En consecuencia, actualmente los departamentos de apoyo están realizando investigaciones sobre evaluaciones de resistencia a enfermedades como: *Rhizoctonia*, "lanosa" de la papa, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Puccinia*, *Septoria*, etc. y bacterias pectolíticas; estudios de la relación hospedero-nematodo y de la biología de nematodos, combate de poblaciones parásitos, control

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS VARIETADES MEJORADAS

CARACTERISTICAS	INIAP STA. CATALINA	INIAP MARIA	INIAP ESPERANZA	INIAP GABRIELA	INIAP STA. CECILIA
ZONA DE PRODUCCION	Centro	Centro-Sur	Norte	Norte-Centro	Centro
RENDIMIENTO (qq/ha)*	612	593	792	784	597
GRAVEDAD ESPECIFICA	1.086	1.087	1.079	1.102	1.096
MATERIA SECA (%)	22.5	21.1	20.0	24.5	23.2
TUBERCULO:					
Tamaño	Medio	Grande	Grande	Grande	Medio
Forma	Red-oval	Redondo	Redondo	Ovalado	Plano-oval
Profundidad de ojos	Superficial	Media	Superficial	Superficial	Superficial
Piel	Rosada	Blanca-Crema	Crema-Rosada	Crema-Rosada	Blanca
Carne	Amarilla	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca
RESISTENCIA:					
<i>P. infestans</i>	M.R.	M.R.	R.	M.S.	S.
<i>P. pitteriana</i>	M.R.	M.S.	M.R.	M.R.	S.
<i>G. pallida</i>	S.	S.	T.	T.	S.

M.R. = Medianamente resistente M.S. = Medianamente susceptible

R. = Resistente S. = Susceptible

* = Rendimiento calculado en base a 28.000 plantas/ha T. = Tolerante

integrado (estudios a nivel de recomendación); sistemas de preparación de suelos (tecnología apropiada); estudios de biología de *P vorax*, control químico alternativo, acción de encaladura del suelo para control de *P vorax*; estudios con radioisótopos N^{15} y fertilizaciones continuas con fósforo y potasio.

En el área de producción de semillas, la investigación ha considerado los aspectos agroeconómicos de categorías de semilla en variedades mejoradas; evaluaciones de densidades de trasplante y siembra de plantas "in vitro", esquejes y tubérculos; evaluaciones de técnicas de propagación acelerada; evaluación de cuatro métodos de erradicación de virus en papa; verdeadores de semilla y proyectos de carácter agroeconómico tendientes a evaluar la calidad sanitaria y agronómica de la semilla, entre otros.

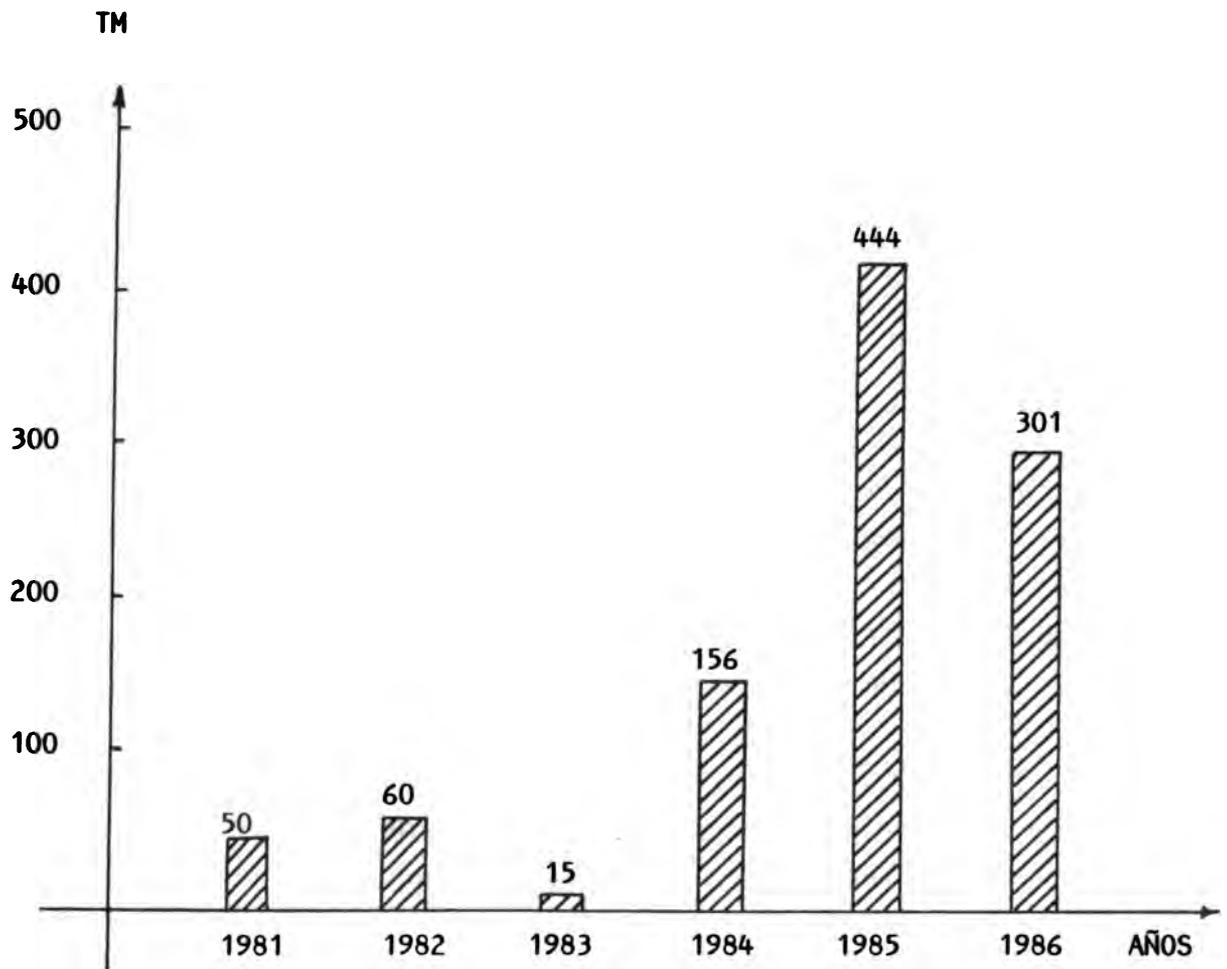
En función de los resultados obtenidos, la técnica de multiplicación acelerada mediante esquejes de tallo juvenil arroja los índices más elevados, pero bajo condiciones subóptimas de manejo de lotes de esquejes como aconteció en esta investigación, el Modelo INIAP, sumado a su mejor enraizamiento, y a la mayor producción en número y peso de tubérculos en campo, permite recomendarlo como la mejor técnica de multiplicación acelerada de los tres métodos evaluados.

Otro logro alcanzado es el relacionado con el porcentaje de cubrimiento con semilla a nivel de certificación que al momento se encuentra alrededor del 3%, respecto al 0.5% registrado en el año 1982, cuando se iniciaban los trabajos con cultivo de tejidos y multiplicación acelerada.

El aumento de eficiencia en el uso de técnicas de laboratorio, invernadero y campo mediante la adaptación de estas a nuestras necesidades, ha permitido la obtención de altos volúmenes de semilla de papa de excelente calidad sanitaria, disponible para los agricultores (Anexo 2).

El disponer de un laboratorio completamente funcional con gran capacidad de trabajo en el campo de la Biotecnología, ha permitido la generación de tecnología fácilmente aplicable en lo relacionado a cultivo de tejidos, propagación acelerada y multiplicación clonal en el campo.

Anexo 2. SEMILLA DE PAPA DEL INIAP ENTREGADA A LOS AGRICULTORES



FUENTE: Unidad de Producción de Semilla de Papa del INIAP, Ecuador.

Por otro lado, se están iniciando trabajos de conservación "in vitro" de la Colección Ecuatoriana de Papa.

En el área de transferencia de tecnología, el Programa y los departamentos de apoyo mantienen una dinámica actividad mediante la realización de cursos, días de campo y charlas, dirigidos a estudiantes universitarios, profesionales y agricultores en general, sobre las nuevas tecnologías generadas en la estación experimental.

Al momento contamos con alrededor de 100 registros de documentos publicados por el INIAP, entre los que constan: manuales, boletines técnicos, boletines divulgativos, plegables, memorias de cursos, documentos de trabajo, informes anuales, etc.

BIBLIOGRAFIA

1. **INIAP.** *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. Informes Técnicos Anuales.*
2. **MUÑOZ, F.** 1982. *Algunas consideraciones sobre el mejoramiento de la papa en Ecuador (conferencia).* 9 p.
3. **PRACIPA.** 1986. *Proyecto Andino Cooperativo de Investigación en Papa. Unidad de Producción de Semilla de Papa. INIAP. Ecuador. Informe de avances.*
4. **PRACIPA.** 1986. *Proyecto Andino Cooperativa de Investigación en Papa. Memorias de la V Reunión Anual. Bolivia, marzo 17-21. pp. 73-96.*

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE PAPA - PERU

*Luz Noemí Zúñiga L. **

INTRODUCCION

El Programa de Mejoramiento Genético de Papa ha contribuido a la creación de variedades de alto rendimiento y valor comercial. Muchas de estas variedades entregadas a los agricultores fueron seleccionadas bajo condiciones ambientales restringidas, no permitiendo su adaptación a la gran diversidad ecológica del Perú.

Frente a ello, el Programa Nacional de Papa del INIAA, entre sus acciones ha priorizado los ensayos experimentales bajo un solo diseño en red nacional, como medio de ubicar genotipos superiores de papa, adaptados a zonas agroecológicas más amplias. Estos genotipos, además de ofrecer rendimientos económicos deberán ser excelentes alternativas para la gran mayoría de los pequeños y medianos productores de papa.

En 1983, se inició la activación de un Sistema Nacional de Evaluación

* *Especialista en Mejoramiento Genético - INIAA.*

de material genético avanzado con resistencias y tolerancias a las principales enfermedades, plagas y factores climáticos adversos, liderado por el Ing. R. Egúsqiza (Docente de la Universidad Nacional Agraria - La Molina).

Los ensayos experimentales en red llevados a nivel nacional, posibilitaron y posibilitarán la concurrencia interinstitucional, de quienes generen nuevos materiales genéticos de papa. Las Universidades, el Centro Internacional de la Papa y el Programa Nacional de Papa, están comprometidos con esta labor.

OBJETIVO

Este Sistema o Plan Nacional de Evaluación tiene como objetivo la observación, análisis de resultados e interpretación del comportamiento del grupo de selecciones clonales avanzadas y otros grupos de híbridos seleccionados por su resistencia o tolerancia a los problemas patológicos que a nivel nacional se han priorizado por sus efectos limitantes en la producción. Las evaluaciones de Rancho (*Phytophthora infestans*), Heladas, Nematodos (*Globodera pallida* y *Nacobbus aberrans*), Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) y Verruga (*Synchytrium endobioticum*), respectivamente, se realizan en coordinación con los especialistas regionales, quienes tienen la responsabilidad en la conducción de los ensayos y en la selección del material genético en función de sus propias necesidades.

MATERIALES Y METODOS

Los clones usados en este trabajo proceden del Programa de Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa, de la Universidad Nacional Agraria y del Programa Nacional de Papa.

Se designaron zonas endémicas para la localización como sedes de los experimentos con resistencias genéticas:

- CIPA XI HUANUCO (2800 msnm), para la evaluación y selección de híbridos

por resistencia a *P. infestans*.

- CIPA XV PUNO (3850 msnm) para la evaluación y selección por resistencia a heladas.
- CIPA III TRUJILLO (3100 msnm), XVI HUANCAYO (3316 msnm) y XI CUZCO (3391 msnm) para la evaluación y selección por resistencia a *G. pallida*.
- CIPA IX CAJAMARCA (2750 msnm), para la evaluación y selección por resistencia a *P. solanacearum*.

Para continuar la evaluación de estos clones, luego del primer tamizado, se instalaron experimentos en diferentes localidades a nivel nacional:

- Para *P. infestans*, 15 localidades.
- Para Heladas, 9 localidades.
- Para *G. pallida*, 8 localidades.
- Para "Marchitez bacteriana", 3 localidades.
- Para *S. endobioticum*, 2 localidades.
- Para *N. aberrans*, 3 localidades.

Además, conjunto de variedades primitivas de cultivo regional: tres localidades. La sede central del Programa Nacional de Papa se encuentra ubicada en la localidad de Huancayo en el Departamento de Junín a 3.316 msnm.

RESULTADOS

☒ Como resultado de las primeras investigaciones (1983) los clones CIP 374080.5 y 374080.1, fueron liberados como unas nuevas variedades con los nombres de "Perricholi", con resistencia a *P. infestans* y gran rusticidad, Tahuagueña con tolerancia a bajas temperaturas y la variedad Constitución con tolerancia a *P. infestans* y bajas temperaturas provenientes del Programa de Mejoramiento Genético del Programa Nacional de Papa del INIPA.

☒ En 1984-1985 se nominaron las variedades "Sillustani" y "Chasca" con gran rusticidad y tolerantes a heladas.

☒ En el presente año (1987), se nominó la nueva variedad "María Huanca", que fuera el clon 279142.12, con resistencia al nematodo del quiste y tolerante a *P. infestans*.

☒ Se cuenta con clones promisorios con tolerancia a heladas tanto en Puno, Junín y Huancavelica.

☒ En la sede central se iniciaron en 1986 los trabajos de industrialización de la papa, obteniéndose la harina denominada "papacel". De igual forma, en la zona del Altiplano, Puno se viene industrializando la preparación del "chuño" o "moraya".

☒ Al norte del país, se iniciaron las evaluaciones de material proveniente del Centro Internacional de la Papa con la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, para identificar clones tolerantes al calor.

EL PROGRAMA DE PAPA VENEZOLANO

*Eduardo Ortega Cartaya **

I. INTRODUCCION

Entre los países andinos, Venezuela es el de mayor PNB per cápita (US\$ 3.840). La población venezolana está constituida por 17.000.000 de habitantes, de los cuales el 84% conforma la población urbana. Se estima que actualmente se explotan 2.200.000 hectáreas en diferentes rubros agrícolas, de las cuales en 14.397 se obtuvo, en 1985, una producción de 191.177 toneladas de papa, con un rendimiento de 13.3 t/ha de papa.

La producción nacional se utiliza principalmente en forma fresca para consumo humano y una pequeña parte para procesamiento industrial del tubérculo, generalmente en la obtención de hojuelas.

Estos indicadores ubican al cultivo de papa en el octavo lugar en importancia por su producción total, el noveno lugar por el valor económico de su producción y el décimo octavo por el área de siembra.

El costo de producción por hectárea para papa consumo se estima entre Bs. 30.000 (US\$ 1.000) y Bs. 35.000 (US\$ 1.167). El cultivo se realiza en explotaciones cuya distribución es la siguiente: 37.9%, pequeños agricultores de 0 a 5 ha; 36.6%, medianas explotaciones de 5 a 20 ha; y, grandes explotaciones, aquellas de más de 20 ha.

* *Coordinador Nacional Renglón Raíces y Tubérculos. FONAIAP.*

La importación anual de papa se orienta solamente a tubérculos semilla, con un costo promedio equivalente al 25% del valor total de la producción del país con un valor de Bs. 459.000.000 (US\$ 15.300.000). La semilla utilizada en el país se importa casi en su totalidad de Canadá, Holanda, Alemania y Colombia. Además se utiliza como semilla, tubérculos procedentes de siembras comerciales para consumo, seleccionada por los agricultores y aquellos tubérculos procedentes de plantaciones de semilla fundación con supervisión del FONAIAP.

II. REGIONES PRODUCTORAS

La producción de papa en Venezuela se desarrolla en:

- **Región Andina:** Comprende los Estados de Táchira, Mérida y Trujillo, en donde se siembra el 49% del área total, utilizando variedades de la subespecie *tuberosum* e híbridos *andígena-tuberosum*. Se siembra desde 1000-3500 msnm (Figura 1).
- **Región no Andina:** Comprende los Estados Aragua, Carabobo, Lara y Monagas, que representa el 51% del área total utilizando exclusivamente variedades de la sub-especie *tuberosum*. Se siembra desde 200 - 1800 msnm.

Las siembras se realizan en el período seco con irrigación (enero-abril) y en el período lluvioso (mayo-diciembre), obteniéndose papa para consumo fresco durante todo el año, con períodos de volúmenes mayores de producción en el lapso marzo-abril y junio-agosto, (Figura 1).



- REGION ANDINA**
- 1. Estado Táchira
 - 2. Estado Mérida
 - 3. Estado Trujillo

- REGION NO ANDINA**
- 4. Estado Lara
 - 5. Estado Carabobo
 - 6. Estado Aragua
 - 7. Estado Monagas

FIGURA 1. Regiones productoras de papa consumo en Venezuela.

III. INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACION EN PAPA

1. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP)

Es un organismo autónomo adscrito al Ministerio de Agricultura y Crfa organizado y dirigido de acuerdo a los siguientes niveles jerárquicos:

a) Alta Dirección, conformada por el Consejo Nacional de Investigaciones Agrícolas (CONIA) y la Junta Administradora del FONAIAP.

b) Alta Gerencia, integrada por la Gerencia General y las Gerencias de Investigación y Fomento de la Producción. Un Comité Científico y un Comité Ejecutivo Nacional colaboran con asesorías a la Gerencia General, (Figura 2).

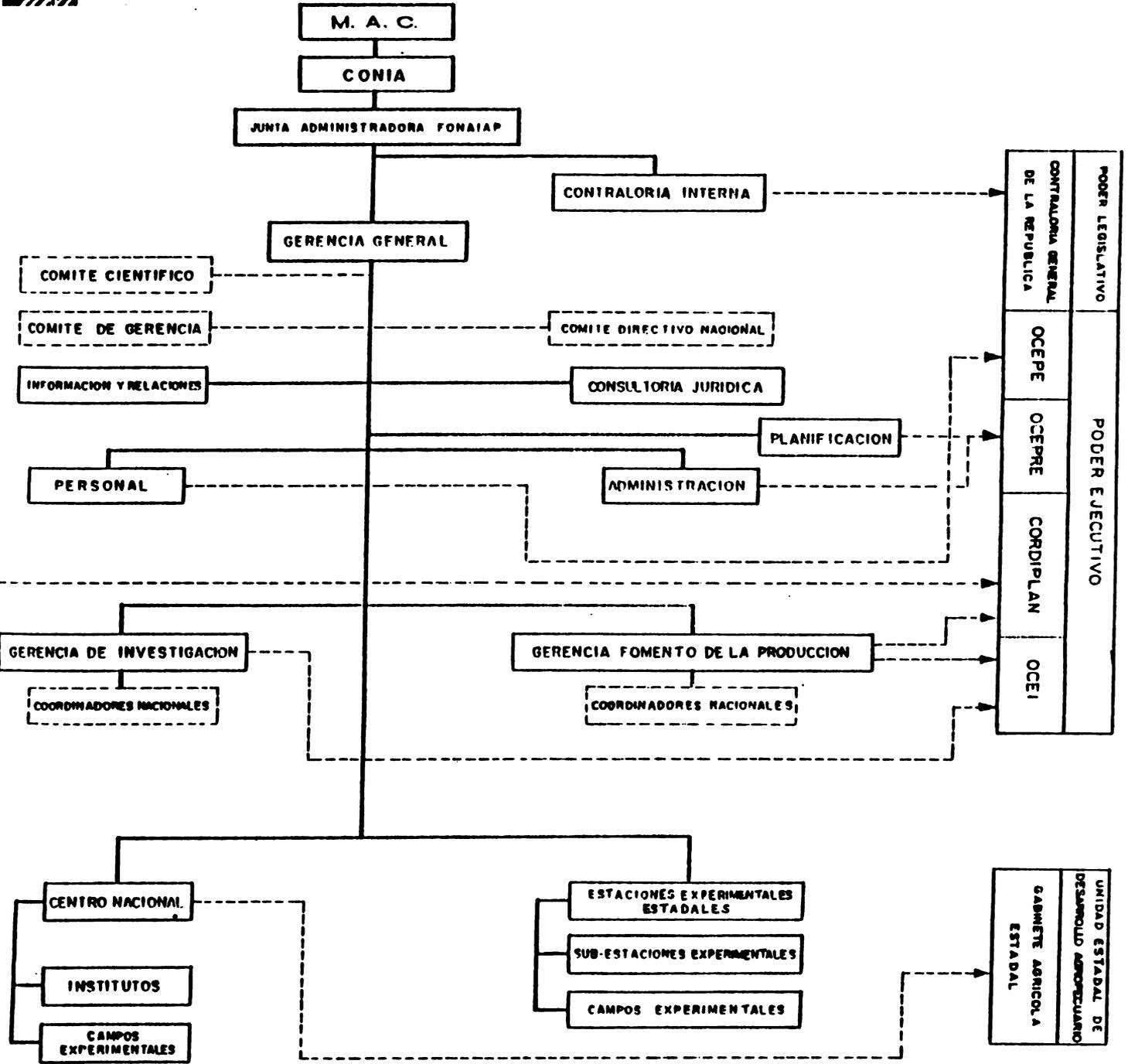
c) Gerencia local, compuesta por un Centro Nacional (CENIAP), que ejecuta principalmente investigación básica-orientada y 16 Estaciones Experimentales con 10 Sub-Estaciones y 22 Campos Experimentales, dirigidos principalmente a la investigación aplicada y operacional (Figura 3). Se dedican a la investigación en papa, el CENIAP y las Estaciones Experimentales Lara, Mérida, Monagas, Táchira y Trujillo. En estas estaciones las unidades ejecutoras son el Campo Experimental Las Cuibas (Lara), el Campo Experimental Mucuchies (Mérida), el Campo Experimental Caripe (Monagas) y la Sub-Estación Experimental Pueblo Hondo (Táchira), (Figura 4). ✓

2. Otras instituciones

Se desarrollan trabajos de tesis de grado en las Facultades de Agronomía de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (Edo. Táchira); de la Universidad Central de Venezuela (Edo. Aragua); de la Universidad Centro Occidental (Edo. Lara); y, de la Universidad de Oriente (Edo. Monagas), y en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes (Edo. Mérida).



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA
FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL GENERAL



MAC _____ : MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA
 CONIA _____ : CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 OCEPE _____ : OFICINA CENTRAL DE PERSONAL
 CORDIPLAN _____ : OFICINA CENTRAL DE COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN
 OCEPRE _____ : OFICINA CENTRAL DE PRESUPUESTO
 OCEI _____ : OFICINA CENTRAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

MARZO / 1987

A NO INDICA NIVELES JERARQUICOS

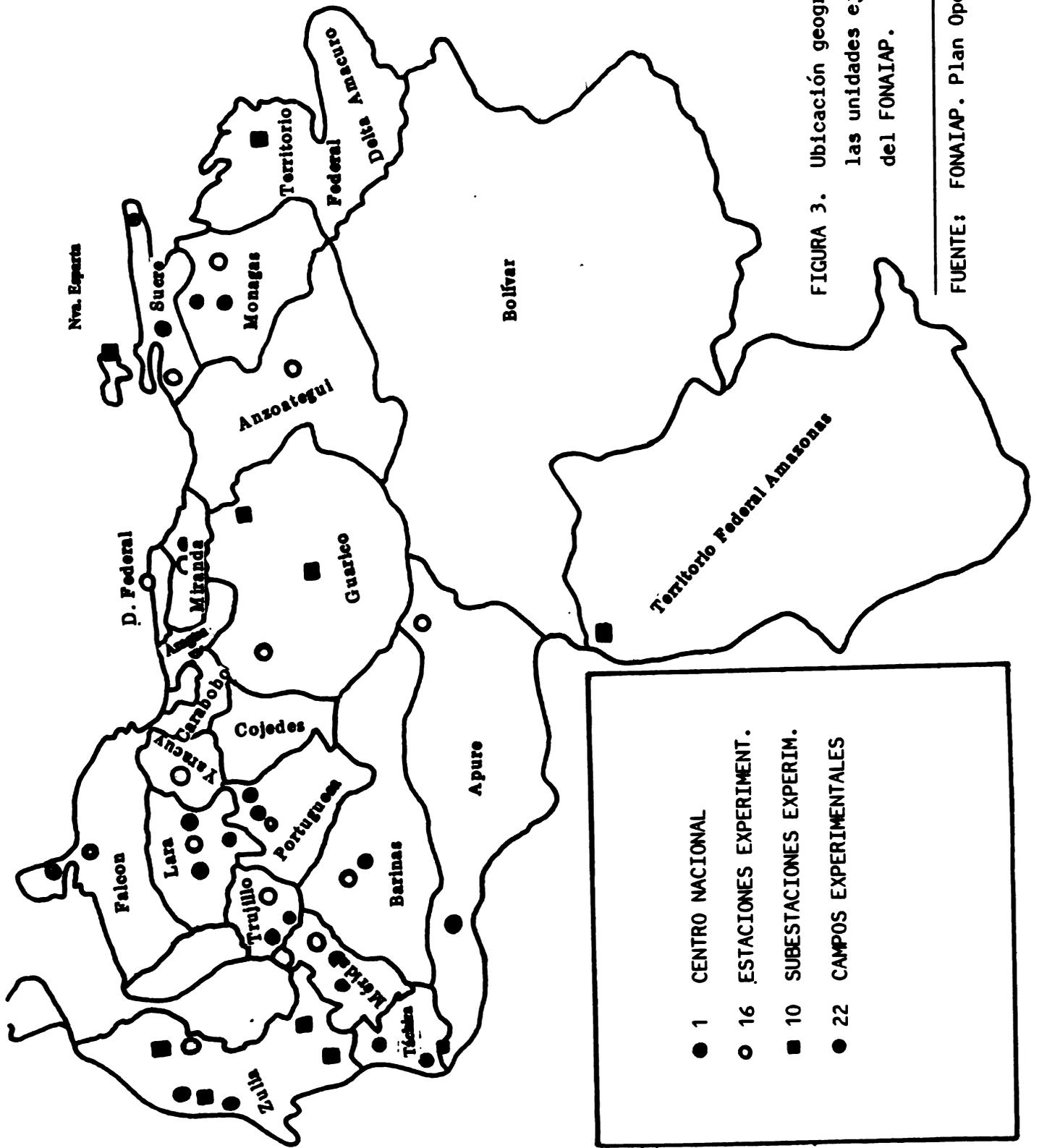


FIGURA 3. Ubicación geográfica de las unidades ejecutoras del FONAIAP.

FUENTE: FONAIAP. Plan Operativo/86

FONAIAP ESTACIONES EXPERIMENTALES FONAIAP SUBESTAC. EXPERIMEN. FONAIAP CAMPOS EXPERIM.

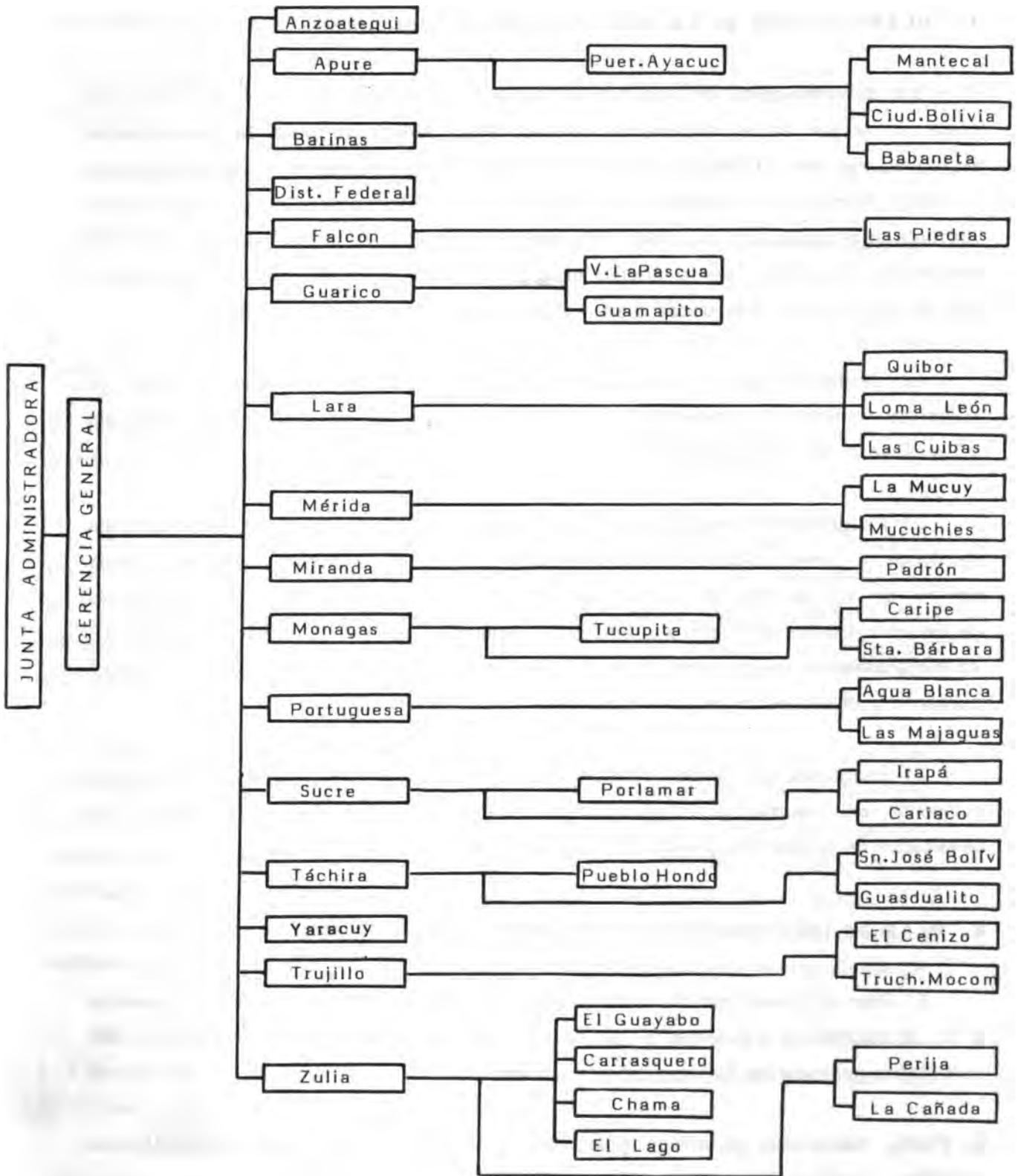


FIGURA 4. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Organigrama estructural (nivel estatal).
Fuente: FONAIAP. Plan Operativo 1986.

IV. PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION DEL FONAIAP

La determinación de los elementos de la planificación de la investigación tiene su origen en el documento titulado **Plan Indicativo para la Investigación Agropecuaria del FONAIAP**, durante el período 1981-1985. En ese documento, la Junta Administradora estableció las bases y los lineamientos de la investigación agrícola que sirven hoy en día de pauta para tales fines. En este contexto, la secuencia cronológica de la acción programática del FONAIAP debe compatibilizar en proporciones adecuadas a las exigencias del desarrollo agrícola.

El desarrollo de las actividades se realiza mediante el cumplimiento de objetivos generales y específicos contenidos en los programas de Investigación y Fomento de la Producción.

El Programa de Investigación contribuye a la determinación y divulgación de donde y como producir de manera óptima y racional lo que demanda el país dentro de su aspecto de variables agroecológicas y socioeconómicas. Además de generar los conocimientos prácticos y componentes que posibiliten el progresivo mejoramiento de la productividad agrícola nacional, en procura del autoabastecimiento y el bienestar de los productores y consumidores.

El Programa de Fomento de la Producción tiene como objetivos generales convertir en insumos e información de carácter científico y divulgativo, los resultados de la gestión desarrollada por los técnicos e investigadores.

V. PLAN DE INVESTIGACION Y FOMENTO DE LA PRODUCCION

El Plan de Investigación y Fomento de la Producción, se elabora en acuerdo a la problemática existente a los niveles de los ámbitos local y nacional. Se consideran prioritarios los siguientes aspectos:

- 1. Pocos materiales genéticos adaptados a las diferentes áreas agroecológicas actuales y potenciales.**
- 2. Alta dependencia del exterior en materia de importación de semillas certifica-**

das para los programas anuales de siembra.

3. Alto riesgo en la producción por el incremento del ataque de plagas y daños por enfermedades.
4. Grandes pérdidas por almacenamiento inadecuado.
5. Disminución del margen de ganancia por uso inapropiado de prácticas agronómicas.
6. Costos de producción de gran variabilidad y sujetos a la fluctuación del mercado.
7. Falta de ejecución de investigaciones operativas y sistemáticas a fin de comprobar los resultados y la repercusión de la investigación.

En acuerdo a la problemática antes planteada se elaboran los proyectos de investigación y fomento de la producción, los cuales están constituidos por un conjunto de actividades con objetivos específicos coherentes que, en un tiempo establecido y con un presupuesto dado, conducen a la obtención de resultados concretos.

Estos planes se discuten en los Talleres Nacionales donde asisten los Jefes de Proyectos y responsables de actividades, presididos por el Coordinador Nacional. Se realizan dos reuniones anuales: La primera, para la formulación de la programación de las actividades, y la segunda, para la exposición y revisión de los resultados. Los sistemas de seguimiento comprenden el informe trimestral y final de actividades y proyectos en forma computarizada y visitas a las diferentes unidades ejecutoras por el Coordinador y el Director de la Estación Experimental.

En 1987, se ejecutan 11 proyectos de investigación con 111 actividades y 3 proyectos de fomento de la producción con 9 actividades, con los siguientes objetivos:

Investigación

Genética:

Se realizan los esfuerzos necesarios para la obtención de variedades comerciales-nacionales, a partir de materiales introducidos de la colección mundial del Centro Internacional de la Papa (CIP) y del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), los cuales presentan rendimientos superiores a los utilizados tradicionalmente y poseen resistencia a las principales plagas y enfermedades. Además, se continúa la evaluación de clones promisorios para la producción comercial del tubérculo mediante la semilla sexual.

Con el fin de suministrar a los agricultores información sobre las variedades mejoradas en oferta, en el mercado internacional, se evalúan la adaptación de variedades de Holanda, Alemania, Francia y Canadá y su uso para consumo fresco y agroindustrial, en zonas de Lara, Monagas, Mérida y Trujillo.

Agronomía y Fertilización:

La investigación sobre prácticas agronómicas se orienta hacia la adaptación de sistemas de cultivo con semilla sexual y las relaciones entre distancia de siembra y tamaño de semilla. Se le ha dado prioridad también al uso racional de fertilizantes.

Fisiología:

Se estudia la caracterización de varios parámetros en diferentes variedades de papa con énfasis en la distribución del área foliar, transpiración, fotosíntesis y los potenciales hídricos y osmótico.

Plagas:

Se dedican importantes recursos financieros para ampliar los conocimientos sobre bioecología, dinámica poblacional y control integrado (biológico, feromona sexual, químico, trampas amarillas adhesivas) del pasador de la hoja (*Lyriomiza*

huidobrensis) y de la polilla minadora del tubérculo (*Phthorimaea operculella*), especialmente en los Estados Lara y Managás.

Además se conducen ensayos de dinámica poblacional y métodos de control de nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*), en Mérida, los áfidos en Monagás y Táchira, de la polilla guatemalteca (*Serobipalopsis solanivora*) en Táchira, y control químico del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en Mérida.

Enfermedades:

Se hace énfasis en métodos de control químico de la rizoctoniosis (*Rhizoctonia solani*), candelilla tardía (*Phytophthora infestans*) en Mérida, detección y caracterización de enfermedades virales en Monagás y en métodos de control integrado de la candelilla tardía en Lara. Así mismo, se estudia el efecto de patógenos sistémicos y latentes sobre el rendimiento, cuando la semilla obtenida se utiliza por varias generaciones.

Manejo Post-cosecha:

Se evalúan variedades importadas y clones nacionales bajo condiciones de diferentes sistemas de almacenamiento, su susceptibilidad a desórdenes fisiológicos y su posterior comportamiento bajo condiciones de campo.

Fomento de la Producción

Producción de insumos:

Se destinan amplios recursos financieros para la replicación de plantas *in vitro* y la producción de las categorías básicas mediante uso de técnicas de multiplicación rápida y de fundación por multiplicación de la categoría anterior bajo condiciones de campo.

Certificación de semillas:

Se realizan supervisiones e inspecciones en campos comerciales de agricul-

tores para la obtención de esta categoría de semillas.

Transferencia de Tecnología

Se realizan actividades en proyectos globales de las Estaciones Experimentales para la divulgación de la investigación obtenida mediante cursos, charlas, días de campo y publicaciones (boletines divulgativos, manuales, plegables y artículos en revistas científicas) y presentación de trabajos en eventos científicos y técnicos nacionales e internacionales.

VI. PERSONAL DEL RUBRO PAPA DEL FONAIAP

Se cuenta con personal a dedicación exclusiva y con investigadores que colaboran a tiempo parcial.*

Unidad ejecutora:	Grados:	Áreas de trabajos:
<u>CENIAP</u>		
Mario Cermelli*	Ph.D.	Entomología (Afidos)
Eustaquio Arnal*	M.Sc.	Entomología
<u>ESTACION EXPERIMENTAL LARA</u>		
Dylcia A. de Marcano	M.Sc.	Fitopatología
Jorge Salas*	M.Sc.	Entomología
Mirian Gallardo	M.Sc.	Producción y certificación de Semillas.
<u>ESTACION EXPERIMENTAL MERIDA</u>		
José de J. Alvarado	Ing. Agr.	Almacenamiento y fertilización
Jesús Monroy	Ing. Agr.	Certificación de semillas
Betty Paz ^{1/}	Ing. Agr.	Bacteriología y Biotecnología

1/ *En Curso de Post-grado.*

Unidad ejecutora:	Grados	Areas de trabajos:
Laura de Gualdrón	Ing. Agr.	Certificación de semillas
Rafael Urosa	M.Sc.	Fisiología
Neida Simosa	M.Sc.	Producción de semillas
<u>ESTACION EXPERIMENTAL MONAGAS</u>		
Alcibiades Carrera	Ing. Agr.	Genética y Producción de Semillas
Eduardo Ortega C.	M.Sc.	Fitopatología (Virología)
<u>ESTACION EXPERIMENTAL TACHIRA</u>		
Raúl León Palencia	Ph.D.	Genética
Alberto Pernia	Ing. Agr.	Producción de Semillas
Alvaro Vargas ^{1/}	Ing. Agr.	Almacenamiento y Producción de Semillas
Josué Rincón	Ing. Agr.	Genética y Entomología
Francia Torres ^{1/}	Ing. Agr.	Entomología
<u>ESTACION EXPERIMENTAL TRUJILLO</u>		
Dorián Rodríguez	Ing. Agr.	Agronomía
Freddy Montero	Ing. Agr.	Genética y Entomología

1/ En Curso de Post-grado.

VII. CONVENIOS

A. Internacionales

Centro Internacional de la Papa (CIP):

Donación de materiales genéticos y colaboración técnica en ejecución de proyectos de producción de semilla, semilla sexual y degeneración de semillas.

Programa Andino Cooperativo de Investigaciones en Papa (PRACIPA):

Financiamiento para ejecución del proyecto Manejo Integrado de Polillas de Papa.

Programa Andino de Desarrollo Tecnológico (PADT-Rural):

Financiamiento para la ejecución del proyecto Producción de Semillas y Transferencia de Tecnología

Programa Cooperativo de Investigaciones para la Subregión Andina (PROCIANDINO):

Financiamiento y adiestramiento de personal para la ejecución del proyecto Obtención de Variedades Nacionales de Papa con Resistencia a Enfermedades.

B. Nacionales

Corporación de Desarrollo para la Región Centro Occidental (CORPOOCCIDENTE):

Personal y financiamiento para infraestructura y producción de semillas.

Gobernaciones de Táchira y Mérida:

Financiamiento para mantenimiento de infraestructura y adquisición de equipos.

Además se reciben aportes del Instituto Agrario Nacional (IAN) como contra-

parte en el convenio del PADT-Rural para transferencia de Tecnología a pequeños productores y del convenio FONAIAP-BID a través del Programa de Desarrollo Tecnológico (PRODETEC), para investigación y producción de semillas básicas y contratación de personal técnico.

EVALUACION GENERAL DEL SEMINARIO

"NUEVOS ENFOQUES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PAPA"

Trujillo, Venezuela (17-21 de agosto de 1987)

(Evento 1.2.5)

B. Ramakrishna *

1. Desarrollo general del Seminario

El Seminario se efectuó en Trujillo, Venezuela, con la participación de los cinco países de la Subregión Andina, con el apoyo de los profesores del CIP y los profesores contratados por PROCIANDINO.

El evento se ubica en Trujillo, los Andes de Venezuela. El problema de Venezuela en los actuales momentos es buscar mecanismos de generación y multiplicación de su propia semilla básica. El Seminario 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 Seminario significó para los otros países el poder aplicar nuevos métodos y técnicas que provienen de la ciencia básica y aplicada relativa a este cultivo.

* *Especialista Internacional en Transferencia de Tecnología y Comunicación PROCIANDINO.*

Por lo general, la reunión de los cinco países, permitió identificar nuevas estrategias para mejorar sus líneas actuales, las técnicas más recientes disponibles en mejoramiento genético en aspectos tales como enfermedades, plagas y heladas. Es también muy importante, tal como se observa en las conclusiones y recomendaciones, los compromisos específicos que se establecieron en cuanto al intercambio de materiales genéticos de papa, de un país con esta tecnología hacia otro que lo necesita.

Estos compromisos adquiridos en el evento deben ser objeto de seguimiento.

2. Evaluación de los participantes

Los 14 participantes en el Seminario (8 internacionales y 6 nacionales) 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
1. GESTION ADMINISTRATIVA	86	MUY BUENO
1.1. Institución nacional	80	
1.2. Coordinador General del evento	87	
1.3. Coordinador Internacional	89	
1.4. IICA en el país sede de los participantes	83	
1.5. Sede Central PROCIANDINO	90	
2. FACILIDADES LOCALES DURANTE EL EVENTO	79	BUENO
2.1. Alojamiento y alimentación	79	
2.2. Salones de trabajo	79	
3. DESARROLLO DEL EVENTO	84	MUY BUENO
3.1. Programa y contenido del evento	90	
3.2. Cumplimiento del Programa	90	
3.3. Actividades fuera del aula	83	
3.4. Calidad del material de apoyo	69	
3.5. Grado de participación de los asistentes	80	
3.6. Calidad de conclusiones y recomendaciones	90	
4. ACTUACION DE LOS ESPECIALISTAS NACIONALES E INTERNACIONALES	85	MUY BUENO
4.1. Trabajos presentados por especia- listas del país sede	76	
4.2. Trabajos presentados por especia- listas nacionales de otros países	76	
4.3. Trabajos presentados por los pro- fesores especialistas invitados		
ICA	87	
CIP	91	
Argentina	92	
4.4. Conferencias y trabajos presen- tados por el Coord. Internacional del PROCIANDINO	88	
CALIFICACION GLOBAL DEL SEMINARIO	84	MUY BUENO

2.1. Gestiones administrativas:

En general, las gestiones administrativas fueron muy buenas, entre las cuales las gestiones de la sede central del PROCIANDINO y la actuación del Coordinador Internacional, ocupan un mejor lugar. Las calificaciones también indican que es deseable que las instituciones nacionales agilicen las tramitaciones administrativas correspondientes en este tipo de eventos. La actuación de las Oficinas del IICA en los países de los participantes se califica como muy buena.

2.2 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 no era muy adecuado. Es importante que en los futuros eventos los salones de clases y de trabajo sean más adecuados.

2.3. Desarrollo del evento:

El programa y el contenido del evento, cumplimiento del programa y la calidad de las conclusiones y recomendaciones fueron muy buenas. El grado de participación de los asistentes se califica como bueno; sin embargo, la calidad del material de apoyo se califica como regular. 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.

Las actividades fuera del aula, bien sean las 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 Seminario, aunque esto se califica como muy bueno, algunas observaciones generales indican que los participantes hubiesen deseado tener una mayor información tecnológica del país en donde se desarrolló el evento.

3. Actuación de los Especialistas Nacionales e Internacionales

Los trabajos presentados por los especialistas del país, así como también los informes presentados por los especialistas nacionales de los otros países del Convenio, los califican los mismos participantes como buenos; en cambio, los trabajos y conferencias presentados por los profesores del CIP y los contratados por el PROCIANDINO, como excelentes y muy buenos.

La calidad de los trabajos que se presentan en los Seminarios, requieren por lo tanto 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 y tecnología, disponibles en cada país.

Las conferencias presentadas por el Coordinador Internacional se califican como muy buenas.

El nivel técnico de algunas de las conferencias fue muy elevado y en otras fue eminentemente práctico. Es una buena combinación considerando el diferente nivel académico de los participantes.

4. Aspectos de transferencia de tecnología entre los países

El espíritu y los objetivos fundamentales de los Seminarios del PROCIANDINO radican en promover acciones que inciten 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 Seminario.

Los participantes del Seminario 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 consono con el tema del Seminario, el mejoramiento genético como el aspecto más destacado en el evento. Sin embargo, 64% de los participantes indicaron como sobresalientes los aspectos de mejoramiento genético, específicamente en los aspectos de resistencia a plagas, enfermedades, heladas y factores abióticos.

Un 43% de los participantes consideraron que los enfoques de uso de especies silvestres, haploides y biotecnología son muy importantes y que podrán ser introducidos en sus programas de mejoramiento.

El aspecto de intercambio de materiales genéticos fue el más destacado en el Seminario por el 29% de los participantes. Este aspecto se refleja en las conclusiones y recomendaciones del evento.

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, el 79% opinó que se necesita la consecución o transferencia de materiales genéticos resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades específicas y a heladas. La mitad de los participantes consideraron la necesidad de intercambiar experiencias, aspectos teóricos y técnicos de manejo de mejoramiento o enfoques tales como: uso de haploides, especies silvestres, genotipos heterocigotes, control integrado de las enfermedades y plagas.

Otro aspecto que señalaron el 29% de los participantes es el referente al intercambio de información científica y bibliográfica entre los países.

5. Comentarios sobre las conclusiones y recomendaciones del Seminario

Las recomendaciones generadas en el evento indudablemente tienen alcances muy profundos, no solo en términos de acuerdos puntuales para intercambiar materiales genéticos, técnicas de manejo de mejoramiento

y el intercambio de profesionales; sino también en la búsqueda de soluciones conjuntas y pensar, actuar e investigar para beneficio común de los países del Programa Cooperativo.

Se espera que en los próximos eventos técnicos sobre papa, bajo el auspicio del IICA-PROCIANDINO y CIP, en el marco de la Subregión, se tomen en cuenta estas recomendaciones para poder hacer el seguimiento de los acuerdos, acciones en mejoramiento genético y el fortalecimiento de los programas de investigación de papa en la Subregión.

PARTICIPANTES

País/Nombre	Dirección
Argentina	
Mendiburu, Américo	Estación Experimental INTA c.c. 276 - 7620 Balcarce (Argentina).
Bolivia	
Herbas Chávez, Jaime	IBTA-Estación Experimental Toralapa, Calle Colombia Nº 340. Casilla 2631. Cochabamba Bolivia.
Ibarra, Rodolfo	IBTA-Estación Experimental Chinoli, Calle W. Alba S/N Casilla Nº 388 Potosí-Bolivia. Teléf. 24189
Colombia	
Arévalo, Alvaro	ICA-CRI-Obonuco, Pasto, Nariño, Colombia. Teléf. 33532 - 32318
Estrada, Nelson	ICA-Tibaitatá. Apdo Aéreo 151123. El Dorado Bogotá. Colombia.
Gómez, Pedro León	Director División Cultivos Múltiples ICA Coordinador Internacional Subprograma Papa (PROCIANDINO). Apdo. Aéreo 151123, El Dorado Bogotá. Teléf. 2864257.
Ecuador	
Revelo, Jorge	Dpto. Fitopatología, Sección de Nematología Estación Experimental Santa Catalina. INIAP Apdo. 340, Quito - Ecuador.
Sola, Milton	Programa Papa INIAP. Apdo. 340 Quito - Ecuador.
Perú	
Espinoza, Nelson	Centro Internacional de la Papa (CIP). Apdo. 5969, Lima - Perú.
Huanco, Valeriano	INIAA-E.E. Puno Jirón. Capitan Morante 145, Puno - Perú.

País/Nombre	Dirección
Zúñiga, Noemí	INIAA Estación Experimental Sta. Ana, Huanclayo Perú.
Venezuela	
Alvarado, José	FONAIAP-Mérida. Av. Urdaneta Edif. MAC Oficina FONAIAP Segundo piso. Mérida-Venezuela.
Alvarado Luis	Gerente de Investigaciones-FONAIAP. Av. Las Delicias. Quinta Piedras Blancas Nº 57. Maracay-Venezuela. Teléf. 414956.
Aquino, Oswaldo	Adjunto al Gerente de Investigaciones-FONAIAP. Av. Las Delicias. Quinta Piedras Blancas Nº 57. Maracay-Venezuela.
León, Raúl	FONAIAP-Estación Experimental Táchira. Bramón Edo. Táchira-Venezuela.
Marcano, Dilcia	FONAIAP-Estación Experimental Lara. Apdo. 592 Barquisimeto Edo. Lara-Venezuela.
Montero Freddy	FONAIAP-Estación Experimental Trujillo. Teléf. 71558 (072) Apdo. 395. Trujillo-Venezuela.
Ortega, Eduardo	FONAIAP-Estación Experimental Monagas. Apdo. P.184. Maturín-Venezuela.
Rincón, Josué	FONAIAP-Estación Experimental Táchira. Bramón Edo. Táchira. Teléf.hab. 076-66961. Venezuela.
Rivas, Nelson	Gerente Fomento a la Producción-FONAIAP. Av. Las Delicias. Quinta Piedras Blancas Nº 57. Maracay-Venezuela.
Rodríguez, Dorian	FONAIAP-Estación Experimental Trujillo. Edo. Trujillo Venezuela. Teléf. (072) 71558. Apdo. 395.
Rodríguez, Yorman	FONAIAP-Estación Experimental Lara. Km 7 vía Duaca. Apdo. 592. Barquisimeto. Edo. Lara.
Simosa, Neyda	FONAIAP-Mérida. Av. Urdaneta Edif. MAC Oficina FONAIAP. Segundo piso. Mérida-Venezuela.
Fuenmayor, Emérita	FONAIAP-Zulia. Apdo. 1316. Zulia Maracaibo-Venezuela.

