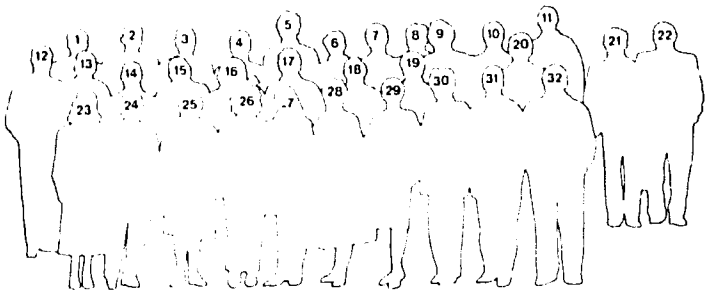
PN-ABN-096

Semilla Sexual de Papa en Latinoamérica



1 Pedro Sulcahuamán
2 Patricio Malagamba
3 Peter Gregory
4 Oscar Hidalgo
5 Noël Pallais
6 Hernán Rincón
7 José Santos Rojas
8 Frederick Payton
9 Primo Accatino
10 Francisco Olivet
11 Carlos Mejía
12 José F. Bareiro
13 Fidel Torres
14 José Luis Zapata
15 Oscar Malamud
16 Mercedes Suito
17 Boanerges Mairena
18 Rolando Cabello
19 Karen Wood
20 Jorge Tenorio
21 Mario Sepúlveda
22 Humberto Mendoza
23 Norma Maza
24 Silvia Vigo
25 Ive Avilés
26 Anita Ierna
27 Rosario Falcón
28 Graciela Rojas
29 Anna Strohmenger
30 Neily Espinola
31 Eduardo Ortega
32 Ali Golmirzaie

Trabajos presentados al Taller

SEMILLA SEXUAL DE PAPA

EN

LATINOAMERICA

Realizado en el CIP, Lima, en
Septiembre de 1991

Lima-Perú
1992

Presentación

Entre las tecnologías desarrolladas en los últimos años en el Centro Internacional de la Papa, el uso de semilla sexual es la que probablemente ha producido mayores espectativas, por cuanto constituye una alternativa que, bajo ciertas condiciones agroeconómicas, parece altamente viable para solucionar problemas que actualmente limitan la introducción o expansión del cultivo.

En Latinoamérica la investigación en el uso de semilla sexual de papa en los países se inició hace aproximadamente 10 años, incluyendo desde el desarrollo de progenies mejoradas hasta pruebas a nivel de finca que permitieron diseñar las formas básicas de utilización agronómica que ahora conocemos.

El progreso de los trabajos ha sido evidente; también lo es la experiencia ganada en cuanto al mejor conocimiento de condiciones ya sea favorables o limitantes a la posible adopción de esta tecnología. Para intercambiar dichas experiencias entre los programas más avanzados de la región latinoamericana respecto al uso actual de semilla sexual y para elaborar planes de acción colaborativa que permitan consolidar el progreso alcanzado, creímos importante citar a un Taller de Trabajo, cuyas Memorias nos complace aquí presentar.

Patricio Malagamba
Jefe, Departamento de Fisiología

Agradecimiento

Los organizadores desean expresar sus agradecimientos a la señora Mercedes Suito por el especial esfuerzo, dedicación e introducción de excelentes ideas respecto a la preparación del programa, su ejecución y en la elaboración de estas Memorias. Así también a la señorita Cecilia Lafosse por su invalorable ayuda en la preparación de las ilustraciones y el montaje respectivo.

Contenido

Página

Taller de semilla sexual de papa en Latinoamérica *(P. Gregory)* 1

Sistemas de uso de semilla sexual de papa para diferentes ambientes *(P. Malagamba)* 3

Calidad de la semilla sexual y manejo en poscosecha *(N. Pallais y R. Falcón)* 11

Producción de semilla sexual en diferentes ambientes *(P. Malagamba y R. Cabello)* 21

Desarrollo y difusión de la tecnología de semilla sexual de papa en Paraguay *(A. Strohmenger y J.F. Bareiro)* 27

Avances en la producción de semilla sexual híbrida de papa (SSP) en Chile *(J. Santos Rojas)* 47

Semilla sexual en la producción de papa en Nicaragua *(F. Torres, C. Gonzales y H. Torrez)* 59

Experiencias en uso de semilla sexual para la producción de papas en una comunidad campesina de la Sierra Central del Perú *(I. Avilés)* 71

Generación y adaptación de tecnologías para el uso de semilla sexual de papa (SSP) para la producción de material de siembra local en la República Dominicana *(F. Payton y R. Arbona)* 77

Lista de participantes 85

TALLER DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA EN LATINOAMERICA

P. Gregory[1]

Me es grato darles la más cordial bienvenida a este Taller de Semilla Sexual de Papa en Latinoamérica. Asímismo, es un placer ver representados aquí a países donde las proyecciones para la adopción de esta nueva tecnología, son tan alentadoras. Estoy seguro que este Taller nos brindará una excelente oportunidad para trabajar y planificar juntos la acción necesaria para acelerar la adopción de la semilla sexual de papa en Latinoamérica.

Preguntémonos cómo debemos enfocar mejor nuestros esfuerzos para obtener el máximo potencial de impacto en los campos de los agricultores. Asímismo, cómo podemos aprender de la experiencia de casos Latinoamericanos, como el de Nicaragua, donde la semilla sexual está siendo rápidamente adoptada por los pequeños agricultores. Al hacer esto, les pido que sean lo más críticos y abiertos posible sobre el trabajo que se realiza en el CIP. Vuestras sugerencias son vitales.

Finalmente, les doy las gracias a todos nuestros invitados por haber venido a participar en este Taller, el cual estoy seguro será muy productivo para todos.

Muchas gracias.

---

1 *Director General Adjunto de Investigación. Centro Internacional de la Papa (CIP).*

SISTEMAS DE USO DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA PARA DIFERENTES AMBIENTES

P. Malagamba[2]

La posibilidad de cultivar papas usando semilla sexual es mayor cuando las siguientes condiciones están presentes en una zona:

1. El clima debe ser favorable al cultivo durante tres o cuatro meses en el año.

2. Los rendimientos del cultivo son generalmente bajos debido a la alta incidencia de enfermedades transmisibles por el tubérculo-semilla.

3. El costo de los tubérculos para semilla representa una alta proporción de los costos totales del cultivo.

4. La mano de obra especializada en prácticas hortícolas es abundante.

5. Los campos de cultivo de papa son de superficie reducida.

6. El consumidor no exige perfecta uniformidad en los tubérculos.

7. El precio de la papa es elevado.

Una de las principales ventajas de la semilla sexual como alternativa de propagación del cultivo de la papa es la flexibilidad que ofrece, a través de distintas formas de uso, para adaptarse a diferentes condiciones agro-ecológicas. Así, en zonas en que es necesario renovar el material de siembra cada estación de cultivo, la semilla sexual puede utilizarse para producir tubérculos para consumo directamente. En ese tipo de condición, la forma de uso que muestra posibilidades más favorables de adopción es el de trasplante de plántulas que, como en muchas hortalizas, son producidas en almácigo y trasplantadas a distancias convencionales

---

2 *Fisiólogo. Jefe del Departamento de Fisiología. CIP.*

Previous Page Blank

para la producción de tubérculos de tamaño apropiado a las exigencias del mercado.

Cuando el clima permite multiplicaciones sucesivas, el sistema más original y eficiente de uso de la semilla sexual es la producción de tubérculos en una primera generación, para ser plantados en la temporada de cultivo siguiente. El número de multiplicaciones sucesivas posibles de realizar dependerá obviamente de la aptitud general de la zona y condiciones de producción que permitan mantener el estado sanitario de los tubérculos y su productividad en un nivel satisfactorio. Este sistema de uso es, a pesar de tomar diversas formas, el que ha mostrado mejor grado de adaptación y aceptabilidad en los diferentes lugares donde ha sido utilizado, en especial en aquéllos donde el cultivo de papa se realiza habitualmente, pero donde existen serias limitaciones de disponibilidad o costo de la semilla (Tabla 1). El clima, la superficie final que debe ser provista con tubérculos para la siembra, y las características agro-económicas de la región (si es agricultura comercial o de subsistencia) son factores que influyen decisivamente en la forma que adopta este sistema de uso.

Tabla 1. Costos en tubérculos-semillas (US$) para sembrar una hectárea en diferentes países (1989).

	Semilla Importada	Certificada Local	Semilla Corriente
Indonesia	930	n.d.	420
Sri Lanka	1 200	1 065	n.d.
Filipinas	1 850	675*	700
Tailandia	900-1 600	n.d.	200
Nueva Guinea	1 200	525*	690
Tunez	980	360-480	250-300
Corea	n.d.	690*	320
Perú	n.d.	480	360

*Subsidiado

Pruebas realizadas en campos de agricultores en diferentes países (Tabla 2) muestran los resultados favorables obtenidos al usar ya sea trasplantes o tubérculos-semillas provenientes de semilla sexual en comparación con el cultivo tradicional.

Tabla 2. **Rendimientos (t/ha) de cultivos de semilla sexual y del cultivo local obtenido en campos de agricultores en diferentes países (1986-90).**

	Trasplantes	Tubérculo de semilla sexual	Cultivo local
Bangladesh	30.9	33.2-36.6	10.3-18.6
India	18.2	32.1	24.2
Sri Lanka	14.8	17.3	12.4
Corea	5.1-20.6	n.a.	24.0-33.1
Filipinas	n.a.	30.0-45.0	6.0-10.0
Vietnam	6.0-15.0	17.0-24.0	14.8
Ruanda	20.0	21.4	15.1
Venezuela	16.7	28.3	12.9
Brasil	n.a.	27.3	13.5
Perú	10.2-29.3	18.6-35.1	14.4-20.6

Tenemos entonces, dos sistemas definidos por el destino que se dará al producto: 1) para consumo directo (humano), 2) para uso como tubérculo-semilla.

Ambos sistemas poseen diferentes opciones o formas adaptables de acuerdo a necesidades impuestas ya sea por el ambiente o por otras características propias del lugar donde la semilla sexual ofrece un alto potencial de uso. Así, en el primer caso, se incluyen aquellas vastas zonas productoras potenciales en la zona tórrida (donde en la actualidad la papa no es normalmente cultivada) predominantemente de agricultura de subsistencia o donde la mayor parte de la producción es destinada al consumo familiar en la propia finca. Para este tipo de condición, la introducción del cultivo de papa a través del uso de semilla sexual permitiría agregar un recurso alimenticio de gran valor nutricional en la dieta familiar, además de aumentar los ingresos invariablemente escasos del agricultor de esa zona. En una buena proporción de esa zona, especialmente en áreas ubicadas sobre los 500 m de altitud, las temperaturas son aceptables para el cultivo parte del año. En dichas condiciones de agricultura de subsistencia (según estimaciones, 2/3 del área agrícola en la zona tórrida) la producción en siembras escalonadas de semilla sexual en pequeñas parcelas o camas del huerto familiar, permite disponer de papas

para el consumo de la familia en forma constante o, de ser conveniente, para producir tubérculos que serán usados para siembra en la estación posterior más rigurosa. Varios métodos e implementos han sido diseñados para producción intensiva a nivel de pequeño agricultor en zonas de agricultura de subsistencia.

En algunos casos, donde existe un grado de organización más avanzado y condiciones climáticas más favorables, es posible proponer el desarrollo de agricultores "semilleristas" dentro de una comunidad campesina, cuya función es la utilización de la semilla sexual para producir tubérculos de primera generación, y como tales son normalmente de bajo grado de contaminación por enfermedades viróticas. Dichos tubérculos son distribuídos al resto de la comunidad para siembra dos o tres meses después de cosechados. Cabe destacar que para este tipo de ambientes, donde uno de los principales problemas del cultivo corresponde a la normal ocurrencia de marchitez bacteriana, el uso de semilla sexual proporciona una espléndida forma de evitar contaminación por el continuo renuevo del material de siembra.

A medida que el clima impone menos restricciones al cultivo de papa, el grado de elaboración de los posibles esquemas o sistemas de uso de la semilla sexual adquiere mayor complejidad. Es preciso notar que a medida que las condiciones se hacen más favorables al cultivo de papa tradicional, la necesidad de contar con progenies de características uniformes, de libre disponibilidad y que puedan competir con ventaja respecto a variedades comerciales, adquiere mayor significancia. Así, avanzando más en otras zonas que muestran alto potencial de adopción, se encuentran aquéllas donde el uso de semilla sexual permitirá sustituir a la forma actual de cultivo, que normalmente presenta limitaciones debido a las condiciones generales enunciadas al inicio de este análisis. En dichas zonas, habitualmente productoras de papas de consumo, el clima normalmente permite multiplicar los tubérculos una o varias veces. La alta tasa de multiplicación que posee el cultivo al usar la semilla sexual como material de siembra inicial, conduce a un sistema altamente eficiente, agregando a ello el hecho de partir siempre con un material libre de enfermedades viróticas. Los esquemas que han sido propuestos y adaptados con éxito en numerosas regiones de esta categoría, están basados en un número variable de

multiplicaciones factibles de realizar en la zona, sin deteriorar la calidad del tubérculo-semilla y de acuerdo al grado de organización existente (agricultores individuales que producen ya sea para su propio uso o para una comunidad o cooperativa, o empresas oficiales o privadas "semilleristas" desarrolladas localmente y destinadas a producir comercialmente semilla de tubérculo a partir de semilla sexual). En la Tabla 3 se muestra un esquema para agricultores individuales basado en sólo una multiplicación de campo, para proveer el tubérculo-semilla para sembrar 0.5 a 1.0 hectárea de papa para consumo en la temporada de cultivo próxima.

Tabla 3. Esquema de autoabastecimiento de semilla de papa para fincas individuales de 0.5-1.0 ha, con una multiplicación a campo.

Estación 1	40 g	100 m^2 canteros	1 000 kg tub-sem
Estación 2	1 000 kg tub-sem	0.5-1.0 ha campo	10 000 kg consumo

En la Tabla 4 se presenta un esquema de producción para climas más favorables, con más multiplicaciones de campo posibles, que incluye cierto grado de institucionalización, con participación de organizaciones oficiales o privadas en las etapas iniciales de mayor dificultad y de agricultores semilleristas que realizan las multiplicaciones posteriores.

Tabla 4. Esquema producción de semilla de papa a partir de semilla sexual para abastecer un area total de 2 000 ha en cuatro multiplicaciones.

Estación Experimental			
Estación 1	50 g SSP	150 m^2 canteros	100 000 tub-sem
Estación 2		2 ha	40 t
Agricultores Semilleristas			
Estación 3		20 ha	400 t
Estación 4		200 ha	4 000 t
Estación 5		2 000 ha	40 000 t

Modificaciones en el área inicial y número de multiplicaciones permiten ajustar este esquema básico a diferentes condiciones y necesidades. Además, la inclusión de evaluaciones del grado de propagación de virus en cada etapa y de selección apropiada de los tubérculos permiten llegar a un sistema que, por razones de simplicidad y bajo costo del material inicial, posee un gran potencial de aplicación.

Bibliografía

Bryan, J. 1986. TPS production and distribution by CIP-Lima. True potato seed letter, CIP, Vol. No. 2.

Haugeraud, A.; E. Nyirazikwiye. 1986. Farmers'use of true potato seed in Rwanda. Unpublished.

Monares, A. 1984. Socioeconomic research on the production and utilization of true seed in Peru. In: Innovative methods for propagating potatoes. Report of the XXVIII, CIP, Planning Conference, Lima, Peru pp 205-219.

Malagamba, P.; A. Monares; D. Horton. 1984. Design and evaluation of different systems of potato production from true seed. In: Winiger, F.A. and Stocklii (eds.) 9th Triennial conf. Eur. Assoc. Potato Research, Interlaken, Switzerland.

Malagamba, P. 1988. Potato production from true seed in tropical climates. HortScience 23:495-499.

Malagamba, P.; A. Monares. 1988. True Potato Seed: Past and present uses, CIP, Lima, Peru. 40 pp.

Wiersema, S. 1986. A method of producing seed tubers from true potato seed. Potato Research 29:225-237.

CALIDAD DE LA SEMILLA SEXUAL Y MANEJO EN POSCOSECHA

N. Pallais[3] y R. Falcón[4]

Introducción

La semilla sexual de papa se vislumbra como una alternativa apropiada para producir este cultivo en climas tropicales (Malagamba, 1988). La calidad de la semilla expresada en su comportamiento durante la germinación es un factor determinante en la producción de un cultivo. La germinación de la semilla de óptima calidad debe ser uniforme y rápida bajo condiciones de campo (Dickson, 1980). El uso de semilla vigorosa es importante para: (i) disminuir los ataques de patógenos en el suelo, (ii) facilitar el manejo de las malas hierbas y, (iii) procurar una cosecha temprana y uniforme.

De acuerdo con Clarke y Stevenson (1943), Gallagher y Navbi (1985), y Lam (1968), la temperatura óptima para la germinación de la semilla sexual de papa oscila entre 10 y 20 °C. Sin embargo, ahora que pretendemos usar la semilla sexual para producir el cultivo de la papa, y no como en el pasado solamente para su mejoramiento genético, es necesario comprender más a fondo las características de la semilla durante la germinación. La semilla "recién cosechada" generalmente se encuentra en estado de "reposo". Por consiguiente, germina con dificultad bajo temperaturas que oscilan alrededor de los 25 °C. Es por esto que, en condiciones de campo, generalmente se observa que la germinación de la semilla sexual es muy desuniforme (2-4 semanas) como para producir con ella directamente el cultivo. Afortunadamente, los factores fisiológicos que causan el reposo de la semilla sexual de papa e inhiben su germinación en alta temperatura (>25 °C), pierden paulatinamente su efecto durante el período de almacenamiento de la semilla (Pallais *et al.*, 1990). Cuando la semilla es almacenada en forma apropiada, sale del estado de reposo y adquiere la capacidad

[3] *Científico. Departamento de Fisiología. CIP.*
[4] *Asistente. Departamento de Fisiología. CIP.*

Previous Page Blank

de germinar en menos de siete días bajo condiciones de alta temperatura (27/47 ° C) (CIP, 1991).

El tiempo necesario para el cese del reposo de la semilla varía entre 6 y 24 meses, según el genotipo y las condiciones ambientales durante el almacenamiento (Pallais y Espinola, 1991). El reposo de la semilla sexual de papa se puede mantener hasta por ocho años en condiciones de baja temperatura (5 ° C) (Simmonds, 1963; Simmonds, 1968).

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos del contenido de humedad de la semilla sexual y de la temperatura durante el almacenamiento sobre su capacidad de germinar en condiciones de alta temperatura, y de conservar su calidad u óptimo vigor germinativo.

Materiales y Métodos

Experimento 1

En agosto de 1989, se produjo en Lima, Perú, semilla sexual de Atzimba x 104.12LB. Las bayas fueron cosechadas 10 semanas después de la polinización de plantas sanas que recibieron seis aplicaciones de nitrógeno (40 kg/ha c/u), además de 120-200-120 de N-P-K a la siembra. Después de la extracción, se secó la semilla con los siguientes contenidos de humedad; 3,85; 5,40; 7,52; 8,57; 10,86; y 12,39% (en base a peso seco). La semilla se selló inmediatamente en sobres de aluminio y se almacenó en dos ambientes de temperatura constante: 15 y 30 ° C. Antes de las evaluaciones se hidrató la semilla de todos los tratamientos hasta un contenido de humedad uniforme de 13%. El diseño experimental fue de bloques completos al azar y el análisis se efectuó de acuerdo a los métodos estadísticos indicados por Steel & Torrie (1980). Los tratamientos fueron evaluados a los 4, 8, 12 y 16 meses de almacenamiento.

Experimento 2

En abril de 1990, se produjo en Osorno, Chile, semilla sexual de Atzimba x DTO-33 bajo condiciones agro-ecológicas óptimas. La

semilla fue almacenada con 6% (en base a peso seco) de contenido de humedad, a 5 ° C para preservar su máxima intensidad de reposo. En julio de 1991, la semilla almacenada fue sometida durante 1, 2 y 3 meses a los siguientes tratamientos antes de ser evaluada: (1) contenido de humedad de 3, 6 y 9%; (2) temperatura de 30 y 43 ° C. Además, se usaron los mismos métodos que en el Experimento 1.

Evaluación en el laboratorio

Germinación en placas Petri (9 cm): La semilla fue colocada de manera uniforme sobre papel de filtro Wathman N°2 humedecido con 5 cm^3 de agua desionizada. Se usaron cuatro repeticiones de 100 semillas cada una muestreadas al azar. Estas, después de hidratadas se pusieron a germinar en incubadores sin luz. La temperatura diaria durante la germinación fue de 27 ° C por 21 horas y 40 ° C por tres horas. Al séptimo día se evaluó el porcentaje de semillas germinadas.

Evaluación en el invernadero

Se evaluó la emergencia y el crecimiento inicial de las plántulas. La semilla se sembró en bandejas con una mezcla desinfectada de suelo orgánico y arena, en proporción 1:1. La distancia de siembra fue de 2 cm entre plantas y 5 cm entre surcos. Se sembraron cinco repeticiones de 20 semillas cada una muestreadas al azar. Se evaluó diariamente el porcentaje de emergencia a primera vista de los cotiledones hasta 10 días después de la siembra. La semilla que emergió después del décimo día fue eliminada y no se evaluó. Al décimo-séptimo día, las plántulas fueron cortadas al nivel de suelo para evaluar en cada repetición los pesos fresco y seco del follaje.

Resultados y Discusión

Experimento 1. Efectos del contenido de humedad y de la temperatura sobre el vigor de la semilla durante el almacenamiento.

En todas las evaluaciones (a los 4, 8, 12, 16 meses) existió una fuerte correlación ($P<0,001$) entre el porcentaje de germinación en

alta temperatura al séptimo día y los demás parámetros evaluados durante la emergencia en el invernadero (Tabla 1). De manera que, para facilitar la interpretación de los resultados, en este trabajo se discute el efecto de los tratamientos sobre el vigor de la semilla, basándose solamente en el porcentaje de germinación en alta temperatura.

Tabla 1. Coeficientes de correlación entre los parámetros evaluados durante la germinación en el laboratorio a alta temperatura y los parámetros evaluados durante la emergencia de las plántulas en el invernadero.

	Emergencia de plántulas		
	10 días	17 días	
% de germinación	%	Peso fresco	Peso seco
4 meses	0.909***	0.860***	0.871***
8 meses	0.812***	0.841***	0.814***
12 meses	0.959***	0.908***	0.904***
16 meses	0.945***	0.806***	0.711***

*** = $P<0.001$

Cuando se almacenó la semilla con un contenido de humedad mayor de 8%, la respuesta negativa en el vigor de la semilla a los cuatro meses a 30 °C fue muy similar a la respuesta obtenida a los 16 meses a 15 °C (Figs. 1a, b). Esto significa que a 30 °C la semilla perdió su vigor y la mayor parte de su viabilidad en sólo cuatro meses, mientras que a 15 °C los perdió en 16 meses. Estos resultados concuerdan perfectamente con la teoría clásica de la respuesta a las condiciones de almacenamiento en las semillas resistentes a la desecación u "ortodoxa" (Ellis y Roberts, 1981). Por encima del 8% de humedad, la actividad biológica de la semilla incrementa logarítmicamente (Vertucci, 1989). La intensidad de este proceso bioquímico aumenta con la temperatura. Esto causa inicialmente el progresivo deterioro de la semilla o la pérdida de su vigor durante la germinación y, finalmente, su inviabilidad.

Sin embargo, cuando la semilla fue almacenada con menos de 6% de humedad, perdió su reposo conservando su vigor, puesto que su germinación en alta temperatura aumentó con el tiempo. A los cuatro meses de almacenada a 15 ° C, cerca de 60% de la semilla germinó y a los 16 meses la germinación subió a 80%. A los cuatro meses a 30 ° C, la germinación fue de 80% y a los 16 meses alcanzó el 100%. Esto significa que la semilla almacenada con un bajo contenido de humedad (<5%) no se deterioró con el tiempo; por el contrario, aumentó su capacidad para germinar en alta temperatura. El aumento progresivo de la capacidad de esta semilla para germinar en alta tempertura ocurrió más rápidamente a 30 ° C que a 15 ° C.

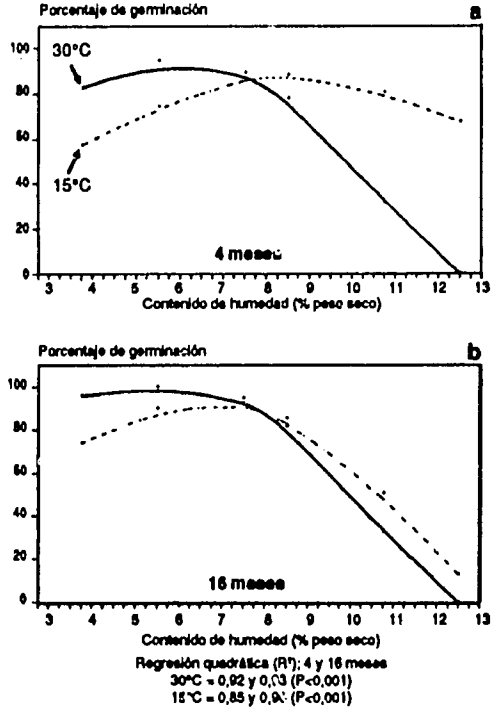


Fig. 1a, b. Efecto de la humedad y la temperatura durante el almacenamiento de semilla de Atzhoa x 104.12LB en su vigor germinativo.

Estos resultados apoyan las conclusiones formuladas anteriormente por Simmods (1963), de que el reposo de la semilla sexual de papa se conserva por más tiempo cuando es almacenada con un bajo contenido de humedad y a menor temperatura. Sin embargo, no concuerdan con su recomendación de almacenar la semilla sexual de papa al medio ambiente para que pierda su reposo: el contenido de humedad de la semilla así almacenada fluctuaría aproximadamente de 6 a 9% en clima templado y de 8 a 11% en tropical. La sugerencia de Simmonds (1968) resultaría tal vez acertada y práctica para las condiciones ambientales de Inglaterra, donde él trabajó. Sin embargo, la germinación fue siempre más vigorosa en la semilla debidamente almacenada a 30 ° C. Esto sugiere que la semilla sexual de papa podría perder su reposo sin perder su vigor en un menor tiempo al ser almacenada con un bajo contenido de humedad (<5%) en temperaturas más altas que 30 ° C. El siguiente experimento examina esta posibilidad.

Experimento 2. Efecto de 1, 2 y 3 meses de almacenamiento en alta temperatura (30 y 43 ° C) sobre semilla almacenada con diferentes contenidos de humedad.

La fuerte intensidad de reposo que tenían las semillas de Atzimba x DTO-33 al inicio de este experimento se demostró claramente con el porcentaje de germinacion casi nulo que se obtuvo al mes de su almacenamiento a 30 ° C (Tabla 2). Los resultados muestran claramente que no es conveniente almacenar las semillas con 6 y 9% de contenido de humedad para que éstas pierdan eficazmente su reposo en condiciones de alta temperatura (>30 ° C), puesto que ninguna de estas semillas germinó al tercer mes de almacenada a 43 ° C. De manera que se confirmó la conclusión del experimento anterior, es decir, la importancia crucial de almacenar semilla sexual de papa con un bajo contenido de humedad (<5%) en condiciones de alta temperatura (por ejemplo en ambientes tropicales).

La semilla de Atzimba x DTO-33 perdió primero su reposo sin perder su vigor y obtuvo 97% de germinación a los dos meses de

almacenada a 43 °C con 3% de contenido de humedad. Al tercer mes, la semilla almacenada en estas condiciones había conservado su vigor (germinación de 96%). Los resultados muestran que la semilla de Atzimba x DTO-33 también perdió su reposo (96%) al tercer mes de almacenada a 30 °C con 3% de humedad. Dichos resultados contrastan significativamente con los obtenidos en el experimento anterior con la semilla Atzimba x 104.12LB, pues bajo similares condiciones estas últimas se demoraron casi 16 meses en perder la totalidad de su reposo. De manera que es conveniente investigar los factores ambientales, durante la producción y el manejo en poscosecha, que pudieran estar afectando la intensidad de reposo de la semilla sexual y su capacidad de poder germinar en condiciones desfavorables, al poco tiempo después de haber sido debidamente almacenada.

Tabla 2. Efecto del contenido de humedad en semilla almacenada por 1, 2 y 3 meses en dos niveles de temperatura, en la germinación al séptimo día.

Contenido de Humedad (%)	Tiempo de almacenamiento (meses) 1		2		3	
	Temperatura (°C) 30	43	30	43	30	43
3	0	40	58	97	96	96
6	0	52	81	61	98	0
9	4	0	33	0	40	0
L[y z]	0.50*	0.47*	0.26ns	0.98**	0.71**	0.75**
Q	0.62*	0.88**	0.96**	0.99**	0.99**	0.99**

y/R^2 para la regresión linear (L) y cuadrática (Q).
z/**,*, y ns denotan P< 0.001, 0.05 y >0.05.

Conclusiones sobre la semilla sexual de papa

1. El porcentaje de germinación al séptimo día en alta temperatura (27/40 °C) es un parámetro altamente confiable, para poder predecir el vigor de la semilla durante su emergencia y el desarrollo inicial de las plántulas, después de sembrada en condiciones de campo.

2. La semilla debe permanecer siempre almacenada con un bajo contenido de humedad (3-5%, base a peso seco).

3. El reposo, el vigor y la viabilidad de la semilla se preservan mejor cuando es almacenada con un bajo contenido de humedad (5%) y a baja temperatura (15 ° C).

4. El reposo de la semilla se puede reducir rápidamente conservando su vigor y viabilidad almacenando la semilla con un bajo contenido de humedad (3-4%) y a mayor temperatura (>30-40 ° C).

5. El reposo, el vigor y la viabilidad de la semilla se pierden rápidamente cuando es almacenada con un alto contenido de humedad (>7%) y a mayor temperatura (>15 ° C).

6. Después de haberse finalizado el reposo de la semilla en alta temperatura, es conveniente almacenar la semilla en baja temperatura (5 ° C) para conservar mejor su vigor.

7. Es necesario identificar los factores que durante la producción (clima, madurez) y poscosecha (tratamientos de desinfección, temperatura y velocidad de secamiento) puedan estar afectando la intensidad del reposo de la semilla.

Bibliografía

Centro Internacional de la Papa. 1991. Informe Anual CIP 1991. Lima, Perú. 258 p.

Clarke, A.E.; F.J. Stevenson. 1943. Factors influencing the germination of seed of the potato. Am. Potato J. 20:247-259.

Dickson, M H. 1980. Genetic aspects of seed quality. HortScience 15:771-773.

Ellis, R.H.; E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science & Tecnology. 9:373-409.

Gallagher, D.T.P.; M.N. Navbi. 1985. Extraction and germination of true potato seed. New Zealand J. Expt. Agr. 12:151-154.

Lam, S.L. 1968. Interaction of temperature and gibberellin on potato seed germination. Am. J. Botany 55: 193-198.

Malagamba, P. 1988. Potato production from true seed in tropical climates. HortScience 23:495-500.

Pallais, N.; N. Espinola; R. García; J. Santos-Rojas. 1990. Factors affecting seedling vigor in potatoes:II. Genotype, dormancy, and pre-sowing treatments. Am. Potato J. 67:109-119.

Pallais, N.; N. Espinola. 1992. Seed quality as affected by nitrogen during true potato seed production and moisture conditions during storage. Am. Potato J. 69:85-93.

Pallais, N; N. Espinola; R. Falcón; R. García. 1991. Improving seedling vigor in sexual seeds of Potato under high temperature. HortScience 26:296-299.

Simmonds, N.W. 1963. Experiments on the germination of potato seeds. I,II. Eur. Potato J. 6:45-76.

Simmonds, N.W. 1968. Prolonged storage of potato seeds. Eur. Potato J. 11:150-156.

Steel, R.; T. James. 1980. Principles and procedures of statistics: A Biometrical Approach. Mc Graw-Hill Book Company, New York.

Vertucci, C.W. 1989. Relationship between thermal transitions and freezing injury in pea and soybean seeds. Plant Physiol. 90:1121-1128.

PRODUCCION DE SEMILLA SEXUAL EN DIFERENTES AMBIENTES

P. Malagamba[5] y R. Cabello[6]

Con el continuo progreso en el desarrollo de progenies con características agronómicas mejoradas, cuya adaptación ha sido probada bajo diferentes condiciones agroclimáticas, la demanda por semilla sexual en diferentes países, ya sea para pruebas más extensivas o para distribución a agricultores, ha manifestado un aumento constante en los últimos años. Para esta mayor demanda, es decir, para proveer a aquellos programas en países más avanzados en el proceso de evaluación/adopción de esta forma alternativa la producción de papa, el CIP ha estado contratando con el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) de Chile una producción creciente, hasta un máximo de alrededor de 10 kg por año, de aquellos híbridos que hayan mostrado mejor adaptación y aceptación. En la actualidad, la inclusión de híbridos en dicho grupo se basa en resultados obtenidos de una "Prueba Internacional de Verificación" que es distribuída a 10 países para evaluación, en la cual se incluye un número de 20 a 25 progenies provenientes de diferentes programas de mejoramiento, y que fueron a su vez objeto de una selección previa a través de pruebas realizadas en el Perú, en diferentes ambientes. Además, cantidades crecientes de semilla están siendo producidas en la India, donde nuestro grupo regional produjo durante la última temporada alrededor de 5 kg de híbridos de excelentes características, seleccionados por el proyecto de mejoramiento regional que opera en ese país y apoya los programas nacionales de esa parte del mundo.

Proyectos para producir semilla híbrida existen en la actualidad además de Chile e India, en Indonesia, Turquía y se inician en Kenya.

En el Perú, el CIP produce semilla de híbridos avanzados para pruebas agronómicas en Lima y San Ramón, de los cuales se seleccionan aquéllos que se incluirán en la Prueba Internacional de

---

5 *Fisiólogo. Jefe del Departamento de Fisiología. CIP.*
6 *Ingeniero Agrónomo. Departamento de Fisiología. CIP.*

Verificación en la próxima campaña. La producción de esos híbridos, en número superior a los 40 cada año, se realiza en Lima bajo condiciones semi-controladas, con longitud de día adicional (tres horas de interrupción nocturna), riego y fertilización controlados.

Estas distintas experiencias han permitido desarrollar los principios básicos sobre producción de semilla, que son modificados continuamente a través de los aportes de conocimientos de un contrato de investigación que mantenemos con el INIA, en Chile para trabajos específicos que se realizan en la Estación Experimental de Remehue, en Osorno, así como mediante diferentes proyectos de investigación que hemos intensificado durante los últimos dos años en nuestras estaciones de Lima y San Ramón. De manera que contamos con una gama de ambientes donde se realizan trabajos de investigación y producción de semilla sexual, desde aquéllos con características de luminosidad, longitud de día y temperaturas altamente favorables para una eficiente producción de semilla sexual hasta otros en que, debido a su ambiente adverso, la floración y formación de frutos en papa son hechos poco frecuentes. Así, se han desarrollado prácticas de campo, tales como el diseño de plantación, programa de fertilización de suelos mediante aplicaciones adicionales de N que permiten producir mayor cantidad y mejor calidad de semilla, métodos de extracción mecánica, manejo y evaluación de polen, métodos y esquemas de polinización, extracción y lavado de semilla, etc. Recientemente trabajamos en identificar técnicas para preservar en óptimo nivel la calidad de la semilla (vigor) eliminando los problemas de reposo.

De los trabajos de adaptación del uso de semilla sexual en numerosos países del mundo, es evidente que el mayor potencial de adopción se encuentra en aquellas zonas de características agroecológicas tales que la forma tradicional de cultivar papas posee limitaciones. Así, zonas especialmente favorables a la adopción son aquéllas con temperaturas altas, donde si bien es posible el cultivo de papa en parte del año, los tubérculos están sujetos a una rápida pérdida del estado sanitario y, en consecuencia, los costos de producción son elevados por la necesidad de adquirir semilla de tubérculo en cada estación de cultivo. Es en dichas zonas, sin

embargo, por esa rápida pérdida de capacidad productiva del material de plantación, por la necesidad de contar con almacenes de alto costo que puedan conservar los tubérculos-semillas, y por la alta frecuencia de pequeños agricultores, predominantemente de agricultura de subsistencia, para que sea factible el uso de semilla sexual se requiere, también, que se desarrollen materiales parentales y métodos apropiados para producirla con eficiencia y bajo costo.

En general, la producción de semilla sexual bajo condiciones de día corto y alta temperatura como las que se presentan en Lima y San Ramón, Perú, no sólo es dramáticamente inferior a la de zonas de latitudes mayores sino también de alta irregularidad. En el caso de nuestra localidad costera (Lima) la falta de radiación se agrega a la insuficiente longitud del día en gran parte del año, resultando normalmente en una baja productividad de semilla sexual en los cruzamientos dirigidos. Cuando las condiciones de luminosidad mejoran, con la cercanía del verano, la alta temperatura es el factor limitante y causante del acentuado aborto de flores o del bajo porcentaje de fecundación alcanzado por la rápida pérdida de fertilidad del polen.

En la actualidad, en el CIP se están dedicando esfuerzos especiales de investigación a la identificación de materiales genéticos y combinaciones parentales que permitan una mejor posibilidad de producir semilla de híbridos mejorados, bajo condiciones ecológicas similares a aquellas presentes en aquéllas zonas tropicales con mayor potencial de adopción.

Diferentes híbridos nuevos, provenientes de progenitores que logran producción de semilla sexual en forma y cantidad satisfactoria reciben especial preferencia. En consecuencia, una gran proporción de las nuevas progenies que distribuye el CIP son originadas de progenitores que han sido seleccionados, además, por producir abundante floración en climas adversos. Más aún, para optimizar la posibilidad de producir semilla híbrida en dichas condiciones, se están realizando diferentes pruebas agronómicas que incluyen prácticas complementarias a aquéllas exitosas ya establecidas, que permitan manejar el ambiente en beneficio de una mayor eficiencia de producción.

Dentro de técnicas disponibles que han sido desarrolladas para favorecer la formación de flores y frutos bajo fotoperíodos cortos, el uso de una interrupción del período nocturno por tres horas, ha permitido incrementar significativamente la producción de flores y frutos, en comparación con la simple prolongación de las horas de luz, en una gran proporción de casos y materiales probados.

En la actualidad estamos definiendo mejor el período más efectivo para mayor economía, así como formas complementarias que puedan hacer los métodos y materiales genéticos disponibles aún más eficientes.

Bibliografía

Malagamba, P. 1988. Potato production from true seed in tropical climates. HortScience 23:495-499.

Mendoza, H. 1984. Selection of uniform progenies to use in TPS commercial potato production. In: Innovative methods for propagating potatoes. Rpt. XXVIII Planning Conference, CIP, Lima, Peru. pp 5-16.

Pallais, N.; N. Espinola; D. Berríos. 1984. Physical relationships between berries and seeds of potato. HortScience 21:1359-1360.

Pallais, N. 1987. True potato seed quality. Theor. Applied Genet. 73:784-792.

DESARROLLO Y DIFUSION DE LA TECNOLOGIA DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA EN PARAGUAY

A. Strohmenger[7] y J. F. Barrero[8]

Antecedentes

En 1987, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) del Paraguay puso en marcha un programa de investigación y capacitación en papa con la colaboración del Centro Internacional de la Papa (CIP). Desde el inicio, se consideró prioritario el estudio en el área de semilla, porque la carencia de material de siembra en el país representaba el principal obstáculo para el mejoramiento y la expansión del cultivo. En años anteriores se habían importado ocasionalmente tubérculos-semillas de papa por medio de programas de ayudas internacionales, pero estas acciones no tuvieron continuidad porque no se orientaban hacia el objetivo de resolver la falta de material de plantación. Por lo tanto, científicos y técnicos involucrados en el nuevo programa consideraron importante investigar la posibilidad de producir semilla de papa en las condiciones locales y generar informaciones básicas aprovechables por el sector público y privado a fin de cubrir la demanda de mercado en cuanto a material de siembra.

Un rápido análisis de la situación agro-socio-económica del país permitió delinear una estrategia de acción sobre la cual se elaboró una propuesta de trabajo que se presentó a las direcciónes del MAG y del CIP.

El plan de actividad del incipiente programa se dividía en varias líneas de investigación y capacitación; entre éstas se destacaba la "Utilización de Semilla Sexual". Esta tecnología, según los especialistas, encontraba en Paraguay condiciones propicias para su adopción, sobre todo por: (1) la presencia de un tipo de productores caracterizados por la baja tecnología empleada, escasos recursos económicos y pequeña superficie de explotación; (2) el alto costo de

---

7 *Agrónomo. Instituto Agronómico Oltremare (Firenze); CC 1107 UNDP, Asunción/Paraguay.*

8 *Ingeniero Agrónomo. Instituto Agronómico Nacional; Ruta 2, Km 48, Caacupé/Paraguay.*

Previous Page Blank

la semilla certificada importada teniendo en cuenta la lejanía de los centros de producción de semilla en el extranjero; (3) la ausencia de empresas dedicadas a la importación regular de tubérculos-semillas de categoría certificada.

Con la aprobación del plan de actividad del programa, se instalaron los primeros ensayos de semilla sexual en el Instituto Agronómico Nacional (IAN), principal centro de investigación agrícola del Paraguay, y en el Instituto Agropecuario Salesiano (IAS) "Carlos Pfannl" en Coronel Oviedo, importante centro de formación de agrónomos.

Algunos de los técnicos del IAN estaban enterados de la posibilidad de utilizar semilla sexual como fuente primaria para la obtención de tubérculos; sin embargo, tenían dudas sobre su comportamiento por ciertos prejuicios que se relacionan a: la variabilidad de las progenies; la creencia de que se trata de una tecnología de bajo nivel, recomendable apenas para países del tercer mundo y, desconocer el potencial productivo de nuevas líneas híbridas, en zonas subtropicales.

Difusión de la tecnología

Los primeros ensayos se realizaron con el fin de definir un esquema de producción de papa de consumo a partir de la siembra de semilla sexual. Para lograr este propósito se tomaron en cuenta dos factores: el comportamiento anual de la temperatura (Fig.1) en la zona centro y centro-este de la Región Oriental del Paraguay donde el cultivo está más difundido, y la necesidad de proveer tubérculos-semillas para diferentes épocas de plantación.

El análisis de estos factores permitió determinar, en primer lugar, el momento del año más indicado para la siembra de manera de obtener el mayor rendimiento y la mejor calidad posible de tubérculos; y en segundo ugar, los métodos alternativos de producción que podrían beneficiar a diferentes tipos de usuarios (semilleristas, horticultores, amas de casa, etc.). Por lo tanto, no se detalló la tecnología que se iría a poner en práctica, sino más bien se involucró al proyecto a un investigador, a un extensionista y a un

productor para comprobar y ajustar los ciclos de producción que caracterizan el uso de la nueva tecnología. Este trabajo se realizó en los primeros dos años utilizando varias progenies recibidas del CIP. Los ensayos se condujeron siguiendo exactamente el esquema ideado, por el cual con una siembra anual, en el mes de julio, se dispondrían tubérculos-semillas desde febrero hasta mayo. Las plantaciones anticipadas de febrero y marzo serían conducidas como campos de multiplicación de tubérculos-semillas y una vez cosechados habría suficiente tiempo para someterlos a un tratamiento de ruptura de reposo para proveer al productor material de plantación en julio y agosto, mientras que los campos plantados en abril y mayo se destinarían principalmente al consumo (Fig. 2).

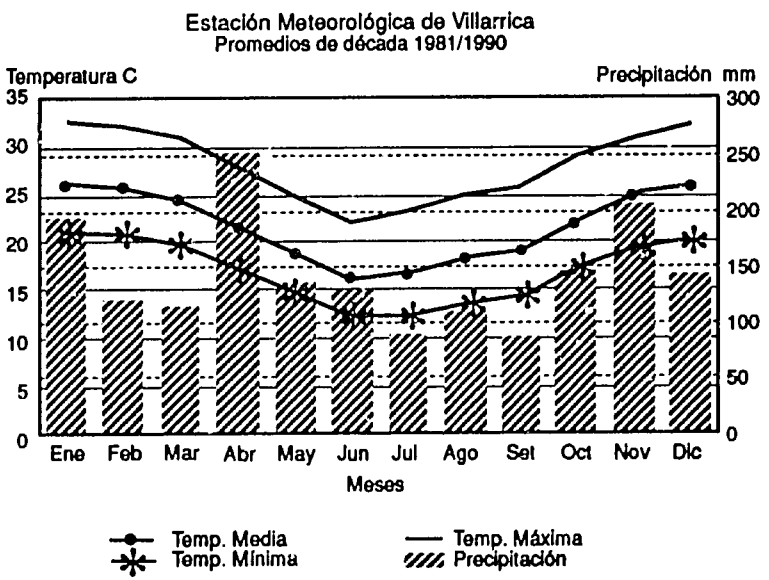


Fig. 1. Temperaturas y precipitaciones en las zonas centro y centro-este de la región oriental del Paraguay. Departamento de Climatología, Dirección de Metereología e Hidrología. Asunción, Paraguay, 1991.

Año 1 *Año 2*

Ju Jl Ag Se Oc No Di En Fe Ma Ab My Ju Jl Ag Se Oc No Di

Siembra ——> *Cosecha*

Almacenamiento —> *Plantación*[1]*/Cosecha*/Plantación/Cosecha***

Almacenamiento ——> *Plantación*[2]*/Cosecha*/Plantación/Cosecha***

Almacenamiento ——————> *Plantación*[2]*/Cosecha***

Almacenamiento ——————> *Plantación*[2]*/Cosecha***

[1]Tuberculillos <20 g en camas de almácigo con riego
[2]Uso de tubérculos 20 g en campo
*Tratamiento de tubérculos para romper la dormancia
**Principalmente para el consumo.

Fig. 2. Uso de semilla sexual de papa para las zonas centro y centro-este de la región oriental del Paraguay. CIP, 1987.

En este sistema se comparó el aspecto agronómico de un gran número de progenies hasta seleccionar Atlantic x LT-7 y Serrana x LT-7. Estos dos híbridos fueron escogidos para difundir la tecnología a los primeros usuarios de semilla sexual debido a su rapidez y uniformidad en germinar, vigor de planta, menor perecibilidad de los tubérculos durante el almacenamiento y mayor tolerancia a temperaturas elevadas. Sin embargo, como otros materiales genéticos presentan inconvenientes por ejemplo, Atlantic x LT-7 no es resistente a *Phytophthora infestans*, aunque los rendimientos que se han obtenido, de los tubérculos-semillas de segunda o tercera generación, fueron similares a Desireé y al de aquéllos logrados con cultivares también propagados en el país, como Kennebec y Primicia (Tabla 1).

Luego de la identificación de Atlantic x LT-7 y Serrana x LT-7 como las dos progenies más aptas para la divulgación de la nueva tecnología, se reconoció la importancia de examinar más detalladamente la metodología del uso de semilla sexual en fincas de productores mientras que el estudio de nuevas líneas híbridas debía ensayarse primeramente en la estación experimental y con productores seleccionados.

Tabla 1. **Rendimientos de cultivares y líneas híbridas en ensayo con bloques completos al azar y tres repeticiones (densidad de plantación 41 000 plantas/ha). IAS "Carlos Pfannl", Paraguay, junio 1991.**

Material	kg/planta		t/ha
Serrana x LT-7*	0.663	n.s.	27.2
Atlantic x LT-7*	0.629		25.7
Desirée	0.639		26.2
Kennebec	0.631		25.8
Primicia	0.585		24.0

C.V. (%) = 10.66
*Se utilizaron tubérculos brotados de 2a. generación, de 30 g aproximadamente, producidos en la estación experimental del IAN.

Los primeros usuarios

Varios operadores de campo empezaron a interesarse en el uso de semilla sexual al observar los primeros resultados logrados en el IAS "Carlos Pfannl". En este lugar, dos trabajos desarrollados por estudiantes habían comprobado la posibilidad de abastecer la demanda de tubérculos-semillas y papa de consumo del Instituto.

Mediante varios ensayos, ellos demostraron que al sembrar cada año (julio) 50 m^2 de camas de almácigo con semilla sexual y siguiendo el esquema mencionado, era posible producir tubérculos-semillas para plantar 2 500 m^2 en dos épocas del año (marzo y agosto); de este modo se proveía semilla y papa de consumo: parte de ésta se destinaba al comedor y el restante a la despensa de la escuela donde se vendía para recuperar los gastos de producción. Esta demostración fué muy importante porque la semilla sexual se adoptó en forma definitiva en la sección de horticultura, teniendo ahora los alumnos la oportunidad de aprender a cultivar papa mientras que la Administración del Instituto "Carlos Pfannl" dejó de adquirir tubérculos-semillas para fines educativos.

Los interesados en la nueva tecnología, se acercaron a la estación experimental del IAN en Caacupé, sede principal del proyecto, para recabar informaciones sobre ésta y obtener una muestra de semillas. A los técnicos de agencias regionales de

extensión, estaciones experimentales y escuelas agropecuarias, se les entregaron los informes disponibles, se les impartieron algunas recomendaciones y se les proveyó semilla sexual de ias progenies seleccionadas. También algunos productores recibieron esta colaboración por su interés en experimentar una nueva tecnología de producción de papa y por su necesidad de proveerse de semillas sanas y a bajo costo. Con este gesto se pudo verificar cómo los beneficiarios adquirían familiaridad con la semilla sexual y adaptaban la tecnología de acuerdo a sus recursos. La evaluación de adopción se realizó por medio de visitas periódicas a la mayoría de los usuarios, mientras que un agente de extensión llevó a cabo una entrevista estructurada para poder identificar la metodología desde la siembra e individualizar los obstáculos hallados en esta fase de adaptación de tecnología.

Por otra parte, debido a la necesidad de multiplicar y difundir los tubérculos-semillas de primera generación obtenidos de la siembra en estaciones experimentales, se tomó la decisión de distribuir dichos materiales a cooperativas, escuelas agrícolas, agencias de extensión y productores particulares. También en este caso se impartieron las recomendaciones necesarias, se distribuyeron folletos, y se dedicó tiempo para visitar periódicamente las parcelas a fin de capacitar a los productores en las principales atapas de producción, ya que para ellos la papa representaba un nuevo cultivo. Esta acción dió resultados satisfactorios porque los productores verificaron la capacidad productiva de los tuberculillos (peso promedio 20 g) de primera generación. Las parcelas, de superficie no mayor a 4 000 m^2, plantadas en marzo y conducidas practicando descarte, acciones sanitarias necesarias y eliminación del follaje a los 70-80 días de la plantación, mostraron tasas de multiplicación de 11 a 16, es decir que al plantar 80 kg de tuberculillos se cosecharon de 900 a 1 300 kg de tubérculos-semillas de tamaño variable entre 30 y 120 g (datos suministrados por la Agencia del SEAG en Sapucai y la Cooperativa Colonias Unidas en Obligado). El satisfactorio resultado de los cultivos motivó a los productores y a las instituciones que los apoyan a repetir la experiencia, a profundizar sus conocimientos y en algunos casos despertaron el interés de sembrar semilla sexual para asegurar la provisión de tuberculillos para el siguiente año.

De aquí surgió la necesidad de organizar un curso especializado en producción de tubérculos-semillas de papa al cual fueron convocados técnicos de dos cooperativas, tres escuelas agropecuarias, dos productores y tres extensionistas, oportunidad en que recibieron una preparación teórica y un entrenamiento práctico en la estación experimental del IAN. Este evento, que se llevó a cabo en junio de 1991, se realizó con el objetivo de formar un equipo técnico de usuarios que compartan la responsabilidad del establecimiento de un programa de producción de tubérculos-semillas de papa. Dos tecnologías de semilla fueron presentados a los participantes: la de la multiplicación rápida de variedades por cortes de tallos de "plantas madres", y la de la siembra de semilla sexual. Los participantes aprendieron los conceptos básicos en la propagación de semillas de papa y practicaron las distintas técnicas. Como última actividad del curso, se organizaron grupos de trabajo para que cada uno pudiera elaborar un proyecto de producción de tubérculos-semillas de papa de acuerdo a sus condiciones. De esta actividad resultó que todos los participantes tenían el interés de utilizar semilla por ser un método de fácil adopción sobre todo por no requerir infraestructura costosa.

La evolución de la tecnología

Al involucrar en el proyecto a los beneficiarios directos, como ingenieros agrónomos, agrónomos extensionistas, profesores, productores y estudiantes se pudo evaluar la semilla sexual bajo varias condiciones y según diferentes propósitos de producción. La mayoría de los usuarios estuvieron interesados en sembrar semilla botánica para proveerse de tubérculos-semillas, siguiendo el esquema desarrollado en el IAS "Carlos Pfannl". El primer contacto con semilla sexual les ha permitido producir tubérculos aunque la experiencia evidenció que el resultado, en cuanto a rendimiento y sanidad del material, no siempre respondió totalmente a la expectativa.

La entrevista realizada a los primeros usuarios permitió deducir que la tecnología no resultó sin ciertos inconvenientes. En primer lugar el productor subestima el valor del cuidado que necesita un almácigo sembrado con semilla sexual de papa; la atención debe ser constante y tal vez mayor de la que él dedica

comúnmente a otras especies sembradas en la huerta, por dos motivos fundamentales: la semilla es pequeña y muy sensible a las variaciones de temperatura y humedad del suelo, y requiere un substrato orgánico adecuado que provea los nutrientes necesarios para las plántulas recién germinadas.

En Paraguay, la siembra invernal (junio-julio) expone una progenie a adversidades climáticas como: repentinos cambios de temperaturas con posibles heladas nocturnas, fuertes vientos que resecan la superficie del almácigo, y ocasionales aguaceros. En muchos casos estos fenómenos comprometieron el establecimiento del cultivo; los productores constataron la necesidad de proteger el semillero con cobertura de paja o lámina plástica transparente, mantener constante la humedad del substrato y, cuando sea posible utilizar un rompeviento. Aquellos usuarios que aprenden a ubicar correctamente el semillero, preparar bien el substrato del almácigo y controlar las adversidades climáticas, reconocen que las plantas se desarrollan rápidamente y adquieren el vigor necesario; en caso contrario, las plantas son débiles y más sensibles a enfermedades fungosas causadas por *Rhizoctonia solani, Fusarium spp. Pythium spp, Phythophthora infestans*; a daños de coleópteros, *Diabrotica spp, Epicauta spp., Epitrix sp,* y *Lagria villosa;* y a infestaciones de *Tetranychus spp., Polyphagotarsonemus latus, Phthorimaea operculella* y *Symmestrischema striatella*. Todos estos organismos pueden perjudicar la calidad de los tubérculos-semillas y reducir considerablemente los rendimientos.

La capacitación previa de los usuarios y la práctica de la siembra en sus propias condiciones son experiencias indispensables para la adopción de la nueva tecnología. Una vez que los productores comprendan los conceptos básicos de la producción de semilla de papa y se familiaricen en el manejo de la semilla sexual, tendrán motivos para ampliar la superficie de siembra, utilizar mayor tecnología mediante la adquisición de implementos e insumos, y mejorar su infraestructura.

El IAS "Carlos Pfannl" es un ejemplo de cuanto se afirma: la siembra de semilla sexual ocupa hoy una superficie de 300 m^2 cuyo objetivo incluye: la capacitación de los alumnos, el abastecimiento

del comedor, la venta de papa de consumo en la despensa y la comercialización de tubérculos-semillas a los productores de papa.

El uso opcional de semilla sexual

La semilla sexual puede utilizarse tanto para producir tubérculos-semillas como para obtener papa de consumo. En Paraguay existen experiencias aisladas de familias campesinas que sembraron pequeñas parcelas en la huerta (de 4 a 20 m^2) de semilla sexual durante el invierno (julio) a fin de cosechar tubérculos. Los tubérculos de mayor tamaño (>30 g) se consumieron a nivel familiar mientras que los tuberculillos (1-30 g) se almacenaron para plantarlos nuevamente cuando brotan (marzo). Aún no se han llevado a cabo estudios minuciosos sobre la posibilidad de difundir el uso de semilla sexual en huertos familiares debido a que esta promoción debería ser respaldada por instituciones que trabajan directamente en la educación y el desarrollo de la familia rural como el Servicio de Extensión Agrícola u otras instituciones, públicas o privadas, que fomentan el desarrollo de cultivos alimenticios en pequeños espacios.

El uso de semilla sexual al nivel de huerto familiar, en áreas urbanas y rurales, puede presentar ventajas técnicas, económicas y sociales. En primer lugar, su distribución es menos costosa y más fácil que transportar y manipular cajas de tubérculos-semillas; en segundo lugar puede sembrarse escalonadamente de marzo a agosto, mientras que la fecha de plantación de tubérculos depende de su estado de brotación; y en tercer lugar la siembra escalonada permite disponer de papa de consumo durante muchos meses del año, de manera que las familias de menores recursos económicos podrían consumirla regularmente. Cabe señalar que para una gran parte de la población paraguaya, la papa representa un alimento caro que se compra para ocasiones especiales y en la mayoría de los poblados en el interior del país, este tubérculo de gran valor nutritivo rara vez se encuentra en las despensas.

Conclusiones

En Paraguay la tecnología de semilla sexual ha iniciado su desarrollo gracias a la gran receptividad de los operadores de campo a nuevas tecnologías. Los primeros usuarios, representados por un investigador, un extensionista, un productor y varios estudiantes, han sido los principales promotores de la generación y difusión del sistema de producción de papa a partir de la siembra de semilla sexual. El trabajo de este grupo ha posibilitado la incorporación al proyecto de nuevos usuarios de la tecnología y en base a sus experiencias ellos han contribuído con el proyecto para modificar, ajustar, mejorar y divulgar la tecnología (Anexo I). En la práctica, la tecnología ha evolucionado de acuerdo a la mayor comprensión de los factores que influyen sobre la producción entre los que se destacan: la correcta preparación del suelo; la época y el método de siembra; la protección del almácigo durante el establecimiento del semillero; el manejo de tubérculos-semillas durante el almacenamiento y el control de enfermedades y plagas durante la propagación de la semilla.

El esquema de producción de papa a partir del uso de semilla sexual ideado al poner en marcha el proyecto en 1987, fue muy útil para desarrollar y difundir la tecnología. Sin embargo, ahora existen variaciones a la propuesta original porque los usuarios están acomodando la tecnología de acuerdo a sus zonas agroecológicas (Anexos II, III, IV), a la mayor familiaridad con semilla sexual, al mejoramiento de la infraestructura y a la generación de nuevas prácticas agronómicas.

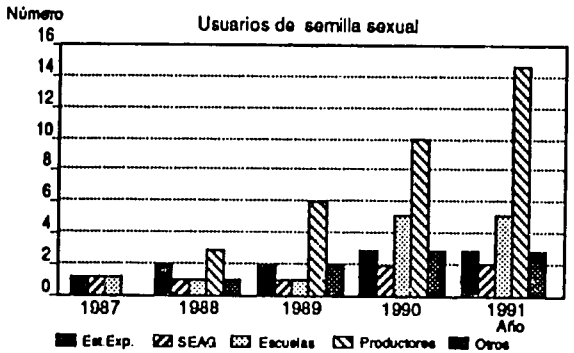
En la divulgación de la tecnología de semilla sexual fué decisiva la producción de tubérculos-semillas de primera generación en el IAN de Caacupé y en el Campo Experimental de Caña de Azúcar (CECA) de Natalicio Talavera, cuya distribución a productores seleccionados reforzó el interés de los usuarios en aprender el proceso completo de producción a partir de la siembra en camas de almácigo, y aceleró la adopción de esta tecnología.

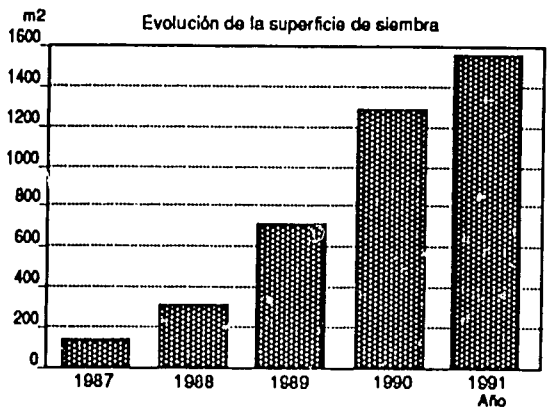
A pesar de los prejuicios que siguen existiendo sobre el uso de semilla sexual, la tecnología interesa a un número creciente de productores. Estos, de un lado, notan una cierta diversidad

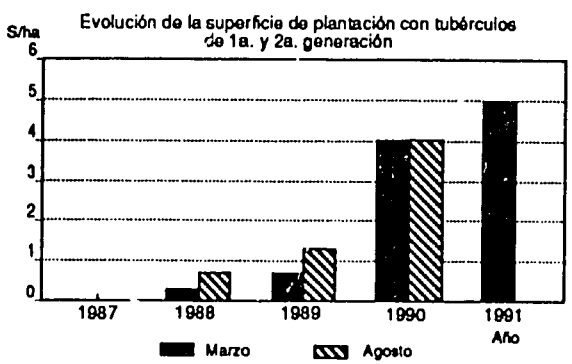
fenotípica de Atlantic x LT-7 y Serrana x LT-7, y de otro lado reconocen la ventaja del sistema mediante el cual es posible conseguir tubérculos-semillas que dan origen a plantas sanas, vigorosas y de buen rendimiento.

Sin disponer de infraestructura costosa, los productores realizan una siembra en almácigo (100 m^2) y una multiplicación en campo (10 000 m^2) gastando aproximadamente US$ 2 325; según esta primera estimación económica, el costo de producción de tubérculos-semillas de segunda generación es de apenas US$ 0.23/kg (Anexos V, VI). Entre los usuarios de la tecnología, la Cooperativa de Colonias Unidas y el IAS "Carlos Pfannl" consideran la posibilidad de realizar una multiplicación adicional para incrementar la oferta de material de plantación y al mismo tiempo comercializar tubérculos-semillas a un precio bajo. Cabe señalar que en 1991 se han comercializado en el país 15 000 t de tubérculos-semillas certificados importados de Argentina, a un precio de U$ 0.54/kg, mientras que la mayoría de los productores han utilizado como "semilla" la papa consumo que han adquirido en el Mercado de Abasto de Asunción a un precio de U$ 0.23/kg. Estos datos evidencian la potencialidad del uso de semilla sexual, como material inicial de un programa nacional de abastecimiento de tubérculos-semillas certificados y como fuente de ingreso para pequeños productores.

Anexo I







MAG/IAO, Paraguay, 1991

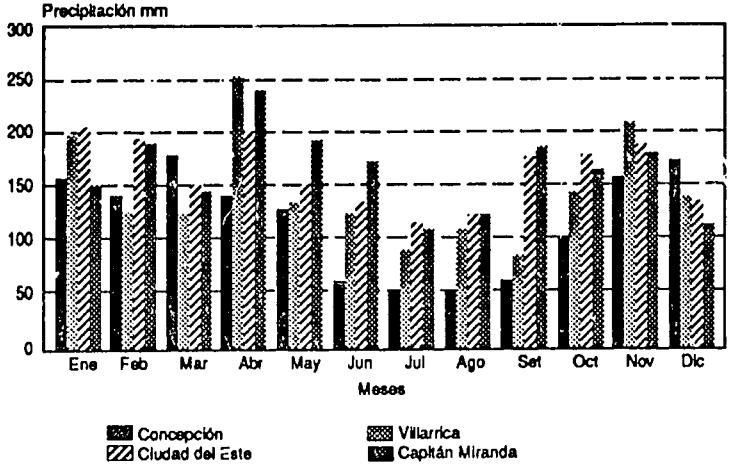
Anexo II

Mapa Geográfico del Paraguay

O = Localización de los usuarios de semilla botánica

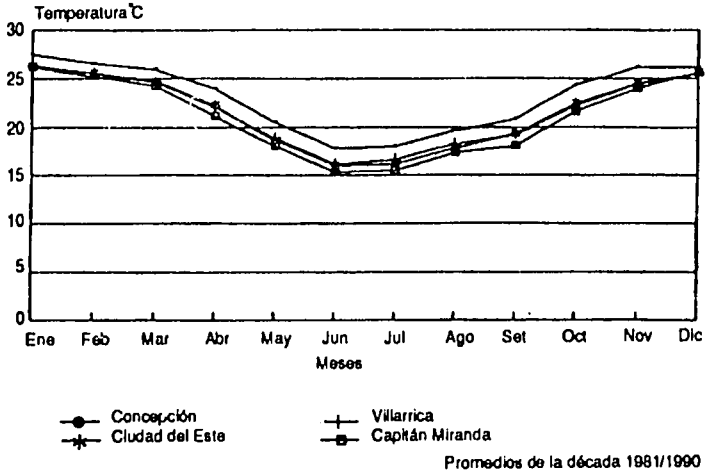
Anexo III

Precipitación total en zonas aptas para
el uso de semilla sexual de papa



Promedios de la década 1981/1990

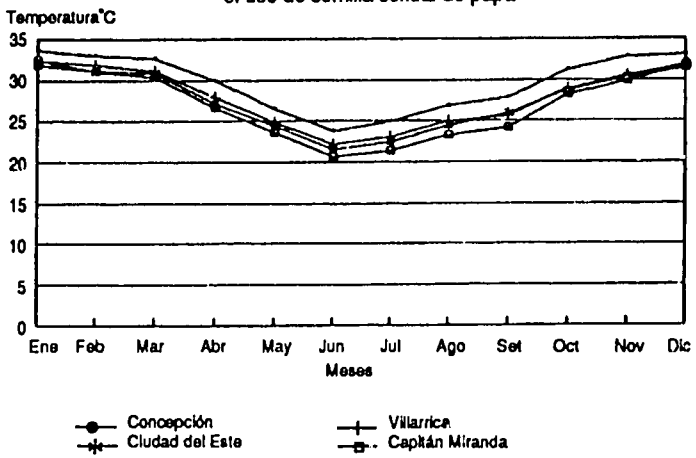
Temperaturas medias en zonas aptas para
el uso de semilla sexual de papa



Promedios de la década 1981/1990

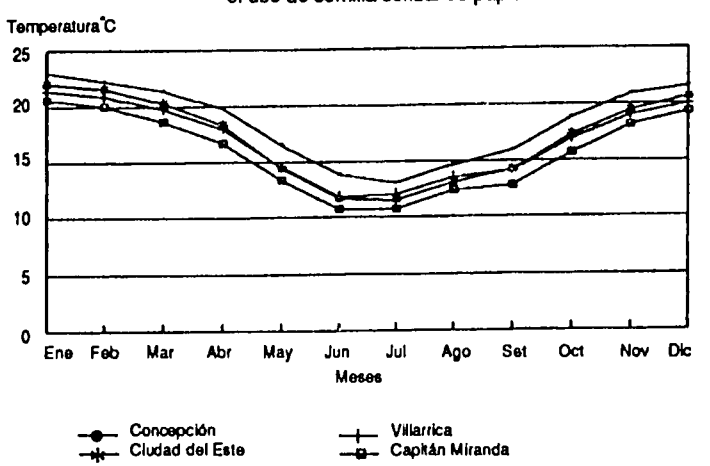
Anexo IV

Temperaturas máximas en zonas aptas para el uso de semilla sexual de papa



Datos promedios de la década 1981/1990

Temperaturas mínimas en zonas aptas para el uso de semilla sexual de papa



Datos promedios de la década 1981/1990

Anexo V

Costo de producción de tubérculos-semillas de papa. Siembra directa de semilla sexual en 100 m² de cama de almácigo.

Concepto	Cantidad	Costos (G$)	(US$)*	(%)
Costos fijos				
Capital				
Tierra				
Implementos				
Subtotal		**117 000**	**90**	**21**
Costos variables				
a) Insumos técnicos				
Semilla botánica (g)	10	5 200	4	
Plástico 200 mu (m)	100	90 000	70	
Fertilizantes (kg)	10	8 000	6	
Topsin (kg)	0.5	11 000	8	
Sevin (dm^3)	1/4	4 000	3	
Malatox (dm^3)	1/4	4 000	3	
Ridomil (dm^3)	1/4	7 000	5	
Dithane (kg)	0.5	4 000	3	
Adherente (dm^3)	1	8 000	6	
Gasolina		30 000	23	
Subtotal		**171 200**	**132**	**31**
b) Mano de obra (días) a 8 000 G$/día				
Preparación substrato	11			
Siembra	2			
Repicaje	1			
Aporque	2			
Riego, labores culturales	2			
Limpieza área	7			
Cosecha	4			
Clasificación	4			
Subtotal	**35**	**264 000**	**203**	**48**
SUBTOTAL	**35**	**587 400**	**335**	**79**
TOTAL COSTOS FIJOS Y VARIABLES		**552 200**	**425**	**100**

*Tasa de cambio, febrero, 1991: US$ 1 300 x G$

Anexo VI

Esquema y costo de producción de tubérculos-semillas de papa a partir de la siembra de la semilla sexual.

	US$ Inversión	Valor semilla
Julio-febrero		
Siembra en 100 m^2 de camas de almácigo	425	
Cosecha 500 kg - 30 000 tubérculos		
Almacenamiento	100	
		(1.05/kg)
Marzo-junio		
Plantación de 1 ha	1 300	
Cosecha de 10 t tubérculos-semillas		
Tratamiento y distribución	500	
TOTAL	2 325	
		(0.23/kg)
Julio-noviembre		
Plantación de 10 ha		

Paraguay, 1991.

Bibliografía

CIP. 1987. Informe Anual. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

_____. 1988. Informe Anual. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

_____. 1989. Informe Anual. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

_____. 1990. Informe Anual. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

Hidalgo, O.; H. Rincón. (edit.) 1989. Memorias del Taller: Avances en la Producción de Tubérculos-Semillas de Papa en los Países del Cono Sur. CIP, Lima, Perú.

IAS. 1988. Trabajo de minitesis. Ensayo de producción de tubérculos-semillas de papa de primera y segunda generación a partir de semilla botánica. Instituto Agronómico Salesiano "Carlos Pfannl", Cnel. Oviedo, Paraguay.

_____. 1989. Trabajo de minitesis. Ensayo de producción de tubérculos semilla de papa de primera y segunda generación a partir de semilla botánica. Instituto Agronómico Salesiano "Carlos Pfannl", Cnel. Oviedo, Paraguay.

MAG. 1987. Informe Anual Programa Paraguayo de Papa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay.

_____. 1988. Informe Anual Programa Paraguayo de Papa y Batata. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Asunción, Paraguay.

_____. 1989. Informe Anual Proyecto Paraguayo de Papa y Batata. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Asunción, Paraguay.

_____. **1990.** Informe Anual Proyecto Paraguayo de Papa y Batata. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Asunción. Paraguay.

Malagamba, P.; A. Monares. 1988. True Potato Seed: Past and Present Uses. CIP, Lima, Peru.

Strohmenger, A.; T. Mayeregger; A. Varela. 1988. Estudio sobre la utilización de la semilla botánica de papa en la producción comercial de tubérculos semilla en Paraguay. Resumen XI Congreso Argentino de Horticultura. Mendoza, Argentina, setiembre, 1988.

Strohmenger, A.; T. Mayeregger; F. Espinoza. 1989. Producción de tubérculos semilla de papa a partir de la siembra de la semilla botánica. Resumen XIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Mar del Plata, Argentina, marzo, 1989.

Strohmenger, A.; J. Bareiro. 1991. Informe del "Primer Curso Nacional sobre la Producción de Tubérculos Semilla de Papa". Instituto Agronómico Nacional, Caacupé, Paraguay, junio, 1991.

Strohmenger, A.; J. Bareiro. 1991. Capacitación en tecnología de semilla de papa, factor decisivo para el mejoramiento y la difusión de este cultivo en Paraguay. (En publicación por la Revista di Agricultura subtropicale e Tropicale, Firenze, Italia).

AVANCES EN LA PRODUCCION DE SEMILLA SEXUAL HIBRIDA DE PAPA (SSP) EN CHILE

J. Santos Rojas[9]

Introducción

Una de las áreas de investigación más revolucionarias en el cultivo de la papa en la actualidad es el uso de semilla sexual como elemento de propagación del cultivo. Si bien es cierto que esta técnica de reproducción ha sido empleada desde hace tiempo en el mejoramiento genético de la especie, sólo hasta época reciente, se pensó utilizarla en su multiplicación.

Debido al interés e importancia de utilizar semilla sexual de papa (SSP) en los países del tercer mundo, se hizo necesario que el Centro Internacional de la Papa (CIP) dispusiera de suficiente cantidad de semilla de progenies seleccionadas a fin de facilitar la evaluación y adaptación de esta nueva tecnología. Por otra parte, también se hizo necesario que el CIP colaborara en el desarrollo de técnicas de producción de semilla sexual de alta calidad en grandes cantidades con el objeto de permitir la evaluación y adopción de esta tecnología en campos de agricultores. Teniendo en cuenta ambos propósitos, el CIP y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile, han desarrollado un trabajo colaborativo de investigación en producción de SSP de alta calidad desde mediados de la década del ochenta. Este trabajo cooperativo de investigación INIA/CIP se ha desarrollado en la Estación Experimental Remehue y Subestación Experimental La Pampa del INIA, en Osorno, Chile. A continuación se presenta una breve síntesis de los resultados de la actividad colaborativa de investigación INIA/CIP sobre producción de SSP.

Antecedentes

El Programa Nacional de Papa del INIA a principios de la década del ochenta comenzó a evaluar diversos tipos de

---

9 *Ingeniero Agrónomo. Coordinador del Programa Nacional de Papa. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile.*

Previous Page Blank

cruzamientos para producción de SSP en Osorno. Los resultados preliminares indican rendimientos favorables para las progenies 4X - 2X, aunque se evaluó solamente un progenitor 2X (W5295.7) (Fig. 1). También en esa época se estudió el comportamiento de progenies híbridas y de polinización libre bajo condiciones de campo, y algunas de estas progenies superaron a las variedades testigo (Tabla 1).

Considerando las condiciones edafoclimáticas ideales (temperatura, fotoperiodo, humedad ambiental y suelo) que tiene el sur de Chile para la floración y fructificación de la Papa, a partir de la temporada 1984/85 se inició un programa de investigación colaborativa INIA/CIP en producción de SSP.

Resultados

El trabajo cooperativo de Investigación sobre producción de SSP realización INIA/CIP ha tenido resultados muy satisfactorios. La Tabla 2 resume las cantidades de SSP híbrida producida durante siete temporadas en el sur de Chile.

A estos 88 kg de semilla híbrida debemos agregar otros 12 kg producidos en experimentos, lo que suma alrededor de 100 kg de semilla sexual. Esta cantidad de semilla sexual alcanza para sembrar a lo menos unas 500 ha de papa.

En la producción de esta semilla hemos ido incorporando, en cada campaña, las innovaciones tecnológicas que sugieren los resultados de la investigación científica que paralelamente se desarrolla en otros trabajos colaborativos INIA/CIP sobre SSP.

La tecnología de producción de SSP desarrollada por el trabajo colaborativo INIA/CIP está siendo traspasada exitosamente a los productores y a la empresa privada, quienes ya han producido a lo menos el doble de la cantidad de SSP señalada en la Tabla 2.

Los aspectos que parecen ser claves en el avance del conocimiento tecnológico para producir SSP de alta calidad son los siguientes:

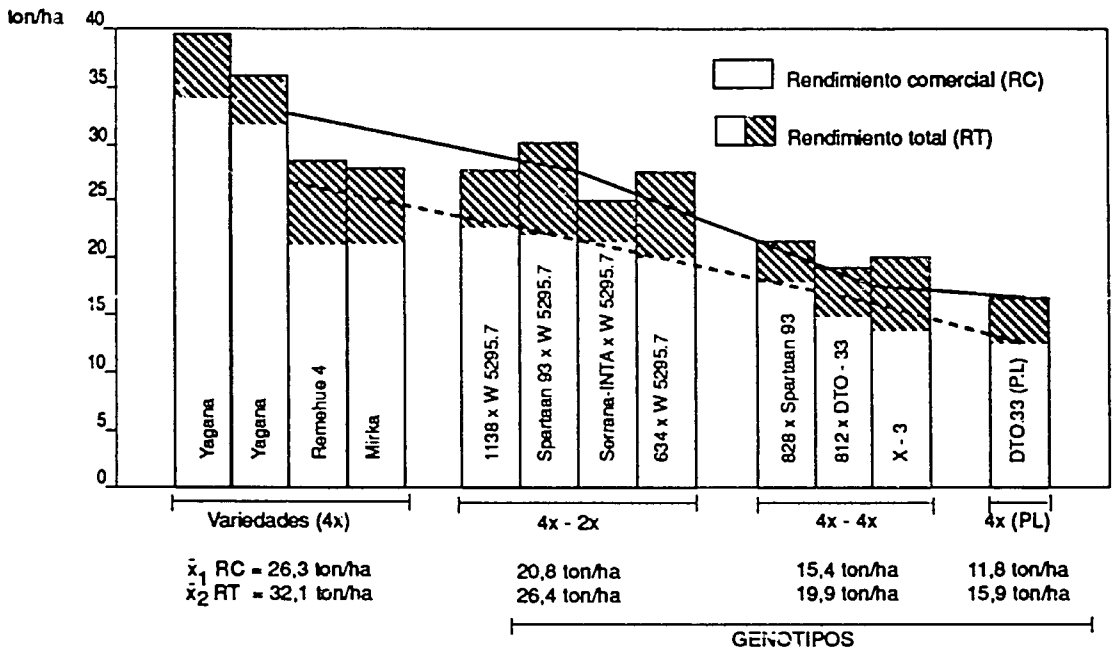


Figura 1. **Producción comercial y total de papa de ocho familias de tres grupos de cruzamientos derivados de semilla sexual comparadas con variedades desarrolladas de tubérculos-semillas.**

Tabla 1. **Rendimiento comercial y total, peso promedio de tubérculos para calibre comercial y notas de uniformidad de tubérculos y follaje de familias de SSP vía almácigo y trasplante.**

Familias	Uniformidad*		Rendimientos (t/ha)			Peso (g) X Tubérculo Comercial
	Tubérculo	Follaje	Comercial		Total	
Atzimba x R. 128.6	3.8	2.0	56.8	a	59.1	82.7
DTO-33 x R.128.6	3.9	2.3	51.5	ab	54.4	83.7
380554.123 OP	3.3	2.5	41.2	bc	47.1	60.7
Atzimba x Mirka	3.8	4.0	40.7	bcd	49.0	73.5
Fueguina x Desiree	1.0	2.2	39.1	cd	45.7	69.9
Yagana OP	3.2	5.0	38.7	cd	45.3	72.4
380554.18 OP	3.2	2.3	38.5	cd	46.5	67.8
Yagana (Control)	5.0	2.7	38.1	cd	48.5	71.0
380554.79 OP	3.5	2.2	37.5	cd	42.0	74.1
Desiree (Control)	4.0	5.0	35.8	cd	37.7	94.5
Yagana x Wauseon	3.5	2.7	32.9	cde	38.3	66.8
380553.26 OP	3.2	2.8	31.3	cde	35.4	62.6
380553.15 OP	3.5	3.1	31.3	cde	35.8	67.9
380554.21 OP	3.3	2.2	27.8	def	42.0	54.8
Desiree OP	1.0	2.7	21.2	ef	26.5	58.5
380553.76 OP	3.5	2.5	20.6	ef	24.7	57.0
380553.128 OP	3.0	2.8	16.6	f	19.0	85.9
CV (%)			21.1		13.3	15.7
S X			4.28		3.16	6.43

*Notas de uniformidad: 1 = muy mala; 5 = muy buena.

Tabla 2. **Superficie plantada para producción de semilla sexual de progenies híbridas y peso total de bayas y semilla producida durante siete temporadas en Chile[1].**

Temporada	Superficie Plantada (m^2)	Peso total Bayas (kg)	Peso Semilla (g)
1984/85	818	372.4	5 390
1985/86	2 743	1 140.3	13 164
1986/87	2 655	481.2	5 786
1987/88	3 669	2 635.2	32 404
1988/89	2 766	687.4	8 050
1989/90	4 952	1 353.8	15 970
1990/91	7 625	715.5	7 410
Total General:	**25 228**	**7 385.8**	**88 174**

[1]INIA/CIP, Osorno, 1991.

a) **Caracterización de los progenitores femeninos y masculinos.** Es decir, conocer el número de flores y la fecundidad, en el caso de los progenitores femeninos; y número de flores y cantidad y viabilidad de polen, en el caso de los progenitores masculinos. Esta evaluación debe ser hecha en diferentes épocas de plantación para poder determinar la época más adecuada para cada progenitor. Las Fig. 2, 3, 4, 5 y 6 ilustran el caso de progenitores masculinos CIP durante la temporada 1990/91.

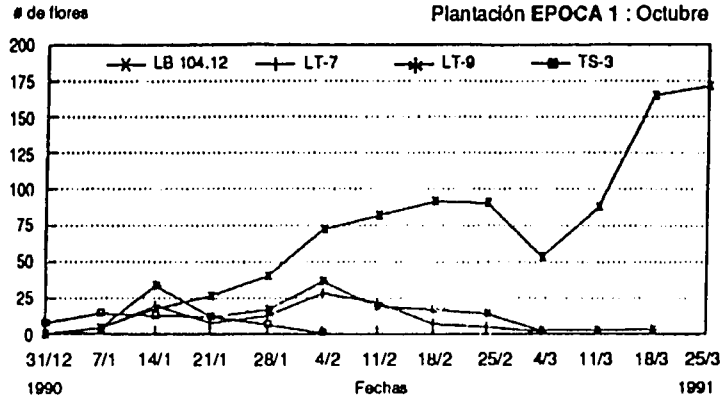


Fig. 2. Evolución del número de flores por planta en cuatro genotipos seleccionados como progenitores de SSP, plantados en el mes de octubre en Osorno durante 1990/91. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno, Chile. INIA/CIP, 1991.

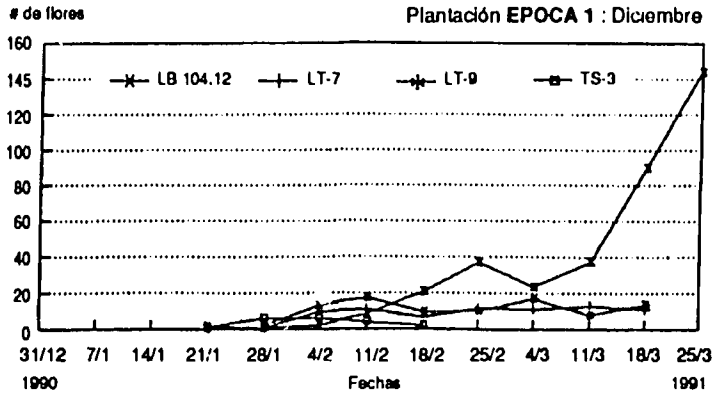


Fig. 3. Evolución del número de flores por planta en cuatro genotipos seleccionados como progenitores de SSP, plantados a inicios de diciembre en Osorno durante 1990/91. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno, Chile, INIA/CIP, 1991.

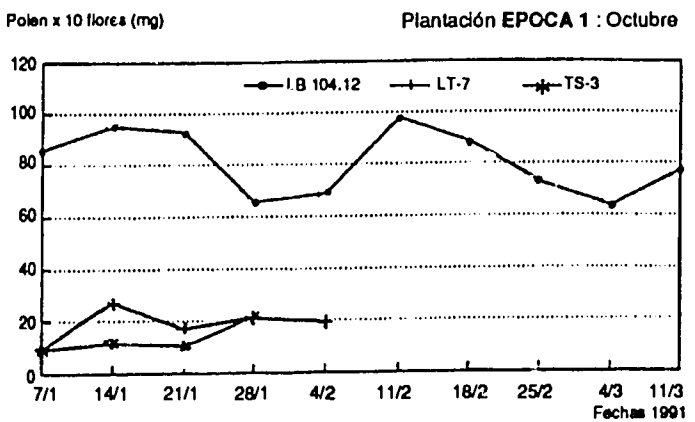


Fig. 4. Evolución de la cantidad de polen (mg) producido por 10 flores en tres progenitores selectos de SSP, seleccionados como machos y plantados a fines de octubre en Osorno durante 1990/91. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno, Chile, mayo 1991.

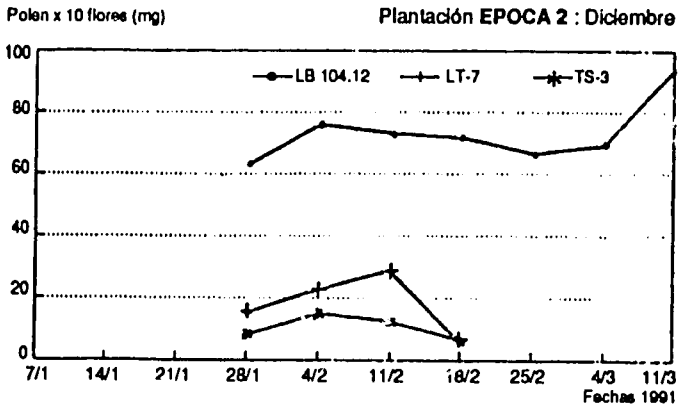


Fig. 5. Evolución de la cantidad de polen (mg) producido por 10 flores en tres progenitores selectos de SSP, seleccionados como machos y plantados a inicios de diciembre en Osorno, durante 1990/91. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno, Chile mayo 1991.

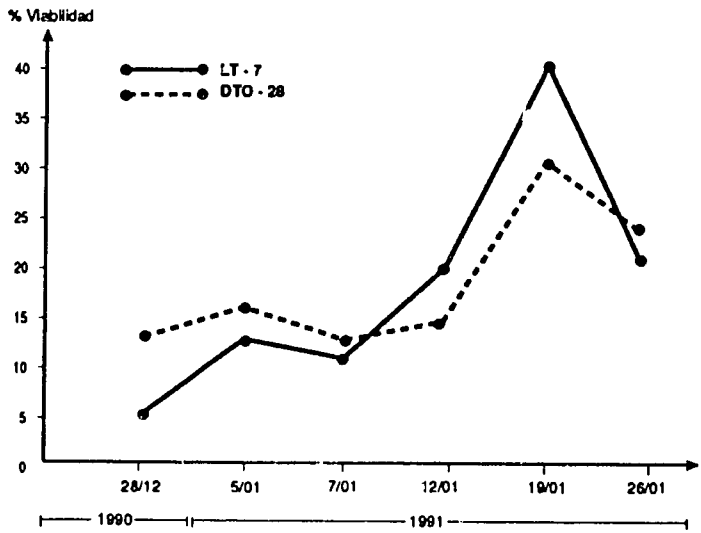


Fig. 6. Viabilidad de polen extraido de anteras secadas a 20 °C por 24 horas, en los progenitores LT-7 y DTO-28 en Osorno, Chile. INIA/CIP, 1991.

El manejar estos factores resulta ser de fundamental importancia en los resultados obtener, como queda demostrado en la Tabla 3. En esta Tabla se aprecian los diferentes efectos de la fertilidad del polen de dos progenitores masculinos sobre un mismo progenitor, que es un excelente progenitor femenino (Serrana-INTA) bajo las condiciones del sur de Chile.

Tabla 3. Fertilidad decreciente de polen modificada artificialmente con polen inerte esterilizado de dos progenitores masculinos y su efecto en parámetros de producción de semilla sexual de papa en cruzamientos con Serrana-Inta, como progenitor femenino[1].

Progenitor Femenino x Masculino	Fert. polen (%)	Prend. flores fec. (%)	Peso $\bar{X}$ /baya (g)	Peso total sem/baya (g)	No. sem/baya
Serrana x AVRDC	47.0	97.9	10.71	0.1645	190.6
	40.0	96.7	11.56	0.1763	216.7
	20.0	97.2	10.17	0.1463	162.0
	10.0	98.1	7.31	0.1055	109.8
	5.0	96.5	5.20	0.0667	62.2
Serrana x LT-7	26.9	94.1	7.19	0.1167	122.2
	20.0	93.8	5.81	0.0891	97.6
	10.0	82.7	3.65	0.0672	55.7
	5.0	68.6	2.21	0.0218	20.2

[1]INIA/CIP. Temporada 1990/91, Osorno, Chile.

b) **Usar plantas sanas.** Estas son más vigorosas y producen un mayor número de flores que las plantas enfermas, logrando así mayor productividad. Los materiales utilizados en la plantación de los progenitores deben ser certificados o provenientes de plantas sanas a fin de asegurar un buen estado sanitario y vigor.

c) **Aporte hídrico adecuado.** Ha resultado fundamental complementar el agua lluvia con irrigación artificial. Así, las plantas no sufren estrés por sequía en ningún momento, especialmente durante las etapas de floración y desarrollo de las bayas o frutos.

d) **Proveer fertilización balanceada.** Se hace según los requerimientos del cultivo, de modo que los progenitores crezcan en buena forma durante todas las etapas de su desarrollo. Un papel clave lo juega el nitrógeno al mantener las plantas vigorosas y prolongar su periodo vegetativo.

En las Tablas 4 a 7 se presenta una síntesis del conocimiento acumulado como resultado de la investigación colaborativa INIA/CIP sobre producción de SSP híbrida desarrollada en el sur de Chile. En ellas se muestra el contraste de los resultados obtenidos en dos buenos progenitores femeninos (SERRANA-INTA y ATLANTIC) cruzados con un mismo progenitor masculino, cuyo polen presenta una gran fertilidad. En un caso se obtienen 28 g de semilla por planta y en el otro sólo 3 g. Ambos progenitores tratados en condiciones óptimas de fechas de plantación, fertilización, riego y doble polinización, a pesar de la alta fertilidad de polen.

En resumen, la experiencia indica que es necesario caracterizar primeramente cada progenitor en las áreas de producción de SSP. Esto es natural, porque los resultados dependerán de la interacción genotipo por medio ambiente, factores que pueden ser favorecidos o afectados por la acción del hombre.

Tabla 4. Evaluación de las características de floración en la variedad Serrana en la zona sur de Chile: Temporada 1990-91.

Niveles de Inflorescencia	Promedio		Flores/ Inflorescencia
	Flores	Inflorescencia	
4o.	19	5	4
3o.	68	10	7
2o.	83	9	10
1o.	71	5	16
Total	241	29	

Tabla 5. Datos estimados de fructificación en el cruzamiento Serrana x AVRDC 1287.19 en la zona sur de Chile: Temporada 1990-91.

N°	Bayas		Semilla	
	Peso (g)		Peso (g)	
	Total	Promedio	Total	100 semillas
15	87.3	5.82	1.16	0.0783
58	539.3	9.14	8.09	0.0786
75	843.0	11.94	11.71	0.0801
62	595.2	9.60	7.04	0.0771
210	**2064.8**		**28.00**	

Tabla 6. Evaluación de las características de floración en la variedad Atlantic en la zona sur de Chile: Temporada 1990-91.

Niveles de Inflorescencia	Promedio		Flores/ Inflorescencia
	Flores	Inflorescencia	
2o.	3	1	3
1o.	27	4	7
Total	**30**	**5**	

Tabla 7. Datos estimados de fructificación en el cruzamiento Atlantic x AVRDC 1287.19 en la zona sur de Chile: Temporada 1990-91.

N°	Bayas		Semilla	
	Peso (g)		Peso (g)	
	total	prom.	total	100 semillas
2	21.8	10.9	0.39	0.0795
20	176.3	8.82	2.69	0.0755
22	**198.1**		**3.08**	

Parece muy importante que en el corto plazo se genere conocimiento tecnológico en las fases de procesamiento y conservación de la semilla. Ésto es crucial si se desea mantener la calidad y el vigor de la semilla sexual producida.

Conclusiones

El empleo de semilla sexual como método de propagación del cultivo tiene una serie de ventajas sobre el sistema de multiplicación vegetativa o uso de tubérculos-semillas. Entre éstas destacan la gran reducción de costos de la semilla por unidad de superficie; su facilidad de almacenamiento y transporte; y la disminución de transmisión de patógenos y plagas con la semilla. No obstante, para hacer factible el uso de a nivel de los productores se requiere al menos lo siguiente:

- Tener progenies de alto rendimiento y adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de los productores.

- Producir semilla sexual de alta calidad de estas progenies, de modo que puedan expresar su potencial productivo. Esta semilla vigorosa debe producirse en grandes cantidades y a precios razonables para que sean adquiridas por un gran número de agricultores.

- Desarrollar tecnología agronómica para el uso de semilla sexual al nivel de los productores.

- Tener un programa de transferencia de tecnología eficaz que permita probar las ventajas del uso de la semilla sexual bajo las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de los agricultores.

SEMILLA SEXUAL EN LA PRODUCCION DE PAPA EN NICARAGUA

F. Torres,[10], C. Gonzales[11] y H. Tórrez[12]

El problema del empleo de tubérculos como material de siembra.

Tradicionalmente los tubérculos son empleados para plantar el cultivo de la papa. Esta práctica, en el país, es el principal factor limitante, debido a que los tubérculos-semillas representan 40 a 60% de los costos de producción del cultivo. Dos toneladas de costosos y perecibles tubérculos-semillas son necesarias para plantar una hectárea. Además los tubérculos-semillas son difíciles de almacenar desde la cosecha hasta la siembra y se requiere un enorme gasto de energía para transportarlos del campo a los almacenes y luego a los campos de producción (Accatino y Malagamba, 1982).

Factores ecológicos imperantes en las zonas de producción de papa de Nicaragua, tales como poblaciones elevadas de áfidos y la presencia de enfermedades durante todo el año (bacterias, tizón tardío) dificultan el mantenimiento de programas de tubérculos-semillas de categoría certificada y limitan la expansión sostenida de la producción de papa obligando a la importación periódica (anual) de tubérculos-semillas de buena calidad. Debido a estas limitaciones el empleo de semilla sexual para la producción de tubérculos-semillas sanos constituye una alternativa atractiva y de bajo costo que puede superar los problemas de almacenamiento, transporte y enfermedades asociados al uso de tubérculos-semillas (Golmirzaie y Mendoza, 1988).

¿Por qué la semilla sexual en Nicaragua?

Las razones fundamentales por las que el Programa Nacional de Papa (PRONAC) inició trabajos de adaptación de esta tecnología desde 1987 son:

---

10 *Biólogo. Coordinador de Generacion y Transferencia de Tecnología. Programa Nacional de Papa. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Región I. Estelí*

11 *Agrónomo. Programa Nacional de Papa. MAG. Región VI. Jinotega.*

12 *Agrónomo. Programa Nacional d Papa. MAG Región I. Estelí.*

Previous Page Blank

- Limitada disponibilidad de tubérculo-semilla por el Programa Nacional ante la mayor demanda de los productores.

- Elevado costo del tubérculo-semilla importado.

- Mercado consumidor no exigente en características particulares de la papa.

- Existencia de gran cantidad de pequeños productores sin acceso a financiamiento ni al sistema de distribución de papa-semilla.

- Tradición hortícola de los productores de las zonas propicias para el cultivo de la papa.

¿Cómo está trabajando el Programa Nacional de Papa para incorporar esta tecnología de producción de papa en Nicaragua?

Los esfuerzos se realizan en dos direcciones; (a) para evaluar y seleccionar progenies de semilla híbrida y de polinización libre (PL) de buena calidad, optimizar y racionalizar su uso para producción de tubérculos-semillas en camas de crecimiento o su transplante a campo, y (b) identificar ambientes y épocas favorables para la producción de semilla de buena calidad, especialmente de polinización libre.

El tipo de progenie por emplear (híbrida, de polinización libre o sintética) es un elemento importante en el propósito de desarrollar el sistema de producción de la papa mediante semilla sexual (Golmirzaie *et al.*, 1990) y un paso importante es la evaluación del potencial de la semilla para utilizar bajo las condiciones particulares de las zonas de producción de papa en Nicaragua. Las progenies híbridas producidas por programas de semilla especializados son generalmente superiores en vigor y rendimiento de tubérculos a las de PL, aunque existen excepciones cuando los progenitores para semilla de PL son debidamente seleccionados y se tenga la ventaja de que pueda ser producida por un Programa Nacional o por el propio agricultor a muy bajo costo (Atlin, 1984; CIP 1987; Kidane-Mariam *et al.*, 1985).

El éxito del uso de la semilla en la producción comercial de papa depende básicamente de la calidad y cantidad de semilla disponible. Ello implica importarla o producirla localmente. Para el segundo caso, pasos importantes son: (a) el tipo de semilla a producir, (b) la elección de genotipos parentales (clones o variedades) con buenas características de rendimiento de tubérculos, (c) resistencia a enfermedades y producción de semilla, (d) la identificación de ambientes adecuados que favorezcan la producción de semilla, y (e) el apropiado manejo de los progenitores femeninos durante el desarrollo de la semilla para optimizar su calidad (Pallais y Villagarcía, 1987; Pallais, 1989).

Manejando apropiadamente semilla de buena calidad, se necesitan aproximadamente 35 a 40 gramos de ella (dependiendo de la progenie o tipo de semilla, sea híbrida o de PL) sembradas en bancos de crecimiento a distancia de 10 x 10 cm entre planta para obtener tubérculos-semillas suficientes para sembrar una manzana (0,7 ha) en la siguiente temporada.

Resultados y avances alcanzados

Producción de Semilla

En las etapas iniciales y con fines experimentales el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha proporcionado progenies híbridas de buena adaptación y rendimiento; además el PRONAC-Nicaragua ha recibido tubérculos parentales para producir semilla logrando obtener, aunque en pequeñas cantidades, semilla híbrida de Serrana x DTO-28, Serrana x R128.6, Serrana x 7XY.1, Atzimba x 7XY.1 y Atzimba x R128.6; como también de polinización libre (PL) de DTO-28, DTO-33 y 7XY.1 (Tabla 1) que han mostrado buen vigor y rendimiento aceptables de tubérculos.

Un método simple y económico para la producción de papa utilizando semilla es el uso de progenies sintéticas de PL. Una progenie sintética puede ser definida como aquella que es derivada mediante polinización libre de un pequeño número de progenitores seleccionados (Golmirzaie *et al.*, 1990) que se siembran juntos en surcos intercalados. En el período junio-setiembre de 1989 se sembraron en surcos intercalados la variedad Desirée y el clon

DTO-28 en una superficie de 800 m2 con el fin de producir semilla híbrida por polinización libre (sintética) y se obtuvieron 460 g de semilla de DTO-28 x Desirée y 700 g de Desirée x DTO-28.

Tabla 1. Producción de semilla híbrida y de polinización libre (PL) en tres ambientes diferentes y en dos épocas del año.

	Altitud (m)		
	1 330 "San José"	800 Estelí	900 "El Diamante"
	Marzo-Junio 88		Oct 88-Enr 89
Progenie			
Serrana x DTO-28	0.19	0.0	0.10
Serrana x 7XY.1	1.07	0.0	0.34
Serrana x R128.6	0.74	0.0	0.32
Atzimba x DTO-28	0.03	0.0	0.05
Atzimba x 7XY.1	0.83	0.0	0.53
Atzimba x R128.6	0.97	0.0	0.38
Polinización Libre			
DTO-28	0.40	0.0	0.10
DTO-33	0.54	0.0	0.00
7XY.1	1.29	0.0	0.30
R128.6	7.72	0.0	-

Una prueba similar a la anterior, intercalando surcos de clones parentales seleccionados para producir semilla en grupos de dos, se realizó en la localidad de La Almaciguera a 1350 m de altitud durante los meses de junio a agosto de 1991, época en que la longitud de los días (13:00 hr) es la mayor del año. La producción de bayas por polinización libre se logró en todos los clones a excepción de Atlantic intercalado con LT-7. La mayor cantidad de bayas por planta se obtuvo de los clones 7XY.1 y Tollocan sembrados alternadamente seguidos de LT-7 y Serrana INTA. DTO-28 muestra buena capacidad para producir bayas rápidamente aunque su floración es moderada en relación a los otros clones (Tabla 2). Observaciones del polen de Serrana indicaron su esterilidad por lo que a pesar de una floración abundante hubo gran caída de flores y las bayas no llegaron a su completa maduración y fueron en general de tamaño pequeño. También en el clon Atlantic

se observó caída de flores y en DTO-33 la floración fue escasa, produciendo por ello pocas bayas.

Progenies de semilla para la producción de tubérculo-semilla en camas de crecimiento

Las progenies híbridas como Serrana x 7XY.1, Serrana x R128.6, Atzimba x 7XY.1, Atzimba x R128 y Serrana x LT-7 han mostrado buena adaptación y rendimientos entre 4.5 y 8.0 kg/m^2 y de 200 a 350 tubérculos >5g/m^2. Las semillas de polinización libre (PL) con buen vigor y rendimiento aceptable de 4.0 a 6.0 kg/m^2 se obtuvieron de los clones DTO-33, DTO-28 y 7XY.1. Se ha observado que las progenies híbridas y algunas de PL producidas localmente en comparación con los mismos híbridos producidos por CIP, alcanzan rendimientos similares (Tabla 3).

Se ha obsevado que las diferentes progenies de semilla expresan mejor su potencial de rendimiento en las localidades de mayor altitud (1 350 y 1 450 m) y manifiestan decrecimiento a menor altitud (800 m); ello se debe a que las temperaturas, persistencia de precipitaciones y calidad de suelo son más favorables por encima de los 1 000 m de altitud en las zonas de producción de papa en Nicaragua. Sin embargo, las diferencias no son significativas. Tampoco se han observado diferencias significativas en cuanto a calidad y rendimiento de semilla entre progenies producidas en altitudes diferentes. Es importante destacar el comportamiento de progenies de PL, como 7XY.1 semejantes a las híbridas en vigor y rendimiento. El clon 7XY.1 tiene la característica de producir gran cantidad de semilla de PL por planta bajo las condiciones ambientales de las zonas de producción de papa de Nicaragua.

La semilla de PL es una alternativa que interesa al PRONAC-Nicaragua por su bajo costo de producción y posibilidad de obtener clones parentales con buenas características de adaptación y rendimiento. Con este fin se realizaron pruebas para estudiar algunos factores que pueden afectar la calidad de este tipo de semilla y su potencial de rendimiento, como son el ambiente determinado por la altitud y la aplicación suplementaria de nitrógeno a las plantas. Para estos experimentos se empleó la variedad Desirée comercialmente sembrada en Nicaragua y que

tiene como una de sus adaptaciones a estas regiones su profusa floración y fructificación que permite obtener grandes cantidades de semilla de PL. Durante el periodo agosto-setiembre de 1989 fueron colectadas bayas de campos de productores ubicados en localidades diferentes en altitud. Previamente, a dos de los productores se les recomendó realizar aplicaciones adicionales de nitrógeno en un sector de su campo, a razón de 240 kg/ha, fraccionadas en cuatro aplicaciones cada 8 a 10 días.

Tabla 2. Producción de semilla de polinización libre a partir de clones parentales sembrados en surcos alternos.

Agrupación de clones (surcos alternos)	Planta madre (clon)	Número de bayas por planta
Tollocan/7XY.1	Tollocan	46.1
Tollocan/7XY.1	7XY.1	47.2
LT-7/Serrana	LT-7	27.9
LT-7/Serrana	Serrana	20.3
LT-7/Atlantic	LT-7	23.3
LT-7/Atlantic	Atlantic	00.0
DTO-28/DTO-33	DTO-28	8.5
DTO-28/DTO-33	DTO-33	2.9
DTO-28/Atlantic	DTO-28	16.2
DTO-28/Atlantic	Atlantic	1.2

Localidad: La Almaciguera (1 350 de altitud).

Tabla 3. Rendimiento (kg/m^2) en camas de crecimiento obtenido en tres diferentes localidades con semilla híbrida y de polinización libre producida en Perú (CIP) y en Nicaragua

Localidad y altitud (m)	Atzimba x R128.6 (CIP)	Serrana x R128.6 (Nic)	Polinización libre	
			Atzimba (Nic)	7XY.1 (Nic)
Jinotega (1 450)	5.4	5.7	4.6	5.3
Miraflor (1 350)	5.0	5.6	4.3	4.0
Yalí (800)	1.6	4.2	3.2	2.4

Los resultados obtenidos de la evaluación de estas semillas en camas de crecimiento muestran que los lotes de semilla provenientes

de las localidades de menor altitud (Jinotega y Yalí) fueron las de menor peso y expresaron el más bajo vigor de plántulas (Tabla 4). Lotes de semilla provenientes de campos en los que se realizó aplicación adicional de N mostraron el mayor peso de semilla y vigor indiferentemente de la altitud de procedencia, como se observa en los lotes provenientes de 1 300 m de altitud y entre la semilla proveniente de Jinotega y la de San Nicolás ubicados a la misma altitud (1 000 m).

Tabla 4. Vigor y rendimiento de la semilla sexual de polinización libre (PL) de la variedad Desirée y de los clones DTO-28 y DTO-33 (resultados de cuatro experimentos).

	Loc. Orig.	Fert.	Altitud m	Peso 100 sem.	Sobrv. (%)	Vigor* mg/plta.	Mat. seca	Rend. kg/m²
Desirée	Mirf1	nf	1 300	57.1 c	70.2	5.5	27.0	3.57
Desirée	Mirf2	f	1 300	67.0 b	78.9	7.0	34.0	3.57
Desirée	Tejer	nf	1 300	58.0 c	79.8	6.0	27.0	3.60
Desirée	Jinot	nf	1 000	55.6 c	63.4	3.5	33.0	3.57
Desirée	Yalí	nf	800	50.2 d	57.4	2.8	18.0	2.90
Desirée	S.Nic	f	1 000	70.2 ab	90.3	7.5	27.0	3.67
D x DTO	S.Nic	f	1 000	71.4 a	67.4	5.8	34.0	3.40
DTO x D	S.Nic	f	1 000	73.2 a	86.1	8.0	45.0	4.23
Tuckey (5%)					3.68	15.0	10.0	n.s.

f: Fertilización adicional de N a razón de 240 k/ha en cuatro fraccionamientos.
nf: Sin fertilización adicional.
* Escala cualitativa de 0 a 9: 0 = muy bajo, 9 = muy bueno
D: Desirée; DTO: DTO-28.

Los híbridos de PL de Desirée x DTO-28 y DTO-28 x Desirée, evaluados en el mismo experimento con la semilla de PL de Desirée, mostraron que aunque ambos tuvieron similar peso de semilla, Desirée x DTO-28 muestra menor vigor en relación a DTO-28 x Desirée que se mostró superior a todos los lotes de semilla de PL de Desirée. Las progenies PL de DTO-28 y DTO-33 han mostrado el máximo vigor entre todos los lotes de semilla de PL evaluados.

A pesar de las diferencias en el peso y vigor de las semillas evaluadas según la localidad de procedencia y aplicación

complementaria de nitrógeno no se expresaron diferencias significativas de rendimiento de tubérculos entre los diferentes lotes. Posiblemente esto se deba a que después del raleo y replante, en todas las parcelas quedaron 100 plantas por metro cuadrado, y se ejerció mayor presión de selección de plantas vigorosas donde hubo baja supervivencia y cuyo rendimiento no representa el promedio de su lote de procedencia.

Producción de papa a partir de tubérculos de primera generación provenientes de semilla sexual

Tubérculos de primera generación provenientes de semilla sexual de diferentes progenies híbridas y de PL producidos en camas de crecimiento fueron plantados en el campo para su evaluación en producción comercial. La evaluación de este material vegetativo se realizó durante el periodo julio-octubre de 1990 en dos localidades diferentes en altitud; Jinotega (1 450 m) y en Yalí (800 m) en fincas de productores que produjeron sus propios tubérculos-semillas de primera generación, en camas, a partir de diferentes progenies de semilla proporcionadas por el PRONAC. Los resultados de cosecha mostraron que todos los tubérculos de primera generación provenientes de las diferentes progenies alcanzaron rendimientos superiores a los de la variedad comercial comunmente sembrada en el país (15 t/ha). Es de observar cómo progenies que en la localidad de Yalí tuvieron rendimientos inferiores a los alcanzados en Jinotega en la etapa de producción en camas de crecimiento, en la segunda etapa de multiplicación en campo generaron diferencias que no son significativas.

En una segunda evaluación realizada durante junio-agosto 1991 en dos localidades de diferente altitud -La Almaciguera (1350 m) y El Naranjo (950 m)- nuevamente se observó buen rendimiento en la localidad de mayor altitud, especialmente de Serrana x LT-7, Atzimba x 7XY.1, Atzimba x LT-7 y DTO-28 x Desirée (PL) que alcanzaron rendimientos entre 28.5 a 32.2 t/ha. Los rendimientos en El Naranjo fueron muy inferiores debido a las escasas precipitaciones en esta localidad durante el periodo de crecimiento. En esta evaluación fue notorio el buen comportamiento de DTO-28 x Desirée (PL) frente a los híbridos en las dos localidades.

Producción de tubérculo-semilla y papa de consumo mediante trasplante al campo de plántulas provenientes del raleo de las camas de crecimiento

Un método de producción cuya difusión se está estudiando es el trasplante del almácigo al campo, que depende de las condiciones ambientales específicas de cada zona. En las zonas de mayor altitud donde se cultiva papa en Nicaragua (1 300 a 1 450 m) se está impulsando la práctica de trasplante al campo de plántulas provenientes del raleo de las camas de crecimiento en las que se va a producir tubérculos de primera generación. Ello con el fin de optimizar el empleo de semilla de buena calidad y ampliar la superficie de siembra que pueda permitir incrementar el volumen de tubérculos-semillas para cosechar y lograr producción de tubérculos comerciales (Tabla 5). Estas pruebas se realizaron en la finca "Ocotalillo" (1 400 m) empleando las progenies Atzimba x R128 y DTO- 28 x Desirée PL (sintética) sembradas en camas de crecimiento de 12 m de longitud y 1.3 m de ancho destinadas a la producción de tubérculos de primera generación, e igualmente en la finca "Los Vega" (1 450 m) con las progenies Atzimba x R128.6 y Serrana x LT-7. El raleo y trasplante se realizó a los 30 días después de la siembra. Ha sido posible realizar esta práctica en estas zonas debido a la mejor distribución de las precipitaciones, calidad de suelos y menores temperaturas que las que se presentan en las zonas de menor altitud, debajo de los 900 m, en las que el trasplante deberá llevarse a cabo de otra manera.

Sistema de trasplante al campo de plántulas de semilla para producción de tubérculos-semillas o de papa de consumo

El método de trasplante al campo de plantas de semilla con su bloque de enraizamiento del almácigo se probó durante la época seca (febrero-abril 1991) en la finca "Ocotalillo" y "El Naranjo" (950 m de altitud) mediante riego artificial. Las diferencias entre localidades fueron ostensibles. En "Ocotalillo" los rendimientos estuvieron entre las 18 y 20 t/ha; mientras en "El Naranjo" entre las 2 y 4 t/ha. Causa de los bajos rendimientos en "El Naranjo" es, además del déficit hídrico, la naturaleza arcillosa de los suelos que junto con las elevadas temperaturas (temp. prom. mín.: 20 °C;

temp. prom. máx: 30 °C) inhiben la tuberización, por lo que no es conveniente emplear este sistema durante esta época.

Tabla 5. Rendimiento (t/ha) de tubérculos provenientes de la primera generación producida en camas y del trasplante de plántulas en diferentes campos de agricultores.

	1ra Generación			Trasplante		
	Altitud					
	1 450	1 350	950	1 450	1 440	950
Progenies	Jinotega	Estelí		Jinotega		Estelí
Atzimba x R128.6	32.1	25.4	7.5	25.5	20.5	4.4
Atzimba x LT-7	35.5	28.5	12.1	–	–	–
Atzimba x 7XY 1	..	29.7	9.3	–	18.5	2.2
Serrana x LT-7	42.8	32.2	12.9	20.0	17.8	2.7
DTO-28 x Desiree	–	28.9	11.4	11.5	–	–
Desiree (PL)	–	20.4	7.5	–	–	–

Incremento del empleo de la semilla sexual en las zonas de producción de papa como alternativa para incrementar la disponibilidad de tubérculos-semillas

Durante el periodo mayo-setiembre de 1991 se sembró en forma simultánea en las zonas productoras de papa comprendidas entre los 1 200 y 1 450 m de altitud de las regiones I y VI de Nicaragua, 4 100 m^2 de semilla de las progenies Atzimba x R128.6 y Serrana x LT-7, en proporción de 55% y 45% respectivamente, en camas de crecimiento distribuidas entre 27 unidades productivas (cooperativas, colectivos de trabajo y productores individuales). De la superficie inicial sembrada se ha establecido definitivamente 81% (3 332 m^2), del cual el 55% es de Atzimba x R128.6 y el 45% de Serrana x LT-7, y se perdió 19% (768 m^2) por diversas causas fitosanitarias o de manejo. Como parte del uso y manejo racional de la semilla se ha logrado una superficie de 14 402 m^2 de trasplante proveniente del raleo de las camas de crecimiento, de la cual 67% corresponde a Serrana x LT-7 y el 33% a Atzimba x R128.6. Esta diferencia se debe al superior vigor de la primera progenie que

asegura mayor cantidad de plantas vigorosas con buena capacidad de recuperación al transplante a raíz desnuda. El total de familias involucradas y beneficiadas de la futura cosecha es 149. La proyección de superficie para sembrar en el periodo diciembre-febrero 1992 es de 20 ha con los tubérculos-semillas que se obtengan de las camas de crecimiento. Dependiendo del adecuado manejo en las multiplicaciones posteriores, se podrá incrementar aún más la disponibilidad de tubérculo-semilla de categoría certificada y de papa de consumo.

Bibliografía

Accatino, P.; P. Malagamba. 1982. Potato production from true seed. CIP. 20 p.

Atlin, G.N. 1984. Farmer maintenance of TPS varieties. Innovative methods for propagating potatoes. Report of 28th Planning Conference. pp 39-62.

CIP. 1987. Potato production from true seed: A new alternative. Annual Report CIP 87.

Golmirzaie, A.; H. Mendoza. 1988. Breeding strategies for true potato seed production. CIP Circular 16:1-8

Golmirzaie, A.; R. Ortiz; F. Serquén. 1990. Genetics and breeding of potato through true potato seed. CIP 35 p.

Kidane-Mariam, H.; G. Arndt; A. Macaso; S. Peloquin. Hybrid vs open pollinated TPS families. Innovative Methods for Propagating Potatoes. Report of 28th Planning Conference. pp 25-37.

Pallais, N. 1984. Research on the production of hybrid true potato seed. Tercer Curso Internacional de Producción y Almacenamiento de Semilla de Papa. Chile, Estación Experimental Remehue, INIA, 1989. v 2 32p.

EXPERIENCIAS EN USO DE SEMILLA SEXUAL PARA LA PRODUCCION DE PAPAS EN UNA COMUNIDAD CAMPESINA DE LA SIERRA CENTRAL DEL PERU

I. Avilés Bonilla[13]

Introducción

La sequía que afectó la Campaña Agrícola 1989-90 en todo el país llevó al Instituto de Investigación y Desarrollo de la Autogestión (INDA) a solicitar al, Centro Internacional de la Papa (CIP), semilla sexual de papa (SSP) para atender a los campesinos del Fondo Rotativo que maneja la Institución desde el año 1986 en la provincia de Fajardo, departamento de Ayacucho.

Localización geográfica

La provincia de Víctor Fajardo se encuentra en la zona ecológica Quechua-Húmedo, a 3 100 m de altitud. Temperatura promedio 12 ° C.

Recursos empleados

Recursos humanos

Madres campesinas del Comité Forestal de Huancapi.
Madres campesinas del Comité Forestal de Huancaraylla.
Estudiantes del Instituto Superior Tecnológico de Huancapi.
Alumnos del Colegio Agropecuario de Huancaraylla.
Alumnos del Colegio Agropecuario de Hualla.
Alumnos del Colegio Agropecuario de Patapuquio (Canaria).
451 Campesinos de 35 anexos de las provincias de Fajardo y Cangallo.

Insumos

Semilla donada por el CIP: Un kg de 978001:ATZIMBA x R-128.6, y 1.5 kg de 980003:ATZIMBA x 7 XY.1.
Se distribuyó semilla para 12,7 ha.

---

[13] *Bachiller en Agronomía. Instituto de Investigación y Desarrollo de la Autogestión (INDA), Lima, Perú.*

Almácigos.
Sustratos: turba, arena, tierra agrícola, tierra vegetal.
Cubiertas de ichu y de plástico.

Capacitación

Diapositivas, rotafolios, charlas a grupos pequeños.

Charlas de capacitación

Periodo de junio a setiembre de 1990.

Temario:

Ventajas de la semilla sexual de papa.
Recolección de bayas de variedades nativas.
Secado y preparación de almácigos.
Técnicas de trasplante.
Riego y prácticas agronómic .

Prácticas de campo

Preparación de almácigos con distintos sustratos.
Técnicas diversas para el trasplante.
Visita a los almácigos de los viveros forestales y entrega de plá las para pruebas en terrenos individuales.
C cha colectiva.

ción de almácigos

Ubicación

Viveros forestales de Huancapi y Huancaraylla.
Instituto Superior Tecnológico de Huancapi.
Colegios Agropecuarios de localidades mencionadas.
Parcelas de agricultores.

Dimensión

Camas de 2.00 m x 0.80 m.

Sustratos

Se prepararon cinco tipos de sustrato:

a) Tierra negra más arena fina: 1:1.
b) Tierra agrícola más arena fina: 1:1.
c) Tierra vegetal (Chanchalma y aliso): 1:1.
d) Arena fina.
e) Tierra agrícola cernida.

Siembra

A surco corrido

Densidad: 3 g x m^2.

Distancia entre surcos: 10 cm, 4 cm.

Por golpes

Densidad: 2 g x m^2

a) Distanciamiento entre surcos: 10 cm.
   Distanciamiento por golpe: 4 cm.

b) Distanciamiento entre surcos: 4 cm.
   Distanciamiento por golpe: 10 cm.

Una vez distribuida la semilla se cubrió con tierra en un espesor equivalente al doble del tamaño de la semilla. Se cubrió con ichu colocado en sentido contrario al surco y se le dió un riego ligero. Además se hizo un tinglado también de ichu, levantado a 15 cm del suelo.

En otros casos fueron empleadas cubiertas de plástico a manera de túnel levantado con arcos de pichus. Se experimentó también con cubierta de ichu sin tinglado.

Resultados

Sustratos: Porcentaje de emergencia:

Sustrato A: 100%.

Sustrato B: 90%

Sustrato C: 0%.

Sustrato D: 80%.

Sustrato E: 60%.

Tiempo de emergencia

Almácigos con cubierta de ichu: 9 días.

Almácigos con cubierta de ichu: 7 días (más el tinglado de ichu).

Almácigos con cubierta de ichu: 5 días (más túnel de plástico).

Distanciamiento

Optimo distanciamiento entre surcos: 10 cm.

Densidad

Optima a surco corrido: 3 g/m^2.

Tiempo en el almácigo

Dos meses.

Trasplante

El trasplante se llevó a cabo en terrenos previamente regados, a las ocho semanas cuando las plántulas tenían de 10 a 15 cm de altura. Se efectuó durante las primeras horas de la mañana y al atardecer para proteger las plántulas de la radiación solar excesiva.

Distanciamiento

Entre surcos: 1 m.
Entre golpes: 0.30 m.
Dos plántulas por golpe.

Cada plántula fue transplantada en el costado del surco al distanciamiento indicado y cubierta con tierra del almácigo con la modalidad de cambio de surco.

Repicadores

Para las plántulas de 10 cm se emplearon repicadores de 14 cm de largo y 7.6 cm de diámetro.

Riego

En la primera semana: riego diario en las primeras horas de la mañana. En la segunda semana: riego interdiario. De la tercera semana en adelante: riego cada 5 a 8 días.

Abonamiento: 90-80-0

Aplicado a los 15 días. Se empleó úrea, guano de isla, estiércol, y superfosfato triple de calcio.

Control fitosanitario

No se realizó. Sólo se tuvo incidencia de *Epitrix* y *Diabrótica*.

Resistencia al trasplante

90% de plántulas en buenas condiciones.
10% de plántulas marchitas.

Area sembrada para la evaluación

200 m^2

Evaluación de cultivos

Tuberización: a los 25 días.
Floración: escasa.
Periodo vegetativo: cuatro y medio meses.

Rendimiento

a) 978001:ATZIMBA x R.128.6.
Número de tubérculos/planta: 9 (4 grandes, 5 pequeños).
Peso/planta: 0,242 kg.
Rendimiento: 8 t/ha.

b) 980003:ATZIMBA x 7XY.1.
Número de tubérculos/planta: 18 (8 grandes, 10 pequeños).
Peso/planta: 0,975 kg.
Rendimiento: 32 t/ha.

Recomendaciones

- Las variedades mencionadas deben ser sembradas en la campaña chica por las exigencias de riego y la duración del periodo vegetativo.
- El trasplante debe hacerse a los dos meses, cuando las plántulas alcancen 15 cm de altura.
- Trasplantar con la modalidad de cambio de surco para disminuir el daño a la raíz de las plántulas.
- El riego debe ser periódico y regular.

Conclusiones

a) Es conveniente promover el uso de la semilla sexual por las razones siguientes:
   - Los tubérculos almacenados para la siembra podrían ser destinados al consumo familiar.
   - Los tubérculos son perecibles. La semilla sexual puede ser conservada por uno o dos años.

b) La nueva técnica propuesta por el INDA fue aceptada por 20% de los agricultores capacitados. El 80% manifestó que quería ver primero los resultados en las parcelas experimentales.

c) El 10% de los campesinos capacitados ha comenzado a recolectar bayas procedentes de las papas nativas. La recolección la efectúan en el tercer aporque, el Qutuy o Wischipa, porque en ese momento las bayas alcanzan su mayor tamaño y las semillas están maduras.

d) Las variedades mencionadas no resisten las heladas.

GENERACION Y ADAPTACION DE TECNOLOGIAS PARA EL USO DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA (SSP) EN LA PRODUCCION DE MATERIAL DE SIEMBRA LOCAL EN LA REPUBLICA DOMINICANA.

F. V. Payton[14] y R. Arbona[15]

En septiembre de 1991 se inició una investigación a fin de comparar el rendimiento agronómico y económico de diferentes métodos de propagación de papa: tubérculos-semillas importados; tubérculos-semillas producidos localmente para zonas altas; tubérculos-semillas derivados de semilla sexual de papa (SSP) producida en zonas altas y bajas; y trasplantes de SSP para abastecimiento de material de siembra por productores en zonas cálidas en la República Dominicana.

Antecedentes

La disponibilidad oportuna de semilla de calidad de variedades adaptadas para zonas bajas representa una gran limitante para la expansión del cultivo de papa, en zonas bajas de la República Dominicana. La producción actual de tubérculos-semillas de categoría certificada en la República Dominicana no satisface la demanda en el país (Tabla 1). Además, se estima que los tubérculos-semillas, importados de Estados Unidos o Canadá, representan más de 50% del costo de la producción de papa en zonas cálidas (Tabla 2).

En años recientes, los retrasos de varios meses en la distribución de tubérculos-semillas importados condujeron a siembras tardías las cuales dieron por resultado rendimientos bajos, y grandes pérdidas en San Juan de la Maguana y La Matas de Santa Cruz, debido a los efectos perjudiciales de las altas temperaturas y a los daños severos de mosca blanca y thrips durante la primavera. Los tubérculos-semillas importados han ganado importancia en el país.

---

[14] *Investigador. CIP. Apartado Postal 25327, Santo Domingo, República Dominicana.*

[15] *Investigador. Programa de Investigación de Papa, Secretaría de Estado de Agricultura (SEA).*

Tabla 1. **Producción actual de tubérculos-semillas en la República Dominicana, 1990.**

Fuente	Cantidad (t)
Certificada producida localmente (100% Granola)	200
Importada	2 250
Producida localmente (no certificado) (98% granola)	2 850
Total	**5 300**

Tabla 2. **Costo de producción de papa en zonas cálidas de la República Dominicana.**

Gasto	Valor US$/ha	%
Tubérculos-semillas	1 375	55
Agroquímicos	673	28
Mano de obra	360	14
Preparación del terreno	82	3
Total	**2 480**	**100**

En la zona tradicional (alta), los productores guardan parte de su producción para usarla como semilla en la próxima siembra, debido a problemas de distribución. El ciclo se repite hasta seis veces antes de que obtengan nuevamente semilla certificada o importada. Este sistema informal es imposible de aplicar en las zonas cálidas. Se ha demostrado que el uso de semilla producida bajo altas temperaturas tiene más bajo potencial de rendimiento que la semilla producida en zonas altas (Midmore, 1987; Benz, 1989). El almacenamiento de tubérculos-semillas producidos en zonas cálidas, a alta temperatura, agrava este deterioro fisiológico, y conduce a un rendimiento potencial de un tercio de aquella semilla producida en zonas frías después de sólo un ciclo. Además, debido a que en las zonas bajas solamente hay una estación de siembra por año, el almacenamiento por largo tiempo (de 6 a 8 meses), a temperaturas altas, puede conducir a pérdidas de más de 75%, haciendo que esta práctica de guardar semillas no sea económica. Quizás más importante, sea que los tubérculos producidos en áreas de

clima cálido puedan estar infectados por serias enfermedades como la marchitez bacteriana y *Erwinia*. Resembrar semilla infectada podría facilitar la rápida diseminación de estas enfermedades (Elphinstone y de Lindo, 1987). El control de la *Erwinia* y especialmente de la marchitez bacteriana es difícil, y, una vez que un área se infecta, no es factible la producción sostenible de papa.

Otra limitante es la disponibilidad de variedades o clones que produzcan rendimientos satisfactorios en zonas cálidas. El CIP y otras instituciones han seleccionado y multiplicado variedades tolerantes al calor, pero la adquisición de tubérculos-semillas de estas variedades es a menudo limitada.

Uso de SSP como método alternativo de propagación

Una alternativa interesante para el abastecimiento de semilla en zonas cálidas es el uso de SSP. Como se mencionó antes, el alto costo y la escasez de semillas han sido citados como factores limitantes en muchos sistemas de producción de papa en todo el tercer mundo. El empleo de la tecnología de SSP puede reducir significativamente el costo de almacenamiento y de transporte. También la SSP reduce el riesgo de enfermedades latentes y de problemas de plagas encontradas a menudo en los tubérculos-semillas. La adopción de SSP ha sido más rápida en las regiones altas de la zona tórrida (Upadhya, *et al.*, 1987; Ho, *et al.*, 1987).

Recientemente se ha hecho más factible el uso de SSP como alternativa para la producción de papa en climas bajos tropicales. Las progenies de SSP tolerantes al calor están siendo identificadas y distribuidas para pruebas de campo (Jaworski *et al.*, 1986, 1988; Opeña, 1982; Sattelmacher, 1983; Vander Zaag, *et al.*, 1987). La SSP raramente es sembrada directamente en el campo; se recomienda que los tubérculos provenientes de SSP sean producidos en camas para siembras subsecuentes en el campo. Alternativamente, las plántulas de SSP podrían ser producidas en camas para su trasplante al campo.

Sería beneficioso para los productores de zonas bajas producir su propio material de siembra y no tener que depender de la semilla producida en zonas altas. Es posible que las plántulas de SSP,

cultivadas en el ambiente protegido de un vivero, pudieran producir suficientes cantidades de semilla de alta calidad para la siembra directa en el campo, después de que se rompa el reposo. Sin embargo, no se conocen los efectos de las altas temperaturas en el número, tamaño, almacenamiento y comportamiento subsecuente de la producción de tubérculos de SSP en un ambiente cálido. La producción comercial de papa en regiones bajas de la República Dominicana debe efectuarse durante el invierno. Por lo tanto, para sembrar los tubérculos-semillas obtenidos de la recolección de SSP del 1o. de noviembre, la siembra de SSP debe realizarse el 15 de abril, debiéndose, por lo tanto, proceder a la siembra de SSP durante el verano. Las altas temperaturas y la radiación solar, así como insectos, por ejemplo la mosca blanca y los thrips, pueden afectar el crecimiento de las plantas y su calidad.

La SSP también puede ser trasplantada directamente de viveros al campo. Una posible ventaja de este sistema sería que la SSP pueda ser sembrada el 1o. de noviembre y trasplantada al campo el 1o. de diciembre, evitando así la exposición de las plántulas a las altas temperaturas del suelo durante el verano. Sin embargo, problemas relativos a la falta de crecimiento vigoroso temprano de las plántulas de SSP, cuando se trasplantan directamente al campo, cuestionan la viabilidad de esta alternativa (Malagamba, 1985; Benz, 1989).

Producción de tubérculo-semilla a partir de SSP

Los trabajos programados en la República Dominicana incluyen conducir investigación sobre producción de tubérculos-semillas a partir de SSP en terrenos bajos (San Juan de la Maguana, 430 m y Baní 58 m de altitud) y zonas altas (la zona de San José de Ocoa, 1 000-2 000 m de altitud).

Se usarán dos progenies de SSP: Serrana x LT-7; Atlantic x LT-7. Estas progenies han sido seleccionadas por el CIP por su alto potencial de rendimiento en zonas cálidas tropicales y buenas cualidades de procesamiento (alto contenido materia seca, buen color y textura de fritura).

La siembra de tubérculos-semillas derivados de SSP para la producción comercial de papa en zonas altas está programada para inicios de noviembre. Por lo tanto, la SSP será sembrada en camas a mediados de abril en un ambiente protegido. Los tubérculos de las plantas se cosecharán 80-90 días después de la siembra. Los tubérculos producidos en las camas se clasificarán en tres categorías: 5-15 g; 15-35 g; >35 g y almacenados con una luz difusa por 6-8 semanas o hasta que los tubérculos tengan brotes. Los tubérculos completamente brotados serán plantados en el campo a una densidad de siembra estándar (75 cm x 30 cm). Se usarán prácticas culturales comunes para la producción comercial de papa.

Producción de trasplantes a partir de SSP

El trasplante de plántulas de SSP directamente al campo está programado para inicios de diciembre. Por lo tanto, la SSP será sembrada en almácigos en un ambiente protegido a principios de noviembre. El manejo del sustrato (abono, fertilizante, irrigación, etc.) será idéntico al usado para la producción de tuberculillos a partir de SSP. La densidad de siembra de los trasplantes (5 cm x 5 cm) es mayor que la de los tubérculos (10 cm x 10 cm).

A los 25-30 días de la siembra, las plántulas serán trasplantadas directamente al campo de 75 cm x 20 cm, dos plántulas por golpe. Se usarán todas las otras prácticas culturales recomendadas para la producción comercial de papa.

Diseño experimental

Se empleará un bloque completamente al azar en cada una de las tres localidades, con un total de 18 tratamientos, 12 de ellos en un arreglo factorial 2 x 2 x 3:

Progenies SSP (Atlantic x LT-7 y Serrana x LT-7)	22
Fuentes de tubérculos a partir de SSP (terreno alto y bajo)	2
Tamaños de tubérculos a partir de SSP (5-15 g; 15-35 g >35 g)	3
Tratamientos	12
Materiales de siembra de SSP (tubérculos y trasplantes)	2
Tratamientos SSP	14
Variedades de tubérculos-semillas importados (Atlantic y Red Pontiac)	2
Variedades de tubérculos-semillas producidos localmente para terrenos altos	2
Tratamientos	18

Para analizar estos datos, se considerará un grupo de contrastes para comparar las medias de los tratamientos. Los contrastes se centrarán en establecer posibles diferencias entre el material de siembra a partir de SSP y el material de siembra convencional (tubérculo). Dentro del material de siembra a partir de SSP, se harán comparaciones entre fuentes y entre tamaños de tubérculos.

Registro de datos

Los siguientes datos serán recolectados en los experimentos de campo: emergencia (para tubérculos-semillas solamente) e inicio de tuberización, supervivencia de plantas, porcentaje de cobertura vegetal en el suelo, incidencia de enfermedades y plagas. A la cosecha final se tomarán los siguientes datos: rendimiento fresco y seco de los tubérculos comerciales y no comerciales y evaluación de la calidad de fritura.

Bibliografía

Benz, J. 1989. Alternative propagation systems for warm climate potato production (Ph.D Thesis). 244 p.

Elphinstone, J.; L. Lindo. 1987. Ecología de las *Erwinias* que causan podredumbre blanda en climas variados del trópico Peruano. Congreso Latinoamericano, 10 Congreso Peruano de Fitopatología. Lima (Perú) 22(2):49-50.

Ho T.V.; L.T. Tuyet; P. Tung; P. Van der Zaag. 1987. Potato research and development in Vietnam in recent years. CIP Circular. 15(3):1-5

Jaworski, C.A.; S. Phatak; S.R. Ghate; R.D. Gitaitis. 1988. Cultural practices in use of true seeds of potato and screening of tuber-forming *Solanum* species under hot climatic conditions.

Malagamba, J.P. 1985. Agronomic management for transplanting TPS seedlings. CIP. Innovative methods for propagating potatoes. Report of the 28th Planning Conference. pp-63-93.

Midmore, D.J. 1987. Screening potato clones for adaptation to warm tropical conditions test of agrochemicals and cultivars. Annals of Applied Biology. 8:172-173.

Opend, R.T. Breeding for lowland tropics adaptation in potato. 1982. Philippine Council for Agriculture and Resources Research pp. 191-204.

Pallais, N.; J. Santos Rojas; N. Espinola; R. García; C. Sandoval. 1987. Effect of true seed maturity and storage on seed vigor. 71 Annual Meeting of the Potato Association of America. St. Paul, Minn. U.S.A.

Sattelmacher, B. 1983. A rapid seedling test for adaptation to high temperatures. Potato Research (Netherlands) 26(2):133-138.

Upadhya, M.D.; M.S. Kadian; K.C. Thakur. Potato production from TPS tuberlets in Moogly district of West Bengal. Journal of the Indian Potato Associatione (JIPA) 14(3/4):149.

Zaag, R Varder; B. Susana; B.B. Fernández; J.P. Kloos; S. Ganga, S. Gayao; S. Badol; A.S. Tumapon; L.V. Duna. 1987. True potato seed: some research results in the Philippines. European Association for Potato Research. Abstracts. pp 130-131.

Lista de Participantes

Colombia
Dr. Oscar Hidalgo
Apartado Aéreo 151664
Teléfono 57-1-281-9468
Fax 57-1-281-9468
Bogotá 8, D.E.

Costa Rica
Ing. Rodolfo Amador
Ministerio de Agricultura
Dpto. Fitopatología
Apartado 10094
San José

Chile
Ing. José Santos Rojas
INIA - Programa de Papa
Estación Experimental Remehue
Casilla 14-0
Fax 56-64-235672
Osorno

Dr. Primo Accatino
Casilla 16487
Teléfono 56-2-2252118
Fax 56-2-2258773
Santiago 9

Guatemala
Ing. Francisco Olivet
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
Km 21.5 Carretera hacia Amatilán
Teléfono y Fax 502-9-312002
Bárcenas, Villa Nueva
Guatemala

Italia
Srta. Anita Ierna
Universita degli Studi di Catania
Via Valdisavoia, 5
Teléfono 39-95-351261
50123 Catania

Jamaica
Ing. Karen Wood
Scientific Research Council
P.O. Box 350
Teléfono 809-927-1771
Fax 809-927-5347
Kingston 6

México
Ing. Manuel Villareal
Apartado Postal 31
Sucursal A, Metepec
Edo. México, C.P. 52140
Toluca

Nicaragua
Lic. Fidel Torres
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Región I, Las Segonias
Teléfono 505-71-2778
Fax 505-71-2663
Estelí

Ing. Boanerges Mairena
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Región I, Las Segonias
Teléfono 505-71-2778
Fax 505-71-2663
Estelí

Paraguay
Ing. José F. Bareiro
Instituto Agronómico Nacional
Ruta 2, Km 48
Caacupé

Dra. Anna Strohmenger
IAO, Italia / MAG, Paraguay
CC 1107
Asunción

Perú
Srta. Ive Avilés B.
Instituto de Investigación y Desarrollo de la Autogestión - INDA
Av. Petit Thouars 3899
Lima 27

Ing. Silvia Vigo
INIAA
Cajamarca

Ing. Sergio Contreras
Servicio de Promoción Pesquera Agropecuaria SRL
Apartado Postal 57
Teléfono y Fax 34-326657
Huacho

República Dominicana
Sr. Carlos Mejía
PRECODEPA-SEA
Secretaría de Estado de Agricultura
Programa Nacional de Papa
Teléfono 1-809-558-2393, 2224
Fax 1-809-558-2903
San José de Ocoa

Dr. Oscar Malamud
Apartado Aéreo 25327
Bella Vista,
Teléfono 1-809-535-6443
Fax 1-809-535-6554
Santo Domingo

Dr. Frederick Payton
Apartado Aéreo 25327
Bella Vista,
Teléfono 1-809-535-4887
Fax 1-809-535-6554
Santo Domingo

U.S.A.
Ing. Mario Sepúlveda
ESCAgenetics
830 Bransten Road
San Carlos
Teléfono 1-415-595-5335
Fax 1-415-595-4332
California 94070-3305

Venezuela
Sr. Eduardo Ortega
FONAIAP
Campo Experimental Caripe
Caripe 6210
Teléfono 92-51469
Fax 92-51892, 91-413349
Estado Monagas

Centro Internacional de la Papa
Apartado 5969
Teléfono 51-14-36-6920, 35-4354
Fax 51-14-35-1570
Lima, PERU

Dr. Peter Gregory
Director de Investigación

Dr. Patricio Malagamba
Dr. Fernando Ezeta
Dr. Humberto Mendoza
Dr. Noel Pallais
Dr. Ali Golmirzaie
Dr. Thomas Walker
Dr. Hernán Rincón
Ing. Rolando Cabello
Biol. Rosario Falcón