

La semilla sexual de papa como alternativa de propagación innovadora

Eduardo Ortega Cartaya¹
Héctor Coraspe²
Freddy Montero²

Investigadores. INIA. ¹Centro de Investigaciones del Estado Monagas, Estación Experimental Local Caripe. ²Estación Experimental Trujillo, estado Trujillo.

En el centro de origen de esta especie, los indígenas suramericanos utilizaron semilla sexual (figuras 1 y 2) para renovar sus reservas de papa en diversos períodos secuenciales de tiempo (Wiersema 1984). Un número elevado de variedades en las zonas tradicionales se cultivaron extensivamente; sin embargo, presentaban diferencias numerosas en cuanto a las características de la planta y del tubérculo en una misma variedad.

De los diversos tipos de variedades, como Compis e Imilla, otras muy populares en las áreas andinas altas pueden haber resultado de selecciones realizadas por los agricultores, desde poblaciones segregantes derivadas de semilla sexual (Malagamba y Monares 1988). De acuerdo con Malagamba y Monares (1988), Howard sustentó la teoría de que en la antigua Sudamérica se efectuó una selección cuidadosa de cultivares sobre la base de características de calidad. Una explicación similar expuso Mc Key (1961) en relación con la diversidad de variedades de papa cultivadas en Europa durante el siglo XIX.

En 1888, The Rural New Yorker publicó algunas recomendaciones para los agricultores que producían papa a partir de semilla sexual. Pero no fue sino hasta 1906, cuando la semilla sexual de papa se incluyó en un catálogo de semilla de vegetales en Canadá; en esa oportunidad se ofrecieron pequeños envases de semilla híbrida a los agricultores de papa. Envases similares de semilla sexual se publicaban en catálogos de las compañías de Estados Unidos de Norteamérica y, en algunos casos, las plántulas eran vendidas directamente para trasplante en el campo de agricultores o en jardines orgánicos (Malagamba y Monares 1988). Esta práctica de anunciar semilla sexual en catálogos se mantuvo en el Reino Unido hasta 1939.



Figura 1. Planta de papa exhibiendo frutos (bays) bien desarrolladas.



Figura 2. Fruto mostrando en su parte interna la producción de semilla sexual.

En la India, los estudios se condujeron en la década del 40, en Rusia durante 1961 y en China desde 1959. A partir de 1976, el Centro Internacional de la Papa (CIP) inició los estudios sobre semilla sexual como una alternativa frente a los tubérculos-semillas, con el énfasis en producir, tanto papa-consumo como tubérculos-semilla (Wiersema 1984). En Latinoamérica, el interés de utilizar la semilla sexual como material de propagación se inició en Chile en 1984, luego en Paraguay y Nicaragua (1987), y después en República Dominicana (1991).

Antecedentes en Venezuela

En Venezuela, la investigación en semilla sexual para la producción de tubérculos mediante trasplante de plántulas y producción de tubérculos-semilla, en camas de almácigos, se inició en los estados Mérida (Wissar y Alvarado 1986) y Trujillo, en 1985 (Coraspe 1990). En esa oportunidad, se deseaba determinar cuál era el mejor sistema de producción y realizar una evaluación local de algunas progenies recibidas del Centro Internacional de la Papa (CIP). De esos experimentos se obtuvieron buenos rendimientos con las progenies 987004, 985011 y 984001 (Coraspe 1990), así como algunas progenies derivadas de la variedad Atzimba y del clon DT0-28 (Wissar y Alvarado 1986).

De las progenies que se obtuvieron, algunos agricultores del estado Trujillo lograron obtener semilla sexual, las cuales han venido utilizando mediante la selección de características preferenciales de planta y tubérculo para la producción de papa consumo (Figura 3). Por otra parte, desde 1985, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas ha venido recibiendo progenies de semilla sexual para los estudios de selección de clones promisorios que se han establecido en los estados Mérida, Táchira y Lara. El objetivo de esos estudios es liberar, en pocos años, variedades de papa adaptadas a las condiciones agroecológicas de las áreas productoras venezolanas, con características de planta de preferencia de los agricultores y con características de tubérculo de aceptación por los consumidores.

Disminución de la pobreza alimentaria

Un científico del CIP, basándose en el consumo per cápita en 74 países del planeta, calculó que

una familia de cinco miembros podría tardar alrededor de 40 años para consumir dos toneladas de tubérculos de papa, lo que revela la importancia que posee este cultivo como un medio eficaz para satisfacer las necesidades alimenticias en los países más pobres.

Por otra parte, la demanda por este cultivo en los países en desarrollo ha crecido y con ello la demanda por tubérculos-semilla de buena calidad, los cuales tienen un costo elevado. Estos factores reducen las posibilidades de expansión de la papa hacia nuevas áreas con potencial, para consolidarla como un cultivo alimenticio eficiente. De allí la necesidad de utilizar otras alternativas como la semilla sexual.

Revolución tecnológica

La producción de papas a partir de semilla sexual constituye una verdadera revolución tecnológica, ya que solamente se necesitan 100 gramos para sembrar una hectárea y reemplazar las dos toneladas de tubérculos que normalmente se requieren en esa misma área (Accatino y Malagamba 1982). La alternativa viable se presenta en muchos países tropicales donde la disponibilidad del tubérculo-semilla de alta calidad está limitada por condiciones desfavorables del ambiente, por problemas del transporte, la escasez de almacenes y las restricciones a la importación. Sin embargo, la semilla sexual permite a los agricultores sembrar cuando lo deseen y evitar las enfermedades originadas en los tubérculos que prevalecen en los climas cálidos (CIP 1992).



Figura 3. Productor de La Lagunita, estado Trujillo, mostrando la cosecha de semilla sexual envasada en botella de vidrio.

Las principales ventajas del uso de la semilla sexual y que permitirían una revolución se describen en los párrafos siguientes:

- Reducción del costo de la semilla

Sólo cinco plantas de papa producen suficiente semilla sexual en sus frutos, como para sembrar una hectárea.

- No transmiten ninguna de las enfermedades graves de la papa

La mayoría de las enfermedades virales que atacan a la papa se transmiten a través del tubérculo, igual sucede con el viroide del tubérculo ahusado (PSTVd). Se ha demostrado que ninguno de los virus que infectan al cultivo en el hemisferio norte se transmite por semilla sexual, mientras que sólo tres que lo infectan en la región andina son transmitidos por la semilla sexual y el PSTVd (Salazar 1996).

- Gran facilidad para su almacenamiento y transporte

La semilla sexual es fácil y barata de almacenar. El agricultor puede almacenarla hasta por un año, si las coloca en bolsitas de papel y las almacena dentro de un frasco bien cerrado que contenga arroz tostado frito, en un lugar fresco y seco de la casa. Se puede almacenar durante varios años de la misma manera, si el frasco se guarda dentro de un refrigerador común a una temperatura de 3°C (Torres 1991).

- Gran flexibilidad de uso

Permite la siembra en fecha oportuna. Las papas provenientes de semilla sexual pueden adaptarse a los sistemas de producción en determinada zona ya que su siembra no depende del proceso de envejecimiento de los tubérculos-semilla en el almacenamiento. Esto permite al agricultor calcular el momento oportuno y conveniente para realizar su siembra comercial y por lo tanto, producir papa de consumo cuando el mercado le sea más favorable.

- Facilita la expansión del cultivo

La utilización de semilla puede hacer posible la rápida expansión del cultivo en áreas agrícolas fa-

vorables, que no se utilizan actualmente para ese cultivo debido a la escasa disponibilidad de tubérculos-semilla de buena calidad. De acuerdo con Malagamba (1992), la posibilidad de producir papas usando semilla sexual es mayor cuando las siguientes condiciones están presentes en una zona:

- El clima debe ser favorable al cultivo durante tres o cuatro meses en el año.
- Los rendimientos del cultivo son generalmente bajos debido a la alta incidencia de enfermedades transmisibles por el tubérculo-semilla.
- El costo de los tubérculos para semilla representa una alta proporción de los costos totales del cultivo.
- La mano de obra especializada en prácticas hortícolas es abundante.
- Los campos de cultivo de papa son de superficie reducida
- El consumidor no exige tubérculos con uniformidad perfecta
- El precio de la papa es elevado.

Factibilidad de la utilización por los productores

Rojas (1992) señala, que para hacer factible el uso de la semilla sexual de papa entre los productores se requiere lo siguiente:

- Poseer progenies de alto rendimiento que estén adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de los productores.
- Producir semilla sexual de alta calidad con esas progenies, de modo que puedan expresar su potencial productivo. Esa 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 que los productores usen la semilla sexual.
- Disponer de 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.

Por otra parte, las zonas especialmente favorables a la adopción son aquellas con temperaturas altas, donde si bien es posible el cultivo en parte del año, los tubérculos están sujetos a una pérdida rápida 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.

Tecnología y manejo de la producción

La producción de papas a partir de semilla sexual se pueden realizar a través de varias alternativas:

- **Siembra directa**

Con esta modalidad se han determinado problemas relacionados con la germinación de la semilla por efecto de las temperaturas, condiciones de suelo, desuniformidad en la emergencia de las plántulas y las malas hierbas. Si bien estos problemas se redujeron considerablemente debido a la técnica de siembra con una mezcla iniciadora de germinación (semilla sexual + sustrato apropiado + agua), en algunos países tropicales no se han obtenido los resultados esperados. Por otra parte, la siembra directa mecanizada con riego por gravedad o por surco ha tenido éxito en las áreas del este de Washington, Estados Unidos.

- **Transplante**

Las semillas se siembran en semilleros, con adecuadas condiciones de crecimiento como en el caso del tomate, y luego se trasladan al campo en forma de plántulas. Para el manejo de las plántulas es conveniente que el almácigo tenga 1 metro de ancho y una profundidad no mayor a 25 centímetros. El sustrato adecuado consiste en cuatro partes de arena, más cuatro partes de materia orgánica y de cero a dos partes de suelo de textura franca (Wissar y Alvarado 1986) (Figura 4).

La producción de papa consumo mediante los métodos de siembra directa en el campo o de transplante es atractiva porque no involucra almacenamiento de tubérculos-semilla. Estos dos métodos pueden ser particularmente apropiados para las áreas donde hay irrigación o precipitaciones pluviales bien distribuidas, una estructura física de suelos adecuada y agricultores con experiencia en horticultura.



Figura 4. Almácigo mostrando la germinación de la semilla sexual, cuyas plántulas se utilizarán para el trasplante en campo.

- **Tubérculos provenientes de plántulas en camas de almácigos**

Para producir exitosamente tubérculos-semilla libres de enfermedades a partir de semilla sexual, se necesitan buenas condiciones de cultivo para el desarrollo de las plántulas. Este almácigo puede ser una pequeña área en el campo de uso por estación de cultivo o permanente.

En el modelo permanente se pueden producir, intensivamente, tubérculos de plántulas en camas que se llenan con un sustrato de cultivo especialmente preparado. En este tipo de almácigo se puede manipular la temperatura del suelo aplicando sombra para bajar la temperatura o una cobertura de plástico para elevarla. El área pequeña permite, además, un control más efectivo de las enfermedades transmitidas por tubérculos y de sus vectores, y el agua se puede aplicar fácilmente con una manguera o una regadera. El control de las condiciones de crecimiento en los almácigos permite a los agricultores de muchas áreas producir tubérculos de plántulas fuera de la temporada, cuando las condiciones de campo no permiten cultivos, reduciendo de esta manera la duración del almacenamiento (Wiersema 1985) (Figura 5).

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, que luego se plantan en la temporada de cultivo siguiente. El número de multiplicaciones sucesivas, posibles de realizar,

dependerá obviamente de la aptitud general de la zona y de aquellas condiciones de producción que permitan mantener el estado sanitario de los tubérculos y su productividad en un nivel satisfactorio (Malagamba 1992) (Figura 6).



Figura 5. Almacigo para la producción de tubérculos en épocas fuera de temporada normal del cultivo, en el CIAE Mérida, Campo Experimental Mucuchíes.



Figura 6. Plantación en campo a partir de tubérculos obtenidos en almacigos de semilla sexual en el CIAE Lara, Campo Experimental Las Cuibas.

Una de las principales ventajas de la producción de papa, a partir de tubérculos-semilla derivados de semilla sexual, consiste en que los productores de papa consumo no necesitan cambiar sus técnicas de producción. En áreas con condiciones favorables de almacenamiento, en épocas fuera de siembra, se puede aplicar el uso de la semilla sexual para la producción de tubérculos como

material de plantación para la siguiente campaña agrícola. Cuando se trata de ambientes más restringidos, los tubérculos se pueden producir en áreas protegidas durante la época fuera de siembra y luego utilizarse para plantar después de un corto período de almacenamiento, una vez que el período de reposo ha terminado naturalmente (Wiersema 1984).

- Manejo de la producción

Las plantas provenientes de semilla sexual son muy susceptibles al ataque de gusanos cortadores, áfidos, polillas, cigarritas y al daño por aplicación de herbicidas (Accatino y Malagamba 1982), por lo que se requiere implementar un manejo apropiado para el combate de estas limitaciones. La presencia de hongos del suelo, como *Rhizoctonia* spp. y *Phythium* spp., pueden provocar el fracaso del 80% de emergencia y hasta 40% de mortalidad cuando se utiliza el modelo de producción por transplante (Wiersema 1984). Afortunadamente, algunos fungidas como Rovral™, Vitavax™ y Brassicol™, permiten mantener un 100% de supervivencia de las plántulas cuando se aplican en dosis apropiadas (Martín 1983).

Estrategia de autoabastecimiento de semilla de papa

La semilla sexual tiene un período de latencia de cuatro a seis meses, dependiendo de la progenie. Esta latencia se puede interrumpir inmediatamente después de la cosecha, si se sumergen en una solución de 1.500 partes por millón de ácido giberélico durante 24 horas. Posteriormente, la semilla se lava con agua, se seca a la sombra y luego se almacena. Después de la ruptura artificial de la latencia y de un período de reposo prolongado es recomendable verificar el porcentaje de germinación (Accatino y Malagamba 1982).

Experiencias exitosas con semilla sexual

La tecnología ha sido probada y adoptada en 45 programas nacionales, aunque Bangladesh, China, Egipto, Filipinas, India, Indonesia, Nicaragua, Perú, Sri Lanka y Uganda son los países donde el interés local y la probabilidad de éxito son mayores. Proyectos para producir semilla híbrida existen en la actualidad en Chile, India, Indonesia, Turquía y Kenya.

En el Cuadro 1 se muestra el número de variedades obtenidas a partir de semilla sexual en años recientes con rendimientos entre 12,9 y 48,0 toneladas por hectárea.

Cuadro 1. Liberación de variedades a partir de semilla sexual en diferentes países.

País	Variedades (Cantidad)	País	Variedades (Cantidad)
Bangladesh	3	Indonesia	4
Egipto	2	Nicaragua	2
Filipinas	1	Paraguay	1
India	2	Sri Lanka	2

Fuente: CIP 1992.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de varios experimentos, que se efectuaron a nivel mundial, con las modalidades de trasplante y de tubérculos obtenidos a partir de plántulas de semilla sexual.

Cuadro 2. Rendimiento (toneladas por hectárea) de cultivos de semilla sexual y del cultivo local en campos de agricultores en diferentes países (1986-1990).

País	Trasplante	Tubérculo de semilla sexual	Cultivo local
Bangladesh	30,9	33, - 36,6	10,3 – 18,6
Brasil	n.d.	27,3	13,5
Corea	5,1 – 20,6	n.d.	24,0 – 33,1
Filipinas	n.d.	30,0 - 45,0	6,0 – 10,0
India	18,2	32,1	24,2
Perú	10,2 – 29,3	18,6 - 35,1	14,4 – 20,6
Ruanda	20,0	21,4	15,1
Sri Lanka	14,8	17,3	12,4
Venezuela	16,7	28,3	12,9
Vietnam	6,0 – 15,0	17,0 - 24,0	14,8

nd = no disponible

Fuente: Malagamba 1992.

Los países con liderazgo en la investigación y producción de semilla sexual son China, Marruecos, Indonesia, Uganda, Egipto, Filipinas, Sri Lanka, Bangladesh, Nepal, Camerun, Chile, Paraguay, Perú y Nicaragua. También se han llevado estudios en Burundi, Kenya, Etiopia y Ruanda.

Los agricultores en Lombarg, Indonesia, lograron resultados exitosos al reducir en 50% el uso de fungicidas con progenies mejoradas del CIP; se estima en 75% el ahorro en los costos entre los agricultores. También en Nicaragua se han obtenido sorprendentes: rendimientos tres veces mayores que aquellos generados con tubérculos-semilla y costos de producción reducidos en menos de la mitad, en comparación con los métodos tradicionales de siembra usando semilla importada (CIP 1992).

Visión nuevo milenio

El objetivo del mejoramiento de la papa cuando se utilizan progenies de semilla sexual es seleccionar progenies con altos rendimientos y tubérculos de uniformidad aceptable (Accatino y Malagamba 1982). De ahí, que los científicos creen que el uso de estos nuevos materiales, provenientes de semilla sexual de papa, podría duplicar la producción en los próximos diez años y reducir los costos de producción en 50 por ciento.

En la India, los nuevos híbridos rinden alrededor de 25% más que las variedades clonales más populares. Además, los científicos del CIP opinan que para el año 2015, el 18% del área cultivada de papa en ese país estará sembrada con materiales derivados de semilla sexual. Esto representaría más de 250.000 hectáreas y convertirá a la India en el líder mundial de la producción y uso de semilla sexual. Los beneficios netos estimados por el análisis ex ante proyectan retornos conservadores de 200 millones de dólares anuales (CIP 1994).

En la India y Egipto las compañías privadas colaboran en la producción masiva y en el uso de la semilla sexual. Se conoce que esta tecnología puede reducir el costo del material de propagación de 50 a 90% y producir otras ventajas (CIP 1992). Por otra parte, en Latinoamérica, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile ofrece semilla de progenies probadas en varios países y el CIP coopera con programas nacionales de investigación en la investigación participativa con productores. Las personas interesadas en el uso de esta técnica deben contactar a los investigadores del INIA en los estados Lara, Mérida, Monagas, Táchira y Trujillo, ya que esta tecnología se considera como la alternativa innovadora de propagación para el tercer milenio.

Bibliografía

- Accatino, P.; Malagamba, P. 1982. Potato production from true seed. Lima, International Potato Center. 20 p.
- Centro Internacional de la Papa. 1992. Informe anual 1992. Lima, Perú. 78 p.
- Centro Internacional de la Papa. 1994. Informe anual 1994. Lima, Perú. 62 p.
- Coraspe, H. 1990. Comprobación de tecnología para la producción de papa a partir de la semilla sexual de papa. Pampanito, Venezuela, Estación Experimental Trujillo. 6 p. (Mimeografiado).
- Malagamba, P.; Monares, P. 1988. True potato seed, past and present uses. Lima, Perú, International Potato Center. 40 p.
- Malagamba, P. 1992. Sistemas de uso de semilla sexual de papa para diferentes ambientes. En: Taller semilla sexual de papa en Latinoamérica. Memorias. Lima, Perú, CIP. p 3-9.
- Malagamba, P.; Cabello, R. 1992. Producción de semilla sexual en diferentes ambientes. En: Taller Semilla sexual de papa en Latinoamérica. Memorias, Lima, Perú, CIP. p. 21-25.
- Martin, C. 1983. Control de la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) en plántulas de papa provenientes de semilla botánica. Circular CIP 11 (4): 1-3.
- Rojas, J. S. 1992. Avances en la producción de semilla sexual híbrida de papa en Chile. En: Taller semilla sexual de papa en Latinoamérica. Memorias. Lima, Perú, CIP. p. 47-57.
- Salazar, L. 1996. Potato viruses and their control. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 214 p.
- Torres, F. 1991. Guía de manejo de la semilla botánica (sexual) de papa para la producción de tubérculos. Esteli, Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 24 p.
- Wiersema, S. G. 1984. Production and utilization of seed tubers derived from true potato seed. PhD Thesis University of Reading. 229 p.
- Wiersema, S. 1985. Producción de tubérculos-semillas derivados de la semilla. Circular CIP 13(1): 1-5.
- Wissar, R.; Alvarado J. J. 1986. Producción comercial de papa a través de semilla sexual. En: Curso integral sobre producción de papa en Venezuela. Mérida, Ven, FONAIAP, Est. Exp. Mérida. p. 216-247.



**Agricultura
y Desarrollo Humano
en Venezuela**
Un plan para el nuevo siglo
Autor J.J. Montilla

**El Cultivo de la Cebolla
en Venezuela**
Autor Ramón Díaz Torres

