



Foto: Matías González Arcos

# SEMILLA VERDADERA DE PAPA: propuestas y desafíos para la producción local

Ing. Agr. Dr. Matías González Arcos<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. PhD. Francisco Vilaró<sup>1-2</sup>,  
Tec. Gran. Gustavo Rodríguez<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. Dra. Paula Colnago<sup>2</sup>,  
Productor hortícola Juan Piñeyro Lima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Producción Hortícola,  
Mejoramiento Genético de Hortalizas - INIA  
<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal, Centro Regional  
Sur - Facultad de Agronomía, Udelar  
<sup>3</sup>Red de Agroecología del Uruguay

En una búsqueda de alternativas tecnológicas que atiendan al abastecimiento de papa semilla de calidad, INIA, Facultad de Agronomía (Udelar) y productores vinculados a la Red de Agroecología del Uruguay avanzan en una estrategia de multiplicación basada en material genético adaptado a nuestras condiciones.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de variedades adaptadas a las condiciones de producción locales es una herramienta indispensable. Las condiciones climáticas en nuestro país y el corto ciclo productivo del cultivo de papa permiten su plantación durante varios meses del año, combinando zonas y ciclos de producción.

Para eso, se utilizan diferentes cultivares a partir de su forma de multiplicación vegetativa tradicional (clonal, asexual) originados en procesos de mejoramiento nacionales y extranjeros. Sin embargo, se identifican dificultades en disponibilidad de papa semilla con calidad apropiada y en el momento oportuno, sobre todo para productores de pequeña escala. En ese caso, el acceso a papa semilla importada es

restringido, costoso y muchas veces poco adaptado a las necesidades locales. La producción de semilla de papa es una actividad especializada. La baja tasa de multiplicación del cultivo mediante el sistema clonal y su alta tasa de degeneración, dificultan el abastecimiento local o para uso propio. En este contexto, se identifica un espacio para desarrollar alternativas tecnológicas que atiendan al abastecimiento de papa semilla de calidad, asociado a material genético adaptado. Para este desafío se complementaron los esfuerzos de INIA, Facultad de Agronomía y productores vinculados a la Red de Agroecología del Uruguay.

## ¿QUÉ ES LA PRODUCCIÓN DE PAPA A PARTIR DE SEMILLA VERDADERA?

Una alternativa para el abastecimiento de material de plantación a nivel predial es la utilización de semilla verdadera (TPS por sus siglas en inglés) o botánica, generada por la reproducción sexual. Esta práctica ha sido desarrollada y promovida por el Centro Internacional de la Papa (CIP) a partir de la década del 80. La semilla verdadera se obtiene a partir del cruzamiento dirigido de dos parentales y constituye la primera generación de una progenie o familia. La condición heterocigota de los parentales determina la diversidad genética dentro de la progenie resultante.

## VENTAJAS ASOCIADAS A LA UTILIZACIÓN DE SEMILLA VERDADERA

- Aumento significativo de la tasa de multiplicación de la especie.
- Reducción de costos de almacenamiento y transporte.
- Flexibilidad para decidir fechas de siembra.
- Reducción del riesgo de transmisión de enfermedades.
- Capacidad adaptativa debido a su constitución genética diversa.

## LIMITANTES ASOCIADAS A LA UTILIZACIÓN DE SEMILLA VERDADERA

En progenies formadas por el cruzamiento de dos clones heterocigotas, la falta de uniformidad en cultivo y producto comercial es uno de los factores que ocupan mayor atención en sistemas de producción y comercialización tradicionales. Si bien esta diversidad puede constituir una ventaja adaptativa, aportando a una producción más estable, se tomó como criterio la selección de progenies relativamente uniformes.

## SISTEMAS DE CULTIVO CON SEMILLA VERDADERA

Existen al menos dos alternativas generales de cultivo de papa a partir de la siembra de semilla verdadera:

- 1) Producción de plántulas en almácigas que se trasplantan directo al campo para producir tubérculos comerciales.
- 2) Producción de minitubérculos semilla, en canteros a alta densidad, para utilizarlos como semilla básica en un esquema de multiplicación.

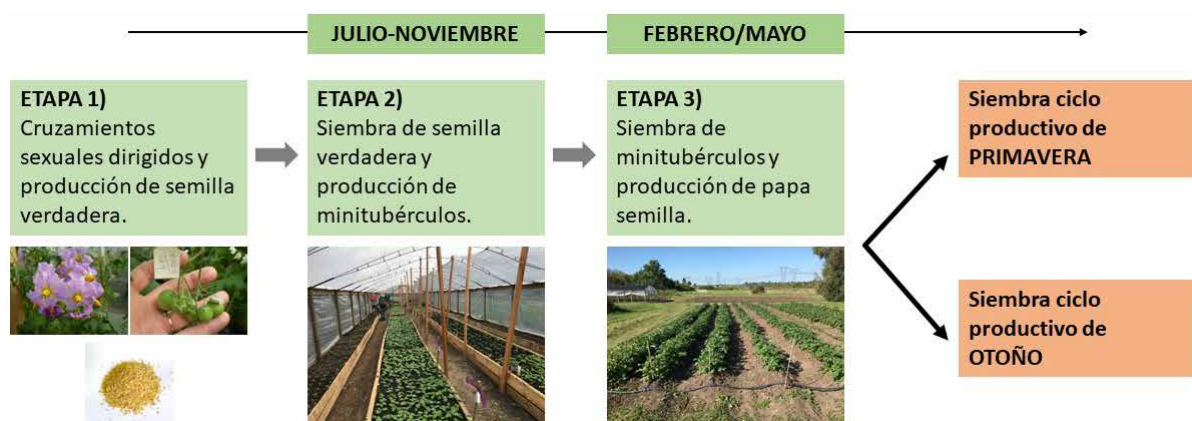
## OBJETIVO DEL TRABAJO

Los objetivos de este trabajo fueron:

- 1) Validar un esquema de multiplicación de papa a partir de semilla verdadera y en condiciones de producción orgánica.
- 2) Seleccionar progenies adaptadas al esquema productivo y comercial propuesto.

## ESQUEMA GENERAL DE MULTIPLICACIÓN PROPUESTO

La Figura 1 muestra el esquema de multiplicación diseñado.



**Figura 1** - Esquema general de multiplicación evaluado. La ETAPA 1 se realiza en INIA. Las ETAPAS 2 y 3 son ejecutadas por productores.

Se basa en tres etapas consecutivas:

ETAPA 1: cruzamientos y cosecha de semilla verdadera.

ETAPA 2: siembra en julio de semilla verdadera en canteros, a alta densidad y bajo protección. Se cosechan en noviembre minitubérculos semilla.

ETAPA 3: siembra en enero - febrero de minitubérculos semilla a campo. Cosecha en mayo de papa semilla para abastecer siguientes ciclos comerciales de primavera y otoño (a partir de semilla conservada en frío).

## PROGENITORES UTILIZADOS

Asociado a la ETAPA 1 del esquema de la Figura 1, se utilizaron como progenitores diferentes materiales (clones avanzados y variedades) del programa de mejoramiento genético de papa de INIA, considerando características de adaptación general y diversidad genética para potenciar efecto de heterosis. Algunos progenitores incorporan genética de una de las especies silvestres nativas de Uruguay (*Solanum commersonii*), en esfuerzos de investigación conjuntos de INIA y Udelar. Para generar las nuevas progenies se definieron previamente tres tipos comerciales de interés: 1) colores: poblaciones con individuos que segregan diferentes colores de piel y pulpa, 2) rosado: poblaciones con individuos de color de piel roja, 3) blanco: poblaciones con individuos de color de piel amarilla-crema. Además, se buscó aportar resistencia genética a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y al virus del mosaico (PVY).

## PRIMEROS ENSAYOS

Los primeros ensayos del proceso de multiplicación fueron conducidos en la chacra Wayra (Flores del Manga, Montevideo) con apoyo del productor Juan Piñeyro Lima, perteneciente a la Red de Agroecología del Uruguay.

Para generar las nuevas progenies se definieron tres tipos comerciales de interés. Se buscó aportar resistencia a tizón tardío y al virus del mosaico (PVY).

Producción de minitubérculos semilla (ETAPA 2):

El 12 de julio de 2021 se sembraron en almácigas semillas verdaderas de 26 progenies. Las plántulas obtenidas se trasplantaron en cultivo protegido (macrotúnel) el 27 de agosto, sobre canteros en alta densidad (100 pl/m<sup>2</sup>). El sustrato fue una mezcla de tierra, compost y cáscara de arroz carbonizada. Se realizó el arrase del follaje a los 75 días desde el trasplante y se cosecharon los minitubérculos una semana después. Se seleccionaron luego de la cosecha nueve progenies promisorias.

Producción a campo de papa semilla (ETAPA 3):

El 29 de enero de 2022 se plantó un bloque de multiplicación a partir de los minitubérculos semilla cosechados de las nueve progenies seleccionadas. Una réplica del ensayo se instaló en la chacra Ecochacra (Sauce, productor José Martínez). Asimismo, se instaló un ensayo en INIA Las Brujas a principios de marzo destinado a evaluar tolerancia a tizón tardío.

## RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los resultados productivos de la primera experiencia en producción de minitubérculos (ETAPA 2) para nueve progenies seleccionadas. Se observaron diferencias entre las progenies en producción por planta (de 41 a 70 g), número de tubérculos por planta (de 2,0 a 4,2) y tamaño promedio de tubérculo (de 14 a 28 g).

**Cuadro 1** - Producción de minitubérculos a partir de semilla verdadera.

Progenie	Prod/m <sup>2</sup> (g) <sup>1</sup>	Tbr/m <sup>2</sup> (n°) <sup>2</sup>	Tbr/m <sup>2</sup> >10 g <sup>3</sup>	T tbr (g) <sup>4</sup>
16053-colores	4887	270	158	18
19024-colores	6987	250	171	28
18075-colores	5833	420	195	14
17017-rosado	5340	280	170	19
16014-rosado	5807	410	204	14
14133-blanca	4427	160	93	28
18124-blanca	4093	230	135	18
18125-blanca	3373	209	125	16
17118-blanca	4607	260	148	18

<sup>1</sup> Producción total por m<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Número total de minitubérculos por m<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> Minitubérculos mayores a 10 g por m<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> Tamaño promedio de minitubérculos.

Se diseñó un esquema de multiplicación de papa a partir de semilla verdadera y en condiciones de producción orgánica; además, se seleccionaron progenies adaptadas al esquema productivo y comercial propuesto.

incidencia de plantas afectadas de 56 % y severidad promedio de 5 (50 % de tejido afectado), evaluada a final de ciclo bajo un ambiente de muy alta presión de la enfermedad. Esta progenie involucra un progenitor con resistencia genética a *Phytophthora infestans*. Además, no presentó síntomas de tizón temprano asociado a *Alternaria solani*.

Con las nueve progenies seleccionadas se realizó el primer ciclo de producción a campo de papa semilla (ETAPA 3). El follaje del cultivo, aún en estado vegetativo, fue arrancado a los 90 días de ciclo. El Cuadro 2 muestra los resultados productivos para las seis progenies seleccionadas en esta etapa. El Cuadro 3 y la Figura 2 muestran características de los tubérculos. Se observaron diferencias entre las progenies en todas las características evaluadas. Dos de las progenies seleccionadas (17017-rosada y 18125-blanca) poseen genética derivada de *S. commersonii*. Pese a ser un ciclo corto se identificaron progenies con niveles productivos altos. Por ejemplo, la progenie 19024-colores tuvo un promedio superior a 1000 g/pl (población de 35 mil pl/ha).

La progenie 16014-rosada alcanzó un tamaño comercial promedio de 300 g. Estos primeros resultados muestran buen potencial para ciclos cortos de cultivo, lo que aportaría a la adaptación productiva. Se constató buen desarrollo vegetativo y sanidad a virus, en particular PVY. Se observaron progenies con buena tolerancia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) bajo condiciones de alta presión de la enfermedad (infección natural, sin curas). Es el caso de la progenie 17118-blanca, con

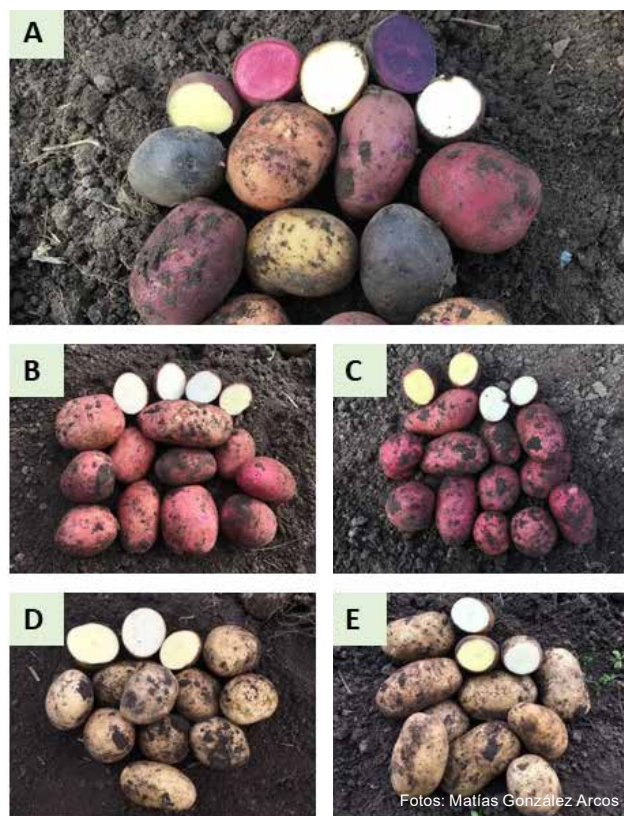


Figura 2 - Tubérculos representativos de diferentes progenies seleccionadas: A) 19024-colores, B) 16014-rosada, C) 17017-rosada, D) 18125-blanca, E) 17118-blanca.

Cuadro 2 - Características productivas de seis progenies seleccionadas en primer ciclo de multiplicación a campo.

Progenie	Ciclo	Prod/pl (g) <sup>1</sup>	T Com (g) <sup>2</sup>	Tizón tardío <sup>3</sup>		Tizón temprano <sup>4</sup>
				Incidencia (%)	Severidad	Severidad
19024-colores	Semitemprano	1040	155	75	6,5	4
18075-colores	Tardío	870	237	62	6	1
17017-rosada	Semitardío	540	244	63	8	0
16014-rosada	Semitemprano	840	308	76	7	0
18125-blanca	Semitardío	910	181	96	9	1
17118-blanca	Semitardío	580	189	56	5	0

<sup>1</sup> Producción por planta. Promedio de 80 a 100 plantas cosechadas. Población de 35 mil pl/ha.

<sup>2</sup> Tamaño comercial. Promedio de 50 a 100 tubérculos.

<sup>3</sup> Comportamiento final ante infección natural de *Phytophthora infestans*. Incidencia: % de plantas con síntomas. Severidad de plantas afectadas: 0= sin síntomas, 9= planta 100% afectada.

<sup>4</sup> Comportamiento final ante infección natural de *Alternaria solani*. Severidad general en la progenie: 0= sin síntomas, 9= plantas 100% afectadas.

**Cuadro 3** - Características de tubérculos para seis progenies seleccionadas.

Progenie	Forma	Color piel	Color pulpa	Brotación <sup>1</sup>
19024-colores	oval/redonda	diverso	diverso	marcada
18075-colores	oval/alargada	diverso	diverso	nula/incipiente
17017-rosada	oval/oval-alargada	rojo/rojo intenso	blanca/amarilla	nula/incipiente
16014-rosada	oval	rosado	blanca/amarilla	marcada
18125-blanca	oval/redonda	blanca	blanca/amarilla	incipiente
17118-blanca	oval/oval-alargada	blanca/amarilla clara	blanca/amarilla	nula/incipiente

<sup>1</sup>Brotación promedio de tubérculos en conservación (temperatura ambiente noviembre a enero y oscuridad) a 60 días del arrese de cultivo.

Otras progenies manifestaron buen comportamiento para tizón tardío sin involucrar progenitores con resistencia genética. En este caso, el buen comportamiento puede estar asociado a la presencia de nuevas combinaciones genéticas o a la estructura genética diversa, características de una población originada por cruzamiento.

### CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Si bien resta evaluar el comportamiento productivo a partir de la papa semilla generada en los siguientes ciclos productivos, el esquema de multiplicación propuesto fue exitoso, generando volúmenes adecuados, de buena calidad sanitaria y en los momentos previstos. Los resultados productivos obtenidos dan margen para ajustar fechas de siembra y cosecha, con posibilidad de adaptar el esquema de multiplicación a necesidades productivas específicas. La resistencia comprobada a la transmisión sistémica de virus permitiría obtener alguna multiplicación adicional. De esta forma, se complementarían las ventajas productivas de los sistemas de multiplicación sexual y asexual.

Los resultados obtenidos en un ciclo corto instalado a partir de minitubérculos muestran el posible potencial productivo de las progenies seleccionadas. En algún caso, se destacan buenos niveles sanitarios para tizones, ya sea por la presencia de factores genéticos de resistencia aportados por algún progenitor o por la propia diversidad genética característica de la progenie. Esto se relaciona con la capacidad de adaptación que puede lograr una población ante una condición de estrés determinada. Esta característica es muy interesante de explotar en sistemas de producción agroecológica. Asimismo, parece factible identificar progenies de papas blancas y rosadas que generen cultivos y producto comercial con uniformidad aceptable en diferentes mercados, sobre todo en los tradicionales. Por otro lado, las progenies de colores aportarían un producto novedoso para un espacio comercial diferenciado.

Es necesario continuar aportando desde la investigación y la transferencia a fortalecer los sistemas

de multiplicación y abastecimiento de semilla de papa en productores familiares de pequeña y mediana escala. Este aspecto será abordado en un proyecto CSIC que inicia en 2022<sup>1</sup>. Sobre estas bases, sería posible planificar trabajos específicos para la selección de nuevas progenies, con capacidad de aportar a las limitantes que surjan del funcionamiento del esquema de multiplicación y las siguientes experiencias productivas y comerciales. La acumulación generada por un programa de mejoramiento genético en funcionamiento permite visualizar la capacidad de aportar soluciones tecnológicas en el corto plazo.



Foto: Matías González Arcos

**Figura 3** - Cosecha de la progenie 18125-blanca.

<sup>1</sup>CSIC\_VUSP2. Fortalecimiento de la cadena de multiplicación y abastecimiento de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) de alta calidad en sistemas de producción familiar. Fagro-Udelar; INIA; RAU; Rustikas.uy. Contacto: pcolnago@fagro.edu.uy