

Saneamiento y puesta en valor de recursos genéticos de papa nativa



Manuel Muñoz D.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Cs., Dr.
Encargado Banco de Germoplasma de Papa
INIA Remehue



Carolina Folch P.
Bioquímica, Mg. Cs.
Gestora Técnica Banco de Germoplasma de Papa
INIA Remehue



Annelore Winkler R.
Tecnóloga en Alimentos
Técnica Banco de Germoplasma de Papa
INIA Remehue



Plantas de papa *in vitro* conservadas en el Banco de Germoplasma de Papa de INIA Remehue.

El Banco de Germoplasma de INIA Remehue ha permitido mantener una colección de papas nativas, sanearla y entregar material de reproducción libre de patógenos a agricultoras y agricultores guardadores. A partir de este material, productores de Chiloé están iniciando la segunda temporada de producción de semilla certificada de cinco variedades de papas nativas inscritas en el Registro de Variedades Aptas para Certificación (RVAC).

La papa es el cuarto cultivo más importante en términos de superficie en el mundo, con 19 millones de hectáreas plantadas anualmente. La producción mundial alcanza 330 millones de toneladas al año, constituyendo uno de los principales recursos alimenticios de los que dispone el ser humano.

En Chile se cultivan anualmente alrededor de 40 000 ha y la producción en este periodo alcanza a 1 000 000 de toneladas, la que abastece al mercado nacional. Existen distintas especies de papa cultivada pertenecientes al género *Solanum*, pero es *Solanum tuberosum* L. la más importante y la más ampliamente distribuida en el planeta. En esta especie se reconocen dos grupos: Chilotanum y Andigenum.

El grupo Chilotanum abarca numerosas variedades tradicionales que, según diversos autores, tienen su origen geográfico en los archipiélagos de Chiloé y de Los Chonos. Se ha propuesto que el grupo Chilotanum evolucionó desde el grupo Andigenum, originario del altiplano andino, adaptándose a formar tubérculos en condiciones de día largo y diversificándose en el sur de Chile.

Aunque el origen del grupo Chilotanum puede ser controversial y motivo de discusión científica, es indudable que en nuestro país existe una gran diversidad de variedades tradicionales, de diferentes formas y colores, las que conforman un patrimonio genético, cultural y alimenticio. Se han descrito 214 variedades nativas de Chile y es posible que haya muchas más aún no descritas o no reconocidas oficialmente. Su rol es muy significativo en la alimentación, ya que el germoplasma correspondiente a Chilotanum ha sido la principal fuente genética materna, para el desarrollo de la mayoría de las variedades comerciales de papa del mundo.

Una de las limitantes para la utilización de este germoplasma tiene que ver con el modo de reproducción de la papa, que es principalmente por medio de tubérculos. Si bien esta multiplicación clonal (cada tubérculo es genéticamente idéntico a la planta madre y, por ello, un clon) permite perpetuar los genotipos que son mantenidos y usados por los agricultores, también genera una acumulación de patógenos, a través de las sucesivas temporadas en que los tubérculos son multiplicados. El tubérculo madre, una vez

infectado con patógenos, transmite enfermedades a los tubérculos hijos. Así, la carga de estos patógenos se va incrementando y los síntomas asociados a su presencia aumentan, llevando a un progresivo deterioro de la productividad, disminución de la calidad y a un cultivo cada vez más pobre, pudiendo incluso provocar la muerte de las plantas y la desaparición del germoplasma. Este fenómeno es conocido popularmente como “degeneración de la semilla” y se debe a la acumulación de enfermedades virales y al aumento de la carga viral, temporada a temporada. En los tubérculos de papa pueden coexistir diferentes virus, los que generan interacciones que llevan a sintomatologías mucho más graves que las producidas por un solo virus, suscitando síndromes como el mosaico rugoso o el enanismo severo, entre otros, haciendo poco viable la producción.

El Banco de Germoplasma de Papa de INIA Remehue, adscrito a la Red Nacional de Bancos de Germoplasma de INIA, tiene las capacidades para “sanear” o “limpiar” de patógenos el germoplasma de papa, utilizando técnicas de erradicación de patógenos desde plantas *in vitro*. Lo anterior, complementando métodos de



➤ **Figura 1.** Cámara de crecimiento del Banco de Germoplasma de Papa de INIA.

cultivo de tejidos con procesos de termoterapia y quimioterapia, para la producción de plantas libres de virus (**FIGURA 1**).

Posterior a los procesos de erradicación de patógenos es necesario verificar la ausencia de estos. Para ello, el Banco de Germoplasma implementa las técnicas de DAS-ELISA y PCR (**FIGURA 2**), para la detección de los seis virus reglamentarios que establece la norma específica de producción de semilla de papa: PVY, PLRV, PVX, PVS, PVA y PVM. También tiene protocolos para la detección de las bacterias del género *Dickeya* y *Pectobacterium*.

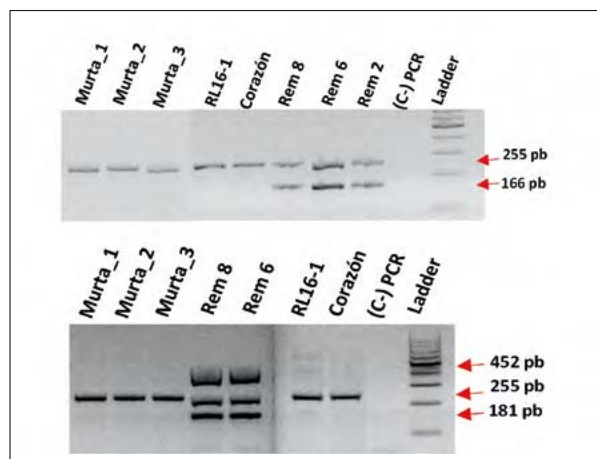
De esta forma, INIA ha establecido un Banco de Germoplasma *in vitro* para la conservación *ex situ* de recursos genéticos de papa. Amplias colecciones de nuevas variedades mejoradas, de variedades antiguas, líneas experimentales y papas nativas son mantenidas bajo condiciones controladas, en un espacio reducido y libre de patógenos. Este Banco está localizado en Osorno, en el Centro Regional de Investigación INIA Remehue, donde se realizan de manera rutinaria procesos de saneamiento *in vitro*, en especial, de accesiones nativas, con el fin de aumentar aquellas libres de patógenos, para posibilitar su utilización conservando

todo su potencial productivo y de regeneración.

Como ejemplo de la alta incidencia de virosis que puede acumularse en el germoplasma de papa en el sur de Chile, así como el resultado de los procesos de saneamiento, presentamos el **CUADRO 1** que muestra la prevalencia de ciertos virus en el germoplasma de papa no saneado, incluyendo coinfecciones con dos a cinco virus simultáneamente. Además, el resultado de una termoterapia combinada con quimioterapia. Cabe indicar que la termoterapia no siempre es 100 % efectiva; pues se "limpia" un porcentaje del material y puede ser necesario repetir varias veces el procedimiento, para lograr el saneamiento de todas las accesiones.

Experiencia de utilización de material nativo proveniente del Banco de Germoplasma de Papa

Una de las experiencias a destacar sobre saneamiento, utilización y puesta en valor de papa fue la entrega de minitubérculos libres de patógenos de las variedades tradicionales Cabrita, Bruja, Cabra, Murta Ojuda y Michuñe Negra Ojuda a agricultores guardadores de Chiloé, quienes quedaron facultados para



➤ **Figura 2.** Geles para visualizar el producto de la PCR usada para el diagnóstico virológico molecular en papa, aplicada en el Banco de Germoplasma.

producir semilla certificada de papa de estas variedades nativas. La actividad se realizó en el marco de un convenio INIA-INDAP, con apoyo de la Municipalidad de Puqueldón y bajo la supervisión del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), entidad que realizó la certificación de este material que cumplió todos los estándares sanitarios y de pureza varietal, para ser incluido en el proceso de Certificación de Semillas. Para lograrlo, estas cinco variedades fueron saneadas en el Banco de Germoplasma de Papa de INIA y, posteriormente, caracterizadas e incorporadas al Registro de Variedades Aptas para Certificación (RVAC) que administra el SAG.

Luego de este proceso se realizó la micropropagación de plantas, para el inicio de la producción. Las plantas *in vitro* libres de patógenos y caracterizadas genéticamente fueron transferidas a la Estación Experimental INIA La Pampa, para incrementar su número y realizar su trasplante a invernadero, a fin de lograr la producción de minitubérculos, los que corresponden a la primera generación que se lleva a campo en la producción de semilla certificada. Como comentábamos, estos minitubérculos fueron entregados a 15 productores y productoras de Chiloé, de las comunas de Puqueldón y Queilen (**FIGURA 3**).



Figura 3. Agricultora guardadora de la comuna de Puqueldón recibiendo minitubérculos de papa nativa, saneados en el Banco de Germoplasma de Papa de INIA.

Los agricultores guardadores de papa nativa recibieron con entusiasmo el material y efectuaron un manejo apropiado, para lograr la certificación de la producción, sometiendo sus plantaciones a las inspecciones del SAG. En paralelo, el equipo técnico de INIA, complementando las capacidades del Encargado del Banco, investigadores/as y profesionales del Instituto, realizó capacitaciones para la utilización del material y poder llegar a buen término con la obtención de semilla certificada de papa nativa de Chile (Figura 4). Además de los autores de este artículo, han sido importantes en el proceso: Ivette Acuña, fitopatóloga de INIA Remehue; Gabriel Peña, profesional de INIA Butalcura y Sandra Alva, profesional de INIA La Pampa, quienes aportaron desde la investigación, la gestión y la multiplicación inicial de minitubérculos, acompañando a los agricultores guardadores y a sus asesores técnicos territoriales. Una vez encaminada y aprobada la producción en campo, la profesional del Prodesal de Puqueldón, Soledad

Cuadro 1. Porcentaje de incidencia de virosis en accesiones de papa sometidas a saneamiento en la temporada 2020-2021.

Número de accesiones tratadas y porcentaje de prevalencia de distintos virus de papa	Previo a termoterapia	Posterior a termoterapia y diagnóstico sanitario
Número de accesiones tratadas	85	85
% Infectadas con alguno de los 6 virus	100	27
% infectadas con 6 virus simultáneamente	0,0	0,0
% infectadas con 5 virus	2,4	0,0
% infectadas con 4 virus	7,1	0,0
% infectadas con 3 virus	16,5	0,0
% infectadas con 2 virus	20,0	5,9
% infectadas con 1 virus	54,1	25,9
% PLRV sin coinfecciones	9,4	9,4
% PVS sin coinfecciones	16,5	2,4
% PVX sin coinfecciones	4,7	1,2
% PVY sin coinfecciones	23,5	22,4
% PVM sin coinfecciones	0,0	0,0
% PVA sin coinfecciones	0,0	0,0
% PVS + PLRV	7,1	0,0
% PVS + PVX	2,4	0,0
% PVX + PVY	1,2	0,0
% PVY + PVS	9,4	4,7
% PVY + PVA	0,0	1,2
% PVX + PVS + PLRV	7,1	0,0
% PVY + PVS + PLRV	9,4	0,0
% PVX + PVY + PVS + PLRV	4,7	0,0
% PVY + PVS + PLRV + PVA	2,4	0,0
% PVX + PVY + PVS + PLRV + PVA	2,4	0,0
% Prevalencia de PVY	52,9	28,2
% Prevalencia de PLRV	42,4	0,0
% Prevalencia de PVS	61,2	7,1
% Prevalencia de PVX	22,4	1,2
% Prevalencia de PVM	0,0	0,0
% Prevalencia de PVA	4,7	1,2
Porcentaje accesiones saneadas		68,2

Moncada, continuó asesorando a los agricultores, quienes están en el segundo año de certificación de semilla de papa nativa, dejando la semilla y las capacidades técnicas

instaladas en el territorio. Ellos pertenecen a la Cooperativa Agrícola de Productoras Puchilco Ltda. y a la Cooperativa Agrícola de Productores Sembrando Futuro Ltda.



📍 **Figura 4.** Capacitación para la producción de semilla de papa nativa realizada en INIA Butalcura, destinada a agricultoras y agricultores receptores del material saneado.

La producción mundial de papa alcanza 330 millones de toneladas al año, constituyendo uno de los principales recursos alimenticios de los que dispone el ser humano.



📍 **Figura 5.** Semillero de la variedad Cabrita establecido por Yolanda Millapichún, agricultora guardadora de la comuna de Puqueldón, a partir del material saneado en el Banco de Germoplasma de INIA Remehue.



📍 **Figura 6.** Semillero de la variedad Cabra en vigoroso crecimiento, establecido por agricultores guardadores en la comuna de Puqueldón, a partir de material conservado y saneado en el Banco de Germoplasma de papa de INIA. Gentileza: Soledad Moncada, Prodesal Puqueldón.

Inicialmente, cada productor recibió cerca de 300 unidades de minitubérculos de una de las cinco variedades tradicionales nativas mencionadas (FIGURA 5). Al principio, estaban escépticos de que tubérculos tan pequeños pudieran tener un potencial productivo alto, sin embargo, quedaron sorprendidos del vigor de las plantas y del rendimiento obtenido por estas (FIGURAS 6, 7 y 8). Los productores con mayor éxito lograron producir 300 a 400 kg de semilla de papa nativa de muy buena calidad, lo que les permite proyectarse a futuro. Tanto los inspectores del SAG como los propios agricultores pudieron constatar las diferencias en rendimiento de este material, con respecto al que estaban manejando, existiendo muchas expectativas por la posibilidad de mantenerlo con alta sanidad. Así, algunos podrán consolidarse como productores de papa nativa certificada y será factible aprovechar las ventajas de la circulación de semilla de calidad en el territorio (FIGURA 9).

El uso de semilla certificada es una de las formas más efectivas de resguardar el patrimonio sanitario, evitando la dispersión de plagas y enfermedades que afectan a la papa, permitiendo alcanzar altos rendimientos y calidad de la producción, sustentando la puesta en valor de la papa nativa (FIGURA 10). TA



📌 **Figura 7.** Cosecha de papa para semilla de la variedad nativa Bruja. Gentileza: Soledad Moncada, Prodesal de Puqueldón.



📌 **Figura 8.** Productora María Isabel Paillán, con una muestra de tubérculos cosechados de la variedad Bruja. Gentileza: Soledad Moncada, Prodesal Puqueldón.



📌 **Figura 9.** (A) Semillero de variedad nativa Cabrita. (B) Semillero de papa nativa, previo al cierre de entrehileras. Gentileza: Soledad Moncada, Prodesal Puqueldón.



📌 **Figura 10.** Productos fritos en hojuelas factibles de obtener, a partir de las variedades nativas (A) Cabrita y (B) Murta Ojuda, saneados en el Banco de Germoplasma de Papa de INIA.