Técnicas para alcanzar altos índices de multiplicación en períodos cortos

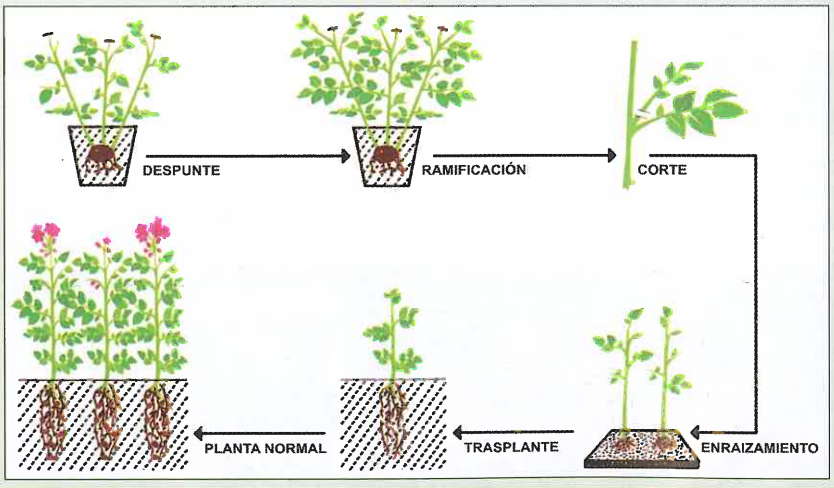
AEROPONÍA: *Ing. Agr. Carlos Chuquillanqui Sotomayor, investigador del Centro Internacional de la Papa, presenta un moderno sistema de aeroponía.*

REPRODUCCIÓN RÁPIDA

La degeneración de la semilla de papa es un grave problema en el cultivo. Este fenómeno se lo define como la acumulación de patógenos en la semilla y la consiguiente reducción de rendimiento y calidad en ciclos sucesivos de propagación vegetativa. En este artículo se describen varias técnicas para producir grandes volúmenes de semilla sana y así manejar la degeneración de esta y diseminar nuevas variedades

Gráfico N° 2

MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJES DE TALLO LATERAL



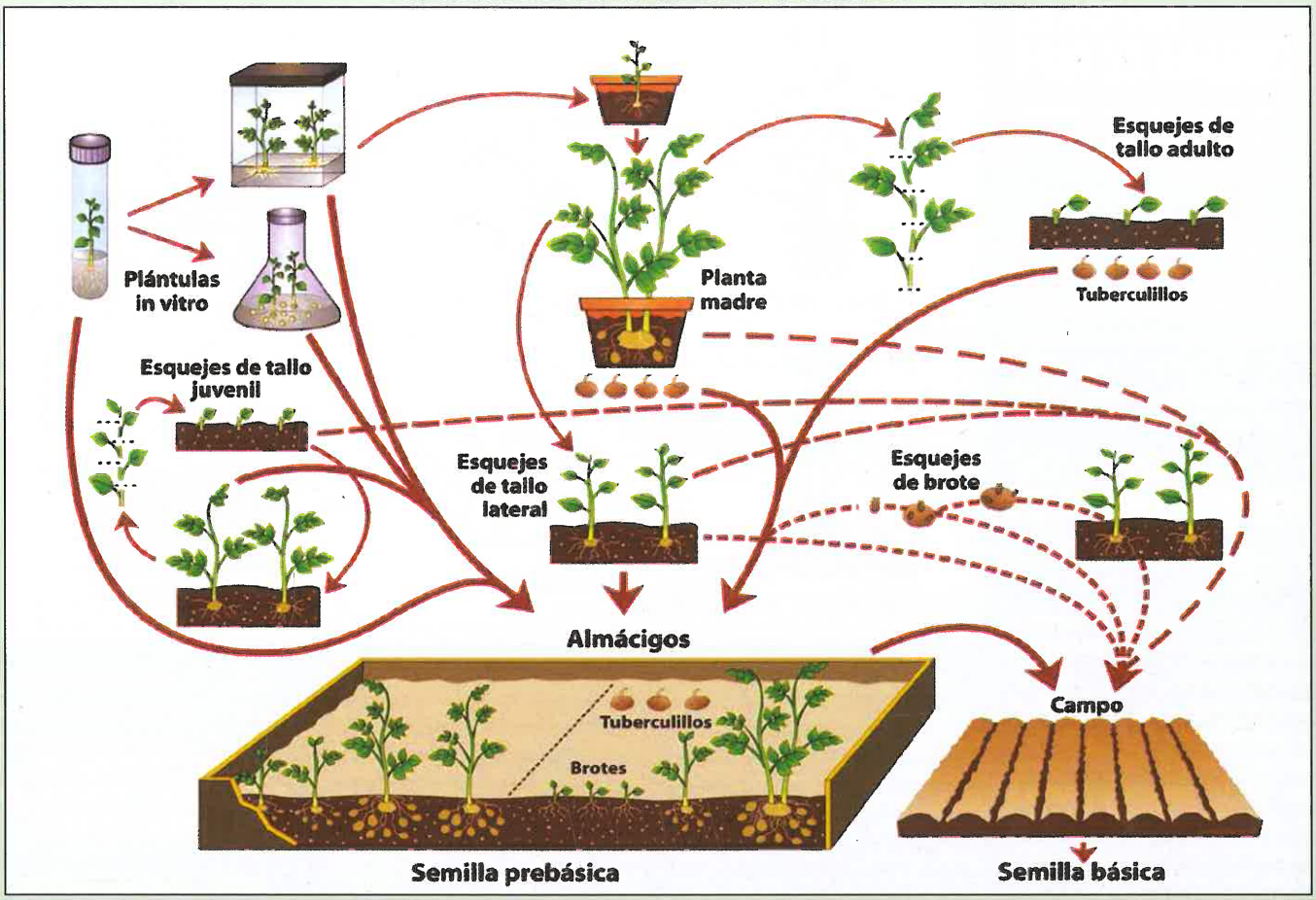
Las técnicas de multiplicación rápida son procedimientos de propagación vegetativa que se utilizan para obtener mayor cantidad de tubérculos-semilla de papa en forma acelerada, alcanzando altos índices de multiplicación de semillas de calidad en un período corto y reduciéndose los costos de producción. Esto permite renovar la semilla en caso de degeneración y diseminar nuevas variedades.

La complejidad varía desde muy sencillas, como el uso de esquejes, hasta sofisticadas como la aeroponía.

Principalmente, se basan en la multiplicación de los siguientes propágulos: plántulas *in vitro*, esquejes de tallo lateral, esquejes de tallo juvenil,

Gráfico N° 1

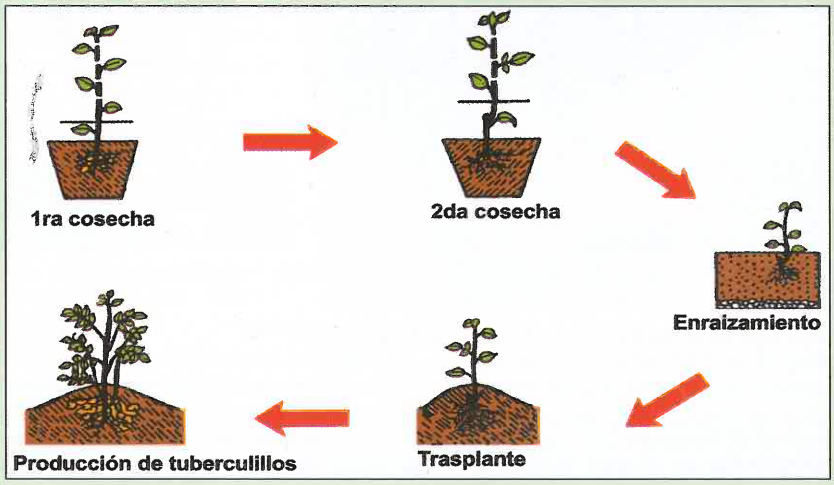
TÉCNICAS DE MULTIPLICACIÓN



DE SEMILLAS DE PAPA

Gráfico N° 3

MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJES DE TALLO JUVENIL



esquejes de tallo adulto, y esquejes de brotes de tubérculo. Ver **Gráfico Nº 1**. Así como técnicas para producción de minitubérculos prebásicos, y una para producir semilla en condiciones de campo.

¿Cómo hacerlo? La explicación está a cargo del **Ing. Agr. Carlos Chuquillanqui Sotomayor** y del **Dr. Jorge Andrade-Piedra Naranjo**, especialistas del Centro Internacional de la Papa.

MULTIPLICACIÓN POR PLÁNTULAS IN VITRO

Se obtienen mediante técnicas de biotecnología que permiten regenerar plantas completas a partir de cualquier parte de la planta, especialmente meristemos, en un medio nutritivo especial, bajo condiciones estériles y diferentes regímenes de luz, temperatura y humedad, de acuerdo a la variedad de la papa a multiplicar. Los meristemos son los puntos activos de crecimiento ubicados en el ápice de la planta, los cuales pueden ser "limpiados" de virus utilizando termoterapia. A partir de las plántulas *in vitro* se producen plantas madre para producción de esquejes, o se las puede sembrar directamente en invernadero para producir minitubérculos prebásicos.

POR ESQUEJES DE TALLO LATERAL

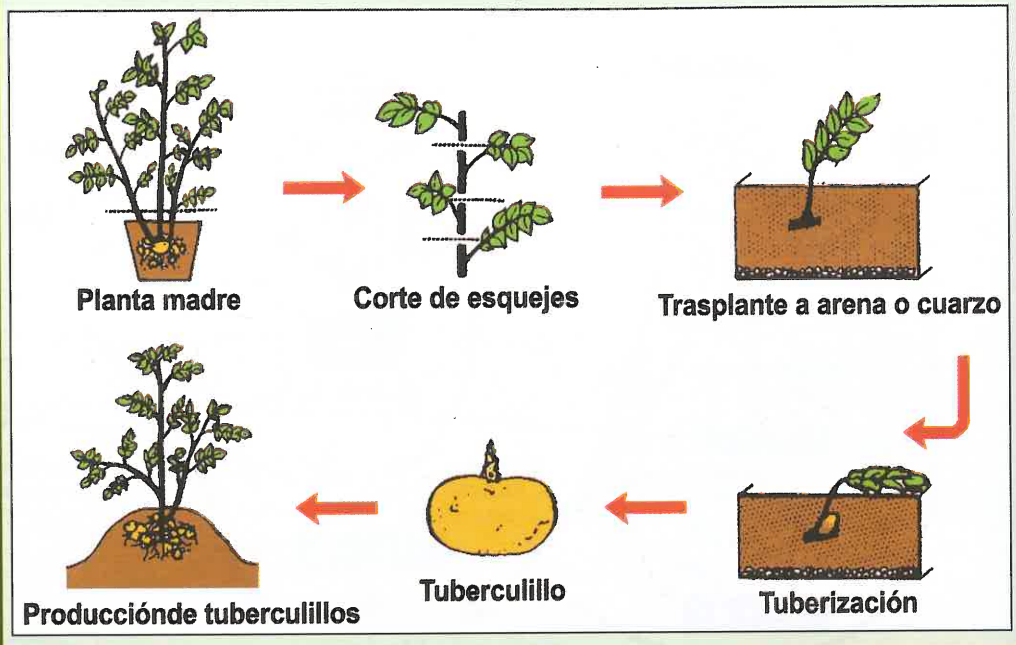
Los esquejes son cualquier fracción vegetativa no leñosa de la parte aérea de la planta que sirve para propagar nuevas plantas. En esta técnica, se induce la formación de tallos laterales al cortar el ápice de los tallos primarios de una planta madre. Ver **Gráfico Nº 2**.

REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE SEMILLAS DE PAPA

Los esquejes son obtenidos de los tallos laterales y puede obtenerse de 20 a 60 por planta madre. Luego son colocados en arena u otros substratos para enraizarlos y después de 10 a 15 días pueden trasplantarse a un substrato definitivo. Se recomienda el uso de hormonas en polvo para facilitar el enraizamiento de los esquejes.

Gráfico N° 4

MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJES DE TALLO ADULTO



POR ESQUEJES DE TALLO JUVENIL

Se usan plántulas madres juveniles que estén creciendo vigorosamente. Son ideales las plántulas que se originan de esquejes de brote o de tubérculos pequeños (de menos de 10 gramos). Cuando las plantas tienen 5-6 hojas se remueven los tallos de cada planta, dejando una hoja grande en la base de la planta para propiciar la brotación de la yema axilar. Ver **Gráfico Nº 3.**

Se pueden hacer entre dos y 10 cosechas sucesivas de tallos, dejando una nueva hoja en cada cosecha. Cada tallo se corta en tantas partes según los nudos que tenga. Estos esquejes se siembran en arena fina (menor de un milímetro) u otro substrato, asegurándose que la yema axilar quede debajo de la superficie de la arena. En 10 a 15 días los esquejes enraízan y la yema axilar se desarrolla para convertirse en un brote aéreo. Los esquejes así brotados pueden ser trasplantados directamente o usados como plantas madres para incrementar la tasa de multiplicación, que dependerá del número de cosechas obtenidas de cada planta madre.

POR ESQUEJES DE TALLO ADULTO

Estos pueden obtenerse de toda la planta de papa. Los tallos se separan de la planta madre al comienzo de la se-

COSTOS

— Ing. Chuquillanqui y Dr. Andrade-Piedra, ¿la multiplicación rápida de la semilla de papa, libre de plagas y enfermedades, puede realizarla el productor rural o los costos son muy elevados?

— Las técnicas de multiplicación por esquejes pueden ser usadas por agricultores que producen semillas de manera comercial, pues son sencillas de usar y de bajo costo. Por el contrario, el uso de plántulas *in vitro* y su posterior multiplicación son usadas por instituciones y empresas especializadas en producción de semillas, pues su costo es más alto. Los costos aproximados son: **plantas in vitro 3.5 soles por planta, esquejes** (S/ 0.01 a 0.02 por esqueje), **aeroponía** (S/ 0.03 a 0.04 por minitubérculo), **arenoponía** (S/ 0.06 a 0.08 por minitubérculo), **inmersión en solución nutritiva está en proceso de investigación, y selección positiva** (S/. 0.8 a 1 por kg.)

— Entonces para el pequeño productor ¿cuál es el método más apropiado para producir semilla?

— Existen varias alternativas, como usar semilla certificada, o multiplicarlas en parcelas con muy buen manejo para producción de semillas. Asimismo, el uso de esquejes para aumentar la tasa de multiplicación es una alternativa, pero se requiere que el agricultor haya sido capacitado previamente y que cuente con un invernadero. Por último, en casos en que no se disponga de semilla certificada, la mejor alternativa es que el agricultor mejore la calidad de su propia semilla utilizando la selección positiva.

— ¿Y en qué consiste?

— Consiste en marcar las mejores plantas (sanas y vigorosas) cuando tienen unos 20 a 25 centímetros de altura. Estas deben estar ubicadas en zonas altas, lejos de otros cultivos de papa y con buena rotación de cultivos. Las plantas seleccionadas se cosechan por separado, posteriormente se escoge los tubérculos que no presenten daños mecánicos o de plagas. Esta técnica se complementa con un adecuado almacenamiento: con luz difusa,

Ing. Agr. Carlos Chuquillanqui Sotomayor y Dr. Jorge Andrade-Piedra Naranjo.

AGROLAB COMPANY
SOLVENCIA ANALÍTICA
» RAPIDEZ » CALIDAD » POR TODO EL MUNDO
Groen Agro Control
LABORATORY - RESEARCH & ADVICE

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PESTICIDAS

- Análisis de residuos de pesticidas (más de 800 pesticidas).
- 362 pesticidas determinados por LC - MS/MS.
- 451 pesticidas determinados por GC - MS/MS.
- De 03 a 04 días hábiles en promedio para la entrega de resultados.
- Parámetros validados para granos en general y granos andinos,frutas y/o hortalizas, agua, suelo, hojas.
- LOQ de 0.01 mg/kg.
- LOQ de 0.001 - 0.005 mg/kg (Control de productos orgánicos y Baby Food).
- Laboratorio Holandés con más de 25 años de experiencia a Nivel Internacional.
- Acreditación 17025 y certificaciones Q.S, BNN, ERKENNING, FAVV, BIOKAP, FAPAS

Tipos de análisis

www.agrolabcompany.com / www.agrocontrol.nl

- Análisis de residuos de pesticidas (más de 800 pesticidas)
- 362 pesticidas determinados por LC MS/MS
- 451 pesticidas determinados por GC MS/MS
- Análisis de residuos de pesticidas en formulaciones químicas.
- Antibióticos en alimento balanceado y pesticidas.
- Organotines (Cyhextin, fenbutatin, azocyclotin)
- Análisis de nutrientes/proximales
- Curvas de degradación de pesticidas.
- Análisis de pureza de fertilizantes
- Fosetyl Al + Ácido Fosforoso.
- Análisis de suelo y foliares.
- S02 (sulfito).
- Formalina
- Bromuro inorgánico.
- Metales pesados.
- Ditiocarbamatos.
- Análisis de herbicidas.
- Alimentos en general.
- Análisis microbiológicos.
- Análisis específicos.
- Ethefon.
- Glifosato.
- Nitritos y nitratos.
- Carnauba wax.
- Clormequat - mepiquat.
- Micotoxinas.
- Hormonas vegetales.
- Azúcares reductores.
- Antioxidantes.
- Cloratos y Percloratos.
- Ácidos grasos.
- Amonios Cuaternarios.
- Aminoácidos.
- Fosfina (Ph3).
- Patulina.
- Gluten.
- Alérgenos.
- Melamine.
- Vitaminas.
- Clorofila.
- etc.

Contactos
Arturo Herrera
aherrera@agrolabcompany.com
+51 999 - 450 - 833
Jesús Mendoza
comercial1@agrolabcompany.com
+51 999 - 874 - 000
Ana Ibaceta
comercial2@agrolabcompany.com
+51 999 - 874 - 012
José Pumachagua
comercial3@agrolabcompany.com
+51 997 - 123 - 577

nectud de esta, y se cortan en pedazos, cada uno con un nudo y una hoja. Ver **Gráfico Nº 4.**

Se siembran en arena fina (menor de un milímetro), con la hoja sobre la superficie, y al cabo de 4-6 semanas las yemas axilares se transforman en un tubérculo pequeño, también llamados tuberculillos o minitubérculos. Las plantas

buena aireación y protegidos del daño de roedores, lo que asegura que estén fisiológicamente aptos para la siembra. Es muy sencilla y permite incrementar el rendimiento entre 20-30% como se ha demostrado en varios países del mundo.

PRODUCCIÓN: *Selección de plantas sanas y vigorosas en prefloración y floración para lograr semillas de buena calidad.*

ENFERMEDADES

— ¿Cuáles son los virus con mayor incidencia y cómo se puede reducir su daño?

— Las que atacan con mayor frecuencia son: **virus del enrollamiento de las hojas** (PLRV), **virus Y de la papa** (PVY), **virus X de la papa** (PVX), **virus S de la papa** (PVS), **virus moteado andino de la papa** (APMV), y **virus latente de los Andes** (APLV). Para reducir su daño contamos con tres tácticas: **1)** Uso de variedades como **"Unica"** que es resistente a PVY o **"Wankita"** que resiste a PVY y PVX. **2)** Usar semillas certificada producida por agricultores registrados en el Área de Regulación en Semillas del INIA, y **3)** Si no se dispone de semillas certificadas, se puede reducir el daño de virus utilizando la técnica de selección positiva.

— ¿La multiplicación se puede realizar en cualquier época del año y a diversas alturas sobre el nivel del mar?

— La propagación de las plántulas *in vitro* puede realizarse en cualquier época del año y en cualquier lugar donde se tengan las condiciones adecuadas para el mantenimiento de este material, pues se las propaga en laboratorio. En cambio, se recomienda que la propagación por esquejes (en campo) y la producción de minitubérculos con aeroponía y otras técnicas (usualmente en invernaderos rústicos o casas de malla) se realice en la época adecuada del cultivo de papa para mantener un desarrollo óptimo de las plantas y evitar los efectos de altas o bajas temperaturas.

— Por último, ¿se puede producir plantas libres de virus a partir de madres infectadas?

— No, salvo que se las someta a un proceso de cultivo *in vitro* y termoterapia. Sin embargo, plantas infectadas con virus que han sido cultivadas en zonas frías tienen un menor porcentaje de tubérculos infectados que aquellas cultivadas en zonas cálidas

REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE SEMILLAS DE PAPA

madres deben crecer bajo condiciones de días largos (15 a 18 horas de luz), para promover el máximo crecimiento de las ramas. Dos semanas antes de cosechar los esquejes de tallo adulto es necesario reducir la duración de los días a 10-13 horas de luz, para favorecer el desarrollo de los minitubérculos. La tasa de multiplicación depende del número de tallos cosechados a partir de la planta madre, pero en general se pueden producir entre 100 y 120 minitubérculos de una planta madre.

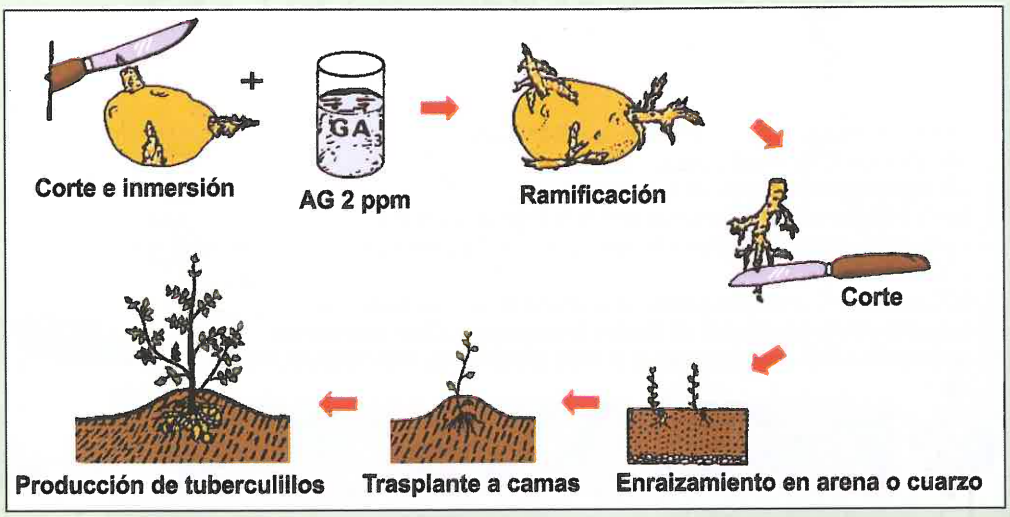
POR ESQUEJES DE BROTE DE TUBÉRCULO

Los tubérculos son sometidos a períodos de oscuridad y luz indirecta para promover la brotación. Debido a la dominancia apical (tendencia o crecimiento de la planta hacia su punta), muchas veces predomina el desarrollo de un solo brote en el ápice del tubérculo, el cual debe ser removido para promover el crecimiento uniforme de los demás brotes. En el momento en que los brotes alcancen el tamaño óptimo (2-3 cm.) se elimina el meristemo apical, lo cual promueve la ramificación de los brotes. Ver **Gráfico Nº 5.**

Esto se hace con una cuchilla desinfectada con hipoclorito de calcio (1%) en cada corte del brote. Luego el tubérculo con los brotes despuntados es sumergido en una solución de ácido giberélico (2 ppm.) durante 10 minutos. Los tubérculos son nuevamente sometidos a períodos de oscuridad y luz indirecta hasta que los brotes se ramifiquen. Cada brote es retirado del tubérculo, seccionado en porciones de 1 a 2 nudos, y luego sembrados en arena o cuarzo de 0,5 a 1 mm. de tamaño de grano. Después de 15 a 20 días, cada brote desarrolla un esqueje, es decir una plántula con sus tallos y raíces. Estas plántulas enraizadas pueden ser trasplantadas a macetas en invernadero para continuar la propagación por otras técnicas.

Gráfico N° 5

MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJES DE BROTE DE TUBÉRCULO



EN MACETAS: *Producción de minitubérculos de papa en maceteros, con solución nutritiva especial.*

ARENOPONÍA: *Tubérculos logrados en arena como sustrato. Simple y de fácil adopción —incluso— pueden utilizarse materiales disponibles de la zona.*

PRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS

Para producir minitubérculos prebásicos se pueden usar varias técnicas, entre ellas:

- **Aeroponía:** Producción sin usar suelo, es decir que las plantas crecen suspendidas en el aire, dentro de cajones cerrados (también llamados módulos), y son alimentadas mediante una solución nutritiva, que es nebulizada y puede ser recirculada. Se puede producir más de 100 minitubérculos por planta, pero requiere ciertas condiciones institucionales, de infraestructura y de recursos humanos, que hacen que sea apta únicamente para productores de semilla con mucha experiencia.
- **Arenoponía:** Se usa arena como material inerte en un sistema hidropónico. Es simple y de fácil adopción, pues se pueden utilizar materiales disponibles en la zona y la arena puede ser desinfestada con lejía. Esta técnica usa un tanque elevado de almacenamiento de agua, ubicado fuera del invernadero a 1,5-2 metros de altura, que permite el flujo de la solución nutritiva por gravedad.
- **Inmersión en solución nutritiva:** Se siembra las plántulas en macetas que contienen una solución nutritiva. Las raíces son oxigenadas mediante un compresor. Al momento esta técnica está siendo probada para multiplicación de clones *(RALT)*