

Semilla de papa

Pedro José Corzo Carrillo¹

Semilla es toda estructura botánica sexual o asexual capaz de dar origen a otra planta de su misma especie. En este documento, el término semilla se refiere al tubérculo brotado utilizado para la producción de papa, también denominado tubérculo-semilla.

La semilla es uno de los principales factores en la producción de papa. Es posible mejorar la producción mediante la optimización de otros componentes tales como la fertilización, el control fitosanitario, el manejo agronómico y la disponibilidad de agua, pero si la semilla es de mala calidad, los rendimientos serán reducidos. Por esta razón se han desarrollado metodologías para mejorar su calidad. Algunas de estas metodologías se presentan a continuación:

MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN DE SEMILLA DE PAPA EN CAMPO

Tradicionalmente, muchos agricultores han seleccionado como semilla las papas que no pueden comercializar; generalmente se incluyen tubérculos deformes, cortados o muy pequeños ("riche"); lo cual origina plantas débiles, enfermas y con bajo rendimiento, ya que no se ha tenido en cuenta la sanidad del cultivo.

Por estas razones se han desarrollado métodos fáciles y seguros para seleccionar en condiciones de campo, semilla aparentemente sana. Dentro de los más conocidos se encuentran: la Selección Masal y la Selección Clonal.

SELECCIÓN MASAL

Con este método sencillo el productor de papa puede obtener su propia semilla, cuando no dispone de semilla certificada. El objetivo es mejorar la calidad de la semilla, mediante la selección de las mejores plantas disponibles en el cultivo, la cosecha y mezcla de la producción de las plantas seleccionadas, el almacenamiento de los tubérculos y su respectiva siembra para el siguiente cultivo, en una parcela de semilla.

El proceso se repite en cada ciclo de cultivo, seleccionando las mejores plantas de la parcela de semilla que esté en crecimiento, para sembrar los tubérculos de esa nueva selección, en una

¹ Investigador del Programa Regional Agrícola de Corpoica. C.I. Tibaitatá – E-mail: pcorzo@corpoica.org.co.

nueva parcela de semilla. Los tubérculos obtenidos de las plantas no seleccionadas en la parcela, se pueden utilizar como semilla para la siembra normal de papa para consumo.

Este es uno de los métodos más sencillos y económicos, adaptado y difundido por el Centro Internacional de la Papa, CIP, como "Técnicas de parcelas de semilla de papa a nivel del agricultor", con el siguiente procedimiento descrito por Bryan, 1980:

Durante el primer año, y en el mejor campo de cultivo, se escogen aquellas plantas que sobresalen por su sanidad y desarrollo y se identifican con una estaca o etiqueta. Se recomienda hacer la selección positiva en dos momentos del cultivo: cuando las plantas son pequeñas y están bien separadas y en el momento de la floración; esto permite detectar con facilidad una posible mezcla de variedades, así como las diferencias en desarrollo y sanidad. La cantidad de plantas seleccionadas depende de la semilla que se necesite para el cultivo comercial.

Cuando el cultivo llegue a su madurez, pero antes de la recolección definitiva, se deben cosechar a mano las plantas marcadas con estacas, descartando las de bajo rendimiento y las que presentan enfermedades o deformación de los tubérculos.

Los tubérculos así cosechados se mezclan y clasifican según los tamaños tradicionales (primera, segunda, tercera y cuarta o "semillón"), si la producción así lo permite. La semilla resultante se guarda, separada de la papa de consumo, en condiciones de luz, temperatura y aireación propias del almacenamiento en silos rústicos o cajuelas. En la Figura 1 se presenta la secuencia que se debe adelantar cuando se realiza una selección masal.

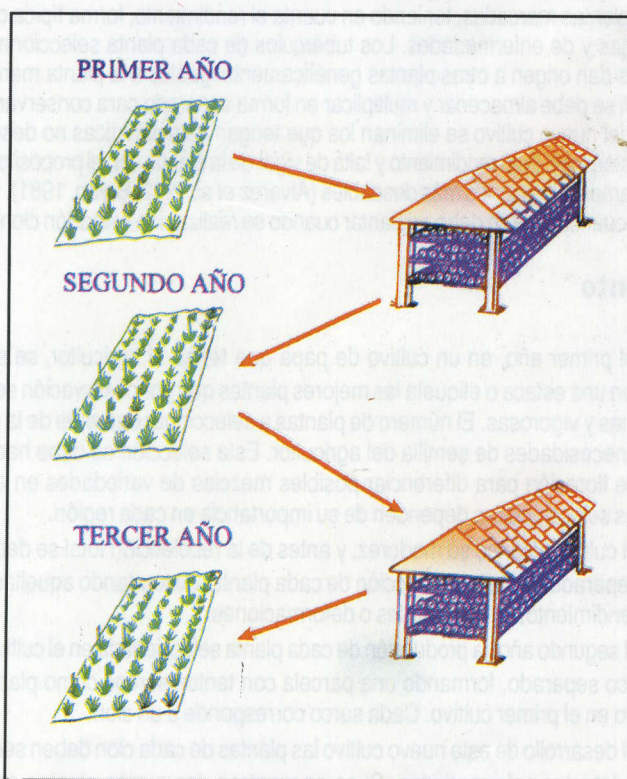


Figura 1. Selección masal.

BIBLIOTECA CONTEMPORÁNEA DE COLOMBIA



Para el siguiente cultivo se siembra la semilla seleccionada en una parcela que este destinada para semilla. Preferiblemente en suelos donde no se haya cultivado papa en los últimos tres años. Se recomienda sembrar un sólo tubérculo por sitio y cada tamaño por separado.

Antes de la floración, en la parcela de semilla, es necesario marcar nuevamente con estacas las mejores plantas, cuya producción se cosechará y almacenará como se indicó anteriormente. Esta producción se usará para sembrar una nueva parcela de semilla. Para aprovechar aquellas plantas que no fueron marcadas en la parcela de semilla, se puede hacer una "selección negativa", la cual consiste en escoger y eliminar las plantas enfermas o atípicas; que son posibles fuentes de problemas patológicos.

Los tubérculos cosechados de las plantas que no fueron eliminadas ni seleccionadas, se usan como semilla para el cultivo normal del productor. El procedimiento anterior se debe aplicar en cada ciclo de producción; al cabo de tres cultivos el agricultor podrá estar seguro de poseer semilla de muy buena calidad.

SELECCIÓN CLONAL

La selección clonal o selección positiva de plantas, es otro método de campo que se ha utilizado para seleccionar plantas aparentemente sanas y obtener semilla de buena calidad. Consiste en la selección y marcado de las mejores plantas de un cultivo de papa, con base en su sanidad, buena constitución, vigor y características típicas de cada variedad. Durante la cosecha, se hace otra selección de las plantas marcadas, teniendo en cuenta el rendimiento, forma típica de tubérculo y ausencia de plagas y de enfermedades. Los tubérculos de cada planta seleccionada se llaman clones, los cuales dan origen a otras plantas genéticamente iguales a la planta marcada o planta madre. Cada clon se debe almacenar y multiplicar en forma separada para conservar su identidad. Durante el ciclo del nuevo cultivo se eliminan los que tengan características no deseables, como enfermedades sistémicas, bajo rendimiento y falta de vigor de la planta, con el propósito de conservar y multiplicar únicamente los clones más deseables (Álvarez *et al*, 1992; Bryan, 1981). En la Figura 2 se presenta la secuencia que se debe adelantar cuando se realiza una selección clonal.

Procedimiento

- ◆ Durante el primer año, en un cultivo de papa que tenga el agricultor, se seleccionan y marcan con una estaca o etiqueta las mejores plantas que por observación sean aparentemente sanas y vigorosas. El número de plantas a seleccionar depende de la capacidad de manejo y necesidades de semilla del agricultor. Esta selección se debe hacer durante el período de floración para diferenciar posibles mezclas de variedades en el cultivo. Las variedades seleccionadas dependen de su importancia en cada región.
- ◆ Cuando el cultivo alcance su madurez, y antes de la recolección total se debe cosechar y guardar separadamente la producción de cada planta, descartando aquellas que presenten bajo rendimiento, enfermedades o deformaciones.
- ◆ Durante el segundo año, la producción de cada planta seleccionada en el cultivo, se siembra en un surco separado, formando una parcela con tantos surcos como plantas se hayan cosechado en el primer cultivo. Cada surco corresponde a un clon.
- ◆ Durante el desarrollo de este nuevo cultivo las plantas de cada clon deben ser inspeccionadas para detectar enfermedades. Si se encuentran dos o más plantas enfermas en el mismo surco, todas las plantas deben ser eliminadas y removidas del campo. También se pueden seleccionar los mejores surcos (clones), por vigor de follaje.

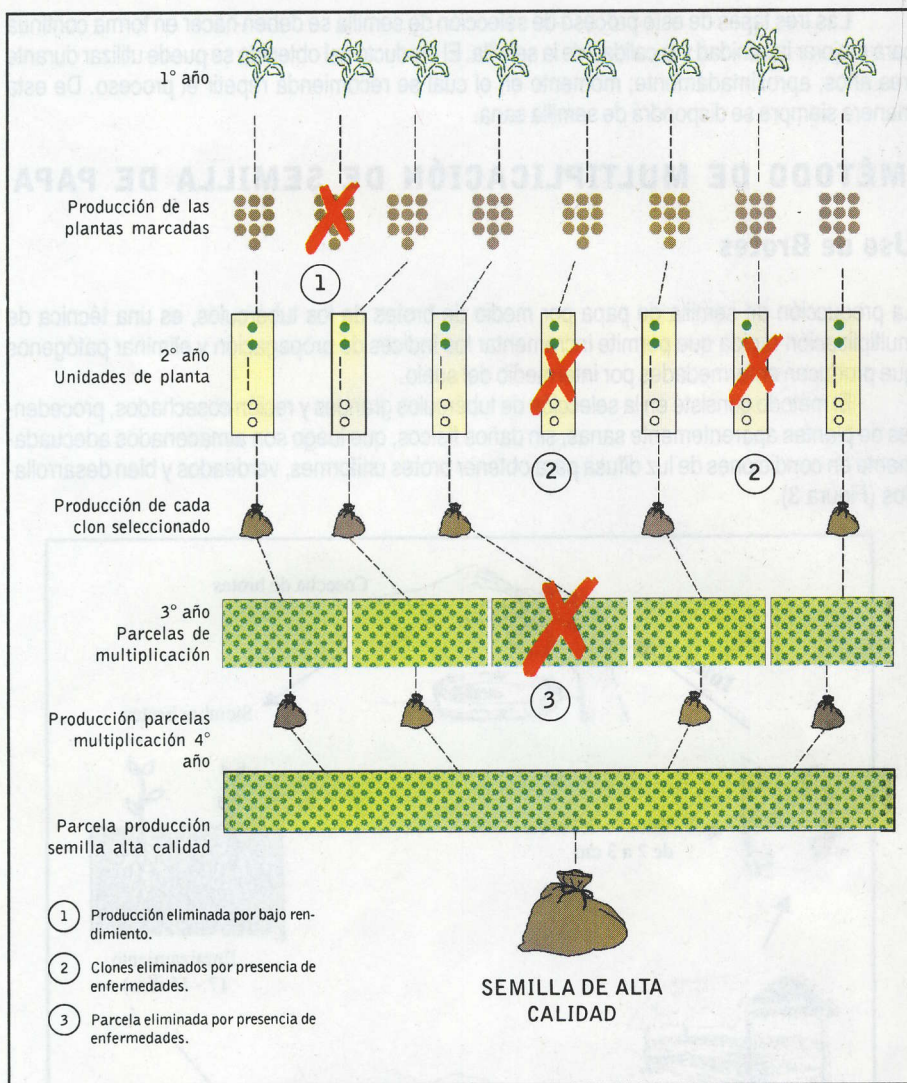


Figura 2. Selección clonal.

- ◆ La clasificación se hace en los surcos seleccionados, al momento de la cosecha, y su producción debe guardarse en forma individual para su multiplicación durante el próximo ciclo de cultivo.
- ◆ Durante el tercer ciclo de selección, la producción de cada surco seleccionado se siembra en una parcela de multiplicación, en donde se hace, durante el desarrollo del cultivo, el descarte de plantas con enfermedades. Al momento de la cosecha, la semilla procedente de cada parcela sana se mezcla para su utilización comercial por parte del agricultor o para ser usada como semilla básica en el sistema de certificación.



Las tres fases de este proceso de selección de semilla se deben hacer en forma continua para mejorar la sanidad y la calidad de la semilla. El producto así obtenido se puede utilizar durante tres años, aproximadamente; momento en el cual se recomienda repetir el proceso. De esta manera siempre se dispondrá de semilla sana.

MÉTODO DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE PAPA

Uso de Brotes

La producción de semilla de papa por medio de brotes de los tubérculos, es una técnica de multiplicación rápida que permite incrementar los índices de propagación y eliminar patógenos que producen enfermedades por intermedio del suelo.

El método consiste en la selección de tubérculos grandes y recién cosechados, procedentes de plantas aparentemente sanas, sin daños físicos, que luego son almacenados adecuadamente en condiciones de luz difusa para obtener brotes uniformes, verdeados y bien desarrollados (Figura 3).

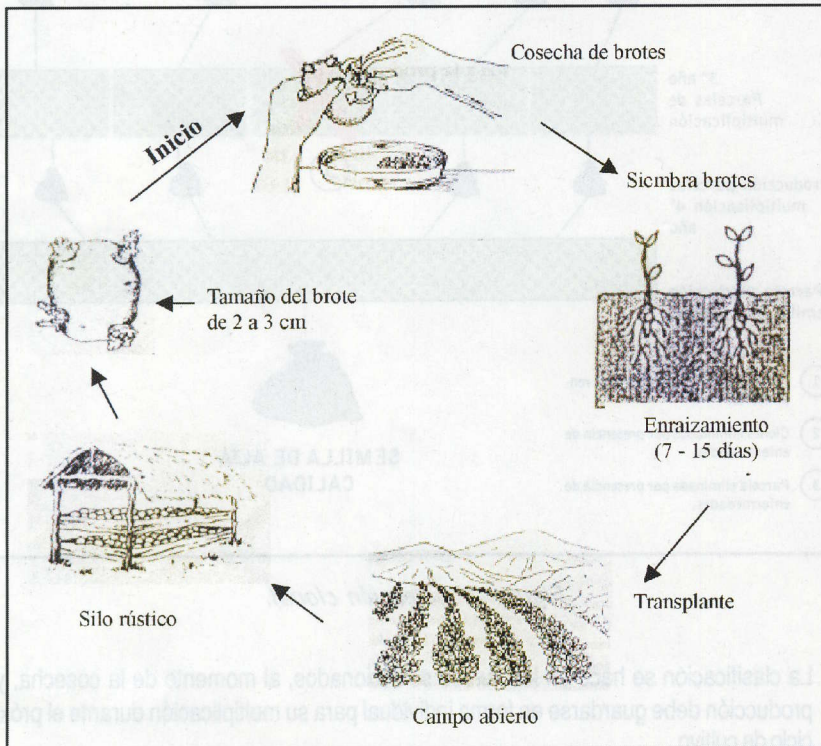


Figura 3. Uso de brotes.

El desbrote se hace en forma manual cuando los brotes alcanzan dos o tres centímetros de longitud. Las manos se deben desinfectar, lavándolas con agua y jabón, antes de realizar el desbrote. Los brotes se toman con las yemas de los dedos y se giran suavemente, hasta que se

desprendan sin necesidad de utilizar cuchillas u otras herramientas que causen heridas. Si los tubérculos se almacenan adecuadamente, se pueden hacer hasta tres cosechas de brotes, dejando pasar 15 a 20 días entre cada cosecha. Los brotes se pueden sacar el mismo día de la siembra o un día antes y se deben guardar en un lugar fresco mientras se siembran. Los tubérculos ya desbrocados se deben almacenar nuevamente bajo luz indirecta, para que broten nuevamente (Trillos *et al.*, 1997).

Siembra de brotes en el campo

La siembra de los brotes se puede hacer directamente en el campo. El terreno debe estar bien preparado, picado y repicado. Se puede sembrar formando un surco u hoyando (en hormiguero). Los brotes deben sembrarse a una distancia de 1,0 m entre surcos y 0,25 a 0,30 m entre plantas.

En cada uno de los sitios de siembra se debe incorporar el fertilizante químico (10-30-10), en dosis de 20 a 30 gramos por planta y el abono orgánico (gallinaza u otro), en dosis de 60 a 80 gramos por planta. Cuando se aplica cal agrícola como correctivo, se recomienda incorporarla al momento de la preparación del terreno.

La siembra se hace en forma manual, colocando el brote en el sitio y apretando suavemente el suelo alrededor del mismo. La profundidad de siembra es de 1 a 2 centímetros, dependiendo de la longitud del brote.

Manejo del cultivo

Después de la siembra se deben adelantar las siguientes prácticas de manejo:

- ◆ Si no se presentan lluvias, es indispensable aplicar durante los primeros días después de la siembra uno a dos riegos diarios, dependiendo de las condiciones climáticas.
- ◆ Durante el desarrollo del cultivo se deben efectuar dos a tres aporques sucesivos, aumentando la altura del caballón a medida que se desarrollan las plantas (10-30-10 ó 15-15-15).
- ◆ El manejo de las plagas y enfermedades se hace en forma integrada, empleando las diferentes prácticas de manejo: cultural, etológico, biológico y químico. Los controles fitosanitarios deben hacerse en forma oportuna, para evitar así los daños causados por las plagas y las enfermedades.
- ◆ Durante los primeros dos meses de cultivo se observa menor desarrollo en las plantas sembradas por brote, si se comparan con plantas provenientes de tubérculos. Sin embargo, a los tres meses, el tamaño de todas las plantas es uniforme y se observan diferencias únicamente en la maduración de las mismas.
- ◆ La cosecha puede hacerse cinco a seis meses después de la siembra.
- ◆ Para multiplicar semilla en una hectárea comercial que se va a sembrar a una distancia de 1,0 m entre surcos y 0,40 m entre plantas, es decir, con una densidad de 25 mil plantas por hectárea, es necesario reservar 170 tubérculos de semilla, muy sanos, a partir de los cuales se pueden extraer 1.700 brotes, que una vez sembrados originan igual número de plantas. Cada una de estas plantas produce 15 tubérculos de tamaño semilla, obteniéndose así las 25.500 semillas necesarias para sembrar una hectárea comercial.
- ◆ Si los 170 brotes se siembran a una distancia de 1,0 m entre surcos y 0,30 entre plantas, el tamaño de la parcela de semilla será de 510 m².



PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DE PAPA POR MÉTODO BIOTECNOLÓGICO

Con este método se integran la Fase I de laboratorio para producir material inicial (*in vitro*) y de invernaderos o casas de malla para multiplicar el material inicial por medio de esquejes (semilla super-elite), que a su vez producirán los tubérculos (semilla elite), y la Fase II o de campo para multiplicar la semilla elite y producir la semilla básica. Como un ejemplo de lo anterior se presenta a continuación el procedimiento descrito por Corzo, 1999, 2000:

Obtención de plántulas por cultivo de meristemas

El cultivo de meristemas es una técnica que se utiliza para producir materiales libres de virus y otros patógenos. El meristemo es el punto de crecimiento de las yemas vegetales de las plantas, considerado libre de virus.

El aislamiento del meristemo en condiciones asépticas y su posterior siembra en un medio de cultivo específico, bajo condiciones controladas de luz, temperatura y humedad relativa, permite el desarrollo de plántulas *in vitro*, después de seis a ocho semanas (semilla inicial).

La propagación *in vitro* de esos materiales permite obtener en laboratorio, en corto tiempo, grandes cantidades de plántulas de alta calidad fitosanitaria,

Siembra de plántulas

Después de este tiempo, o cuando la plántula tenga entre cuatro y cinco nudos, se extrae del tubo de ensayo con una pinza estéril o golpeando suavemente el tubo contra la palma de la mano, para que el medio de cultivo desprenda y deje libre la plántula. El medio de cultivo adherido a las raíces se lava con agua corriente.

Las plántulas se ponen en hoyos de 3 a 4 cm de profundidad, a 25 cm de distancia cada uno, utilizando un sustrato húmedo, preparado con tierra, materia orgánica y arena en proporción de 3:1:1 (tres unidades de tierra, una de materia orgánica y una de arena). A continuación se hace una ligera presión alrededor de cada plántula, con el propósito de lograr un buen contacto entre ésta y el sustrato.

Inmediatamente después de la siembra, es necesario proteger las plántulas de la deshidratación, cubriéndolas individualmente con frascos de vidrio o bolsas plásticas, durante el período de ocho a diez días, tiempo en el cual las plántulas se adaptan a sus nuevas condiciones.

Obtención de esquejes

Cuando las plántulas posean entre cinco y seis hojas o tengan entre 20 y 30 centímetros de altura, se procede a cortar los tallos de cada planta por encima del primer nudo, con cuchilla, bisturí o tijeras desinfectadas, teniendo el cuidado de no dañar la yema axilar y dejando una hoja vigorosa en la parte inferior, con el fin de asegurar el desarrollo de la yema axilar y la formación de un nuevo tallo.

A continuación se fracciona el tallo cortado de la planta madre, en tantas partes cuantos nudos tenga, teniendo cuidado de dejar intacta la hoja que no va con el nudo. Si la hoja es muy grande, se reduce su tamaño para evitar que ésta retrase el crecimiento de la yema. Es importante poner las fracciones de tallo sobre una bandeja con papel húmedo para evitar la deshidratación de los esquejes (semilla super elite).

Enraizamiento

Una vez hecho el corte de los esquejes, se deben sumergir por aproximadamente diez segundos en una solución hormonal de enraizador a base de ácido indolacético, ácido indol-butírico o ácido naftalenacético, para inducir la formación de raíces. Después de aplicar la hormona, los esquejes se ponen en un medio de enraizamiento, como arena de río, o directamente en un substrato húmedo, preparado a base de tierra, arena y materia orgánica, como se indicó para la siembra de plántulas.

Después de dos a tres semanas, dependiendo de las condiciones ambientales, los esquejes tendrán suficientes raíces para ser trasplantados a su sitio definitivo. Los esquejes se colocan acostados, formando capas, en una caja de cartón, teniendo el cuidado de poner papel húmedo entre las capas de esquejes, para evitar su deshidratación.

Siembra de esquejes

Una vez esterilizado el terreno, se procede a la siembra de los esquejes. Para esto se hacen huecos de 3 a 4 centímetros de profundidad con una estaca y en ellos se ponen los esquejes enraizados, compactando con la mano el suelo alrededor de los esquejes para establecer un buen contacto entre éstos y el suelo y favorecer su desarrollo.

La distancia de siembra entre plantas puede variar según el tamaño del tuberculillo que se desee cosechar, pero en general es recomendable entre 20 y 25 cm para obtener un promedio de 6 gramos por tuberculillo.

Cosecha de tuberculillos

Cuando las plantas lleguen a su madurez fisiológica normal, se hace la cosecha, recolectando todos los tubérculos producidos, los cuales pueden pesar entre 0,5 y 40 g, dependiendo de la densidad de siembra de los esquejes (semilla elite).

A continuación se clasifican los tubérculos: los diferentes tamaños de tuberculillos se deben almacenar en cajuelas de plástico o madera en las mejores condiciones de luz y ventilación; preferiblemente bajo luz difusa para permitir su verdeamiento, y en sitios protegidos por malla con huecos finos, para evitar el ataque de insectos.

Siembra de tuberculillos en campo para la producción de semilla básica

Después de cumplir su período de reposo, de aproximadamente 45 días, los tuberculillos están listos para siembra en el campo, en terrenos aprobados por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y bajo condiciones agroecológicas favorables. Para favorecer su desarrollo se debe hacer una buena preparación del terreno con el fin de evitar la aparición de cespedones o terrones gruesos. Luego, en chorrillo o en corona, se aplican los correctivos, el fertilizante o el insecticida y se cubren ligeramente con una capa delgada de tierra, para evitar en los brotes el daño producido por el contacto directo.

Sobre esta capa se ponen los tuberculillos, a 20 cm entre sí, aproximadamente, y luego se tapan con una capa de aproximadamente 10 cm de tierra, para obtener una rápida y uniforme emergencia.



Durante los primeros 45 días después de la siembra se debe mantener la humedad del suelo, si es posible, hasta que el cultivo alcance la germinación completa. De ahí en adelante se manejan como un cultivo normal.

La siguiente secuencia de fotografías presenta la producción de semilla certificada por método biotecnológico.

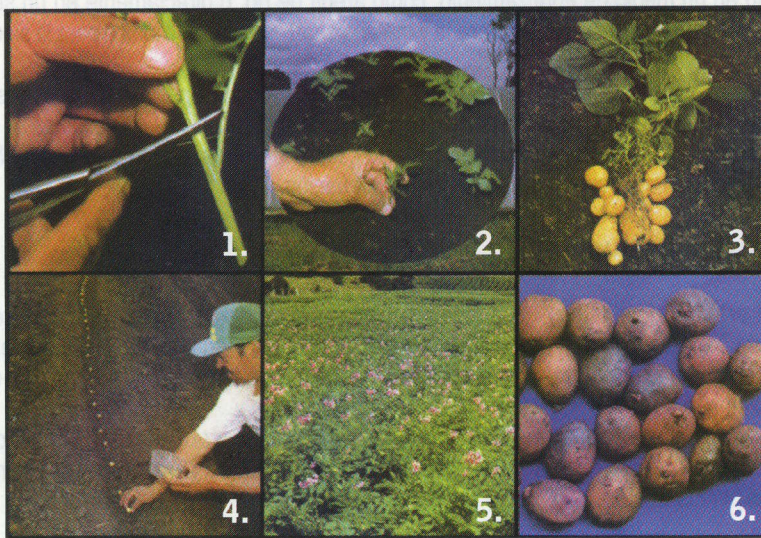


Figura 4. Producción de semilla certificada de papa por método biotecnológico.

MANEJO DEL CULTIVO

Para el manejo de cultivos con una semilla de buena calidad se deben tener en cuenta las siguientes prácticas:

Selección y preparación del lote

Se deben elegir lotes aislados del resto de cultivos de papa (o de otras solanáceas), en los cuales no se haya sembrado papa durante los últimos 4 ó 5 años. Esto se hace con el fin de evitar mezclas entre variedades y la aparición de enfermedades ocasionadas por patógenos que permanecen en el suelo. La preparación del lote se debe hacer con anticipación para permitir una buena aireación del suelo y reducir la población de malezas y plagas. Las épocas de siembra son determinadas por el régimen de lluvias, la presencia de heladas y la disponibilidad de riego.

Siembra: tamaños de tubérculos-semilla y densidad de siembra

La semilla es uno de los insumos que más influyen en la producción, razón por la cual el cultivo debe establecerse con el material más sano disponible. Se recomienda sembrar tubérculos ente-

ros con brotes cortos, gruesos y verdeados, que resistan el manipuleo durante la siembra y aseguren germinación rápida y uniforme y mayor resistencia al ataque de patógenos del suelo.

Cada tamaño comercial de tubérculo (primera, segunda y tercera) debe sembrarse por separado para que el cultivo se desarrolle uniformemente. Luján, *et al*, 1991, aconsejan sembrar semilla grande (120 a 150 gramos) en zonas altas, semilla mediana o pareja (70 a 119 gramos) en zona intermedia y semilla pequeña (40 a 69 gramos) en zonas bajas.

Las distancias más utilizadas entre plantas son 40 centímetros para semilla de tamaño primera, 30 centímetros para tamaño segunda y 20 centímetros para tamaño tercera.

Control de plagas y enfermedades

El control de plagas se basa en los principios fitosanitarios fundamentales para la producción de semilla: protección, exclusión y erradicación.

La protección defiende al cultivo de los ataques de plagas y enfermedades que atacan el cultivo. Para manejo de plagas destructoras del cultivo o vectoras de virus, es necesario adoptar prácticas de Manejo Integrado de Plagas, MIP.

Algunas enfermedades como la gota de la papa, la roya, el oidium o cenicilla, se controlan con productos químicos específicos, razón por la cual se recurre a los funguicidas.

La exclusión y la erradicación se refieren al área donde crecen los cultivos y los métodos de control se dirigen principalmente al patógeno que amenaza el cultivo.

Los cultivos destinados a la producción de semilla deben revisarse semanalmente y eliminar las plantas atípicas que presenten síntomas de enfermedades sistémicas, y las mezclas que sean hospederas de insectos vectores de virus.

Esta práctica es quizá una de las más importantes durante el proceso de multiplicación de semillas, pues se constituye en el filtro de eliminación de plantas con síntomas viróticos visibles, problemas fungosos o bacteriales. Esta labor se hace aproximadamente entre los 80 y los 130 días después de la siembra y requiere de la observación de todas las plantas por medio de un recorrido sistemático y ordenado por el cultivo, entre dos o cinco veces durante su período vegetativo.

Las plantas afectadas por virus o bacterias se deben arrancar completamente, incluyendo el tubérculo madre, o la progenie, si el descarte de plantas es tardío. Esta práctica es muy importante porque si se utilizan como semilla, las plantas resultantes también se afectarán, con lo cual se establece un ciclo de la enfermedad.

En el caso de bacterias, como la "pata negra", se deben eliminar la planta afectada y, además, las dos plantas adyacentes a ella. Esto se hace para prevenir infecciones tardías ocasionadas por residuos de la bacteria que hayan quedado en el suelo.

Cosecha y clasificación

Un cultivo para semilla se debe cosechar cuando los tubérculos llegan a su maduración normal. La cosecha ideal es la que ocasione menor daño al tubérculo, ya sea por fricción o por corte con el azadón. Al momento de la cosecha se hace la selección por calidad física de tubérculo, que consiste en separar a mano los tubérculos sanos de los dañados, cortados y deformes.

MANEJO POSCOSECHA

El manejo de semilla después de la cosecha es uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta en la producción de papa y al que menos atención le presta el agricultor. Tiene como actividades principales la clasificación, el tratamiento y el almacenamiento de la semilla.



Clasificación

La clasificación de la producción obtenida se puede hacer en los tamaños comerciales, aceptados para la certificación de semilla básica. Según su peso, son los siguientes:

Tamaño grande o primera:	Tubérculos entre 120 y 150 gramos
Tamaño mediano o segunda:	Tubérculos entre 70 y 119 gramos
Tamaño pequeño o tercera:	Tubérculos entre 40 y 69 gramos

Los demás tamaños se pueden comercializar como semilla corriente o mejorada.

El productor que recibe *semilla básica* la multiplica para producir *semilla registrada*, que generalmente es de aumento. La multiplicación de ésta origina la *semilla certificada*, que es la que con supervisión del ICA se comercializa con productores interesados.

Tratamiento de semilla

Una vez el agricultor logra obtener una semilla de buena calidad, es indispensable evitar el ataque de plagas, principalmente el de las polillas (*Tecia solanivora* y *Phthorimea operculella*), para lo cual debe proceder a tratar los tubérculos seleccionados.

Actualmente existen en el mercado colombiano varios productos para prevenir el ataque de polillas. Estos productos pueden ser de origen biológico y químico.

- ◆ **Productos Biológicos:** el *baculovirus* ha demostrado una notable eficacia para controlar las polillas de la papa. Se aplica directamente, utilizando una dosis de 5 kg de baculovirus/tonelada de semilla o 63 gramos de baculovirus/arroba de semilla. El tratamiento se hace dentro de una bolsa plástica, en la cual se introduce la arroba de semilla y los 63 gramos de baculovirus; la semilla se sacude enérgicamente por unos minutos, hasta que los tubérculos queden completamente cubiertos por el producto.
- ◆ **Productos Químicos:** existen varios productos químicos autorizados por el ICA para el tratamiento de semilla de papa. Si se decide utilizar productos químicos, se recomienda comprar aquellos de categoría toxicológica baja, que implican un menor riesgo de intoxicación para el operario.

Almacenamiento de semilla

El buen almacenamiento de la semilla de papa es indispensable para conservar su calidad. En Colombia los agricultores acostumbran guardar en cuartos oscuros y mal ventilados, durante cuatro o cinco meses, el tubérculo que van a usar en la siembra siguiente. Esto ocasiona la producción de brotes largos y débiles que se desprenden fácilmente. Las plantas que nacen al sembrar esta semilla son igualmente débiles y la germinación se retarda considerablemente (Pinto y Rodríguez, 1981).

Un almacenamiento adecuado es el que permite exponer el tubérculo-semilla a la luz solar indirecta o difusa desde el momento de la cosecha hasta el día de la siembra. Esto permite el verdeamiento de los tubérculos, el desarrollo de brotes cortos y vigorosos, reduce la dominancia apical y asegura así una emergencia rápida y uniforme. La semilla verdeada pierde menos agua y su mayor contenido de solanina la protege de los patógenos del suelo.

Otro aspecto importante durante el almacenamiento es la aireación. Cualquiera que sea el método de almacenamiento utilizado, se debe permitir una buena entrada de aire que haga circular el calor resultante de la respiración de los tubérculos, y así evitar las pudriciones causadas por patógenos del almacenamiento (como *Fusarium* sp.).

En el manejo de semillas en almacenamiento se debe tener especial cuidado con la presencia de enfermedades causadas por hongos y la presencia de áfidos o pulgones en los brotes, que son los principales transmisores de los virus de la papa.

Se recomienda el uso de silos rústicos para almacenar la papa bajo condiciones de aireación e iluminación adecuadas, para obtener una semilla de buena calidad, con brotes fuertes que resistan la manipulación del tubérculo.

El Centro Internacional de la Papa, CIP, e ICA diseñaron una construcción rústica para almacenar semilla de papa con luz indirecta o difusa. Este silo es de bajo costo y puede ser utilizado por pequeños y grandes productores.

El silo rústico es una caseta sin paredes, de altura variable, con varios estantes o pisos en donde se puede colocar la semilla. Este nuevo sistema permite la entrada de luz solar en forma indirecta y una adecuada aireación.

Un silo con estas características se puede construir con materiales de la finca. Para las columnas use varas gruesas y resistentes; para los estantes, cañabrava o esterillas de guadua. El techo puede ser de paja o tejas de zinc o eternit, pintadas con color blanco para que aislen el calor del sol.

El tamaño del silo depende de la cantidad de semilla que se va a almacenar; por ejemplo, las dimensiones para un silo con capacidad de 5 toneladas son las siguientes:

Ancho: 1,50 metros

Largo: 7,50 metros

Alto: 2,60 metros

La orientación del silo debe ser de oriente a occidente. Los aleros deben ser de 75 centímetros para que la semilla no reciba los rayos solares.

Para poner la papa se dispone de 6 estantes. El primero se sitúa a 50 centímetros del suelo; los demás van separados 27 centímetros entre sí. Construya cinco compartimientos o cajones para cada estante, de acuerdo con las siguientes dimensiones:

Ancho: 1,50 metros

Largo: 1,50 metros

Alto: 10 centímetros

Para otras especificaciones, consultar a Herrera *et al*, 1996.

El uso de los silos rústicos se puede sustituir por cajuelas plásticas o de madera, que permitan igualmente la aireación de los tubérculos.

CATEGORÍAS DE SEMILLA

En 1965 se reglamentó en Colombia la distribución de materiales genéticos básicos de semillas mejoradas y, en 1967, mediante resolución 438 del 19 de octubre, el Ministerio de Agricultura estableció los requisitos específicos mínimos para la certificación de semilla de papa en las categorías básica, registrada y certificada.



La reglamentación vigente, regida por la Resolución del ICA No. 03303 del 20 de noviembre de 1997, establece los requisitos para la producción de las categorías: material inicial, super elite y elite, en una Fase 1 de laboratorio e invernaderos, y básica, registrada y certificada, en una Fase 2 ó de campo, con las siguientes definiciones:

- ◆ **Material Inicial:** es el que se utiliza para la obtención de la semilla super elite, cuya identidad genética corresponde a la variedad que se va a multiplicar. El material inicial es el proveniente de cultivos de meristemos o plántulas *in vitro*.
- ◆ **Categoría Super Elite:** son los minitubérculos y/o esquejes obtenidos de plántulas que se han originado por propagación *in vitro* (plantas madres), procedentes del material inicial.
- ◆ **Categoría Elite:** son los tubérculos obtenidos en invernadero o casa de malla, por la multiplicación de esquejes o mini tubérculos super elite.
- ◆ **Categoría Básica:** es la que resulta de la multiplicación de semilla elite.
- ◆ **Categoría Registrada:** es la descendencia de la semilla básica.
- ◆ **Categoría Certificada:** es la descendencia de la semilla registrada. El material inicial se debe producir en un laboratorio registrado ante el ICA. La producción de semillas super elite y elite se debe hacer en invernaderos o en casas de malla a prueba de ácidos.

El productor podrá iniciar la producción y comercialización de semilla en cualquiera de las dos fases, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos para cada una de ellas.

CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA SEMILLA

Una semilla se considera de buena calidad cuando los tubérculos-semillas reúnen características deseables, tales como:

- ◆ **Pureza varietal:** tubérculos de color y forma características de cada variedad, sin mezclas de tubérculos de otras variedades.
- ◆ **Sanidad de tubérculos:** semilla sana, libre de plagas y de enfermedades, que garantice emergencia buena, temprana y uniforme, buen desarrollo del cultivo con alto potencial de rendimiento y buena forma y calidad de los tubérculos producidos.
- ◆ **Buena condición física:** uniformidad en forma y tamaño de los tubérculos-semillas, sin daños mecánicos ni pudriciones, buena turgencia, con brotes múltiples, vigorosos y preferiblemente verdeados y que provengan de lotes libres de problemas patológicos.

VENTAJAS Y BENEFICIOS DEL USO DE UNA SEMILLA DE ALTA CALIDAD

La semilla de alta calidad da origen a cultivos uniformes, con tubérculos de color y forma propia de cada variedad, sin mezclas de otras variedades, lo cual también asegura una madurez uniforme.

La semilla de buena calidad está libre de plagas y de enfermedades. Por esta razón hay un buen desarrollo del cultivo, lo cual significa mayor potencial de rendimiento, mejor calidad de los tubérculos y mejor aceptación en el comercio.

La semilla de alta calidad produce plantas vigorosas, con buen número de tallos fuertes, en razón a la presencia de brotes múltiples, cortos y vigorosos en la semilla. Estas características le permiten a la planta tolerar ataques de plagas y de enfermedades y de otros factores adversos; y, además, favorecer su capacidad para producir tubérculos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ÁLVAREZ, V.; GANDARILLAS, A. y FERNÁNDEZ-NORHCOTE, E. N. 1992 *Selección positiva una técnica de producción de tubérculo-semilla de papa*. Programa de Investigación de la Papa IBTA- Proinpa. Manual Técnico 2/92-Cochabamba, Bolivia. 11 p.
- BRYAN, J. 1981. *Selección clonal en producción de semilla de papa*. Boletín Técnico No. 12, CIP, Lima. 15 p.
- BRYAN, J.E.; M. JACKSON y MELÉNDEZ. 1981. *Técnicas de multiplicación rápida de papa*. CIP. Lima, Perú. 20 p.
- BRYAN, J. 1980. *Técnicas de parcelas de semilla de papa a nivel agricultor*. Boletín de Información Técnica No. 7. Centro Internacional de la Papa, Lima. 11 p.
- CORZO, C., P. 2000. *Proceso para la producción de semilla certificada de papa*. Convenio Corpoica-SENA. Santafé de Bogotá. 22 p.
- CORZO, C., P. 1999. *Producción biotecnológica de semilla de papa* Convenio DAMA-Corpoica. Santafé de Bogotá. 27 p.
- HERRERA, J., F.; GÓMEZ, G. L. E.; CORZO, C., P. y CERON L., M. del S. *Producción y almacenamiento artesanal de semilla de papa; bajo el enfoque del manejo integrado de plagas*. Convenio SENA-Corpoica Regional 1. Cartilla 28 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1997. *Requisitos específicos mínimos para la producción de semilla de papa*. Resolución No. 03303. Mimeografiado. 10 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1967. *Requisitos mínimos para la certificación de semilla de papa*. Resolución No. 438 de 1967. Mimeografiado. 6 p.
- PINTO, S., R. y RODRÍGUEZ, B., A. 1981. *Almacene bien la semilla de papa*. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Plegable de Divulgación No. 151.
- TRILLOS, G., O.; ZAPATA, P., J. L.; PANIAGUA, L. F.; ARIAS, J. M. y ESTUDIANTES SAT, GUARNE. 1997. *Siembra de papa por brotes; alternativa para la multiplicación de semilla*. Boletín Divulgativo No. 2, Corpoica. Reg. 4, Medellín, Ant. 28 p.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1997. *Producción de tubérculos - semillas de papa*. Manual de Capacitación (CIP). Lima, Perú. 784 p.
- CERVANTES DE KECAN, V. E.; MARTÍNEZ, G.; CAMACHO, S. E.; CORZO, 1981. *Desarrollo y adaptación de las técnicas de termoterapia y cultivo de tejidos para la limpieza de virus de las variedades colombianas*. ICA. Bogotá. 120 p.
- CORZO, P. 1991. *Efecto del verdeamiento, tamaño de la semilla y distancia de plantación sobre el rendimiento del cultivar Parda Pastusa en Colombia*. ALAP, 1991. Lima, Perú.
- CORZO, P.; HIDALGO, O.; SÁNCHEZ DE L., C. 1991. *Comparación de muestras de tubérculos-semillas certificada y común del agricultor en Colombia*. ALAP 1991, Lima, Perú.



- FERNOW, K.H. y GARCÉS, C. 1949. *Producción de semilla certificada de papa*. Revista Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Vol. IX (36): 257-295.
- FEDERACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA. 1992. *Recomendaciones para la producción y manejo adecuado de la semilla de papa*. Boletín Informativo No. 139. Fedepapa, Bogotá (Colombia) 4 p.
- HIDALGO, O. 1989. *Progresos en la producción de tubérculos- semillas en Latinoamérica*. Revista Latinoamericana de la Papa Vol. 2 (1): 29-45.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 2000. *Herramientas de aprendizaje para facilitadores; manejo integrado del cultivo de papa*. Ecuador. 181 p.
- LUJÁN, C., L.; CORZO, C. P. e HIDALGO, O. 1991. *Pasado, presente y futuro de la semilla de papa en Colombia; análisis de la situación de la producción de semilla de papa en Colombia*. Fedepapa. Revista Papa No. 3, PP. 4-28.
- LUJÁN, L. 1984. *Producción y mercadeo de semilla de papa en Colombia*. En: Memorias XII Reunión de ALAP. Paipa. Colombia. Mayo 20 a 25, 1984. pp. 105-125.
- LUJÁN, L. 1980. *Tecnología de la producción de semilla de papa*. Semillas, Acosemillas, 5(2). Colombia. 15-29.
- LUJÁN, C. L. 1979. *Intentos de producción de semilla de papa en Colombia*. Programa de Tuberosas, ICA, Tibaitatá. (Mimeografiado). Colombia. 20 p.
- MURASHIGE, T. 1974. *Plant Propagation Through Tissue Culture*. Ann. Rev. Plant Physiol 25:135-166.
- ROBAYO, G. (compilador). 1996. *Papas colombianas con el mejor entorno ambiental*. Comunicaciones y Asociados Ltda. Bogotá. 272 pp.
- RODRÍGUEZ, B. A. 1996-1997. *Generalidades del cultivo de la papa en Colombia*. En: Fedepapa: Vademecum del cultivo de la papa; 1ª. Edición. Grafemas Ltda. Bogotá. pp 1-42.
- TORRES, V. O. 1991. *Manejo de semilla de papa*. Proyecto Colombo-Alemán ICA-GTZ. Tunja. 5 p., (mimeografiado).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1987. *Producción de tubérculos - semillas*. de papa Manual de Capacitación (CP) Lima Perú 784 p.
- CERVANTES DE RECAN, V. E. MANTINEZ, O. CAMACHO, S. E. CORZO, 1981. *Desarrollo y adaptación de las técnicas de propagación y cultivo de papas para la zona de las variedades colombianas*. ICA Bogotá. 120 p.
- CORZO, P. 1981. *Efecto del verticilario, tamaño de la semilla y distancia de plantación sobre el rendimiento del cultivo de papa en Colombia*. ALAP 1981 Lima Perú.
- CORZO, P. HIDALGO, O.; SANCHEZ DE J. C. 1991. *Comparación de muestras de tubérculos- semillas certificadas y con los estándares en Colombia*. ALAP 1991 Lima Perú.