



**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ**

PRODUCCIÓN ARTESANAL DE TUBÉRCULOS SEMILLA DE PAPA EN CAMPO DE PRODUCTORES



Panamá, 2012

**PRODUCCIÓN ARTESANAL DE TUBÉRCULOS
SEMILLA DE PAPA EN CAMPO DE PRODUCTORES**

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
Departamento de Ediciones y Publicaciones.

Panamá, 2009
24 p. ilustr.

ISBN: 978-9962-677-06-2



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ

PRODUCCIÓN ARTESANAL DE TUBÉRCULOS
SEMILLA DE PAPA
EN CAMPO DE PRODUCTORES

Arnulfo Gutiérrez

Panamá, 2012



CONTENIDO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. SELECCIÓN DE LA PARCELA	2
2. SEMILLA	2
3. SIEMBRA	4
4. FERTILIZACIÓN	4
5. MANEJO DEL CULTIVO	4
A. Control de malezas.....	5
B. Manejo de vectores de virosis	5
C. Descarte o saneamiento	5
6. COSECHA, POSCOSECHA Y TRATAMIENTO DE LA SEMILLA.....	8
A. Cosecha	8
B. Selección y clasificación de los tubérculos semilla	8
7. ALMACENAMIENTO.....	9
A. Condiciones de almacenamiento	10
B. Empaque	11
C. Control de plagas	11
8. FISIOLOGÍA DEL TUBÉRCULO SEMILLA.....	11
A. Edad fisiológica de la semilla de papa	11
Estado de brotación apical	
Estado de brotación múltiple	
Estado de envejecimiento	
B. Factores que influyen sobre la edad fisiológica de la semilla de papa.....	13
9. COMERCIALIZACIÓN DE LA SEMILLA	13
10. TRANSPORTE DE SEMILLA	13
11. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	14
BIBLIOGRAFÍA.....	16



PRODUCCIÓN ARTESANAL DE TUBÉRCULOS SEMILLA DE PAPA EN CAMPO DE PRODUCTORES

Arnulfo Gutiérrez¹

INTRODUCCIÓN

La semilla de papa de buena calidad es el tubérculo que presenta las características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias para reproducir plantas que, en condiciones adecuadas de cultivo, reproducirán las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado (CIP 2000; 2003). Por otro lado, una semilla que no esté en condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas adecuadas, producirá una germinación desuniforme, pobre desarrollo de plantas, bajos rendimientos y se corre el riesgo de diseminar, involuntariamente, plagas y enfermedades.

El Ministerio de Desarrollo Agropecuario reporta que, en Chiriquí, en el 2008 se plantaron, aproximadamente, 868 ha de papa, lo que indica que se utilizaron más de 1,380 t de tubérculos semilla. Sin embargo, según la Dirección Nacional de Cuarentena Agropecuaria (Base de datos de la Dirección Nacional de Cuarentena Agropecuaria), en el 2008 se importó un total de 315 toneladas de tubérculos semilla de papa, lo que es suficiente para sembrar apenas 225 ha. La diferencia es suplida, en la mayoría de los casos, por los propios productores que guardan tubérculos de segunda, tercera y sucesivas generaciones para sembrar en el siguiente ciclo. Normalmente, utilizan para semilla los tubérculos más pequeños, con mucha probabilidad de que este efecto sea por problemas de orden fitosanitario. El uso continuo de esta semilla en varios ciclos productivos, ocasiona una acumulación de patógenos que va en deterioro de la calidad genética de la variedad y se van perdiendo sus cualidades de rendimiento y resistencia a enfermedades (Salazar 1982; 1986; Serrano *et al.* 1994). En el país no existen productores ni empresas que se dediquen, propiamente, a la producción de tubérculos semilla.

Los tubérculos semilla importados tienen un alto costo y llegan al país, luego de la cosecha en el Hemisferio Norte (diciembre), lo que indica que están accesibles para la siembra en la época seca, mientras que la producción de papa se desarrolla durante todos los meses del año.

Para garantizar el acceso sostenido de tubérculos semilla para uso propio y/o para la venta a otros productores en cantidad y calidad, y en base a las necesidades de siembra y a la demanda nacional, se requiere el establecimiento de parcelas o lotes destinados a la producción de semilla, en las cuales se debe implementar prácticas apropiadas tendientes a mantener la calidad de la misma, generación tras generación.

Esto requiere de un esfuerzo adicional por parte del productor, pero que, sin duda, es recuperado, al momento de la utilización de esos materiales al momento de la siembra comercial, ya que se obtienen mayores rendimientos y menor incidencia de patógenos lo que revierte en un menor uso de insumos para el control de los mismos, resultando en una producción más sana, eficiente y competitiva.

La semilla de papa importada proviene de programas de certificación que consisten de un proceso programado de control de la producción y procesamiento que acredita que el producto (la semilla) mantiene la identidad y pureza varietal, además de altos índices de sanidad.

¹ Ph.D. Agricultura. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOc).

Los organismos oficiales encargados de la certificación establecen los criterios o requerimientos a los que debe responder la semilla producida, en base diferentes categorías pre-establecidas.

En Panamá, generalmente, la semilla se clasifica en las siguientes categorías:

Básica: Es producida y manejada de tal manera que conserve en su más alto grado la identidad genética y su máxima pureza varietal y sanidad.

Certificada: Es la obtenida mediante la siembra de semilla básica, además, debe poseer satisfactoria identidad genética, pureza y sanidad.

Fiscalizada: Está categoría se reconoce cuando no sea suficiente o no existan las arriba mencionadas.

En este manual presentamos un conjunto de prácticas para el manejo de parcelas de producción de tubérculos semilla de papa, a nivel de finca de productores.

1. SELECCIÓN DE LA PARCELA

Para iniciar el proceso de multiplicación de semilla se requiere de una cuidadosa selección de la parcela. Los principales criterios técnicos que deben considerarse son:

- Se debe seleccionar un lote de terreno, en el cual no se haya sembrado papa u otro cultivo de la familia Solanácea (tomate, pimentón, berenjena, tomate de árbol, y otros), durante los dos años consecutivos.
- Las parcelas deben estar aisladas de otros cultivos de papa, por lo menos 50 m y ubicada de tal forma que los vientos predominantes no provengan de cultivos de papa comercial.
- La parcela debe estar libre de agua de escorrentía proveniente de cultivos vecinos, lo que evitara la contaminación con organismos fitopatógenos, tales como bacterias, hongos y otros.
- Se debe realizar un análisis de suelo para certificar que la parcela esta libre de nemátodo del quiste (*Globodera* spp.), de lo contrario, se debe seleccionar un área con una población menor a los 10 huevos y juveniles por cm³ de suelo.
- Tener disponibilidad de riego.
- El área debe ser accesible para facilitar el transporte oportuno de insumos hacia el lote y la producción a la bodega o sitio de selección.
- La parcela no debe tener antecedentes de marchitez bacteriana o dormidera (*Ralstonia solanacearum*), ni de pierna o pata negra (*Pectobacterium carotovorum*).

El conjunto de estos criterios hace que la parcela sea propicia para la producción de tubérculos semilla.

2. SEMILLA

Los tubérculos semilla utilizados para la siembra deben poseer las siguientes características:

- De preferencia de categoría básica, certificada o provenir de campos libres de patógenos (nematodo del quiste, virus, hongos y bacterias, entre otros), lo que permite garantizar todo el potencial genético de la variedad.
- Libre de polillas, de síntomas de pudriciones por hongos o bacterias y no presentar deformaciones, ni mezclas de otras variedades.
- Se debe utilizar tubérculos enteros.
- La semilla debe ser adquirida lo más temprano posible, antes de la siembra, para proporcionarle el manejo adecuado, desde su brotación.
- Almacenar los tubérculos semilla en cajas pregerminadoras en un lugar con luz difusa.
- Se debe exigir que la semilla esté desinfectada, lo que asegura su calidad; en caso que el proveedor no haya desinfectado la semilla se recomienda hacerlo con productos fungicidas e insecticidas.
- Al momento de la siembra, los tubérculos semilla deben estar en estado de brotación múltiple. Para permitir una brotación múltiple se recomienda eliminar el brote apical y así, incentivar la aparición de un mayor número de brotes. Cada brote dará origen a un tallo principal y la producción depende del número de tallos principales que se desarrollen por unidad de superficie; es decir que, a mayor número de tallos principales, mayor producción. La semilla almacenada en forma tradicional, sin aireación y luz difusa, desarrolla brotes blancos, largos, delgados y débiles. Este tipo de brote propicia una emergencia tardía y no uniforme. En ese caso, los brotes, se deben eliminar y almacenar bajo luz difusa en un lugar fresco. Si los tubérculos están blandos, no se quitan los brotes y se almacenan bajo luz difusa en un lugar fresco.
- La longitud ideal de los brotes es de 1 a 2 cm.
- El número de brotes en cada tubérculo semilla debe ser de 4 a 6 (los tubérculos grandes producen más brotes).
- El traslado de la semilla debe realizarse en las cajas pregerminadoras para evitar daños a los brotes.
- Los tubérculos semilla deben ser clasificados por tamaños uniformes. El tamaño de la semilla influye directamente en el cultivo, tanto en el número de tallos principales por planta, como en el costo de producción. La semilla de papa no debe pesar menos de 40 g ni más de 120 g, ya que muy pequeñas corren el peligro de no tener una germinación regular y muy grandes representan menos tubérculos semilla por unidad de peso, lo que significa que se necesitarían más quintales de semilla para una hectárea con lo que se incrementan, significativamente, los costos de producción (Cuadro 1).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA DE PAPA.

Peso de un tubérculo semilla	40 a 120 g
Tamaño del tubérculo semilla	35 a 55 mm
Número de brotes en una semilla	4 a 6 mínimo
Longitud de brotes	1 a 2 cm
Cantidad de semilla para una hectárea	1600 kg

3. SIEMBRA

- Las distancias de siembra recomendadas son: De 0.90 a 1.0 m entre surcos y 0.20 a 0.25 m entre plantas. Con esta densidad y utilizando semilla de brotación múltiple, se puede obtener un número adecuado de tallos principales por hectárea. Hay que considerar que una alta densidad de tallos aumenta el rendimiento hasta cierto nivel, reduce el tamaño promedio de los tubérculos y la tasa de multiplicación. Para la producción de semilla se recomienda un mínimo de 30 tallos/m² (Wiersema 1987).
- El suelo debe estar suelto para facilitar la siembra y el crecimiento rápido de las raíces. En caso de utilización de maquinaria, la misma debe pasar previamente por una desinfestación con una Solución de cloro al 1%.

En laderas se debe plantar en curvas a nivel para un mejor manejo de aguas superficiales y prevenir la erosión.

- Los surcos deben tener una profundidad uniforme de aproximadamente 20 cm.
- Sobre los tubérculos se debe aplicar un fungicida de suelo (benomil a razón de 3 a 4 g/l de solución), además, si se ha detectado la presencia de *Globodera* spp. en el suelo debe aplicarse un nematicida-insecticida (etoprofos 15 gramos a razón de 7 g/m² o carbofuran 10 gramos a 2 g/m²).
- Por último, realizar un semi-aporque para cubrir la semilla.
- Dejar una calle cada 10 surcos para la aplicación de fitosanitarios y descarte de plantas.

4. FERTILIZACIÓN

Otro factor que debe tomarse en cuenta es la fertilización, la cual debe realizarse de acuerdo a los siguientes criterios:

- Previo a la siembra se debe hacer un análisis de suelo para conocer su estado nutrimental y tomar los correctivos necesarios.
- Aplicar una fertilización moderada (según análisis de suelo) de tal forma que el exceso de follaje no enmascare la presencia de patógenos y evitar el crecimiento exagerado de los tubérculos. Puede aplicarse una proporción de 32 kg (70 lb) de fertilizante completo por cada 45 kg (1.0 qq) de semilla, al momento de la siembra.

La fertilización total debe aplicarse a la siembra, al fondo del surco, en chorro y tapado antes de colocar la semilla.

5. MANEJO DEL CULTIVO

Un cultivo destinado a la producción de tubérculos semilla, debe estar en óptimo estado fitosanitario durante todo el ciclo, por lo que se deben tomar todas las acciones preventivas de una manera más estricta que en los cultivos de papa comercial, lo que evitará la pérdida de la calidad del producto final y la consecuente baja en los rendimientos (Serrano *et al.* 1994; Bateman *et al.* 2004).

Es necesario mantener un control efectivo de plagas, es decir, cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO 1999).

En Panamá, las principales plagas son: las malezas, el tizón tardío (*P. infestans*), la mosquita minadora (*Liriomyza* spp.), la polilla de la papa (*Tecia solanivora*), la dormidera (*R. solanacearum*), la pata negra (*P. corotovorum*) y las virosis.

A. Control de malezas

El cultivo de papa es sensible a la competencia de malezas durante los primeros 40 días por lo que hay que mantener el cultivo libre de malezas, además pueden ser hospedantes de plagas. Si se realiza el control con herbicida, se puede utilizar metribuzin (Sencor) a razón de 0.7 kg/ha, en pre y pos emergencia, el cual tiene acción prolongada, no afecta al cultivo y a la vez mantiene el terreno libre de malezas. Es preciso tomar en cuenta las condiciones ambientales; no aplicar el producto cuando existen fuertes vientos o amenaza de lluvia, con el fin de evitar la pérdida o el lavado del producto. También, se puede utilizar el glifosato, de 8 a 15 días antes de la siembra, que controla todas las malezas.

B. Manejo de vectores de virosis

Los virus pueden aparecer en el cultivo producto de la transmisión por pulgones o áfidos, principalmente, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum padi*, los cuales se reproducen por partenogénesis, es decir, la hembra pare directamente a su descendencia, sin la concurrencia del macho (Figura1). Como plantas hospedantes, prefieren malezas de flor amarilla (Raman 1985). Se requiere prestar atención especial al control de los áfidos transmisores de virus en la época seca, cuando sus poblaciones son más altas (Fernández y Quiroz 1990).

Como ingredientes activos, para el control de áfidos, pueden utilizarse: acefato, imidacloprid, metamidofos, pirimicarb, dimetoato e insecticidas pertenecientes al grupo de los piretroides. Las enfermedades virales pueden ser transmitidas por tubérculos semilla infectado, maquinarias, personas y/o animales, cuando se entra en contacto con una planta enferma y luego, con una planta sana, ya sea con el cuerpo, con la vestimenta o con herramientas agrícolas, desde el mismo campo o de otro lejano (Raman 1985). De ahí, la importancia de desinfectar las herramientas y equipo, además, de evitar en lo posible la entrada en las parcelas de producción de semilla, de personal ajeno al cultivo.



Figura 1. *Myzus persicae*, forma áptera del afido, vector más importante de virus en la papa.

El mejoramiento genético y la utilización de semilla sana son los métodos más aplicados y efectivos para el control de enfermedades ocasionadas por virus.

C. Descarte o saneamiento

El descarte es una labor necesaria en las parcelas de producción de tubérculos semilla y consiste de la eliminación de todas las plantas que hayan perdido la capacidad de funcionar

adecuadamente, cualquiera que sea la causa (NAS 1992). Se realiza continuamente de acuerdo a las necesidades, evidenciadas con la aparición de vectores y/o plantas enfermas (Cortbaoui 1984) y tiene como objetivo mantener la calidad sanitaria, varietal o genética, física y fisiológica de la semilla. Enfermedades ocasionadas por *R. solanacearum*, *Rhizoctonia solani*, *P. carotovorum*, además, los virus y viroides pueden ser transmitidos por los tubérculos semilla, por lo que deben realizarse las purificaciones de los lotes destinados para semilla.

A continuación una descripción de las plantas afectadas por diferentes plagas que deben ser descartadas de la parcela.

BACTERIAS

Pata negra o pudrición blanda

(*Pectobacterium carotovorum*)

Esta enfermedad es responsable de pérdidas significativas en el cultivo de papa. Se ve favorecida por el clima frío, suelos muy húmedos, ausencia de rotación de cultivos.

Los síntomas de la enfermedad son el enrollamiento de las hojas con un color amarillento, seguida de una marchitez y muerte de la planta. En la base de los tallos, a nivel de suelo, se observa una pudrición acuosa de color negro. También, se observa la pudrición de tubérculos y la presencia de un olor desagradable (Figura 2).



Figura 2. Planta afectada por *Pectobacterium carotovorum*

En el campo esta fitobacteria se disemina con el agua del riego, por insectos, por la lluvia y sobreviven en el suelo, en restos de plantas infectadas o en forma latente en las lenticelas de los tubérculos (SAG 2004; Serrano *et al.* 1994).

Marchitez bacteriana o dormidera

(*Ralstonia solanacearum*)

La marchitez puede comenzar por un tallo o rama, con un avance progresivo hasta que toda la planta muere. El marchitamiento es parecido al de una planta sometida a estrés hídrico. Se produce un ligero enrollamiento de las hojas superiores (Figuras 3). En este caso, es fácil verificar la presencia de la bacteria, cortando un trozo de tallo basal de 2 a 4 cm y se coloca en un recipiente de vidrio con agua limpia; al cabo de algunos minutos en el agua aparecen unos filamentos lechosos que salen del tallo y que contienen la bacteria (Martín 1981; Serrano *et al.* 1994). Esta enfermedad ocasiona la pudrición parda de los tubérculos siendo más difícil de detectar (Figura 4). El método clásico para detectar una infección del tubérculo consiste en la incubación durante 3 a 4 semanas a 30 °C, y observar si existe o no exudado en los ojos o cortar el tubérculo transversalmente para observar la presencia de exudado en el anillo vascular. Por otro lado, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha desarrollado una técnica simple, sensible, rápida y económica para detectar la infección latente en el tubérculo: ELISA-NCM (prueba inmunoenzimática en la membrana de nitrocelulosa) (Priou *et al.* 1999).

VIRUS

Virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV)



Figura 3. Planta afectada por *Ralstonia solanacearum*

Este virus causa una disminución significativa del rendimiento (Rodríguez *et al.* 1988; Salazar 1986). La severidad depende de la raza o variante presente. Las infecciones tempranas (primarias) durante el ciclo del cultivo provocan el endurecimiento y enrollamiento de las hojas superiores, especialmente en la base de los folíolos. Estas hojas tienden a mantenerse erectas. La infección tardía, producida al final del cultivo puede no presentar síntomas visibles en las plantas, sin embargo los tubérculos llegan a infectarse y la siembra de los mismos (infección secundaria) produce plantas con amarillamiento y enrollamiento de las hojas inferiores que se secan; el amarillamiento avanza hacia las hojas superiores. Las plantas enfermas presentan un crecimiento más erecto que las plantas sanas (Figura 5). El áfido portador del virus puede transmitirlo durante toda su vida, es decir, de manera persistente.



Figura 4. Tubérculo afectado por *Ralstonia solanacearum*

Mosaico rugoso (PVY)

Cuando los áfidos adquieren este virus de una planta infectada, permanecen infecciosos durante un corto periodo de tiempo, es decir que lo transmiten de manera no persistente.

En base a los diferentes síntomas que causan en papa se han identificado varias razas: PVY^o es la raza común y causa síntomas de mosaico, PVY^c causa estriado y PVYⁿ es la raza necrótica que causa síntomas leves en el follaje, sin embargo, en variedades susceptibles causa necrosis en las hojas. Infecciones mezcladas de las razas comunes



Figura 5. Planta afectado por el virus del enrollamiento de la papa (PLRV).

y la necrótica son frecuentes. El diagnóstico de estas razas puede ser difícil, ya que no todos los aislados de PVY^N reaccionan con el anticuerpo específico para PVY^N, mientras que algunos aislados de PVY^O si lo harán.

La sintomatología por si sola no permite distinguir entre estas razas del virus, ya que los síntomas varían con la edad, el momento de infección, temperatura y genética, tanto del virus como de la planta huésped (Figura 6). Las razas de PVY pueden interactuar con el PVX, lo que se traduce en mayores pérdidas. Los síntomas necróticos en los tubérculos, a menudo, se incrementan durante el almacenamiento (Burrows y Zitter 2005; CIP 1983; Salazar 1997).

Mosaico leve (PVX, PVS)

Los síntomas son un bronceado severo, encrespamiento, manchas necróticas, caída de hojas. La infección con PVS, generalmente, es latente. El PVX y PVS se transmiten por tubérculos enfermos y de forma mecánica por contacto con el follaje.



Fuente: CIP 1983.

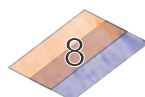
Figura 6. Planta afectada por el virus Y de la papa (PVY).

6. COSECHA, POSCOSECHA Y TRATAMIENTO DE LA SEMILLA

A. Cosecha

El tamaño ideal del tubérculo semilla es cuando alcanzan una longitud de diámetro entre 35 y 55 mm. Los tubérculos que van a ser utilizados para semilla deben ser cosechados en completo estado de madurez, la cual se puede inducir mediante la eliminación de follaje, usando algún producto químico apropiado o manualmente con machete, previamente desinfectado con cloro, evitando hacer cortes en los tubérculos ubicados en la parte superficial del suelo. Para determinar el momento oportuno para la cosecha se realizan muestreos de los tubérculos. Si se detecta que la mayoría de tubérculos han alcanzado el tamaño adecuado, se procede a eliminar el follaje, para garantizar una mayor proporción de semilla. Luego, se deja que suberizen los tubérculos durante un periodo de 14 a 21 días. En este estado la piel del tubérculo no se desprende con una ligera presión con las yemas de los dedos.

La eliminación del follaje se debe realizar con mucho cuidado para evitar la transmisión de enfermedades bacterianas (*R. solanacearum* y *P. carotovorum*). Se recomienda, por precauciones sanitarias, el uso de productos defoliantes (herbicidas). Estos productos se deben aplicar de acuerdo a las dosis recomendadas por los fabricantes del producto comercial. Los tubérculos, luego de cosechados, se les elimina la tierra adherida a la superficie, se clasifican y empacan.



B. Selección y clasificación de los tubérculos semilla

La selección se realiza en la bodega de semilla y consiste en descartar los tubérculos menores de 28 mm, deformes, con daños evidentes, afectados por plagas, dejar solo los tubérculos-semilla sanos, que correspondan a las características de la variedad (color y forma) y con el tamaño apropiado para semilla.

Según la Norma para la Producción, Procesamiento y Comercialización de Semilla de Papas (Resuelto N° ALP 030 ADM 96 del MIDA, la papa semilla debe ser clasificada por tamaños en: 28-44 mm, 45-64 mm y 65-75 mm. Los tubérculos uniformes en tamaño propician la uniformidad de la germinación del futuro cultivo. Finalmente, la semilla debe ser curada.

7. ALMACENAMIENTO

Durante el período de almacenamiento son importantes tres fases, las cuales se describen a continuación:


Fase de curado: El tubérculo suberiza o sana cualquier herida proveniente de la cosecha, recolección o transporte; ésta ocurre en un lapso de tres a ocho días donde el tubérculo pierde agua y por consiguiente peso por respiración y transpiración.

Fase de dormancia o reposo: Es el lapso desde que el tubérculo ha sido cosechado, seleccionado y almacenado para usarlo como semilla hasta cuando se inicia el desarrollo del brote. Este periodo dura entre 7 y 120 días, dependiendo de la variedad, estado en que fue cosechado y las condiciones de almacenamiento (luz, temperatura y humedad). Antes de terminar esta fase, los tubérculos deben ser colocados en cajas pregerminadoras (Figura 7), las cuales deben utilizarse hasta el momento de la siembra.

La ruptura del periodo de reposo, sobre todo en variedades con largos periodos de dormancia, tiene la finalidad de aproximar la fecha de siembra, puede ser inducida mediante la inmersión, durante cinco minutos, en una solución de ácido giberélico, a una concentración de 5 ppm (Meléndez 1980; Zapata y Rave 2001). En esta solución se puede aplicar fungicida e insecticida para desinfectar la semilla. Una vez que los tubérculos-semilla han sido secados, están listos para ser almacenados en espera del desarrollo de los brotes.



Figura 7. Cajas pregerminadoras de semilla de papa.



Fase de brotación: Cuando fisiológicamente termina el periodo de dormancia o reposo se inicia la fase de brotación en que aparecen los brotes o yemas en el tubérculo.

A. Condiciones de almacenamiento

La bodega de almacenamiento debe contar con las siguientes condiciones mínimas:

Temperatura

Bajo condiciones de almacenamiento en el área de Boquete y Cerro Punta se consiguen fácilmente los requerimientos de temperatura que oscila entre 8 y 18 °C; mientras más baja la temperatura mejor es la conservación de los tubérculos y prolongación de la dormancia. Para promover el desarrollo de un gran número de brotes los tubérculos semilla se deben mantener a temperaturas de 4 °C hasta el final del estado de dormancia. Temperaturas superiores a los 15 °C favorecen la dominancia apical.

Humedad

Cuando el ambiente se mantiene entre 70 y 90% de humedad, menor será la pérdida de agua por respiración y transpiración de los tubérculos.

Ventilación

Sirve para regular la temperatura y respiración de los tubérculos evitando la formación del corazón negro por falta de oxígeno.

Bodega

La orientación de la bodega debe permitir la entrada de corrientes de aire y la mayor ventilación posible.

Luz

La incidencia de la luz no debe ser directa sobre los tubérculos, pero se debe garantizar la presencia de luz difusa, lo que ofrece las siguientes ventajas (Atencio *et al.* 1987):

- Se obtiene un mayor número de brotes fuertes y vigorosos.
- La emergencia de las plantas es uniforme.
- El ciclo vegetativo se reduce de 5 a 20 días dependiendo de la variedad.
- Los tubérculos enfermos se pueden eliminar fácilmente durante el almacenamiento.
- El rendimiento se incrementa de 10 a 15%.
- El costo de la semilla se reduce en un 25%.

B. Empaque

Para el transporte de la semilla del campo hasta la bodega se deben utilizar sacos que permitan el intercambio de gas carbónico y oxígeno, propios de la respiración del tubérculo en estado de reposo. Se recomienda pesar 25 kg (51 lb), para compensar la pérdida de peso que sufren los tubérculos durante la etapa de reposo. Luego, la semilla debe ser colocada en cajas pregerminadoras.

C. Control de Plagas

Durante el almacenamiento se debe tener especial cuidado con el ataque de la polilla de la papa (*T. solanivora*), cuyas larvas se alimentan del tubérculo causando galerías y pudriciones, afectando la calidad de la semilla. La falta de control puede ocasionar pérdidas de hasta el 100% de la papa almacenada.

Entre las prácticas de manejo para el control de la polilla se recomienda:

- Antes de almacenar la semilla, se debe limpiar y desinfectar la bodega y las cajas pregerminadoras.
- Proteger la semilla después de cosechada, ya que durante la noche, es posible que las polillas coloquen sus huevos en los tubérculos.
- Almacenar solo papas sanas.
- Colocar trampas con feromonas sexuales en el almacén para capturar adultos y disminuir el daño de tubérculos.

Para evitar la entrada de áfidos o pulgones que puedan causar infestaciones de virus a los brotes recién formados, la bodega debe contar con malla antiáfidos o efectuar aplicaciones periódicas de insecticida.

8- FISIOLÓGÍA DEL TUBERCULO SEMILLA

Es importante conocer sobre la fisiología de la semilla de papa, para entender el proceso de cambio que sufre el tubérculo recién cosechado hasta su germinación, lo que permite saber cuando la semilla está lista para ser depositado en el suelo y reproducir una nueva planta de papa, con características idénticas a la variedad de la cual procede.

A. Edad fisiológica de la semilla de papa

Se define como el estado de desarrollo de un tubérculo semilla, que cambia progresivamente mediante el incremento cronológico de la edad y es modificado por el historial y las condiciones del cultivo.

Durante el periodo de dormancia o reposo en el tubérculo semilla, ocurren una serie de procesos químicos y fisiológicos, los cuales no se manifiestan morfológicamente. Sin embargo, estos procesos son relevantes para determinar el número de brotes y vigor, luego de superado el periodo de latencia.

Las condiciones de almacenamiento durante y después del periodo de latencia afectan el progreso del envejecimiento fisiológico y, por lo tanto, influye sobre el desempeño de la semilla en el campo (Struik 2006; Caldiz *et al.* 2001).

Cultivos sembrados con semilla en diferentes fases difieren en la estructura del follaje, número de tubérculos, rendimiento, proporción de tamaños de los tubérculos (Ewing y Stuik 1992; Krijthe 1962).

Después de superado el periodo de reposo, el tubérculo semilla de papa pasa por las siguientes fases:

Estado de brotación apical

Es cuando la semilla presenta un solo brote (Figura 8) y no es aconsejable sembrarla porque desarrollaría pocos tallos principales y su producción sería baja; éste brote tiende a impedir el desarrollo de otros brotes. Esta condición es severa en algunas variedades. Lo aconsejable es eliminar el brote apical para permitir la brotación múltiple.



Figura 8. Tubérculo en estado de brotación apical.

Estado de brotación múltiple

Es el momento en el cual todos los ojos tienen su respectivo brote. Este es el estado ideal para sembrar el tubérculo y depende de la variedad, condiciones de madurez de los tubérculos y ambiente de almacenamiento (Figura 9).



Figura 9. Tubérculos en estado de brotación múltiple.

Estado de envejecimiento

Los tubérculos semilla, a medida que envejecen se tornan arrugados y flácidos debido a la pérdida de agua y nutrientes. A pesar de que los agricultores utilizan semilla en este estado, no se recomienda hacerlo porque no solo ha perdido vigor sino que produce plantas débiles y poco resistentes a factores climáticos adversos, se acelera la germinación y se acorta el periodo vegetativo, con una senescencia temprana e importantes bajas en el rendimiento (Figura 10).



Figura 10. Tubérculo en estado de envejecimiento.

B. Factores que influyen sobre la edad fisiológica de la semilla de papa, según Wiersema (1985):

Variación: Las variedades se comportan de manera diferente en almacén. Algunas presentan brotación temprana, otras son más duraderas. El reposo del tubérculo semilla puede durar desde menos de un mes hasta varios meses, dependiendo de la variedad. La duración del periodo de reposo no está relacionada con la duración del periodo vegetativo; una variedad precoz, no necesariamente tiene un periodo de reposo corto.

Condiciones del cultivo: Las condiciones en las cuales se producen los tubérculos semilla influyen sobre el periodo de reposo y sobre la edad fisiológica. Las temperaturas altas, el estrés hídrico y bajos niveles de fertilización aceleran el desarrollo fisiológico y reducen el periodo de reposo.

Temperatura de almacenamiento: Las temperaturas altas de almacenamiento reducen el periodo de reposo y aceleran la edad fisiológica, mientras que, las bajas temperaturas tienen un efecto opuesto.

Normalmente, el periodo de reposo es más prolongado en tubérculos almacenados en ambientes fríos.

Luz difusa durante el almacenamiento: La exposición de los tubérculos a la luz difusa estimula la formación de clorofila y solanina debajo de la piel, favoreciendo la formación de brotes fuertes, previniendo el rápido envejecimiento de la semilla.

Eliminación de brotes: La eliminación de brotes retarda el envejecimiento de la semilla, sin embargo, esta práctica seguida de altas temperaturas es destructiva.

Daños mecánicos al tubérculo: Por lo general, lesiones causadas durante el periodo de cosecha u ocasionados por plagas, aceleran el periodo de brotación y envejecimiento de la semilla (Struik 2006).

9. COMERCIALIZACIÓN DE LA SEMILLA

El productor de semilla de papa debe tener disponibilidad para establecer sus parcelas. Los rendimientos de papa semilla dependen del nivel tecnológico del productor, pero son inferiores a los logrados en cultivos para consumo. Para la siembra de una hectárea se necesitan aproximadamente 1,400 kg (30 qq) de semilla y de la cual, a su vez, se puede obtener semilla para sembrar de 15 a 22 ha de papa comercial.

10. TRANSPORTE DE SEMILLA

El transporte de la semilla debe realizarse con mucho cuidado de manera que no se dañen los brotes que se han formado en los tubérculos, es decir, sin afectar la calidad. Lo mejor es transportar la semilla en las cajas pregerminadoras.

11. COSTO DE PRODUCCIÓN

En cuanto al precio se debe dar de común acuerdo entre el comprador y el vendedor y se determina, principalmente por los costos de producción y de las circunstancias (demanda) del mercado de papa para consumo. Sin embargo, por lo estratégico de este insumo, se puede esperar un precio estable, muy superior a la papa consumo.


CUADRO 2. COSTO DE PRODUCCIÓN DE UNA 1 HA DE PAPA SEMILLA.				
Cerro Punta, Chiriquí.				
Detalle	Unidad de medida	Coefficiente técnico	Precio unitario (B/.)	Valor total (B/.)
A.- Maquinaria				507.50
Aradura	hora	3.00	35.00	105.00
Tiler	hora	4.00	35.00	140.00
Surcado	hora	1.50	35.00	52.50
Cosecha	hora	6.00	35.00	210.00
B.- Insumos				3,905.68
Semilla extranjera certificada	qq	30.00	65.00	1,950.00
Fertilizante Completo 12-24-12	qq	21.00	44.00	924.00
etoprofos	kg	12.50	5.60	70.00
abamectina 1.8	l	1.20	75.00	90.00
ciromazina	sobre 100g	6.00	25.00	150.00
cartap	sobre 500g	9.00	9.00	81.00
tiociclam	sobre 200g	9.00	10.50	94.50
metamidofos	l	3.00	13.75	41.25
cipermetrina	l	3.00	5.00	15.00
dimetoato	l	1.20	11.00	13.20
acefato	kg	15.00	9.78	146.70
metribuzin	sobre 500g	1.00	33.00	33.00
paraquat	l	3.00	3.51	10.53
famoxadona	kg	1.00	11.00	11.00
clorotalonil	litros	9.00	14.50	130.50
cymoxanil	kg	10.00	11.50	115.00
Fungicidas del suelo	kg	1.50	20.00	30.00
C.- Mano de obra				1,144.17
Aplicación del fungicida del suelo	jornal	0.50	10.83	5.42
Aplicación del nematicida	jornal	1.00	10.83	10.83
Aplicación de los fertilizantes	jornal	3.00	10.83	32.49
Siembra	jornal	10.00	10.83	108.30
Aplicación fitosanitarias	jornal	9.00	10.83	97.47
Aporque (Caballo)	día/qq	36.00	2.00	72.00
Aporque Manual	Jornal	5.00	10.83	54.15
Aplicación del herbicida y defoliante	jornal	0.50	10.83	5.42
Riego	Jornal	40.00	10.83	433.20
Recolección, selección y empaque	Jornal	30.00	10.83	324.90

Continuación..

Detalle	Unidad de medida	Coefficiente técnico	Precio unitario (B/.)	Valor total (B/.)
D.- Otros gastos				3,986.21
Combustible riego	galones	315.00	4.20	1,323.00
Combustible acarreo de personal	galones	20.00	4.20	84.00
Lubricantes (aceites)	cuartos	7.00	3.00	21.00
Equipo de riego (depreciación)	año	1.00	500.00	500.00
Sacos rojos	unidad	1,280.00	0.20	256.00
Transporte de insumos	qq	51.00	0.20	10.20
Transporte de cosecha	qq	600.00	0.25	150.00
Administración	hora	1.00	250.00	250.00
Análisis de suelo	unidad	1.00	10.00	10.00
Alquiler de la tierra	B/.	1.00	750.00	750.00
Imprevistos (5%)	B/.	8,901.55	0.05	445.08
Interés (8% en 6 meses)	B/.	9,346.63	0.04	186.93
E.- Costo total de producción				9,543.56

BIBLIOGRAFÍA

- ATENCIO, F; RODRÍGUEZ, R; ESPINOZA L. 1987. Almacenamiento de semilla de papa con luz difusa. Recomendaciones generales. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Panamá, IDIAP. 7 p.
- BATEMAN, M; NOLTE, P; HAMM, P; GEARY, B. 2004. The effect of Potato Virus A (PVA) on yield of Russet Burbank and Russet Norkotah potatoes. *American Journal of Potato Research* 81 (1): 45.
- BURROWS, ME; ZITTER, TA. 2005. Virus problems of potato (en línea). Cornell University. Vegetable MD. Department of Plant Pathology. Ithaca, NY. 14853. Consultado 14 ene. 2009. Disponible en http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Potato_Virus.htm
- CALDIZ, DO; FERNANDEZ, LV; STRUIK, PC. 2001. Physiological age index: a new, simple and reliable index to assess the physiological age of seed potato tubers based on haulm killing date and length of the incubation period. *Field Crops Research* 69: 69-79.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 1983. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Lima, PE. 94 p.
- _____. 2000. Historias de campo. Calidad, el mejor argumento: sistemas artesanales de semilla se popularizan (en línea). Lima, PE. Consultado 15 ene. 2006. Disponible en <http://www.cipotato.org/market/ARs/AR2000e/04semilla.htm>.
- _____. 2003. Informe anual (en línea). Agricultores y consumidores de la India Nororiental se benefician de una nueva tecnología de semilla. Lima, PE. Consultado 15 ene. 2006. Disponible en http://www.cipotato.org/market/ARs/AR2003e/ar2003_11.htm
- CORTBAOUI, R. 1984. Descarte de plantas de papa. Centro Lima, PE. Centro Internacional de la Papa. 12 p. (Boletín Técnico no. 5).
- MARTIN, C. 1981. La Marchitez Bacteriana de la Papa EWING, EE; STRUIK, PC. 1992. Tuber formation in potato: induction, initiation, and growth. *Horticultural Reviews* 14: 89-198.
- FERNÁNDEZ, O; QUIROZ, R. 1990. Dinámica poblacional de áfidos en papa. Cerro Punta. 1988. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Resultados de las investigaciones en hortalizas, frutales, raíces y tubérculos en 1988. Panamá, IDIAP. p. 59-61.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. Glosario de términos fitosanitarios. Norma de referencia. Roma. ISPM Pub. no. 5. 62 p.
- KRIJTJE, N. 1962. Observations on the sprouting of seed potatoes. *European Potato Journal* 5 (4): 316-333.
- MARTIN, C. 1981. La Marchitez Bacteriana de la Papa. Lima, PE. Centro Internacional de la Papa. 15 p. (Boletín Técnico no. 13).
- MELÉNDEZ, GN. 1980. Técnicas de multiplicación rápida de papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, PE. CIP. 43 p.



NAS (National Academy of Sciences) 1992. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas: Control de plagas de plantas y animales. Trad. M. Aragones. Grupo Noriega México. Editorial Limusa.
v. 1, 212 p.

PRIOU, S; ALEY, P; CHUJOY, E; LEMAGA, B; FRENCH, E. 1999. Control integrado de la marchitez bacteriana de la papa (en línea). Boletín del CIP. Consultado 21 ene. 2009. Disponible en <http://www.cipotato.org/csd/materials/Publications/guiaesp.pdf>.

RAMAN, K. 1985. Transmisión de virus de papa por áfidos. Lima, PE. Centro Internacional de la Papa. 23 p. (Boletín Técnico no. 2).

RODRÍGUEZ, R; ATENCIO, F; ESPINOSA L. 1988. Principales problemas fitosanitarios del cultivo de la papa en Panamá. Panamá, PA. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 16 p. (Boletín Técnico no. 19).

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2004. Enfermedades y plagas de la papa en el Sur de Chile. Décima Región de Los Lagos – Chile. Gobierno de Chile. 57 p.

SALAZAR, LF. 1982. Manual de enfermedades virosas de la papa. Lima, PE. Centro Internacional de la papa. 111 p.

_____. 1986. Detección de virus en la producción de semilla de papa. Lima, PE. Centro Internacional de la Papa. 14 p. (Boletín Técnico no. 18).

_____. 1997. Identificación y control de enfermedades virales y fitoplasmas de La papa (en línea). Simposium Internacional de la Papa. Metepec, Estado de México. 25 y 26 Agosto de 1997. Consultado 14 ene. 2009. Disponible en <http://www.redepapa.org/salazar1.pdf>.

SERRANO, E; ESPINOSA, L; MORALES, R; ATENCIO F; LARA J. 1994. Establecimiento de parcelas de multiplicación de semilla de papa. Panamá, PA. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 11 p.

STRUIK, PC. 2006. Physiological age of the seed potato. Potato seed: Physiological age, diseases and variety testing in the Nordic countries. NJF, Section Crop Science (Report) 2 (1): 3-6.

WIERSEMA, SG. 1985. Desarrollo fisiológico de tubérculos semilla de papa. Lima, PE. Centro Internacional de la papa. 16 p. (Boletín Técnico no. 20).

_____. 1987. Efecto de la densidad de plantas en la producción de papa. Tercera edición, revisada. Lima, PE. Centro Internacional de la Papa. 16 p. (Boletín Técnico no. 1).

ZAPATA, JL; RAVE, ID. 2001. Latencia del tubérculo semilla de papa: Procedimientos para Acelerar la Brotación. CORPOICA. Innovación y Cambio Tecnológico. 2 (1): 53-57.

Folleto Técnico
**PRODUCCIÓN ARTESANAL DE TUBÉRCULOS SEMILLA
DE PAPA EN CAMPO DE PRODUCTORES**

Es una publicación del



COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Manuel H. Ruiloba, Ph.D.
Pedro Guerra, M.Sc.
Emigdio Rodríguez, M.Sc.
Ricardo Jiménez, M.Sc.
José Lezcano, M.Sc.
Rodrigo Morales, M.Sc.
Leonardo Marcelino, M.Sc.
Gladys González D. M.Sc.
Audino Melgar, Ing. Agr.
Carlos Saldaña, M.Sc.

REVISORES TÉCNICOS

Jorge O. Aued H. Dr.
Carmen Y. Bieberach Forero, M.Sc.

EDICIÓN

Neysa Garrido M.Sc.
Magdalena Justavino M.Sc.

DIAGRAMACIÓN

Nadhia Melissa Subía Vargas

FOTOGRAFÍAS

Archivos del IDIAP

IMPRESIÓN

Departamento de Publicaciones
Nivel Central, Panamá
Primera edición: 2009 - 100 ejemplares
Reimpresión: 2011 - 50 ejemplares
Reimpresión: 2012 - 50 ejemplares

