

25 ENE. 2002

**CONVENIO No. 015 DAMA - CORPOICA**

**REGIONAL UNO**

**PROGRAMA REGIONAL AGRICOLA**

**“ CURSO DE CAPACITACION EN PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA DE  
ALTA CALIDAD SANITARIA”**

**MEMORIAS**

**MARIA DEL SOCORRO CERON LASSO  
PEDRO CORZO CARRILLO**

**TIBAITATA, SEPTIEMBRE DE 1.999**

## PROGRAMACIÓN

### MARTES 21 DE SEPTIEMBRE

**6:00 PM** Llegada Centro hermanas Juanistas – Funza Cundinamarca

### MIÉRCOLES 22 DE SEPTIEMBRE

**8:00 - 8:30 AM** Inscripción de participantes

**8:30 - 9:00 AM** Objetivos y metodología del Curso

**9:00 - 9:30 AM** Introducción y problemática de la producción de semilla de papa.

**9:30 - 10:15 AM** Importancia de las enfermedades causadas por virus en la producción de semillas de papa.

**10:15 - 10:30 AM** Refrigerio.

**10:30 - 12:00 PM** Legislación y proceso de producción de semilla certificada de papa.

**12:30 - 1:00 PM** Almuerzo.

**1:00 - 2:15 PM** Métodos para la producción de semilla de papa.

**2:15 - 2:30 PM** Refrigerio.

**2:30 - 4:00 PM** Manejo de semilla en postcosecha (clasificación, tratamiento, empaque y almacenamiento de semilla)

### JUEVES 23 DE SEPTIEMBRE

**8:00 - 9:30 AM** Principales plagas de la papa y su control.

**9:30 - 9:45 AM** Refrigerio.

**9:45 - 11:30 AM** Principales enfermedades de la papa y su control.

**11:30 - 12:30 PM** Almuerzo.

**12:30 - 1:00 PM** Desplazamiento Funza – Tibaitatá.

**1:00 - 4:00 PM** Práctica de campo sobre diferentes problemas del cultivo.



## **VIERNES 24 DE SEPTIEMBRE**

**8:00 - 10:00 AM** Visita al laboratorio de papa y práctica en invernaderos del C.I. Tibaitatá.

**10:00 -10:20 AM** Refrigerio.

**10:20 -11:00 AM** Evaluación del curso, salón regional Uno.

**11:30 -11:30 AM** Clausura Salón principal regional Uno.

## LISTA DE ASISTENTES

Reynel Velásquez	Vereda las Auras
Fredy Benavides	Vereda Las Auras
Rodrigo Poveda	Vereda Las Auras
Yamile Mora	Vereda Las Animas
Patricia Contreras	Vereda Las Auras
Edwin Giovanni Ortiz Rojas	Vereda Las Animas
Gildardo Ortiz	Villamaría
Fernando Ramírez	Vereda San Juan
Sonia Esperanza Carvajal	Vereda Las Auras
Andrea Ramírez	Vereda Pasquillita
Julio Enrique Quintero R.	Vereda La Unión
Guillermo Villalba	Vereda Santo Domingo
Héctor Rubio López	Vereda Santo Domingo
Belmo Meneses	Vereda La Unión
Juan Pablo Simbaqueba	Vereda Las Animas
Genaldo Díaz	Vereda Las Animas
José Javier Dímate P.	Vereda Las Palmas
Antonio María Velázquez	Vereda Los Ríos
José Ramiro Martínez	Vereda El Uval
Oscar Alberto Espitia García	Km. 1 vía a Tabio
Cesar Augusto Forero	Funza
Nelson Vargas	Usme
Diego Rodríguez González	ULATA
Baltasar Coronel	CORPOICA
Luis Jesús Villamizar	CORPOICA
Rafaela Macias	CORPOICA
Inés Roldán	CORPOICA
Luz Stella Rincón	CORPOICA
Olga Lucia Valderrama	CORPOICA
Benigno Antonio Bermejo	CORPOICA
Pedro Corzo Carrillo	CONFERENCISTA
Germán Sánchez David	CONFERENCISTA
Clemencia de La Rotta	CONFERENCISTA
María del Socorro Cerón L.	CONFERENCISTA



## CONTENIDO

1. Problemática de la producción de semilla de papa en Colombia
2. La importancia de los virus en la producción de semilla de papa
  - 2.1 Propiedades de los virus
  - 2.2 Síntomas causados por virus
  - 2.3 Pérdidas causadas por virus
  - 2.4 Transmisión y diseminación
  - 2.5 Prevención y control
3. Legislación sobre producción y comercialización de semilla de papa en Colombia
  - 3.1 Productor de semillas
  - 3.2 Registro
4. Métodos de producción de semilla de papa
  - 4.1 Métodos de campo
    - 4.1.1 Selección masal o parcelas de semilla
    - 4.1.2 Selección clonal o individual
  - 4.2 Métodos de invernadero
    - 4.2.1 Indiciación de tubérculos
    - 4.2.2 Indiciación de plantas
  - 4.3 Método utilizando técnicas biotecnológicas
    - 4.3.1 Cultivo in –vitro
    - 4.3.2 Invernaderos.



5. **Manejo de semilla en postcosecha ( clasificación, tratamiento, empaque y almacenamiento).**
  - 5.1 **Almacenamiento intermedio**
  - 5.2 **Manipuleo y transporte**
  - 5.3 **Curado**
  - 5.4 **Clasificación**
  - 5.5 **Desinfección**
  - 5.5 **Almacenamiento**
6. **Bibliografía**

## 1. PROBLEMÁTICA DE LA PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA EN COLOMBIA

El cultivo de la papa tiene dos finalidades: la producción de semilla y la producción de papa para consumo en fresco o en procesados. La producción de semilla es más especializada y conlleva a evitar la incidencia y diseminación de plagas y de enfermedades en la semilla que se distribuye, lo cual constituye la base de un programa de certificación.

Semilla es toda estructura botánica sexual o asexual capaz de reproducir la especie. En este evento, el término semilla se refiere al tubérculo brotado utilizado para la producción de papa. Aunque la reproducción vegetativa, por tubérculo, tiene altos costos debido a los problemas fitosanitarios, de almacenamiento y de transporte, la mayor producción mundial de papa se realiza mediante el tubérculo-semilla, porque mantiene su estructura genética. Sin embargo, en los últimos 15 años, el Centro Internacional de la Papa ha generado tecnología para la utilización de la semilla sexual o verdadera en la producción de papa de consumo.

En Colombia existen dos sistemas de producción y abastecimiento de semilla de papa: el sistema informal o tradicional y el sistema formal. En el sistema informal, el abastecimiento de semilla depende del tipo de productor: grande, mediano o pequeño. Los productores grandes generalmente utilizan como semilla, papa producida por ellos, en zonas altas o de páramo y solo unos pocos utilizan semilla certificada. Los productores medianos, generalmente adquieren semilla comprada a productores de zonas altas o intermedias, que se han especializado en producir papa de buena calidad, sin ninguna supervisión oficial. Los productores pequeños en cambio, parte la consiguen a través de plazas de mercado o de intermediarios que la comercializan sin importar el sitio de producción, otros la consiguen a través de los vecinos y la mayoría guardan su propia semilla seleccionada por características físicas de tubérculo, o simplemente utilizan la papa más delgada de su producción, que no pueden comercializar, sin tener en cuenta su sanidad.

En este proceso se utilizan aproximadamente 250.000 toneladas de semilla, es decir que cerca al 90% de la semilla utilizada en el país es de sanidad desconocida y que buena parte de ella se ha convertido en una fuente de diseminación de plagas como el gusano blanco y, las polillas de la papa, o de enfermedades como la *Spongospora subterránea* y las causadas por virus.

En el sistema formal, la producción y comercialización de semilla se hace con la supervisión del ICA. Para producirla, se han utilizado en Colombia dos métodos principales: por selección clonal y recientemente por métodos biotecnológicos.

## 2. LA IMPORTANCIA DE LOS VIRUS EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA

El cultivo de la papa es afectado por insectos plagas (16), y por enfermedades causadas por nemátodos (6), bacterias (6), hongos (37) y por virus (33). Algunos de ellos tienen algún tipo de control ya sea con productos químicos, prácticas de cultivo, o con productos biológicos, mientras que otros como los virus, no tienen ningún tipo de control, pero son los responsables del degeneramiento de la semilla y de la reducción de la capacidad productiva de la misma.

Aunque el efecto de los virus fue observado en cultivos de papa en Europa, desde el Siglo XVII, con la llamada "degeneración" solo hasta el presente se reconoció a los virus como responsables de esas anomalías (Salazar, 1995).

### 2.1 PROPIEDADES DE LOS VIRUS

Los virus se caracterizan por ser agentes causales de enfermedad, los cuales en su forma más simple se consideran constituidos por ácido nucleico cubierto de una proteína y con todo el potencial para causar infección y reproducirse en células vivas.

Los hay de diferentes formas y tamaños y solo pueden ser observados con microscopio electrónico.

### 2.2 SINTOMAS CAUSADOS POR VIRUS

Los virus infectan las plantas huéspedes cuando entran en las células y se multiplican y generalmente inducen enfermedad por la desviación de la actividad biológica de la planta. Como resultado de la infección por virus, la planta reacciona produciendo "síntomas", los cuales pueden ser desde suaves hasta impresionantes y complejos dependiendo de: el tipo de virus, la raza, la variedad de papa afectada, el momento en que ocurre la infección y las condiciones ambientales prevalentes.

En general estos síntomas se caracterizan por un desarrollo pobre de las plantas afectadas y una serie de anomalías en el color y forma de las hojas, que van desde variaciones en el verde normal de las mismas, con parches cloróticos, hasta clorosis completa y amarillamiento de las hojas.

Estos síntomas pueden estar acompañados por encrespamiento y deformación de los folíolos, necrosis de nervaduras, pecíolos y tallos, rugosidad, caída de hojas y muerte de las plantas.

Los dos virus más importantes de la papa en el mundo son: el virus del enrollamiento de las hojas (PLRV) y el virus Y (PVY) de la papa. El primero y

más importante de ellos, el PLRV, produce enrollamiento de las hojas superiores; cuando la infección se realiza durante el crecimiento del cultivo, llamado síntoma primario. Las hojas tienden a ser erectas y generalmente de color claro.

Las plantas procedentes de tubérculos infectados o infección secundaria, presentan enrollamiento de las hojas bajas, las cuales son de apariencia cartonosa y quebradiza. El crecimiento de las plantas es erecto y algunas veces de color púrpura en el envés de las hojas superiores.

Las variedades del tipo andígena reaccionan con clorosis marginal e intervenal; especialmente las hojas superiores y las plantas son generalmente pequeñas, con marcado crecimiento erecto. Los tubérculos producidos son pocos y más pequeños que los producidos por una planta normal. (Hooker, 1981). El segundo virus más importante es el PVY. Los síntomas producidos por este virus, en algunas variedades, son mosaico que van de suaves a severos, hojas ligeramente arrugadas y más pequeñas que las normales. Algunas razas producen en variedades susceptibles rugosidad en los folíolos, necrosis de nervaduras en el envés de las hojas y puede causar caída de hojas, las cuales pueden permanecer colgando del tallo dando la apariencia de árboles de palma.

En combinación con otros virus de papa como el virus X (PVX) es más destructivo, produciendo el mosaico rugoso. Las hojas se enroscan produciendo arrosetamiento de las plantas y generalmente se produce la muerte prematura de ellas.

### **2.3 PERDIDAS CAUSADAS POR VIRUS**

Los virus y agentes similares que afectan a la papa en el mundo, son numerosos y si bien es cierto que todos ellos ocasionan reducción del rendimiento, no todos lo hacen en la misma magnitud y afortunadamente pocos revisten importancia significativa (Salazar, 1982).

Las pérdidas debidas a infecciones virales varían mucho dependiendo del tipo de daño. Estas pueden ser cualitativas o cuantitativas. Las pérdidas cualitativas están relacionadas con la reducción del valor comercial de los tubérculos como la necrosis producida por el virus del enrollamiento de las hojas, PLRV, en algunas variedades. Las pérdidas cuantitativas se refieren a la reducción en rendimientos debido al efecto de los virus sobre el número y tamaño de los tubérculos producidos, pudiendo llegar a más del 90%.

La combinación de dos o más virus en el cultivo da lugar a efectos más graves que cuando uno de ellos lo afecta individualmente (Salazar, 1982). En forma general se considera que los virus que producen síntomas más severos, dan lugar a pérdidas mayores.

## 2.4 TRANSMISION Y DISEMINACION

Transmisión a través de vectores. En condiciones naturales, los virus pueden ser transmitidos de plantas infectadas a plantas sanas, especialmente durante el proceso de alimentación de algunos insectos chupadores como los áfidos o pulgones que al alimentarse de una planta enferma, adquieren las partículas de virus y luego las van diseminando dentro del cultivo, al alimentarse de plantas sanas.

Esta forma de transmisión por áfidos es la más importante en papa, pues los dos virus más ampliamente distribuidos e importantes, el virus del enrollamiento de las hojas de papa y el virus Y, son transmitidos por estos insectos. El áfido Myzus persicae es el más eficiente vector de los dos virus. La transmisión por áfidos además ocurre de tubérculo a tubérculo durante el almacenamiento. Los áfidos adquieren el virus en los brotes infectados y luego los transmiten a tubérculos sanos.

Los virus también se pueden transmitir por algunos insectos masticadores, ácaros, nemátodos, hongos del suelo y por el hombre cuando realiza prácticas de cultivo en forma mecánica y maneja semillas contaminadas con virus (Matthews, 1970).

Diseminación a través de Semilla-tubérculo. La diseminación de virus también puede hacerse a través de los tubérculos-semilla, cuando estos están infectados. Una vez una planta de papa está infectada, ésta produce tubérculos infectados. Si se siembran esos tubérculos, producirán plantas enfermas.

Es por eso que la continua propagación de la papa es una forma muy común de distribuir patógenos como los virus que conducen a la degeneración de las variedades.

## 2.5 PREVENCION Y CONTROL

El control de las enfermedades virosas está basado en la prevención, no en la curación como en el caso de algunas enfermedades fungosas a bacterianas. La disminución de su incidencia se logra con la aplicación de medidas o practicas como el uso de semilla sana, obtenida por métodos tradicionales, eliminación de fuentes de inculo, control de vectores de virus y establecimiento de cultivos para semilla en sitios aislados de cultivos para producción de papa para consumo, entre otros.

### 3. LEGISLACION SOBRE PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE SEMILLA DE PAPA EN COLOMBIA

La importancia de producir semilla certificada en Colombia fue reconocida en 1946 por el fitopatólogo Carlos Garcés, quien definió los requisitos mínimos para la producción de las categorías Fundamental y Certificada (Luján, 1979). Bajo su orientación se iniciaron trabajos en Antioquia en donde no fue posible mantener la sanidad debido principalmente a la población de insectos vectores de virus (Luján, 1979).

Desde esa época hasta el presente, 1999, se han hecho cuatro intentos de producir semilla certificada: el primero en 1949, el segundo a partir de 1956, pero en ambos casos no se lograron los objetivos esperados.

En el tercer intento, iniciado en 1966 por el departamento de Semillas de la Caja Agraria en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, creado en 1962, la producción de semilla estuvo respaldado legalmente por las normas de la Resolución Ministerial 438 de 1967, que establecía los requisitos mínimos para la producción de semilla de papa de las categorías Básica, Registrada y Certificada, además con el control de la Oficina de Certificación de Semillas del ICA, esfuerzo que se interrumpió en 1972.

El cuarto y actual esquema de producción de semilla certificada se inició en 1973 con la producción de material in vitro en laboratorio y más tarde la propagación de estos materiales por medio de esquejes. En 1979 el ICA produjo y entregó la primera tonelada de semilla básica de la variedad ICA-Puracé, a la Caja Agraria encargada de producir la categoría Certificada. A partir de 1981 la producción de semilla estuvo reglamentada por la Resolución 040 del 20 de Enero de 1981, expedida por el Ministerio de Agricultura.

El proceso de producción y entrega de materiales básicos, primero por el ICA y actualmente por CORPOICA, ha sido continuo desde 1979 hasta el presente, utilizando la selección clonal para producirlos. La semilla básica se vende solamente a productores autorizados por el ICA para producir las categorías Registrada y Certificada.

A raíz del interés de varios laboratorio para dedicarse a la producción de materiales sanos por cultivo de meristemos y la producción de tubérculos en invernaderos, el ICA actualizó la reglamentación sobre producción de semilla certificada de papa, mediante Resolución No. 03303 del 20 de Noviembre de 1999. Esta Resolución contempla para certificación las siguientes Fases y Categorías de semilla:

**FASE 1.** De laboratorio y casas de malla para la producción de semilla:  
Material inicial, Super-Elite y Elite

- **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 (material in vitro).
- **Categoría Super-Elite:** Son los minitubérculos y/o esquejes obtenidos de plantas que se han originado por propagación in vitro (plantas madres), procedentes del material inicial.
- **Categoría Elite:** Son los tubérculos obtenidos en invernadero o casas de malla por la multiplicación de esquejes o minitubérculos Elite.

**FASE 2.** De campo para la producción de semilla Básica, Registrada y Certificada.

**Categoría Básica:** Es la que resulta de la multiplicación de la Elite

**Categoría Registrada:** Es la descendencia de la semilla Básica

**Categoría Certificada:** Es la descendencia de la semilla básica o registrada

Un 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. Para dar inicio al proceso de certificación de semillas será necesario verificar la fuente de origen de la semilla objeto de multiplicación.

El productor que esté interesado en inscribirse como productor de semillas, en cualquiera de las categorías o en todas, debe seguir el siguiente procedimiento:

### **3.1 PRODUCTOR DE SEMILLAS**

Es toda persona natural o jurídica que con destino a la venta, se dedique directamente o bajo su responsabilidad a la producción de semilla para la siembra.

### **3.2 REGISTRO**

Para obtener el registro como productor de semilla certificada, el interesado deberá formular la solicitud ante el ICA, División de Semillas, suministrando los datos y documentos siguientes:

- A) Nombre y dirección del peticionario
- B) Localización y dirección de(s) planta(s) para el acondicionamiento y almacenamiento de la semilla.
- C) Análisis y capacidad del equipo e instalaciones.
- D) Almacenamiento y análisis de calidad de las semillas.
- E) Relación de las especies de las cuales desea producir semilla.
- F) Relación del personal profesional necesario para la dirección y el control de las labores de campo y beneficio, incluyendo profesión, registro ante el ICA y sede de trabajo.
- G) Certificado de la Cámara de Comercio sobre constitución y representación legal si se trata de persona jurídica o matrícula mercantil si se trata de persona natural, expedido con fecha no anterior a noventa (90) días.
- H) Acompañar el Proyecto de rotulado y empaque a utilizar.
- I) Copia de recibo de Tesorería del ICA por concepto de cancelación de la tarifa vigente establecida para la expedición del registro como productor de semilla.

Seguidamente la División de Semillas solicitará a la respectiva Regional del ICA la conformación de una comisión técnica para que constate la disponibilidad de los equipos e instalaciones apropiadas para la producción de semilla de acuerdo con el registro del ordinal C y rinda un informe detallado al respecto.

Si el productor interesado es aceptado como productor de semillas, por ejemplo de las categorías de la Fase 1, seguirá el procedimiento descrito en la cartilla sobre producción de semilla certificada de papa.

#### 4. METODOS DE PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA

La propagación de papa por medio de tubérculo - semilla aunque permite mantener casi inalterable su constitución genética, también facilita la transmisión y diseminación de patógenos que producen enfermedades. Dentro de éstos se destacan los virus que en forma continua van disminuyendo la capacidad productora de las variedades, considerándose que en la actualidad las enfermedades causadas por virus son el factor más limitante para la obtención de mejores rendimientos.

Es por eso que el productor de semilla debe estar familiarizado con las enfermedades de la papa, sus agentes causales, sus formas de transmisión y

diseminación, sus síntomas y sus formas de control. Estos conocimientos le ayudarán a seleccionar y modificar las medidas de control recomendadas a sus condiciones particulares y a adoptar un sistema de propagación que permita producir semilla de alta calidad sanitaria.

El objetivo de un proyecto de semilla es la producción de semilla de buena calidad y su distribución oportuna en cantidades suficientes. Los métodos que se utilicen para producirla así como las regulaciones varían entre los diferentes países de acuerdo a sus problemas, necesidades, condiciones ecológicas, capacidad institucional y desarrollo tecnológico. Los métodos más conocidos de obtención y multiplicación de semilla son:

#### **4.1 METODOS DE CAMPO**

La disminución del rendimiento durante los años 1765 a 1775, debido a la proliferación de plantas anormales de hojas enrolladas en Europa, obligó a los cultivadores a utilizar solamente la semilla de plantas vigorosas y normales, cultivadas en determinadas zonas (Bawden, 1964), por lo cual surgieron los siguientes métodos:

##### **4.1.1 Selección masal o parcelas de semilla**

El método consiste esencialmente en la selección de plantas aparentemente sanas y vigorosas en el campo. Al momento de la cosecha los tubérculos provenientes de las plantas seleccionadas se mezclan y almacenan como un solo lote. Durante la siembra siguiente esos tubérculos se siembran al azar (**Figura**). Después de la germinación, tan pronto como se pueden distinguir los síntomas de virosis, se eliminan las plantas enfermas, incluyendo el tubérculo madre (Luján, 1972). Pero es importante anotar que con este método, aunque se puede disminuir la incidencia de enfermedades virosas, no se consigue el control de ellas.

##### **4.1.2 Selección clonal o individual**

Este método que es una variante de la selección masal, consiste en el marcado de plantas aparentemente sanas y vigorosas en el campo. Al momento de la cosecha, solamente se guarda, separadamente, la producción de cada planta que produjo buenos rendimientos.

Durante la siembra siguiente, los tubérculos de cada planta seleccionada se siembran en el campo para su multiplicación como "unidades de planta", conservando cada clon o progenie en forma separada. Durante el desarrollo del cultivo, las plantas son inspeccionadas ya sea por sintomatología, serología o plantas indicadoras, para la detección de enfermedades. Si se encuentra una o

# SELECCIÓN MASAL

**PRIMER AÑO**



**SEGUNDO AÑO**



**TERCER AÑO**



más plantas enfermas en cada clon, todas las plantas de ese clon son eliminadas y removidas del campo (**Figura** ).

Al momento de la cosecha los tubérculos de cada clon sano, se guardan separadamente para continuar con su multiplicación durante 3 ó 6 generaciones.

## 4.2 METODOS DE INVERNADERO

Con el surgimiento de invernaderos se desarrollaron métodos bajo condiciones controladas, como las siguientes:

### 4.2.1 Indiciación de tubérculos

Es un método de invernadero propuesto por Biodgett et al (1922) que permite eliminar los tubérculos enfermos antes de la siembra en el campo, mediante la determinación de la sanidad de cada tubérculo a través de una planta proveniente de una de sus yemas.

Para iniciar un tubérculo, se enumera un tubérculo grande, del cual se corta un pedazo pequeño con su correspondiente yema. La superficie cortada de ese tubérculo se trata con un fungicida para evitar pudriciones y la yema se siembra en matero; identificándola con el mismo número con que se identifique el tubérculo madre. El tubérculo madre se guarda con igual tratamiento, en condiciones que permitan obtener brotes vigorosos. El número de tubérculos usados para indiciación, depende de la disponibilidad y la cantidad de semilla que se necesita.

Cuando las plantas procedentes de las yemas alcanzan un desarrollo conveniente, se determina la sanidad por sintomatología, plantas indicadoras o serología, descartando todos los tubérculos que originaron plantas enfermas.

Los tubérculos que originan plantas sanas se siembran en el campo empleando el método de "tubérculo unidad", que consiste en cortar cada tubérculo grande en varias fracciones (generalmente cuatro) y se siembran todos los pedazos del mismo tubérculo, uno a continuación de otro, dejando una separación adecuada antes de sembrar las fracciones del siguiente tubérculo. De esta manera se facilita la inspección de cada unidad para detectar plantas anormales y enfermas y, en caso de que al menos una planta de cada unidad presente síntomas de virus u otra anomalía, se elimina toda la unidad (**Figura** ).

Para evitar el riesgo de contaminar los tubérculos sanos con virus que se transmiten en forma mecánica, se debe desinfectar el cuchillo utilizado, con productos como fosfato trisódico o agua jabonosa, después de cortar cada tubérculo.

# INDICIACION DE TUBERCULOS



Corte del brote



Siembra del brote



Planta procedente del brote



Siembra en unidades de tubérculo



Corte del tubérculo



## **4.2.2 Indicación de plantas**

Es también un método que permite eliminar tubérculos enfermos antes de la siembra. Consiste en determinar la sanidad de la producción de una planta de papa, a través de una planta proveniente de uno de los tubérculos pequeños de esa producción, sembrado en invernadero.

La sanidad se determina por el mismo procedimiento empleado para la indicación de tubérculos, descartando la producción de las plantas que producen tubérculos enfermos. La producción de las plantas que originan plantas sanas en invernadero, se siembran en el campo por el sistema de "unidad de planta" o surcos individuales (**Figura**). Si durante el desarrollo del cultivo aparecen plantas enfermas, se elimina toda la unidad.

## **4.3 METODO UTILIZANDO TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS**

### **4.3.1 Cultivo in -vitro**

En esta fase se requiere de un laboratorio, que tenga espacio para el lavado del material de vidrio, Preparación de los medios de cultivo, esterilización de los medios y equipos, la transferencia aséptica de los materiales cultivados y la incubación y crecimiento de los materiales cultivados.

El equipo necesario indispensable en la micropropagación in - vitro es: Un lavadero, unas mesas que permitan trabajar de pie, anaqueles, una refrigeradora para guardar los químicos y soluciones utilizados en los medios de cultivo, las balanzas el potenciómetro, Una cámara de flujo laminar, una cocineta, un mezclador de medios, una autoclave u olla a presión y el material de vidrio.

#### **◆ Proceso de Micropropagación.**

##### **a) Establecimiento del cultivo in - vitro.**

Se selecciona plantas de un lote, que presenten crecimiento, desarrollo y condiciones fitosanitarias (plagas y enfermedades) óptimas.

##### **b) Tratamiento de termoterapia.**

La técnica de termoterapia consiste en someter ya sea los tubérculos o plantas en crecimiento a temperaturas lo suficientemente elevadas para inactivar los virus y no causen la muerte de tubérculos o plantas (Quak, 1972 B). Por este método según Kassanis y Pasette (1961), se ha podido eliminar más de la mitad de los virus que afectan las plantas hortícolas.

# INDICIACION DE LA PLANTA



Tubérculos de una planta



Siembra de un tubérculo seleccionado



Planta procedente de tubérculo



Unidades de planta



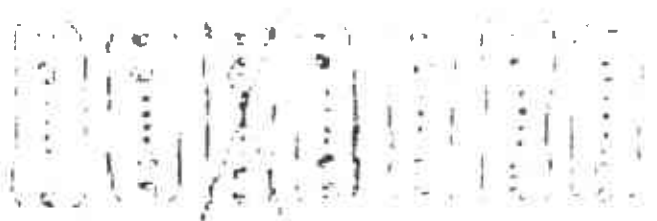
Siembra de tubérculos restantes



# SELECCIÓN CLONAL



PRIMER AÑO



SEGUNDO AÑO



TERCER AÑO Y SUCEIVOS



## SEMILLA AGRICULTOR

En papa las temperaturas usadas y el tiempo de tratamiento varían según la variedad, entre 30 y 38°C hasta por 15 semanas, con lo cual se ha podido eliminar de algunas variedades los virus PVA, PLRV, PVY, PVS y PVX entre otros (Kassanis, 1950; Hollings, 1965; Mellor y Stace-Smith, 1967, Corzo, 1973; Gómez y Corzo, 1977).

Según algunos investigadores (Quak, 1972 B; Hollings, 1965, Hollings y Stone, 1968) el efecto terapéutico del calor está propiciado por una alteración del balance entre síntesis y degradación de virus en la planta.

- **Cultivo de meristemas.**

El cultivo de meristemas o de puntas meristemáticas está basado, entre otras teorías, en el hecho de que algunas veces las células de los puntos de crecimiento no están infectadas de virus o éstos son inactivados por termoterapia aplicada a las plantas madres.

El método consiste en separar de una planta en crecimiento los meristemas apicales, solos o acompañados de una o dos primordios foliares, después de retirar las hojas que conforman la yema. Este meristemo tiene un tamaño entre 0.1 y 0.5 mm de longitud, los cuales se cultivan asepticamente en tubos de ensayo con un medio de cultivo apropiado que permite su desarrollo y diferenciación en una nueva planta (Hollings, 1965; Quak, 1972 A; Murashige, 1974).

- **Chequeos.**

Estas plantas in - vitro, se someten a pruebas serológicas de ELISA para su diagnóstico de virus. Las plantas que resulten libres de enfermedades producidas por virus sirven como fuente de esquejes para un proceso de micropropagación en laboratorio, y de estas se llevan a los invernaderos para la producción de plantas madres.

#### **4.3.2 Invernaderos.**

El invernadero debe ubicarse cerca del laboratorio, para facilitar las labores de transplante de las plántulas in - vitro. El diseño, estructura y dimensiones se realizará de acuerdo a la necesidad. Se puede construir de madera ó metálico, luego se recubre con malla antiáfidos, Los costos del invernadero depende de la disponibilidad de dinero.

El invernadero se divide en dos secciones. La caseta de aislamiento y el invernadero propiamente dicho. La primera aísla el área interior del exterior, con el fin de mantener las condiciones especiales de sanidad, para conservar la calidad del material propagado. El invernadero propiamente dicho es donde se realiza el trabajo de siembra, endurecimiento, propagación y maduración del material.



En esta área se ubican las camas, las cuales no deben tener más de 1.20 metros de ancho, para manipular más fácilmente el material, la preparación del substrato es 1:2: 1 una parte de arena, una parte de materia orgánica y dos de tierra.

Para que las plántulas in-vitro establecidas en invernadero se adapten mejor a esas condiciones, se les debe colocar en los primeros 8 días un frasco sobre ellas para que el cambio no sea tan fuerte y su adaptación sea más rápida.

#### ◆ **Técnicas de multiplicación rápida**

De las plantas madres transplantadas en los invernaderos, se realiza la multiplicación rápida con el fin de incrementar el material mejorado para la obtención de esquejes enraizados los que a su vez producirán tuberculillos.

Existen cuatro (4) técnicas de multiplicación rápida para obtener esquejes.

- a) Esquejes de tallo juvenil
- b) Esquejes de tallo lateral
- c) Esquejes de tallo adulto
- d) Esquejes de brotes.

#### **a) Esquejes de tallo juvenil.**

Cuando las plantas madres que se han sembrado en el invernadero, tienen de 5 a 6 hojas simples, se cortan los tallos de la planta, dejando un nudo en la base de la planta para propiciar el brotamiento nuevamente. De esta planta madre se pueden hacer hasta 6 cosechas, dependiendo del vigor de la misma. De cada uno de los tallos cortados a la planta madre, se obtienen esquejes como nudos tenga, dejando intacta la hoja que va con cada nudo, estos esquejes se siembran en las camas de los invernaderos a unas distancias de 10x10 ó 15x15 cms., asegurándose que el nudo quede debajo del substrato. A los 20 – 25 días, los esquejes forman raíces y se convierten en una nueva planta. Los esquejes enraizados, se transplantan directamente en el campo ó en el invernadero para producir tuberculillos.

#### **b) Esquejes de tallo lateral.**

Cuando las plantas madres tienen de 20 a 30 cm de altura, se elimina la yema apical de cada tallo, esto estimula el crecimiento de ramas laterales, de estas se obtiene los esquejes de tallo lateral, que se cortan cuando los tallos tienen de 8 a 10 cm de longitud. Se pueden sembrar directamente en el campo ó en el invernadero.

#### **c) Esquejes de tallo adulto.**

Los esquejes de tallo adulto se pueden obtener de toda planta de papa. Los tallos se separan de la planta madre cuando esta inicia el amarillamiento por madurez, y se cortan en pedazos cada uno con un nudo y una hoja, se siembran en

bandejas que contienen arena, el nudo debe quedar un poco profundo, la hoja se deja sobre la superficie y al cabo de 4 a 6 semanas, la yema axial se transforma en un tubérculo pequeño llamado minitubérculo. No se usa hormonas de enraizamiento. La arena debe permanecer ligeramente húmeda.

Los minitubérculos se cosechan cuando todas las hojas han muerto, se puede producir entre 100 y 120 minitubérculos por planta madre.

La ruptura de la dormancia de estos minitubérculos es difícil y lenta, por ello se debe intercalar calor – frío.

#### **d) Esquejes de brotes.**

Se renuevan los brotes de los tubérculos seleccionados y se cortan en trozos que contengan 2 ó más nudos, los esquejes se hacen enraizar en arena fina, al cabo del tiempo se transplantan en el campo ó en las camas. El número de esquejes de brote se puede incrementar si al tubérculo se le elimina el brote apical.

#### **◆ Manejo de las plantas en invernadero.**

##### **a) Riego**

Desde el transplante hasta la maduración, los riegos deben ser ligeros y uniformes de acuerdo a las necesidades de humedad de las plantas.

##### **b) Fertilización**

Las plantas establecidas en las camas se fertilizan en tres etapas:

- 1ª. Etapa: Incorporando abonos compuestos al substrato antes de sembrar los esquejes ó plantas. Se incorpora al substrato la cantidad requerida en una fórmula de 10-30-10 en dosis de 20 gramos por metro cuadrado.
- 2ª Etapa: Se aplica después del transplante en forma de riego, disolviendo 6 gramos en un litro de agua de un fertilizante compuesto, que contenga mayor cantidad de fósforo. En esta aplicación se puede agregar un fungicida a razón de 2 gramos por litro.
- 3ª Etapa: Cuando se observan deficiencias durante el crecimiento, es recomendable aplicar un abono foliar, pues este permite una rápida asimilación por las plantas.



### **C) Chequeo de las plantas para determinar presencia de virus.**

Cuando las plantas tienen de 10 a 20 cm de altura, se pueden sacar muestras al azar y chequear los virus.

### **d) Aporque**

A medida que las plantas van creciendo se irá aumentando capas de sustrato, con el fin de cubrir más nudos, lo cual favorece la formación de tubérculos y los protege contra las plagas.

### **e) Evaluaciones fitosanitarias**

Se debe estar observando las plantas con el fin de detectar la presencia de enfermedades y plagas, para combatirlas a tiempo.

### **f) Muestreo de tuberización**

Después del último aporque se deben hacer muestreos de tuberización en las camas, se debe tener cuidado de no romper los estolones. Se debe cosechar cuando los tubérculos se desprenden de los estolones y la cáscara está suberizada (bien adherida).

### **g) Corte de tallos maduros en las camas**

Cuando los tubérculos se desprenden de los estolones de forma fácil, se puede cortar el follaje de las plantas. Los cuchillos deben estar impregnados con agua jabonosa para evitar el contagio por una enfermedad dentro del lote, esta práctica ayuda a suberizar la piel del tubérculo. Al cabo de dos semanas se puede iniciar la cosecha, con esta se evita la

### **• Cosecha y clasificación**

La cosecha se realiza a mano, evitando dañar los tubérculos. Estos se colocan en la cama para que sequen por 1 hora, luego se recogen y se procede a la clasificación de la siguiente manera:

- Menos de 5 gramos : este tamaño se puede volver a sembrar en las camas.
- De 6 a 20 gramos
- Más de 21 gramos.

Los dos últimos tamaños, se pueden sembrar directamente en el campo. La semilla producida en invernadero es semilla elite (pre-básica).

- **Desinfección de la semilla**

Una vez realizada la clasificación se procede a desinfectarla con un insecticida y/o fungicida, con el fin de evitar el ataque al tubérculo de plagas y enfermedades.

## **5. MANEJO DE SEMILLA EN POSTCOSECHA ( CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO, EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO)**

Después de la cosecha de las semillas de papa, estas pierden peso y calidad. La meta de un productor de semilla es la de reducir a un mínimo éstas pérdidas en lo que este a su alcance.

Las siguientes son las fases por las que pasa las semillas entre la cosecha y almacenamiento:

### **5.1 Almacenamiento intermedio**

En muchos casos después de cosechado, las semillas están mojadas por la lluvia, por lo que se debe secar las semillas, para evitar la propagación de hongos y bacterias.

Dejar los tubérculos cosechados ó amontonados, expuestos a la lluvia, va a ocasionar la propagación de enfermedades. Cuando las semillas se dejan expuestas a la radiación directa del sol, ocurre la quemadura de sol y la semilla se torna de un color verde, acelerando la formación de brotes y el proceso de envejecimiento de la misma. Cuando los tubérculos se exponen a temperaturas elevadas, se puede ocasionar el corazón negro.

### **5.2 Manipuleo y transporte**

Un tubérculo con una piel firme y sin daño alguno, no va a tener riesgo de la entrada de enfermedades y plagas, por eso se debe evitar a toda costa, los posibles daños durante el manipuleo de la papa.

Cuando se realiza un manipuleo de la semilla de papa en una forma no adecuada, los golpes dañan la piel y afectan la pulpa.

### **5.3 Curado**

Muchas veces durante la cosecha, a pesar de realizar una manipulación adecuada a la semilla, se hacen heridas en las semillas, para evitar que las enfermedades y plagas penetren por esas heridas, se cicatriza o cura en las semillas dañadas.

Para este fin se puede utilizar cal viva mezclada con un fungicida, en forma de pasta suave, la que se va a aplicar en el sitio de la herida. El Curado estimula la formación de la piel y la cicatrización de las heridas.

#### **5.4 Clasificación**

En esta labor es necesario separar los tubérculos enfermos podridos y los que se encuentran visiblemente dañados. Para evitar que los dañados infecten a los sanos.

#### **5.5 Desinfección**

La necesidad de desinfección de la semilla, es vital para mantener la calidad sanitaria de las mismas. Para ello se debe utilizar un insecticida y un fungicida.

#### **5.6 Almacenamiento**

El almacenamiento bajo condiciones de luz difusa favorece el crecimiento de brotes vigorosos y sanos.



## 6. BIBLIOGRAFIA

- BAWDEN, F.C. 1964. Plant viruses and virus diseases. 4 de New York, Ronald Press, pp. 84-88.
- BLODGETT, C.P. FERNOW, K.H. and PERRY, F.R. 1922. Testing seed potatoes for mosaic and leafroll. II. Ref. Phutopath. 12;40.
- CORZO, C.P. 1973. Informe anual Programa de Tuberosas Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. 5 p.
- GOMEZ, P.L. y CORZO C.P. 1977. Efecto de la temperatura en el Control del "Potato leafroll virus" en variedades de papa en Colombia. Fitopatología Colombiana 6 (1): 3-41.
- HOOKE, W.J. (de). 1981. Compendium of potato diseases. The American Phutopathological Society, St. Paul, Mn, EE.UU. 125 p.
- HOLLINGS. M. 1965. Disease control through virus-free stock Ann. Rev. Phutopatol. 3:367-396.
- IICA, BID, PROCIANDINO. 1.989. Producción de Semilla de Papa para el Pequeño Productor. Cochabamba, Bolivia. 218 P.
- INSTITUTO CONSULTATIVO HOLANDES SOBRE LA PATATA. 1.981. La Haya Holanda. Pp4-21.
- KASSANIS, B. 1950. Heat Inactivation of Leaf roll in Potato tubers. Am. App. Biol. 37 (2): 339-341.
- KASSANIS, B. and A.F. POSNETTE. 1961. Thermotherapy of Virus Infected Plants. Recent. Advan. In Botany. I: 557-563.
- LUJAN, C.L. 1972. Fundamentos de la Producción de Semilla de Papa. 13 p. (Mimeógrafo).
- MATT HEWS, R.E.F. 1970. Plant Virology. Academic Press, New York and London. 778 p.
- MELLOR, F. and STACE SMITH, F.C. 1967. Erradication of Potato Virus by Thermotherapy. Phytopathology 57 (7): 674-678.
- MURASHIGE, T. 1974. Plant Propagation Through tissue Culture. Ann. Rev. Plant Phusiol. 25: 135-166.

QUAK, F. 1972. Review of Heat Treatment and Meristem Tip Culture as methods to obtain virus-free plants. *Prac. 18 th. Int. Congr.* 3: 12-25.

QUAK, F. 1972. Therapy In. J.A. de Bokx (de). *Viruses of Potato and seed potato production.* Ctr. Agr. Publish Docum. Wageningen, p. 158-166.

SALAZAR, L.F. 1982. *Manual de enfermedades virosas de la papa* Centro Internacional de la papa (CIP). Lima, Perú. 111 p.

SALAZAR, L.F. 1995. *Los virus de la papa y su control.* Centro Internacional de la papa (CIP). Lima, Perú. 226 p.