



INSTITUTO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS

Manual para la producción de semilla certificada de papa



Guillermo Arturo Chávez Arroyo
Aida Eleonora Ramirez Rodas

"Investigación para el desarrollo agrícola"

www.icta.gob.gt





Miembros de la Honorable Junta Directiva del ICTA

Presidente:

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Roberto Lopéz Rodríguez
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-

Presidente Suplente:

Ing. Agr. Carlos Francisco Anzueto del Valle
Viceministro de Desarrollo Económico Rural

Directores:

Lic. Angel Santay Ixcoy
Representante del Ministro de Economía

Lic. Julio César Gordillo Coloma
Representante Suplente de la Secretaria
Secretaría de Planificación y Programación -SEGEPLAN-

Ing. Julio Francisco Reyna de León
Representante Titular del Sector Privado Agrícola

Ing. Hernán Adolfo Sarmiento Quiroa
Representante Suplente del Sector Privado Agrícola

Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
Decano Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos
de Guatemala

Asesor:

Dr. Elías Raymundo Raymundo
Gerente General del ICTA

Comité Editorial del ICTA

Ing. Agr. M.Sc. Albaro Dionel Orellana Polanco	Presidente
Licda. Lidia Guadalupe Tello de la Fuente	Secretaria
Ing. Agr. M.Sc. Adán Obispo Rodas Cifuentes	Vocal
Ing. Agr. Mario Antonio Morales Montoya	Vocal

Manual para la producción de semilla certificada de papa





AGRADECIMIENTO

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), agradece al gobierno y al pueblo de ITALIA, por el apoyo financiero, al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el cual a través del Proyecto de desarrollo local (PRODEL), hicieron posible la elaboración del presente Manual para la producción de semilla certificada de papa, el cual será de suma importancia para el desarrollo del área papicultora del país.

De la misma manera expresamos un agradecimiento a los técnicos del ICTA y Comité Editorial que realizaron revisiones y correcciones para la elaboración del presente manual.

Este documento bajo la autorización del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), se reimprimió con el apoyo financiero del Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA), un programa de la Unión Europea (UE) y el IICA. Los puntos de vista expuestos en él no reflejan la posición oficial de la UE ni del IICA.





CREDITOS

Autores:

GUILLERMO ARTURO CHÁVEZ ARROYO
Técnico de Innovación Tecnológica en Semillas

AIDA ELEONORA RAMIREZ RODAS
Encargada de Laboratorio de Biotecnología

Primera Edición: 2013
Primera Reimpresión, 2015
Guatemala, Quetzaltenango.

Este manual fue publicado con el apoyo financiero del Gobierno de ITALIA, a través de PRODEL (Proyecto de desarrollo local), del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), por lo que se prohíbe su venta. Su distribución será gratuita y la realizará el Proyecto MAGA-PRODEL-ICTA-PNUD. La reproducción y publicación de artículos es libre, toda vez se cite la fuente, el contenido técnico, comentarios y conclusiones expresadas en este manual son responsabilidad de los autores.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), es la Institución de Derecho Público responsable de generar y promover el uso de la ciencia y tecnología agrícolas en el sector respectivo. En consecuencia, le corresponde conducir investigaciones tendientes a la solución de los problemas de explotación racional agrícola que incidan en el bienestar social; producir materiales y métodos para incrementar la productividad agrícola; promover la utilización de la tecnología a nivel del agricultor y del desarrollo rural regional, que determine el Sector Público Agrícola.

Manual para la producción de semilla certificada de papa





PRESENTACIÓN

En los últimos 15-20 años se ha observado un constante incremento de las actividades de capacitación, promoción y desarrollo de la semilla certificada de papa en el altiplano guatemalteco.

Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes, ya que un estudio realizado por el ICTA, (Mejía 2002) indica que solamente el 5 % de los productores de papa utilizan semilla de calidad (certificada) en su producción. Esto hace que la producción del cultivo continúe con los mismos problemas de hace años. (Rendimientos bajos y problemas de plagas por el uso de semilla de mala calidad).

Actualmente se continua con la producción de semilla con alta calidad fitosanitaria, ya que la misma, desde la década de los 90 es generada a través del sistema *In vitro* - Invernadero - campo, establecido por el ICTA. Desde hace 10 años aproximadamente la fase de campo es realizada por ONG's, asociaciones de agricultores y/o cooperativas.

El presente manual abarca todos los aspectos necesarios que se tienen que conocer para la producción de semilla certificada de papa, basados en el sistema que el ICTA ha generado. Además se indican los aspectos legales y agronómicos que se tienen que considerar en el campo y tienen que ser conocidos por los agricultores que se dedicarán a la producción de semilla.

Por otro lado para realizar su trabajo, el ICTA, se ha preocupado por construir alianzas con entes nacionales e internacionales tal es el caso del Proyecto "Transferencia de tecnología, fortalecimiento institucional y organizacional, para la producción de semilla certificada y papa para consumo (*Solanum tuberosum* L), en dos departamentos del altiplano guatemalteco 2013, dicho proyecto fue establecido en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.

El proyecto fue ejecutado con el apoyo del gobierno de Italia. Por Guatemala, lo ejecutó el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, a través de PRODEL e ICTA, CASODI de Chichicastenango, la Asociación Nuevo Amanecer de Nebaj y el Comité de la papa de la Sierra de los Cuchumatanes, ésta última aglutina a 14 organizaciones de base en el departamento de Huehuetenango.

Sirva entonces, este manual para que agricultores, extensionistas o estudiantes conozcan y pongan en práctica la tecnología agrícola generada en el país en beneficio del desarrollo rural de Guatemala.

Manual para la producción de semilla certificada de papa





CONTENIDO

	Página
1. Aspectos legales.....	1
1.1. Generalidades del cultivo.....	2
1.2. Importancia del cultivo.....	2
1.3. Problemática del cultivo.....	4
1.4. Aspectos botánicos del cultivo.....	5
2. Procesos de producción de semilla.....	6
2.1. Fase In Vitro (Laboratorio).....	6
2.2. Fase en estructuras de protección (Invernadero).....	16
2.3. Producción en campo definitivo.....	25
2.3.1. Manejo agronómico en campo definitivo.....	30
2.3.2. Cosecha y almacenamiento.....	40
3. Referencias.....	42



1. Aspectos legales.

Todos los aspectos legales para la producción de semilla de papa están basados en el "**Manual de procedimiento de certificación de semilla**", el cual indica que, el **departamento de registro de campos semilleros** es el encargado de velar por la certificación de semillas, siendo ésta una práctica de control de calidad empleada para garantizar que la variedad mejorada que llega a las manos del agricultor o usuario cumpla con las debidas características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias de los requisitos de calidad exigidos por las normas y procedimientos establecidos. La utilización, el uso adecuado de semillas certificadas va mucho más allá, ya que conlleva el potencial productivo de la variedad que es liberada por los centros de investigación pública o privada y registrada en la Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del MAGA.

Por lo tanto todo lo referido al Departamento de Registro de Campos Semilleros, creado por el Acuerdo Gubernativo No. 338-2010 (Reglamento

Orgánico Interno del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-), indica que dicho Departamento está adscrito a la Dirección de Fitozoogenética y Recursos Nativos -DFRN- del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR/MAGA) siendo el encargado de regular y normar la producción, certificación, registro de variedades, comercialización (importación y exportación de semillas), supervisar y certificar los campos semilleros y coordinar con las entidades del ramo en la aplicación, promoción, y divulgación de normas para el uso y conservación de los recursos fitogenéticos.

El instrumento legal para el debido cumplimiento que debe seguir el interesado en proceso de la Certificación de Semillas para su uso en la agricultura del país se concreta en el documento, (**Manual de procedimiento de certificación de semilla**) que desarrolla los lineamientos del proceso general y los requisitos que dictamina el ente delegado para el tema específico.





1.1. Generalidades del cultivo

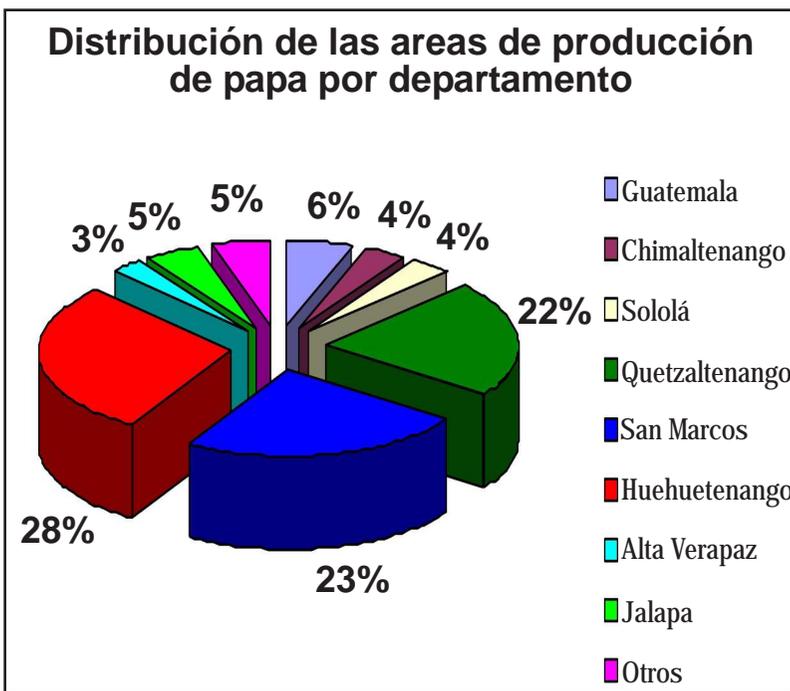
En los últimos 20 años, el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) ha sido uno de los alimentos más importantes tanto en Europa como en América. Constituye uno de los cuatro cultivos de importancia a nivel mundial, después del trigo, arroz y maíz, no solamente por la superficie que anualmente se destina a su cultivo, sino también por la cantidad de nutrimentos que aporta a la dieta del ser humano.

Christiansen (J.1980) indicó que la papa en Guatemala esta considerada como una hortaliza y constituye el tercer cultivo en importancia después del maíz y frijol. Actualmente en Guatemala, se produce en ocho de los 23 departamentos, por eso es que en el país se puede cultivar todo el año. (INE 2003)

1.2. Importancia del cultivo: superficie cultivada, producción, consumo, comercialización

El área cultivada según diferentes fuentes oscila entre 11 a 18 mil hectáreas, una producción de entre 300,000 a 420,000 tm con un rendimiento promedio de 23 a 27 toneladas por hectárea (BANGUAT y FAOSTAT). Otra importancia del cultivo para el país, lo constituye el aspecto social, debido a que es fundamental para pobladores de áreas marginales (arriba de 3000 msnm), debido a que en su explotación se utiliza una media de 320 jornales/ha⁻¹. En 1995 ocupaba el cuarto lugar en prioridad a nivel nacional. Con relación a la comercialización de la papa, del total de la producción, el 92 % se consume a nivel nacional, siendo la variedad Loman la preferida. De ésta se siembra el 74 % del área total, FAO (2008). Con respecto al consumo de papa por persona a nivel nacional en promedio es de 22.8 kg (50.22 lbs) FAO (2008).





Porcentajes en áreas de producción según los departamentos productores de papa.
Fuente. INE 2003

Otro de los aspectos importantes del cultivo, lo constituye su ventaja de productividad con otros cultivos que se siembran en el mismo hábitat.

Cuadro 1. Ventajas de la papa con respecto a otros cultivos que se siembran en el mismo hábitat.

Cultivo	Productividad tha^{-1}	Ingresos Qha^{-1}
Papa	20	26,349.00
Maíz	3	3,109.00
Trigo	3	3,960.00

Fuente: ICTA





1.3. Problemática del cultivo

El Altiplano Occidental de Guatemala, es una región que ofrece ventajas comparativas para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L). El cultivo enfrenta una importante limitante en el uso de la semilla, la cual se obtiene en los propios campos de los agricultores, aproximadamente el 95 % de la demanda de la semilla, es satisfecha de esta manera. Esta práctica presenta un factor coadyuvante, como es el precio de la semilla, ya que el agricultor la obtiene de sus propios campos de producción comercial o la compra con sus vecinos, o en el mercado a un precio por debajo de Q. 1,100.00 /tm lo cual comparado con Q. 3,696.00 /tm, precio de la semilla certificada, le favorece económicamente, sin embargo le crea problemas, en cuanto al rendimiento y calidad, y por lo tanto le afecta la competitividad en el mercado y por consiguiente la rentabilidad (Mejía 2002).

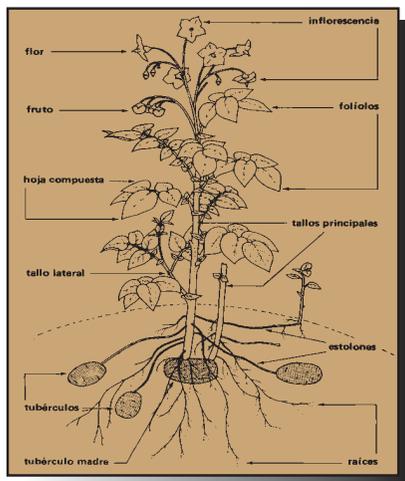
Estos problemas son factibles de solución, si se promueve el cambio de la semilla tradicional por la semilla mejorada. La semilla mejorada presenta altos niveles de pureza fitosanitaria y varietal, además de ofrecer un alto potencial de rendimiento, (arriba de las 25 tm⁻¹), los riegos de contaminación por plagas que están en el suelo son prácticamente inexistentes. El ICTA, es la única Institución del Estado que puede producir la semilla mejorada, para ello ha creado una metodología de trabajo que consta de tres fases, siendo las mismas: *In Vitro* - Invernadero - Campo. La primera de estas fases se realiza en el Laboratorio de Biotecnología, la segunda se realiza en condiciones protegidas (invernadero) y la tercera en campo definitivo con agricultores y/o grupo de semilleros.



1.4. Aspectos botánicos del cultivo

La papa cultivada, pertenece a la familia de las Solanáceas, la más común es la sección *Tuberosum*, que comprende aproximadamente 150 especies. En Guatemala, las variedades que se cultivan, son *Solanum tuberosum*, la cual se caracteriza por ser tetraploide (48 cromosomas). **La planta de la papa**, es dicotiledónea, herbácea, anual, potencialmente perenne, debido a su capacidad de reproducción por tubérculo. **Los tallos**, son angulares, generalmente verdes, aunque pueden ser de color rojo púrpuro, son herbáceos aun cuando en etapas avanzadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente

leñosa. **Las hojas**, son pinnado compuestas, pero las hojas primarias de plántulas así como las primeras hojas provenientes de tubérculos, pueden ser simples. **Las flores**, son pentámeras de varios colores, el polen es dispersado por el viento, la autopolinización se realiza en forma natural, siendo relativamente rara la polinización cruzada. **Los frutos**, maduros son de forma redonda, (de 1 a 3 cm o más de diámetro), de color verde a amarillento o castaño rojizo a violeta, tiene dos lóculos, con 200 a 300 semillas. **Los tubérculos**, se forman en el extremo del estolón (rizoma), como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva. (Compendio de enfermedades de la papa CIP 1980).





2. Procesos de producción de semilla

2.1. Fase In Vitro (Laboratorio)

El cultivo de tejidos vegetales, aplicado a la producción de semilla de papa, se inicia con el cultivo de meristemos provenientes de brotes vegetativos de papa tiene una larga historia y muchas importantes aplicaciones en la producción de papa. Los primeros intentos para cultivar meristemos de papa tuvieron poco éxito, aunque se produjeron algunas plantas en ciertos casos (Norris, 1954; Morel y Martín, 1955; Kassanis, 1957). Más adelante se demostró que el medio de cultivo Murashige Skoog, era el más adecuado para el cultivo *in vitro* de la papa. Las aplicaciones del cultivo de meristemos son principalmente:

- Eliminación de virus
- Propagación *in vitro*
- Conservación e intercambio de germoplasma

- **Eliminación de virus.** El cultivo de meristemos, sólo o en combinación con termoterapia o quimioterapia, ha sido usado para erradicar uno o más virus de más de 100 cultivares de papa. Estos virus eliminados incluyen PVA, PVG, PVM, PVS, PVX, PVY, PLRV, y un viroide. Esta técnica ha llegado a ser muy importante para el cultivo de la papa, como uno de los medios de liberar a los cultivares de la infección de virus e incrementar su productividad. Seguida por la indexación de plántulas derivadas de los meristemos mediante pruebas serológicas, microscopía electrónica, inoculación con plantas indicadoras y otros métodos, las plantas que se determine que están libres de virus pueden ser incrementadas por propagación clonal.

- **Propagación *in vitro*.** Varias técnicas han sido desarrolladas para la propagación rápida de materiales de papa a partir de puntas de brotes.

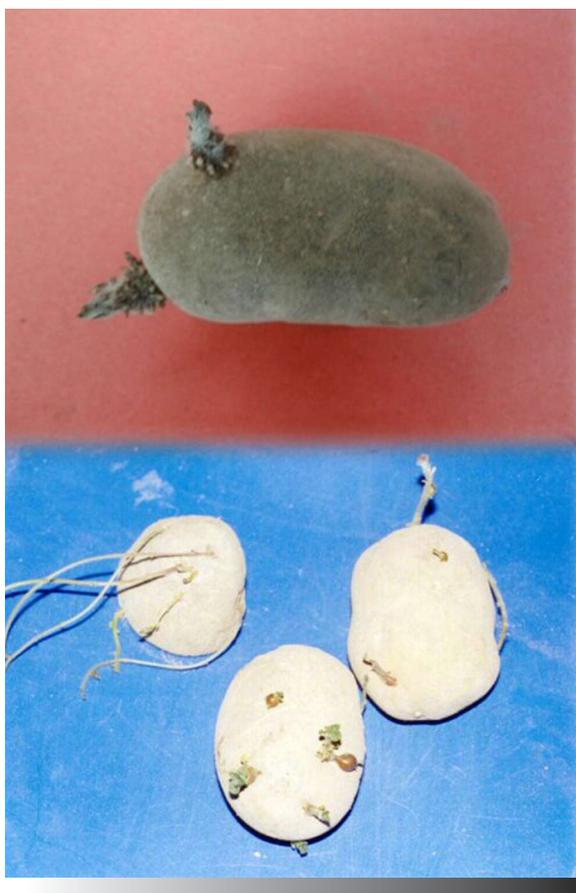


Etapas para la producción de plantas libres de virus y micro propagación de papa a partir de meristemas.

Etapa 1

Selección del material vegetal

Tubérculo-semilla con brotes.
Deberá seleccionarse aquella semilla que muestre buenas características agronómicas y genéticas, y que visualmente no muestre ningún síntoma de enfermedades o daño provocado por insectos o por causas mecánicas.



Tubérculo adecuado.

Tubérculo no ideal.

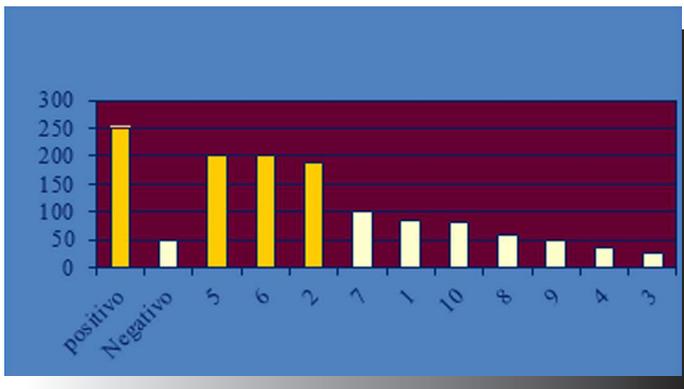




Prueba de Elisa

Diagnóstico de virus PVX, PVY, PLRV y PVS. Estas pruebas se realizan sobre el material vegetal seleccionado para establecer la condición inicial del material que se va a multiplicar o clonar y también al terminar la etapa de iniciación, para eliminar todo material que dé positivo a la prueba para cualquiera de los virus que sean probados. Los materiales que

dan positivo a la prueba, generalmente presentan, en los pocillos del plato, una coloración amarilla y los negativos no presentan color, se ven transparentes. Se pasa a la etapa de micro propagación solo el material que se considera "limpio" de virus. Se realiza de nuevo la prueba de ELISA, previo a la etapa de trasplante para asegurar que no ocurrió ninguna infección durante la micro propagación.



Termoterapia

Se realiza el tratamiento con calor en una cámara ambiental, colocando los tubérculos-semilla en macetas, bandejas y otros recipientes adecuados que contienen sustrato o suelo

estéril. Las condiciones de tratamiento generalmente dura de 3 a 4 semanas con las condiciones siguientes: temperatura de 32 a 38 grados centígrados y fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad.



Plantas en termoterapia.

Obtención de puntas de brotes

Después del tratamiento con termoterapia, se procede a cortar las puntas principales de los brotes. Aproximadamente de 2 cm de largo.

Desinfección superficial

a) Lavar con unas gotas de jabón líquido y eliminar los residuos mediante varias lavadas con agua preferiblemente estéril.

- b) Sumergir los brotes en solución de hipoclorito de sodio o calcio al 3 % o utilizar el cloro comercial al 40 % más Tween-20 al 1 %, durante 10 minutos. A partir de este paso debe trasladarse el material a la cámara de flujo laminar.
- c) Lavar con agua destilada estéril 3 veces, cada lavado debe durar 5 minutos (esto con el fin de eliminar completamente los residuos de cloro).
- d) Proceder a la disección para la obtención del ápice meristemático.





Etapa 2: Inicio del cultivo *In Vitro*

Aislamiento y cultivo de ápices meristemáticos:

A partir las puntas de brotes ya desinfectadas, se obtienen los meristemas, bajo condiciones asépticas, con la ayuda de un microscopio-estereoscopio. Tamaño: 0.5 a 1.0 mm
Medio de Cultivo: Murashige Skoog (MS).
Condiciones Cuarto de Crecimiento: 24 2°C. 16 horas de luz y 8 de oscuridad.
Tiempo para establecimiento: 3 a 4 semanas.

Etapa 3: Micropropagación *In Vitro*

A partir de las plantas regeneradas de los meristemas aislados y establecidos *in vitro*,

se realiza la prueba de ELISA, y se descartan las plantas que dan positivo para cualquiera de los 4 virus que se diagnostican mediante esta prueba. Sólo las plantas que dan negativo pasan a micro propagación.

Micro esquejes. Las plántulas se subdividen en los entrenudos, cortándolas con la ayuda de pinza y bisturí; se colocan los micro esquejes (entrenudos) sobre la superficie del medio de cultivo (Murashige & Skoog). Los sub cultivos, es decir la disección y cambio del material a medio fresco, debe hacerse cada 3 a 4 semanas.



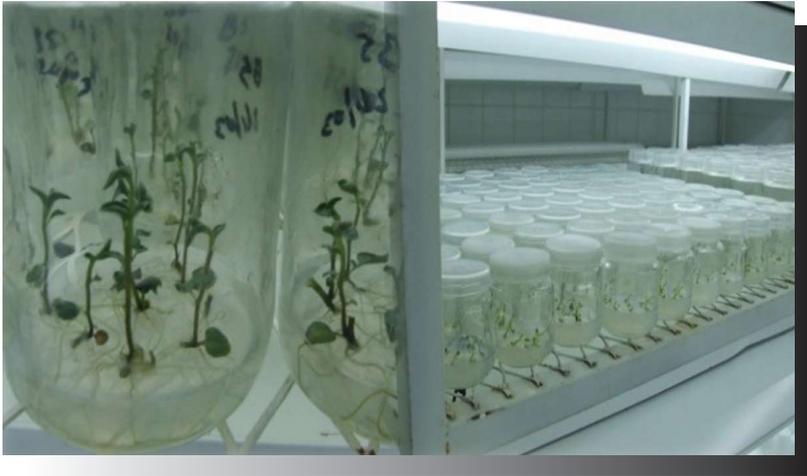




Etapas 4: Enraizamiento

El medio de cultivo permite, tanto, el desarrollo de la plántula hasta alcanzar 6 a 7 entrenudos,

así como el desarrollo del sistema radicular, con lo cual se evita el tener que establecer las plántulas en un medio especial de enraizamiento.



Etapas 5: Transplante y adaptación a condiciones de invernadero, este puede realizarse de dos maneras

1) Uso de bandejas múltiples

Para el trasplante, se extraen con cuidado las vitro plantas de los recipientes de cultivo, se lavan con agua, para eliminar el agar que está adherido a las

raíces y se procede a trasplantarlas a bandejas múltiples que contienen sustrato de peat moss. Se establecen las bandejas bajo condiciones de invernadero para su adaptación. Después de 10 a 14 días las plantas ya están listas para el trasplante al invernadero definitivo, en el cual se producirá la semilla de calidad pre-básica.







2) Sistema autotrófico hidropónico (SAH)

El SAH, es un sistema de propagación que fue desarrollado en el laboratorio de cultivo *in vitro* del PROPAPA (Proyecto Integrado para el Mejoramiento de la Calidad de la Papa), en Argentina, bajo el principio de que las plantas *in vitro* tienen una pequeña capacidad fotosintética que, al proporcionarles condiciones adecuadas pueden crecer autotróficamente en contenedores de plástico, con sustrato y soluciones nutritivas. Este sistema se basa en los principios del cultivo *in vitro*

combinados con los principios del cultivo hidropónico, manteniendo ciertos requerimientos y técnicas de la micro propagación. Las principales ventajas son: Incremento del crecimiento y desarrollo de los ex plantes, no se observan desórdenes fisiológicos y morfológicos, crecimiento uniforme dentro de los contenedores, se simplifican las etapas de enraizamiento y aclimatación, se minimiza el uso de reguladores de crecimiento, disminuyen los problemas por contaminación y se pueden utilizar contenedores de mayor tamaño que en la propagación *in vitro*.





METODOLOGIA SISTEMA AUTOTROFICO HIDROPONICO



1) Soluciones nutritivas



2) Sustrato (turba)



3) Preparación de bandejas



5) Establecimiento y desarrollo de plántulas en cuarto de crecimiento e invernadero



4) Corte y siembra de esquejes





2.2. Fase en estructuras de protección (Invernadero)

ICTA es la única entidad que en Guatemala produce semilla pre básica de papa, para abastecer a las organizaciones de productores de semilla certificada de papa. Para producir esta semilla el ICTA ha generado una metodología llamada Laboratorio, Invernadero. Para la fase que se realiza dentro de las estructuras de protección (Invernadero), actualmente el ICTA posee un área de 2,700

m² en ellos se puede llegar a trasplantar 60,000 plántulas en un solo ciclo, las cuales pueden ser producidas por el Laboratorio de Biotecnología ubicado en las instalaciones del Centro Regional del Altiplano Occidental, en Olintepeque, Quetzaltenango, ICTA-CIALO. Las mismas producirían 240,000 mini tubérculos semilla con categoría pre básica. Con estos tubérculos semilla, se pueden sembrar en campo abierto hasta 6 hectáreas.



Para poder establecer las plántulas dentro de las estructuras de protección, el ICTA,

ha generado y validado la tecnología que se utiliza, siendo la misma:

Preparación del sustrato:
Quince días antes del trasplante, se realiza mecánicamente un

arado profundo, utilizando para el efecto un Rotavictor.



Desinfección o desinfección del sustrato: Para esto se utiliza un biocida, esta actividad se realiza 15 a 20 días antes del trasplante.





Trasplante: Para realizarlo, primero hay que humedecer el sustrato, rayar a la distancia determinada la cual será entre surco de 0.35 m y entre

plántulas puede ser 0.05, 0.10, 0.15 y 0.20 m, luego se extrae la plántula del recipiente, colocando una planta por postura.



Manejo agronómico: Este se inicia al tercer día después del trasplante, tiempo en el cual la

plántula ya pego, las actividades que se realizan son:



Fertilización: Esta se inicia al momento del pego, para el efecto se utilizan productos hidrosolubles, utilizando la dosis que la casa comercial indica, las

aplicaciones se realizan los días lunes, miércoles y viernes, efectuando en total 25 aplicaciones, muchas veces se aplica conjuntamente con el riego.





Calza o aporque: La primera se realiza cuando la planta tiene 10-15 días de trasplante (5 a 10 cm de altura), una segunda cuando la planta tiene 35-45 días de trasplante, (20 a 30 cm

de altura) y una tercera cuando la planta tiene 50 - 60 días de trasplante (40 - 60 cm de altura), conjuntamente con estas prácticas se efectúa el control de malezas.



Control de plagas

Plagas del follaje: Preventivamente, se inicia inmediatamente después del pegue, realizando una rotación de los productos para los insectos Actara 25 WG (Thiamethoxam), Evisect 50 SP (Tiociclan - H - oxalato), Monarca 11.25 SE (Beta-ciflutrina + Thiachloprid), y Rescate 20 SP (Acetamiprid), para las enfermedades. Acrobat 69 wp (Mancozeb+Dimetomorph), Positron Duo 69 wg (Iprovalicarb), Mancozeb y Antracol (Propineb), con una frecuencia de aplicación semanal y con la dosis que la casa comercial indica, se mantiene un monitoreo constante de las plagas.

Plagas del tubérculo: Para las plagas que afectan o atacan al tubérculo, a los 10 días después del trasplante, se inician las aspersiones al pie de la plántulas, o en el sistema de riego realizando una rotación de los productos: Rovral 50 WP (Iprodiona), Miragefe 75 WP (Folpet 60% + Prochloraz 15 %), Mertect 45 SC (Tiabendazol), en la dosis que la casa comercial recomienda como mínimo se realizarán 4 a 6 aplicaciones, o aplicarlos de una manera preventiva con un intervalo de por lo menos 15 días.





Control para virus: Este se efectúa a través de una prueba de serología, a los 60 días

después del trasplante, y es realizado por el laboratorio de biotecnología.





Riego: Se realiza el primero uno o dos días antes del trasplante, posteriormente se aplican los

días lunes, miércoles y viernes, esto dependerá de las condiciones del invernadero.



Tapado y destapado: Debido a que la producción se realiza en la época (octubre a febrero) en que se dan bajas temperaturas (heladas), la plantación

se cubre con otro mini túnel (hierro, nylon y manta), el tapado se realiza a las 17:00 horas y se destapa a las 8:00 horas del otro día.





Defoliación: Esta se realiza cuando la planta ha cumplido su ciclo vegetativo, normalmente es a los 90 después del trasplante esto dependerá de la variedad y consiste en aplicar

un producto quemante Gramoxone (Paraquat), utilizando la dosis que la casa comercial indica. Esta labor se realiza 10 a 15 días antes de la cosecha.



Cosecha, clasificado y almacenamiento: La cosecha se realiza 10 -15 días después de haberse defoliado, la clasificación, consiste en ordenar los mini tubérculos producidos, en base al tamaño, dependiendo

de la variedad puede tenerse hasta 7 tamaños (variedad Loman), 5 tamaños (variedad Tollocan e Ictafrit), posteriormente se almacena, por un periodo de 3 meses, dependiendo de la variedad.



2.3. Producción en campo definitivo

● **Planificación para la producción en campo de agricultores (pre siembra)**

Antes de iniciar la explotación del cultivo, es necesario conocer las condiciones agro climáticas de las diferentes regiones donde se establecerá la producción.

● **Temperatura.** Según Parson, en cita de FAO (1987) el cultivo de la papa requiere para su crecimiento, una variación de temperatura ambiental, de la

siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe subir hasta 20 grados centígrados para que la planta se desarrolle bien. Luego, necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar los 27 grados centígrados. Durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre 16 y 20 grados.

En Guatemala en los lugares donde se cultiva papa, la altitud esta comprendida entre los 1600 y 3600 msnm (ICTA 1993).



Productores de papa de la aldea Chichim y las condiciones que prevalecen a 3600 msnm.





- **Luz.** El tubérculo no requiere luz para brotar, sin embargo, cuando la planta ha emergido necesita bastante luz para su desarrollo, un sol fuerte durante mucho tiempo (canícula) reduce la producción.

- **Humedad.** Es necesario mantener la humedad a capacidad de campo, la planta de papa necesita agua continua durante la etapa de crecimiento. Durante la etapa de su desarrollo la planta requiere solo poca agua, pero después hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Así mismo para facilitar la cosecha el campo debe estar seco.

Cuando existe deficiencia de agua durante la época de crecimiento de la planta, el rendimiento disminuye y puede deformar los tubérculos. En cambio cuando existe mucha agua y una humedad alta, esta situación provoca el rápido desarrollo de las enfermedades.

Así también cuando se dan fuertes lluvias y hay demasiada humedad, después de un periodo de sequía, esto provoca cambios en el crecimiento y el desarrollo del tubérculo (deformaciones), lo que disminuye su calidad.



Terreno preparado para la siembra de papa.

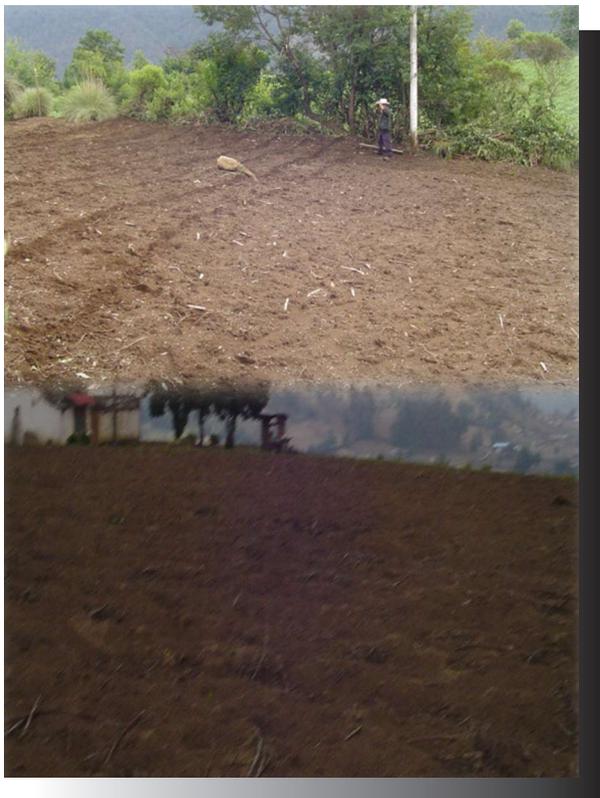


• Selección del terreno

Suelo. La papa puede crecer en casi todos los tipos de suelo, sin embargo, los suelos más adecuados tiene que proveer de agua, nutrientes a las raíces, además la estructura del suelo debe facilitar las labores de preparación de la tierra, el manejo del cultivo y de la cosecha. Las condiciones de suelo que

se prefieren para el cultivo de la papa son las siguientes.

Profundidad, debe ser por lo menos de 35 cm, para que los tubérculos puedan desarrollarse bien. **Textura,** debe ser granulada para ayudar a la filtración del agua hacia las raíces. **Ph,** la acidez del suelo debe estar entre 5.5 y 7.0, **Materia Orgánica,** el suelo debe contener por lo menos un 2 %.



Diferentes tipos de suelo aptos para cultivar papa.





• Selección de variedades

Otros elementos que hay que conocer, cuando se va a explotar el cultivo, es la variedad; actualmente en Guatemala, las que más se siembran son: Loman, Tollocan, Ictafrit.

Variedad Loman: Se adapta bien a altitudes entre 1,700 a 2,500 msnm. La planta alcanza alturas entre 0.60 a 0.70 metros,

con tallos erectos, follaje verde oscuro y por lo regular no florea. Los tubérculos son alargados y ligeramente planos, de color amarillo crema en su exterior y crema en su interior. El ciclo de cultivo es de 90 a 100 días. Es susceptible al daño por tizón tardío y su rendimiento de 20 a 30 tmha⁻¹. Es la variedad más cultivada en Guatemala. (Catálogo de variedades 2002).



Variedad Tollocan: Se adapta bien a altitudes entre 1,700 a 2,390 msnm. La planta alcanza alturas entre 0.70 a 0.75 metros, con tallos erectos, follaje verde oscuro, floración entre 55 -60 días, de color blanca. Los tubér-

culos son oblongos, de color crema en su exterior e interior. El ciclo de cultivo es de 110 a 115 días. Es tolerante al ataque de tizón tardío y rinde de 25 a 50 tmha⁻¹. (Catálogo de variedades 2002).



Variedad Ictafrit: Se adapta bien a altitudes entre 2,390 a 3,500 msnm. La planta alcanza alturas entre 0.80 a 0.90 metros, con tallos erectos, follaje verde oscuro, floración entre 70 -130 días, de color rosada. Los tubér-

culos son oblongo alargado, de color blanco en su interior y con coloraciones rosadas en los ojos. El ciclo de cultivo es de 125 a 170 días. Es tolerante al ataque de tizón tardío y rinde de 20 a 60 tmha⁻¹ (Catálogo de variedades 2002).





2.3.1. Manejo agronómico en campo definitivo

Para poder realizar una buena explotación del cultivo, es necesario conocer el manejo agronómico que hay que realizar, tal como:

● **Preparación del terreno:** La preparación del suelo empieza por la selección de un terreno apropiado, que no sea pedregoso, mal drenado y arcilloso,

pues estos suelos forman terrones. La preparación del terreno en el cultivo de papa, es muy importante para la formación de tubérculos, debe realizar un picado profundo de 20 a 30 cm, eliminando al máximo los terrones del suelo, este picado debe hacerlo con azadón, la preparación adecuada del suelo, ayuda a una mejor emergencia de la planta, desarrollo radicular y asimilación de nutrientes y agua.



Preparación del terreno



● **Preparación de la semilla:**
Para la siembra de la papa, use tubérculos que tengan como mínimo dos brotes, un peso entre 20 a 80 gramos, con este

tamaño se utilizan entre 3 a 4 quintales por cuerda. El tubérculo no debe presentar brotes ahilados.



Tubérculo con buena brotación

Tubérculo con brote ahilado

● **Siembra:** Para realizar la siembra haga lo siguiente, abra un surco de 20 a 30 centímetros

de profundidad, separándolos a 90 centímetros.



Terreno surcado.





● **Fertilización:** Previo a realizar la siembra del cultivo, es necesario realizar un análisis de suelo para conocer el aspecto nutritivo del mismo, éste, se puede realizar en Laboratorios privados o del estado, el ICTA, a través de las investigaciones, ha determinado la siguiente recomendación:

Para una cuerda de 436.81 m² (25 varas por lado) al fondo del surco aplique 100 libras (1 quintal) de una mezcla de 75 libras de 15-15-15 + 25 libras de 10-50-0, + 3 a 6 quintales de abono orgánico (gallinaza procesada).

Para el departamento de Huehuetenango para una cuerda de 436.81 m² (25 varas por lado), al momento de la siembra, al fondo del surco, aplicar 8 a 9 sacos o 2 quintales de abono orgánico de abonera, oveja o gallinaza procesada + 2 quintales de nutrical + 38 libras de fertilizante químico Complex 12-11-18 + elementos menores. Cuarenta días después de la siembra aplicar una segunda fertilización 25 libras de nitrato de potasio 13-0-46, al lado de la planta y luego tapanlo.



Aplicación abono químico

Aplicación abono orgánico



Posteriormente a la aplicación del fertilizante, recúbralo con un

poco de tierra para que el brote no se quemé.



Cubrimiento del fertilizante.

• **Distancia de siembra.** Coloque encima los tubérculos semilla, a una distancia de 20

a 30 centímetros, esto dependerá del tamaño de la semilla.



Uso de medidas para la siembra de papa.



Control de Plagas

Se conoce como plaga a las malezas, insectos y enfermedades:

Plagas en el suelo. Aplique una mezcla de insecticida, fungicida y nematocida, para el control preventivo de insectos, nemátodos, hongos que pueden atacar al tubérculo y brote, estos productos pueden ser: Los fun-

gicidas Rovral 50 WP (Iprodiona), Miragefe 75 WP (Folpet 60% + Prochloraz 15%), Mertect 45 SC (Tiabendazol) y Monceren 25 WP (Pencycuron). El Insecticida-nematicida, Furadan (Carbofuran). Posteriormente a la aplicación de los plaguicidas, cubra la semilla con suficiente tierra, tratando que tubérculos y los brotes no queden al descubierto.



Aplicación de plaguicidas a la siembra.

Tapado de la siembra



Malezas: para su control se pueden realizar de dos maneras, una química, utilizando Sencor 70 WP (Metribuzina), y la otra de forma manual, la cual consiste en realizar una limpia o raspa a los 15 a 20 días después de la

siembra. Una segunda limpia se realiza a los 40 - 50 días después de la siembra, realizando de una vez la calza completa. El periodo crítico de interferencia de las malezas es a los 35 - 45 días después de la siembra.

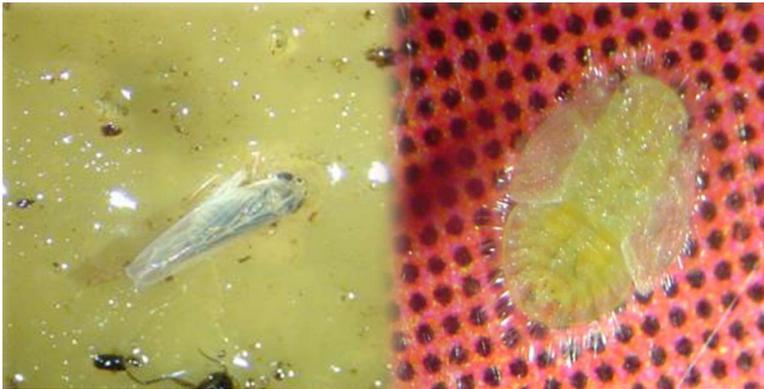


Control de malezas con 2da. Limpia y Calza



Insectos: estos causan daño en el tubérculo como la palomilla (Tecia Solanivora), o al follaje, transmitiendo virus, fitoplasma como: Empoasca (chicharrita), Bactericera (Paratrioza) y Epiteix (pulga saltona), pulgones, afidos (Myzus sp.), para su control se

pueden utilizar los siguientes productos: Rescate 20 SP (Acetamiprid), Sistemin 40 SC (Dimetoato), Actara 25 WG, (Thiamethoxam) y Monarca 11.25 SE, (Beta-ciflutrina + Thiacloprid).



Empoasca (chicharrita)

Paratrioza sp (Ninfa de Bactericera)



Tecia Solanivora.
(Polilla de la papa).

Myzus sp. (afidos/pulgones)



Enfermedades del follaje:
Existen las que atacan principalmente al follaje y las más importantes son: **Tizón tardío** (*Phytophthora infestans*) para su control se puede utilizar la rotación de los siguientes productos: Curzate M 72 WP (Mancozeb + Cymoxanil), Acro-

bat 69 WP (Mancozeb + Dime-tomorph) y Positron Duo 69 WP (Iprovalicarb), y **Tizón temprano** (*Alternaria solani*), para su control se puede utilizar la rotación de los siguientes productos: Mancozeb, (Mancozeb) y Antracol 70 WP (Propineb).



Phytophthora infestans (Tizon tardio).

Alternaria solani (Tizon temprano).





Enfermedades del tubérculo, entre estas, la principal es: *Rhizoctonia* sp, seguida de *Fusarium*, para su control lo principal es utilizar semilla sana, o bien, al momento de la siembra, sobre el tubérculo semilla, es recomendable

realizar aspersiones con fungicidas: Rovral 50 WP (Iprodiona), Miragefe 75 WP (Folpet 60% + Prochloraz 15%), Mertect 45 SC (Tiabendazol) y Monceren 25 WP) y repetir nuevamente cuando se realiza la calza.



Daño por *Rhizoctonia*

Síntomas en follaje



Saneos y prueba de Elisa: Es necesario supervisar y/o monitorear la plantación, a los 60 días es obligatorio realizarle una prueba de Elisa, para determinar si en la plantación, hay presencia de virus, esta prueba es realizada por un

laboratorio especializado, al que hay que llevarle las muestras. Si la muestra diera positivo, se tiene que realizar el saneo respectivo, el cual consiste en eliminar la planta que presente sintomatología.



Saneos en plantación de papa



Equipo para la prueba de Elisa





2.3.2 Cosecha y almacenamiento

Previo a la cosecha, se realiza la Defoliación. Cuando el cultivo ha llegado a su madurez fisiológica, (90-120 días después de la siembra) o si al realizar un

muestreo, se observa que los tubérculos semilla, tienen el tamaño adecuado para su comercialización, se procede a eliminar el follaje, lo cual puede hacerse con un producto químico quemante (Paraquat).



Defoliación en plantación de papa.

Cosecha: esta se efectúa 10 días después de la defoliación, en esta debe tenerse cuidado, para no dañar los tubérculos, se

clasificarán de acuerdo a su tamaño: De primera (60 a 80 g), de Segunda (40 a 60 g) y de Tercera (20 a 40 g)



Almacenamiento para semilla:
Debido a que la producción se va almacenar, es necesario tener en cuenta las recomendaciones que el ICTA, (folleto técnico No. 26, "Almacenamiento de papa para semilla")

ha generado para esa actividad, ya que un mal almacenamiento o manejo agronómico en él, puede repercutir en la pérdida del tubérculo semilla.



Forma de almacenar papa para semilla





3. Referencias

Centro Internacional de la Papa CIP, 1980. Compendio de enfermedades de la Papa, Perú.

Christiansen, J. I Curso sobre Tecnología del Cultivo de la Papa y Técnicas de Producción de Semilla ICTA - PRECODEPA Guatemala. 1980.

Instituto Nacional de Estadística, INE, 2003. Guatemala.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, 2002. Recomendaciones Técnicas Agropecuarias para la Región VI, Guatemala.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, Catalogo de Variedades de Papa. 2002. Guatemala.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, recomendaciones Técnicas Agropecuarias para la Región VI, 1995. Guatemala.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Manual de procedimientos para la certificación de semillas. Guatemala 2011.

Parson D. et al. Papas - manuales para Educación Agropecuaria, México. 1987.





Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental -CIALO-
Km. 3.5 carretera a Olintepeque, Labor Ovalle,
Quetzaltenango, Tels.: 7763-5097 / 7763-5436
CIALO - Huehuetenango
Tel.: 7762-7637
huehue@icta.gob.gt

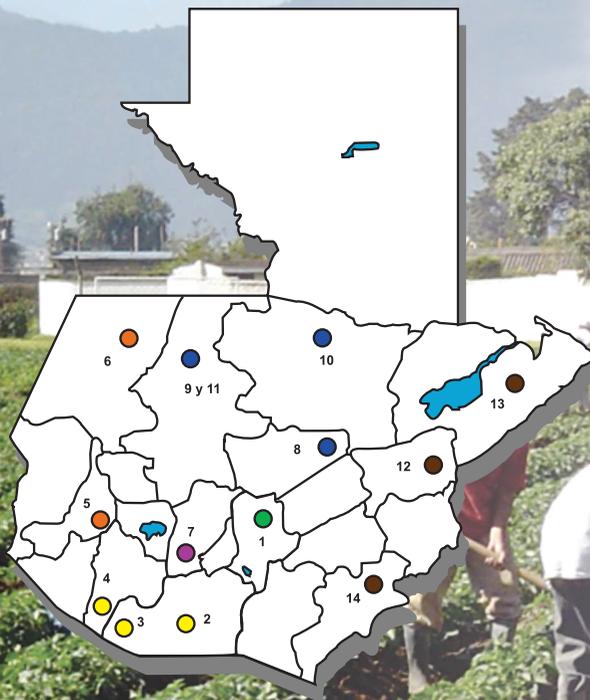
Manual para la producción de semilla certificada de papa





"Investigación para el desarrollo agrícola"

Centros Regionales de Investigación del ICTA



- 1 ● **Oficinas Centrales**
Km. 21.5 Carretera al Pacífico, Bárcenas- Villa Nueva.
Tel.: 6629-7899
E-mail: recepcion@icta.gob.gt
- 2 ● **Centro Regional de Investigación del Sur -CISUR-**
Km. 83.5 antigua carretera al Puerto de San José
Cuyuta, Masagua, Escuintla
Tel.: 4072-3071
Centro Educativo del Bambú
- 3 ● **CISUR - Nueva Concepción,**
Escuintla, Tels.: 4072-3055
- 4 ● **CISUR - La Máquina,**
Cuyotenango, Such.,
Tels.: 4072-2764 / 4048-2152
- 5 ● **Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental -CIALO-**
Km. 3.5 carretera a Olintepeque, Labor Ovalle, Quetzaltenango, Tels.: 7763-5097 / 7763-5436
- 6 ● **CIALO - Huehuetenango,**
Tel.: 7762-7637
- 7 ● **Centro Regional de Investigación del Altiplano Central -CIALC-**
La Alameda, Chimaltenango. Tels.: 7839-1813 / 4072-3631
- 8 ● **Centro Regional de Investigación del Norte -CINOR-**
Barrio Abajo, San Jerónimo, B. V.
Tels.: 7940-2903 / 4072-3741
- 9 ● **CINOR - Ixcán, Playa Grande,**
El Quiché, Zona 2, Playa Grande San Pablo Ixcán, Quiché
Tel.: 5204-7471
- 10 ● **CINOR - Fray Bartolomé de las Casas,**
Barrio Magisterio 4a, Av. 3-97 zona 2
Tel.: 7952-0117 / 4072-4091
- 11 ● **CINOR - Polochic,**
Of. Playa Grande zona 1, a la par del MP
- 12 ● **Centro Regional de Investigación del Oriente -CIOR-**
Finca El Oasis, Estanzuela, Zacapa
Tels.: 5514-0360 / 4072-4499
- 13 ● **CIOR- Cristina,**
Carretera al Atlántico, Km. 210
Aldea Cristina, Los Amates Izabal
Tel.: 5303-9109
- 14 ● **CIOR- Jutiapa,**
Aldea Río La Virgen, Km. 11
Jutiapa. Tels.: 4072-4245

Disciplina de Divulgación ICTA
Diciembre de 2013
1,000 ejemplares

Impreso en Guatemala por:
Litografía ALESGO, S.A.

Tel.: (502) 5506 9667, Ciudad, Guatemala, C.A.
e-mail: litoalesgo@hotmail.com

Este manual se reimprimió con el apoyo financiero de:



PROGRAMA REGIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN POR CADENAS DE VALOR AGRÍCOLA
Innovación tecnológica agrícola para la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica

