

**inifap**  
PRODUCE



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL CENTRO

**MANUAL PARA LA  
PRODUCCIÓN  
DE PAPA EN LAS SIERRAS  
Y VALLES  
ALTOS DEL CENTRO DE  
MÉXICO**



**MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN LAS  
SIERRAS Y VALLES ALTOS DEL CENTRO DE MÉXICO**

Libro Técnico No. 1 / División Agrícola / Agosto 2000

**CONTENIDO**

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CLASIFICACION DE LA PAPA CULTIVADA</b>	3
<b>MORFOLOGÍA Y ANATOMIA</b>	4
<b>REQUERIMIENTO AGROECOLOGICOS</b>	6
Suelo	6
Pendiente del terreno	7
Agua	7
Temperatura	7
Luz	8
<b>PRODUCCIÓN DE SEMILLA</b>	8
Producción de plantúlas <i>s in vitro</i>	8
Producción en invernadero	10
Producción de semilla en campo	13
<b>ELECCIÓN DE LA VARIEDAD</b>	15
<b>SELECCIÓN DE LA SEMILLA Y SU TRATAMIENTO</b>	18
<b>EPOCA DE SIEMBRA</b>	19
<b>PREPARACIÓN DEL SUELO</b>	20
<b>SURCADO</b>	21
<b>FERTILIZACION</b>	21
<b>DENSIDAD DE POBLACIÓN</b>	23
<b>CUBRIMIENTO DE SEMILLA</b>	24
<b>LABORES DE CULTIVO</b>	25
<b>CONTROL DE PLAGAS</b>	25

	Página
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS</b>	29
Chicharritas ( <i>Empoasca</i> spp)	29
Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> sp)	30
Gusano de alambre ( <i>Agriotes</i> spp)	32
Gusano soldado ( <i>Spodoptera</i> spp)	33
Gusano rayador ( <i>Epitrix</i> spp)	34
Mosquita blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> Genn)	36
Picudo grande de la papa ( <i>Epicaerus cognatus</i> )	37
Pulgones ( <i>Myzus persicae</i> S. y <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas)	38
Psílido de la papa ( <i>Paratrioza cockerelli</i> Sulc)	39
Palomilla de la papa ( <i>Phthorimaea operculella</i> Zeller)	41
Nemátodo dorado ( <i>Globodera</i> spp)	43
Nemátodo del nudo ( <i>Meloidogyne</i> sp)	44
<b>CONTROL DE ENFERMEDADES</b>	45
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LA PAPA</b>	49
Costra negra ( <i>Rhizoctonia solani</i> Khun)	49
Roña polvorienta ( <i>Spongospora subterranea</i> )	50
Manchón foliar ( <i>Cercospora</i> spp)	51
Pierna negra ( <i>Erwinia</i> spp)	52
Marchitez bacteriana ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> E.F. Sm)	53
Pudrición seca ( <i>Fusarium</i> spp)	54
Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> Mont De Bary)	56
Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> Ellis y Martin)	58
Punta morada de la papa	60
Virus del enrollamiento de la hoja (PLRV)	61
Mosaico rugoso (PVY)	63
Mosaico latente (PVX)	64
<b>COSECHA</b>	65
<b>ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA DE PAPA PARA LA SIEMBRA</b>	66
<b>ÁPENDICE</b>	69
<b>LITERATURA CITADA</b>	77

	Página
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
Fig. 1. Partes de la planta de papa	5
Fig. 2. Tubérculo de papa	6
Fig. 3. Micropropagación de plantúlas <i>in vitro</i>	9
Fig. 4. Producción de minitubérculos en invernadero	10
Fig. 5. Plantas de papa por esquejes	11
Fig. 6. Selección positiva para la producción de semilla	13
Fig. 7. Variedades Mexicanas de Papa liberadas por el INIFAP, recomendadas para el Centro de México	15
Fig. 8. Camas de siembra bien preparadas	20
Fig. 9. Plantas con adecuada y deficiente fertilización	22
Fig. 10. Chicharrita verde	29
Fig. 11. Gallina ciega	31
Fig. 12. Gusano de alambre	32
Fig. 13. Gusano soldado o cortador	33
Fig. 14. Gusano rayador	35
Fig. 15. Mosquita blanca	37
Fig. 16. Picudo grande de la papa	38
Fig. 17. Pulgon verde o áfido	39
Fig. 18. Psílido de la papa	40
Fig. 19. Palomilla de la papa (adulto, huevecillo y larvas en tres estadios)	41
Fig. 20. Nemátodo dorado	43
Fig. 21. Nemátodo del nudo	44
Fig. 22. Costra negra de la papa en tallo y tubérculo	49
Fig. 23. Roña de la papa	51
Fig. 24. Pierna negra en tallo y pudrición blanda en tubérculo	52
Fig. 25. Vaquita de la papa: en la planta y en el tubérculo	53
Fig. 26. Necrosis en tallo, tubérculo y marchitez causadas por <i>Fusarium</i> spp.	54
Fig. 27. Pudrición seca en almacén por <i>Fusarium</i> spp.	56
Fig. 28. Tizón tardío de la papa en tallo y tubérculo	57
Fig. 29. Tizón temprano de la papa en hojas y tubérculo	58
Fig. 30. Daño ocasionado por fitoplasmas en planta y en tubérculo	50
Fig. 31. Virus del enrollamiento de la hoja de la papa	62
Fig. 32. Virus "Y" de la papa (mosaico rugoso)	63
Fig. 33. Virus "X" de la papa (mosaico latente)	65

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Producción, superficie y rendimiento de papa por estado en 1998.	2
Cuadro 2. Características de las variedades de papa recomendadas.	17
Cuadro 3. Productos recomendados para el control de las principales plagas que atacan al cultivo de la papa.	27
Cuadro 4. Productos químicos recomendados para el control de las principales enfermedades del cultivo de la papa.	47

## APENDICE

	Página
Anexo 1. Soluciones del Medio Básico de Mirashige y Skoog. 1962	71
Anexo 2. Medio 1 para establecimiento de yemas	72
Anexo 3. Medio 2 para micropropagación	72
Anexo 4. Nombres comerciales de los productos técnicos mencionados en los cuadros 3 y 4.	73

# MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN LAS SIERRAS Y VALLES ALTOS DEL CENTRO DE MÉXICO

Oswaldo A. Rubio Covarrubias  
José A. Rangel González  
Román Flores López  
Julian V. Magallanes González  
Carlos Díaz Hernández  
Telésforo E. Zavala Quintana  
Antonio Rivera Peña  
Mateo Cadena Hinojosa  
Ramiro Rocha Rodríguez  
Ceferino Ortiz Trejo  
Humberto López Delgado  
Margarita Díaz Valassis  
Arturo Paredes Tenorio

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los datos proporcionados por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGAR) la superficie nacional sembrada con papa en 1998 fue de 62,635 hectáreas con un rendimiento nacional medio de 20.6 toneladas por hectárea. En base a estos datos y a los de población se estima que el consumo *per capita* de papa en México en 1998 fue de 12.8 kilogramos.

En el Cuadro 1 se observa que los principales estados productores de papa en México por superficie sembrada son: Sinaloa, México, Chihuahua, Puebla, Michoacán, Veracruz, Guanajuato, Sonora, Nuevo León, Tlaxcala y Coahuila. Las diferencias en rendimiento medio se deben principalmente a los diversos niveles tecnológicos y a las condiciones climáticas que se tienen en estas regiones. La región centro de México (Puebla, Tlaxcala, México, Hidalgo y Veracruz) tiene un rendimiento promedio de 13.8 ton/ha y es el más bajo de las regiones productoras del país. En estos estados se siembra el 35.3% de la superficie nacional, sin embargo, sólo aportan el 23.7% de la producción total. Entre los factores que influyen para obtener bajos rendimientos en esta región se pueden mencionar a la falta de semilla de buena calidad, a la topografía

accidentada, al clima propicio para el desarrollo de enfermedades (principalmente tizón tardío) y al bajo nivel económico y tecnológico de los productores.

**Cuadro 1.** Producción, superficie y rendimiento de papa por estado en 1998.

Estado	Producción total (ton)	Superficie total (ha)	Rendimiento promedio (ton/ha)
Sinaloa	242,074	9,101	27
México	151,819	8,400	18
Michoacán	124,461	5,058	25
Guanajuato	104,535	4,413	24
Chihuahua	103,792	6,868	15
Nuevo León	94,833	2,734	35
Sonora	90,733	3,775	24
Jalisco	69,312	2,335	30
Coahuila	66,883	2,012	33
Puebla	62,586	5,838	11
Veracruz	40,848	4,102	10
Tlaxcala	34,934	2,648	13
Zacatecas	29,404	826	36
Chiapas	15,739	1,369	11
Hidalgo	14,126	1,000	14
Aguascalientes	8,369	337	25
Otros	26,437	1,458	18
<b>Total/promedio</b>	<b>1' 280,885</b>	<b>62,272</b>	<b>20.6</b>

Fuente: SAGAR, 1998.

En relación a las variedades de papa sembradas en México se debe hacer notar que el 64% de la superficie se siembra con variedades extranjeras o introducidas, entre las que destacan: Alpha (40% de la superficie nacional), Atlantic (7%), Mondial (5%) y Gigant (5%). Las variedades Mexicanas se siembran en el 36% de la superficie y entre ellas sobresalen: Rosita (15%), Marciana (6%), Tollocan (6%) y San José (5%).

Cabe mencionar que existen programas formales de producción de semilla certificada principalmente para las variedades Alpha, Atlantic, Gigant y Mondial; con las que se abastece el 20% de los requerimientos de semilla a nivel nacional y el resto (80%) es sembrado con material de baja calidad fitosanitaria. Las variedades Mexicanas sembradas en el 36% de la superficie, no se encuentran inscritas en programas de certificación. Por lo anterior estas variedades se encuentran degeneradas por enfermedades, lo que contribuye a obtener los bajos rendimientos promedio en el centro del país donde se siembran principalmente por su resistencia contra el tizón tardío.

El presente manual tiene como propósito difundir los conceptos básicos sobre el cultivo de la papa, así como la tecnología de producción generada por el INIFAP, para contribuir a través de su aplicación oportuna y eficiente a incrementar los rendimientos y la calidad del cultivo en beneficio directo de los productores de papa de la región centro de México.

#### CLASIFICACIÓN DE LA PAPA CULTIVADA

La papa *Solanum tuberosum* L. pertenece a la familia Solanaceae, la cual es de gran importancia económica, en ella están incluidas otras especies que producen alimentos, entre las cuales se pueden mencionar: *Solanum melongena* (berenjena), *Lycopersicon esculentum* (jitomate), *Capsicum annum* (chile), *Nicotiana tabacum* (tabaco). Actualmente se reconoce una sola especie de *S. tuberosum* con dos subespecies *tuberosum* y *andigena*.

## MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA

La planta de papa consta de las siguientes partes: (Figuras 1 y 2)

**Flor.** Las flores son pentámeras, de colores diversos, tienen estilo y estigma simples y ovario bilocular.

**Tallo.** El tallo aéreo que puede ser ramificado es generalmente hueco y triangular en sección transversal; tiene alas rectas u onduladas, la parte basal es redonda y sólida. El tallo se considera principal si crece directamente del tubérculo y a las ramas laterales de éste se les denomina tallo secundario. Cuando un tallo secundario sale del tallo principal, muy cerca del tubérculo, la formación del estolón y del tubérculo son similares a la del tallo principal. El tallo puede desarrollar ramas apicales varias veces durante su crecimiento.

**Hojas.** Las hojas son compuestas y consisten de una peciolo con foliolo terminal, foliolos laterales secundarios y a veces terciarios intersticiales.

**Raíz.** Las plantas que provienen de semilla sexual desarrollan raíces delgadas de donde salen las radículas laterales. Las plantas que crecen directamente de tubérculo desarrollan raíces adventicias en los nudos del tallo y un sistema radical a una profundidad de 40 a 50 centímetros.

**Tubérculo.** El tubérculo es un engrosamiento del estolón. Se puede considerar como una parte del tallo adaptado para el almacenamiento de reservas alimenticias y de reproducción. La distancia entre la cutícula y el anillo vascular es normalmente de 0.5 centímetros, pero éstos están más o menos unidos cerca de los ojos donde se conectan con el estolón.

**Brote.** El brote es el inicio de un tallo y se forma en los ojos del tubérculo a partir de una yema. En un ojo puede haber tres o más yemas en las cuales se distinguen una serie de partes como: primordios foliares enclaustrados, radículas, estolones, lenticelas y tricomas. Las estructuras mencionadas anteriormente y la forma y color del brote son características genéticas que se emplean para identificar el clon o una variedad.

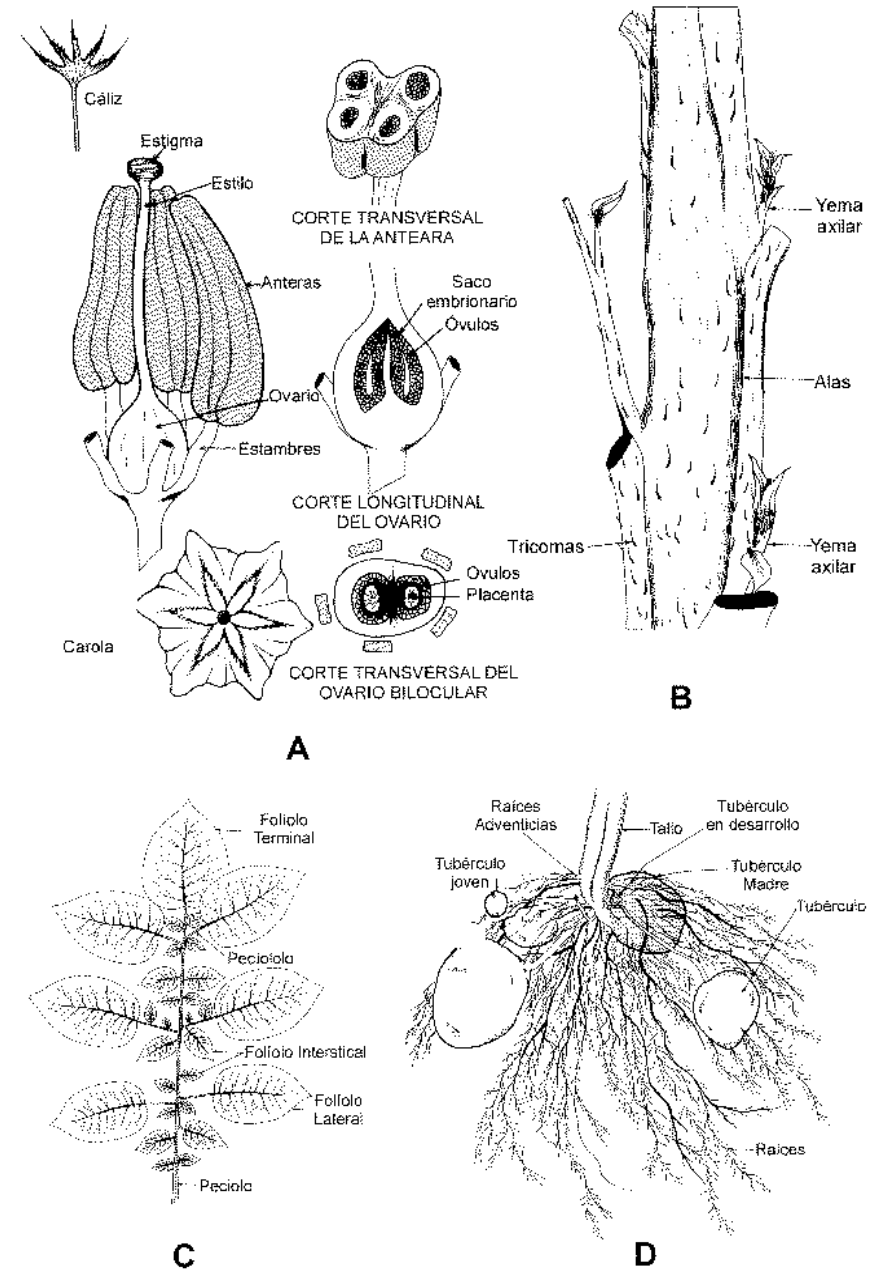
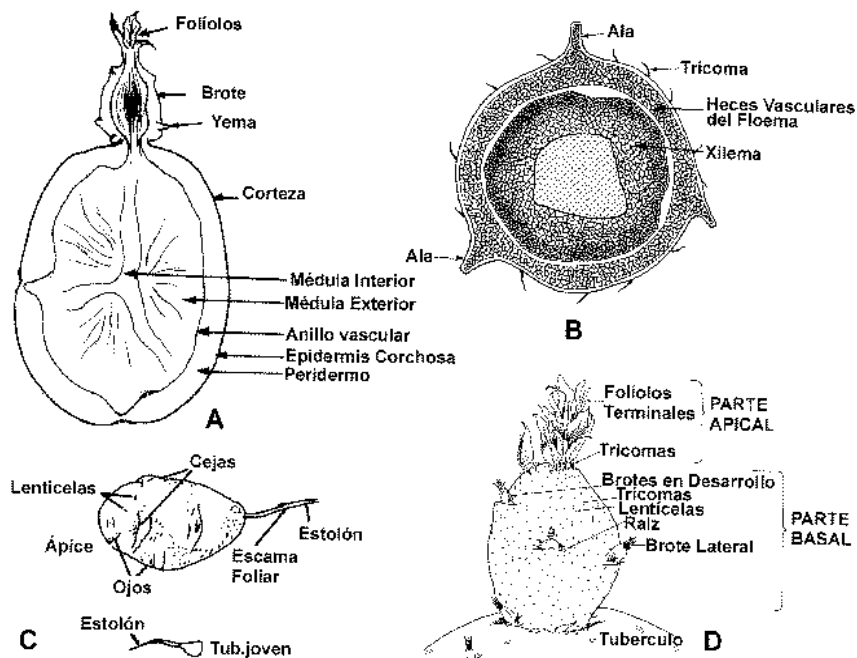


Figura 1. Partes de la planta de papa: A) Flor, B) Tallo, C) Hoja y D) Raíces y Tubérculos.



**Figura 2.** Tubérculo de papa. A) Partes internas, B) Corte transversal del tallo, C) Vista externa del tubérculo y D) Brote del tubérculo

## REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

### Suelo

El cultivo se desarrolla muy bien en suelos arenosos con buen drenaje y una estructura suelta que permita el crecimiento de raíces y tubérculos. Sin embargo las producciones también pueden ser altas en suelos arcillosos. Esto se logra con abundante materia orgánica, buen drenaje, buena estructura y regulando el agua de riego. El cultivo requiere de suelos con profundidad mayor a 30 centímetros. El pH óptimo para un buen desarrollo, crecimiento y producción fluctúa de 5.0 a 7.0; esto demuestra la diversidad de suelos en que se puede cultivar esta especie. La papa es sensible a suelos compactados, es moderadamente tolerante a la salinidad y requiere de más de 2 % de materia orgánica para una óptima producción.

### Pendiente del terreno

La pendiente del terreno tiene una estrecha relación con la capacidad de captación y retención del agua, con la profundidad del suelo y con la facilidad de usar maquinaria. Las principales zonas productoras de papa de temporal se encuentran distribuidas a lo largo del eje Neovolcánico en los Estados de Veracruz, México, Puebla y Tlaxcala. En estos lugares el clima es propicio para la producción de papa, pero muchos terrenos se encuentran en las faldas de las sierras y consecuentemente tienen altas pendientes. La pendiente para el cultivo de la papa es de 0.0 a 4.0 % para muy buena productividad, de 4.1 a 8.0 % para mediana productividad y mayor al 8.0 % para una baja productividad.

### Agua

Los requerimientos de agua para el buen desarrollo del cultivo fluctúan entre 600 y 1000 milímetros por ciclo dependiendo de la temperatura, de la capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad.

### Temperatura

En la Región Centro, las temperaturas más adecuadas para el desarrollo del cultivo de la papa se obtienen en las Sierras y Valles Altos. La temperatura del aire tiene un efecto sobre el período de crecimiento del cultivo, la cual es variable de acuerdo a la etapa de desarrollo. El cultivo requiere de 13 °C de temperatura media dos semanas después de la siembra; de 12 a 14 °C para mayor producción foliar; para mayor elongación de tallo y abundante floración se necesita una temperatura media de 18 °C. Entre los 15 y 25 días después de la emergencia se inicia la formación de los tubérculos y requiere de 16 a 20 °C de temperatura media. Para obtener altos rendimientos de papa se requieren temperaturas medias entre 17 y 18 °C con máximas no mayores de 23 °C. La oscilación térmica óptima para el cultivo fluctúa de 10 a 25 °C.

Las necesidades de temperatura del suelo dependen de la etapa del cultivo, para la emergencia del tallo y crecimiento foliar se



requieren de 21 a 24 °C y para la formación del tubérculo la temperatura óptima oscila entre 15 y 24 °C .

La temperatura de suelo óptima para la producción de tubérculos debe ser de 10 a 16 °C por la noche y de 16 a 22 °C durante el día. Las temperaturas bajas del suelo durante los estados de crecimiento del brote vegetativo, reducen la tasa de crecimiento de raíces y la asimilación de nutrientes, especialmente el fósforo. Las altas temperaturas pueden acelerar el desarrollo de la planta y apresurar su senescencia (envejecimiento), particularmente en variedades de maduración temprana.

### LUZ

Después de la emergencia el cultivo de papa requiere de bastante luz. Las condiciones óptimas de luz se ven afectadas por las temperaturas. Para un mejor éxito en la producción, el cultivo requiere de 20,000 a 50,000 Lux ( $1.5 - 5 \times 10^5$  erg/cm<sup>2</sup>/seg) a una temperatura de la hoja de 17 a 19 °C y del aire que oscile de 20 a 23 °C.

La duración del fotoperíodo tiene gran influencia sobre el inicio de la tuberización y sobre la duración del ciclo vegetativo. Días cortos favorecen el inicio de la tuberización y acortan el ciclo vegetativo y días largos tienen el efecto contrario.

### PRODUCCIÓN DE SEMILLA

El método actual de producción de semilla involucra las etapas de *In vitro*, Invernadero y Campo, lo cual permite la obtención de semilla de calidad apta para siembra.

#### Producción de plántulas *in vitro*.

Esta etapa de propagación requiere contar con fuentes de semilla sana, para lo cual se deben adquirir plantas libres de virus *in vitro* de la variedad deseada o bien proceder a la obtención de estas a través de termoterapia, sometiéndolas a temperaturas de 40 a 45 °C durante cuatro semanas y posteriormente aislando "yemas"

en medios nutritivos artificiales (Medio 1, ver Anexo 2 del Apéndice) bajo condiciones asépticas y empleando el medio básico de Murashige y Skoog 1962 (Anexo 1), así mismo se requiere verificar el estado fitosanitario por técnicas serológicas de "ELISA" (Enzimal Linked Inmuno Sorvent Assay) para los virus X, Y, S y enrollamiento de la hoja de la papa en cada una de las etapas de producción.

La micropropagación se hace en condiciones asépticas a través de microesquejes (yemas axilares, Figura 3), en medio de propagación (Medio 2, Anexo 3), incubando el material a 22 °C, durante tres a cuatro semanas con un fotoperíodo de 16 horas luz, 8 oscuridad y 3,000 Lux de intensidad luminosa. Esta técnica permite incrementar la tasa potencial de multiplicación de 1:10 a 1:240 millones de plantas en un año, considerando un coeficiente de multiplicación de cinco nuevos esquejes por planta por mes. Este método presenta la ventaja de realizarse con un máximo de seguridad sanitaria, evitando infecciones por virus, hongos y bacterias, por lo que es un método adecuado para la obtención de grandes volúmenes de plantas en poco tiempo.

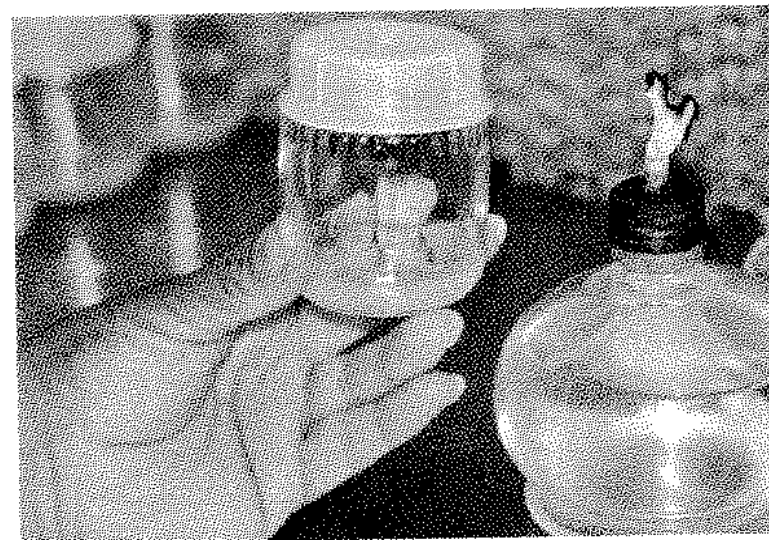


Figura 3. Micropropagación de plántulas *in vitro*.

Las plantulas *in vitro* son empleadas para la producción de minitubérculos (tubérculos producidos en invernadero independientemente de su tamaño), además de esquejes enraizados de brote, tallo juvenil y tallo lateral.

#### Producción en invernadero

El invernadero debe de reunir las siguientes características mínimas (Figura 4): contar con puertas trampa, estar protegido con malla antiáfidos, ventilado para evitar altas temperaturas (25 °C ó más). La distancia entre plantas debe ser de 10 x 10, 10 x 15 ó 15 x 15 centímetros. Se debe considerar que a mayor densidad de población se obtendrán más tubérculos pero de menor diámetro.



Figura 4. Producción de minitubérculos en invernadero.

Existe una variedad de sustratos como el peat most, vermiculita, germinaza, tierra de monte, mezclas de éstos, etc. Se preparan las camas con sustrato estéril y se fertiliza con nitrógeno, fósforo y potasio (N,P,K), dependiendo del sustrato, de la densidad de población y de la variedad.

Se debe tener un riguroso control de enfermedades y de insectos vectores dentro del invernadero (mosquita blanca y áfidos). En caso de detectar una planta con síntomas de enfermedad se debe descartar ésta y las plantas que la rodean. Durante la cosecha, los minitubérculos se deben clasificar por tamaño para un mejor manejo en campo. Estos deben ser sembrados en terrenos aislados a densidades de 45,000 minitubérculos por hectárea.

Existen cuatro técnicas básicas de multiplicación rápida en invernadero, para su aplicación se debe iniciar con material sano.

**a) Esquejes de tallo juvenil.** Se emplean plantas con cinco o seis hojas, se fertilizan vía foliar y tres días después se seccionan segmentos de tallo con un nudo y yema, usando navajas de bisturí flameadas entre cada corte, el cual se hace en la parte media del tallo entre las dos hojas adyacentes, se tratan los esquejes con un enraizador, por ejemplo Raizal, y se depositan en arena húmeda de 1 milímetro de diámetro. Después de 15 días se tendrán esquejes enraizados que pueden ser transplantados a invernadero para la producción de minitubérculos (Figura 5) o en campo.



Figura 5. Plantas de papa por esquejes.

**b) Esquejes de tallo lateral.** Se emplean plantas madre de 25 cm ó más de altura, con hojas completamente desarrolladas, deben ser “despuntadas”; es decir, se corta la “yema apical” con navaja o bisturí previamente desinfectados. Posteriormente las plantas se fertilizan con una fórmula rica en nitrógeno, esto promueve el desarrollo de las yemas axilares las cuales son cortadas cuando tengan de 8 a 10 cm (dos a tres semanas), se tratan con un enraizador y se siembran en arena húmeda de 1 mm de diámetro. El primer nudo debe quedar por encima del nivel de la arena para evitar la formación de tuberculillos en lugar de raíces. Se dan riegos ligeros y en 10 a 15 días los esquejes están enraizados, listos para ser trasplantados a invernadero o campo.

**c) Esquejes de tallo adulto.** Se seleccionan plantas que están iniciando la senescencia, se seccionan los esquejes con una hoja y son establecidos en arena húmeda, la yema debe quedar dentro de la arena y la hoja fuera, se aplican riegos ligeros y después de dos a tres semanas, cuando las hojas mueren, se cosechan los minitubérculos.

**d) Esquejes de brote.** Se seleccionan tubérculos sanos bien brotados (con brotación múltiple). Cuando los brotes tengan 2 cm ó más se corta el ápice (despunte) de cada brote, se sumergen los tubérculos en una solución de ácido giberélico a 1 ó 2 partes por millón (ppm) durante 10 minutos. Posteriormente, los tubérculos se exponen a luz difusa y después de una o dos semanas se cortan los brotes, dejando una porción de los mismos en el tubérculo. Los brotes se cortan en secciones que tengan dos nudos, evitando dañar los primordios caulinares y radicales que darán origen al tallo y raíz respectivamente, se siembran en arena húmeda donde después de dos a tres semanas se tendrán plantulas que pueden trasplantarse a invernadero.

## Producción de semilla en campo

La producción de tubérculo-semilla es una actividad que tiene como objetivo contar con material apto para siembra. Existen varios métodos de producción de semilla en campo que pueden adecuarse a los diferentes niveles tecnológicos de los productos en la región centro de México.

**Selección positiva.** Cuando no se cuenta con material inicial con una sanidad visual aceptable se practica el método de selección positiva, el cual consiste en seleccionar plantas “sanas” marcándolas con pintura de aceite o una estaca y se cosechan por separado. En el lote donde se practique este método se deben realizar aplicaciones de insecticidas para el control de insectos chupadores como áfidos y mosquita blanca. (Figura 6).



Figura 6. Selección positiva para la producción de semilla.

**Selección negativa.** Si se cuenta con un lote con sanidad aceptable se puede emplear este método, el cual consiste en descartar plantas enfermas con síntomas visuales, eliminando

sus tubérculos, para ello se hacen tres a cuatro saneos (tres antes del cierre del cultivo y uno posterior a la “quema” del follaje).

**Selección clonal.** Otro de los métodos empleados en campo que actualmente se usa muy poco debido a lo laborioso del mismo, es la selección clonal, sin embargo este método es bueno debido a que no sólo se obtiene semilla de buena calidad, sino además se seleccionan las mejores plantas dentro del clon en cuanto a rendimiento y otros atributos del tubérculo como pueden ser: ojos más superficiales, forma, menor tendencia al rajeteo, etc. La selección clonal consiste de cuatro etapas o ciclos:

Ciclo 1. Se seleccionan tubérculos provenientes de planta sanas, con características típicas de la variedad, y sobresalientes en cuanto a rendimiento, brotación, etc. Estos tubérculos se siembran a “tres bolillo” en surcos alternos a una distancia de 1.0 a 1.5 metros entre plantas, se eliminarán aquellas que muestren síntomas de enfermedad con todo y tubérculos “hijos”. La cosecha se efectúa por separado y se identifica la producción (clon 1, clon 2, etc.).

Ciclo 2. Se secciona al tubérculo de mayor tamaño y con las mejores características denominándole “Líder” y se siembra en el mismo surco toda la familia. El “Líder” se siembra a 1.5 m de separación del resto de los tubérculos “hermanos” los cuales se siembran a 0.30 m entre ellos. Si se detectan síntomas de enfermedad y/o características atípicas de la variedad, se elimina toda la familia (líder y plantas hermanas). Los tubérculos del líder se cosechan por separado.

Ciclo 3. El mejor tubérculo de la producción del “Líder” y los tubérculos “hermanos” se siembran por separado como en el ciclo anterior (ciclo 2) y la producción de la familia del primer año del ciclo anterior se siembra a continuación a una distancia entre plantas de 0.30 m y se le denomina “familia de segundo año”. Si alguna de las plantas presenta síntomas debe ser eliminada, así como las plantas vecinas y sus respectivos tubérculos.

Ciclo 4. En este ciclo se siembra la producción de “la familia de segundo año” del ciclo anterior y se emplea el método de

“selección negativa”, descartando las plantas con síntomas visuales con sus respectivos tubérculos.

#### ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

En el Cuadro 2 se describen las características de las variedades recomendadas y en la Figura 7 se incluyen fotografías de las mismas. Todas las variedades Mexicanas poseen resistencia o un nivel alto de tolerancia al tizón tardío, por lo que son recomendadas para las regiones con alta incidencia de esa enfermedad y también para abaratar los costos de producción al requerir menor cantidad de fungicidas. Estas variedades resistentes pueden completar su ciclo con una infección por tizón tardío menor al 20% con tres o cuatro aplicaciones de fungicidas, y sin que se afecte su rendimiento, comparadas con Alpha que requiere de 15 a 24 aplicaciones. Sin embargo, es importante mencionar que Alpha sigue siendo la principal variedad sembrada en México debido a su aceptación en el mercado.

El destino de la producción también debe ser considerado al elegir una variedad, ya que algunas de ellas como Norteña, Montserrat, Zafiro, Malinche y Tollocan han mostrado buena calidad para fritura de hojuelas de tubérculos producidos en los lugares menos fríos. Tollocan ha mostrado su buena calidad industrial aún en lugares fríos.

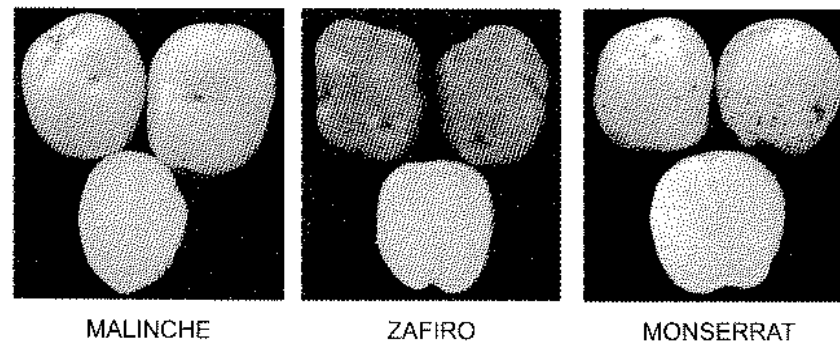


Figura 7. Variedades Mexicanas de Papa liberadas por el INIFAP, recomendadas para el centro de México.

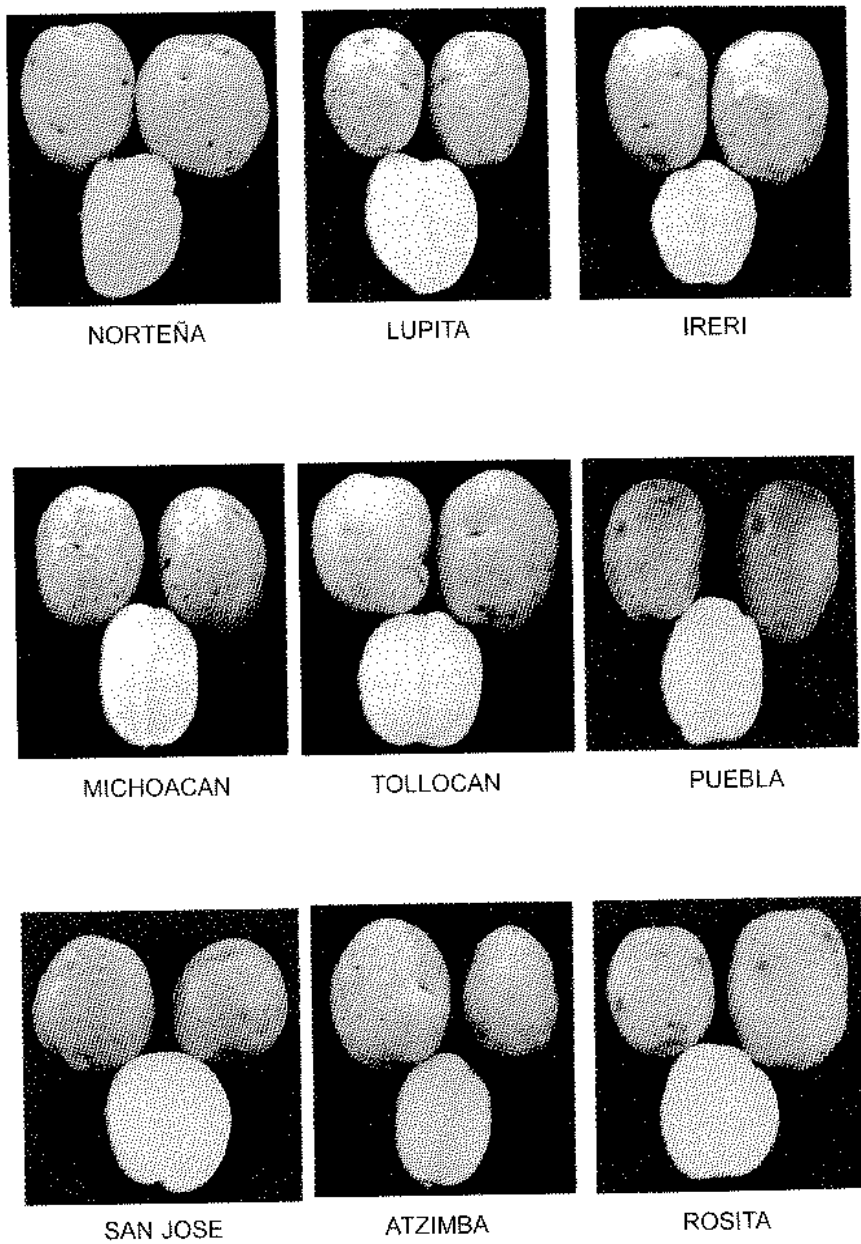


Figura 7. Variedades Mexicanas de Papa liberadas por el INIFAP, recomendadas para el centro de México. (Continuación)

CUADRO 2. Características de las variedades de papa recomendadas.

Variedad	Ciclo*	Piel	Ojos	Forma del tubérculo	Resistencia contra el tizón tardío
Lupita	Intermedio	Blanca	Superficiales	Oblonga	Alta
Norteña	Tardío	Blanca	Superficiales	Redonda	Alta
Rosita	Tardío	Rosada	Semiprofundos	Oblonga	Media
Tollocan	Intermedio	Blanca	Superficiales	Oblonga-aplanada	Alta
Montserrat	Tardío	Blanca	Superficiales	Redonda	Alta
Malinche	Intermedio	Blanca	Superficiales	Oblonga-aplanada	Media
Zafiro	Precóz	Roja	Semiprofundos	Redonda	Media
Ileri	Intermedio	Blanca	Superficiales	Oblonga	Alta
Puebla	Intermedio	Roja	Semiprofundos	Oblonga	Alta
Mexiquense	Tardía	Roja	Semiprofundos	Redonda	Media
San José	Tardía	Roja	Semiprofundos	Redonda	Media
Michoacán	Intermedio	Blanca	Superficiales	Oblonga	Alta
Alpha	Intermedio	Blanca	Superficiales	Oblonga	Susceptible
Gigant	Precóz	Blanca	Superficiales	Oblonga-aplanada	Susceptible

\* Ciclo Precóz 80-90 días; Intermedio 90-100 días; Tardío 100-120 días desde siembra hasta corte del follaje

Al abastecerse de semilla se debe considerar lo siguiente:

1. Comprar semilla certificada preferentemente de agricultores que se dediquen exclusivamente a producir semilla, comprobando el estado fitosanitario mediante visitas al lote de producción durante su desarrollo.

2. Algunos agricultores producen su propia semilla, para ello es recomendable sembrar en terrenos limpios de plagas y enfermedades ubicados en lugares fríos y aislados. Se debe partir de minitubérculos producidos en invernaderos o de tubérculos totalmente libres de enfermedades provenientes de la primer o segunda generación de campo. Durante la producción de semilla se deben eliminar todas las plantas que muestren algún síntoma de enfermedad o señalar únicamente las plantas sanas que se van a cosechar para semilla.

3. Seleccionar semilla sana, que no tenga daños por plagas y/o enfermedades y que no provenga de una zona con problemas de nemátodos o de lugares cuarentenados.

4. Sembrar semilla turgente, fisiológicamente madura, verdeada y con un mínimo de cinco brotes vigorosos y pequeños de 1 a 2 centímetros de largo. Esto se obtiene conservando la semilla en cajas germinadoras en lugares frescos, bien ventilados, con luz difusa y volteando la semilla una o dos veces para permitir que los brotes se desarrollen cortos y robustos. Eliminar todos los tubérculos sin brotes y también los que presenten brotes muy delgados en forma de hilo.

5. El tamaño ideal de la semilla debe ser de 35 a 55 mm de diámetro, pero se pueden tener buenos resultados con semilla de mayor y menor tamaño que presente sanidad adecuada. Es importante que el tamaño de la semilla sea uniforme; si esto no ocurre, los tubérculos se deben clasificar por tamaños y agruparse de esta manera durante la siembra, lo que evitará desuniformidad en la emergencia, en el desarrollo de las plantas y en los tamaños de los tubérculos al momento de la cosecha.

6. Desinfección de la semilla. Se recomienda proteger el cultivo desde antes de la siembra contra posibles enfermedades que se encuentren ya sea en la semilla o en el suelo. Para el caso de enfermedades fungosas, se sugiere desinfectar la semilla sumergiendo las arpillas o las cajas por 3 minutos en una solución a base de 2 kilogramos de Benlate más 4 kilogramos de Captan más 6 litros de cloralex al 6% y 1 litro de Cipermetrina, disueltos en 600 litros de agua para 3 toneladas de semilla. Otros productos alternos que también se pueden utilizar, aunque son de mayor costo son Monceren y Rizolex en caso de que se tenga *Rhizoctonia*, Tecto en caso de *Fusarium* y Bactrol para evitar la dispersión de bacterias por medio de la solución. Para una mayor protección de la semilla, estos productos también se deben asperjar sobre las papas y el suelo antes de taparlas durante la siembra.

#### EPOCA DE SIEMBRA

El mejor desarrollo del cultivo se logra bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, las cuales varían mucho en las zonas paperas de la región centro de México. Al elegir la mejor fecha de siembra es importante considerar que el cultivo de papa requiere de temperaturas no mayores a 25°C durante su desarrollo y que las temperaturas bajas (10 a 15°C) y los días cortos (10 a 12 horas de luz) promueven la formación temprana de tubérculos. En base a estos conceptos en las Sierras y Valles Altos del centro de México se tienen condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo en el ciclo Primavera-Verano (P-V), por lo que se recomienda sembrar en los meses en los que se inicia el temporal (15 de Mayo al 15 de Junio), lo que generalmente permite completar el ciclo del cultivo antes de que se inicien las heladas. Para el ciclo Otoño-Invierno (O-I), el período abarca del 15 de Octubre al 15 de Marzo, bajo condiciones de riego, lo que depende del período libre de heladas. En algunos lugares con altitudes menores a los 1600 metros sobre el nivel del mar regularmente no se presentan heladas, por lo que la papa se puede sembrar casi todo el año, evitando los meses más cálidos (marzo y abril) para que el rendimiento de la papa no se vea afectado por temperaturas superiores a 25°C.

## PREPARACIÓN DEL SUELO

El sistema radicular de la papa es relativamente débil y corto comparado con otros cultivos, además la parte cosechable (los tubérculos) se desarrolla en el suelo, razones por las que la papa requiere de un suelo bien mullido y sin terrones (Figura 8). Estas condiciones permiten una buena retención y distribución de la humedad en el suelo, un buen desarrollo de las raíces y un crecimiento sin obstáculos de los tubérculos. A su vez, un sistema radicular abundante y largo permite una mayor exploración del suelo en busca de nutrientes y un mejor anclaje de la planta al suelo. Debido a estas razones, se debe tener un cuidado especial en preparar el suelo con subsoleos, barbechos y rastras hasta que se tenga una cama de siembra apropiada.

La nivelación del suelo es otra labor de preparación que se recomienda efectuarla para evitar encharcamientos y condiciones que favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas. Para el caso de tierras con pendiente pronunciada, es conveniente realizar la siembra en surcos al contorno y curvas a nivel.



Figura 8. Camas de siembra bien preparadas.

## SURCADO

Al determinar la distancia entre surcos se deben considerar principalmente dos factores, uno de ellos es la eficiencia de recepción de luz por las hojas que cubren la superficie del suelo y el otro es la factibilidad de realizar las labores culturales (escardas, control de malezas, fertilización). Manteniendo una densidad de plantas constante y adecuada (35,000 a 40,000 plantas/ha), la variación de la distancia entre surcos de 0.8 a 1 metros no influye en el rendimiento siempre y cuando se tengan buenas condiciones para el crecimiento de las plantas y por lo tanto para que el suelo sea cubierto rápidamente aún a las mayores separaciones entre surcos.

Distancias cortas permiten una mejor distribución de las plantas sobre la superficie del suelo y por lo tanto una recepción de luz mas eficiente al cubrir el suelo mas rápidamente. Sin embargo, las distancias cortas dificultan las labores culturales y no permiten cubrir adecuadamente con suelo la base de los tallos de las plantas y por lo tanto pueden quedar al descubierto parte de los tubérculos. Por estas razones técnicas se prefiere sembrar la papa en surcos que generalmente varían de 0.8 a 1 m. Las mayores separaciones entre surcos pueden ser apropiadas para lugares en donde la precipitación es restringida y por lo tanto se requieren menores densidades de población.

## FERTILIZACIÓN

Existe gran diversidad de suelos en las regiones paperas de la región centro de México y por lo tanto se requieren de dosis variables de fertilización. De manera general el cultivo responde a las aplicaciones de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para incrementar la cantidad de los tubérculos y la tolerancia a enfermedades (Figura 9). En general, se obtienen buenos resultados con la fórmula 180-200-150 (kg/ha de N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), sin embargo, ciertos suelos derivados de cenizas volcánicas, tienen una alta capacidad de fijación de fósforo por lo que se debe incrementar la dosis de fósforo de 200 a 300 unidades /ha. En todos los suelos y en especial en los suelos derivados de

cenizas volcánicas, es recomendable adicionar de 1 a 2 ton/ha de gallinaza o de cualquier otro estiércol que esté totalmente descompuesto (podrido). Por otra parte, en suelos con contenido de materia orgánica superior al 4%, se pueden aplicar únicamente 120 unidades de nitrógeno en lugar de 180.



Figura 9. Plantas con adecuada y deficiente fertilización.

Muchos suelos de las Sierras y Valles Altos son muy ácidos y tienen un pH menor de 5.5, por lo que en estos casos es recomendable aplicar antes de la siembra 1 ton/ha de dolomita o de cal e incorporarla con una rastra o barbecho. De estos dos productos utilizados para bajar la acidez del suelo, la dolomita es más recomendable por aportar calcio y magnesio, los cuales son elementos nutritivos que generalmente son escasos en suelos muy ácidos. Estos dos elementos ayudan a la planta a resistir más las enfermedades y a producir tubérculos con mejores características para la industria.

En productos comerciales, 180 unidades de nitrógeno equivalen a 600 kg de nitrato de amonio ó 400 kg de urea. En lo que

respecta al fósforo, 200 unidades equivalen a 434 kg de superfosfato de calcio triple; la cantidad de 150 unidades de potasio recomendada en la fórmula, equivalen a aplicar 300 kg de sulfato de potasio ó 250 kg de cloruro de potasio.

La aplicación de la fórmula de fertilización seleccionada se realiza en forma fraccionada, adicionando en banda al fondo del surco y antes de sembrar el 70% del nitrógeno mezclado con todo el fósforo y el 70% de potasio, después de lo cual, se cubre con una delgada capa de suelo de 5 centímetros para evitar que quede en contacto directo con los tubérculos que se sembrarán inmediatamente después. El resto del nitrógeno y del potasio (30%) se aplica al momento de la primera escarda, en banda o mateado a unos 5 centímetros de las plantas y se cubre con la tierra al removerla.

#### DENSIDAD DE POBLACIÓN

La forma más exacta de expresar la densidad de siembra, es en número de tallos por metro cuadrado ( $m^2$ ), lo cual refleja el grado de cobertura del terreno por las plantas. Sin embargo, para fines prácticos generalmente se usa el número de plantas o tubérculos por hectárea debido a la mayor facilidad de su estimación. El número de tallos que se originarán de un tubérculo una vez sembrado en el campo es difícil de predecir, puesto que depende de varios factores como son la variedad, el manejo de la semilla en el almacén, el tamaño del tubérculo, la sanidad del mismo, las condiciones del suelo, etc. En diversos estudios se ha encontrado que una densidad entre 20 y 25 tallos/ $m^2$  es la que se ha relacionado con los más altos rendimientos de papa para consumo en fresco cuando no se tienen restricciones de nutrientes y agua, por lo que este debe ser el objetivo a alcanzar al considerar la cantidad de semilla que se requiere. Por otro lado, si es que el destino de la producción es para semilla, entonces se recomienda tener densidades de hasta 30 tallos/ $m^2$ . Conforme se incrementa la densidad de siembra se aumenta el número de tubérculos cosechados pero se reduce el tamaño de los mismos.



A continuación se dan algunas indicaciones prácticas que pueden servir para obtener la densidad de plantas adecuada.

En terrenos donde se siembra bajo condiciones de temporal irregular o deficiente se recomienda separar los surcos a 90 cm con una distancia entre plantas de 35 cm. Por otra parte, si se siembra en surcos y se cuenta con un temporal suficiente o con riego, se recomienda una distancia entre surcos de 90 cm y de 25 a 30 cm entre plantas. Para el primer caso se requieren 1.6 ton/ha de semilla y en el segundo de 1.85 a 2.2 ton/ha considerando un tamaño normal de semilla (3ª categoría, o sea  $\pm 50$  g) y una buena calidad fitosanitaria y fisiológica de la misma; de esta forma se obtienen densidades de 32,000 en el primer caso y de 37,000 a 44,400 plantas/ha en el segundo. Las consideraciones anteriores se han hecho asumiendo una buena calidad fitosanitaria de la semilla, un manejo adecuado de la misma que favorezca una brotación múltiple y ninguna restricción para la brotación de la semilla una vez que ésta ha sido sembrada. Sin embargo, en la realidad es difícil obtener este tipo de condiciones ideales y generalmente se utiliza entre un 15 y 20% más de la cantidad de semilla anteriormente descrita para compensar por las fallas en brotación y calidad.

#### CUBRIMIENTO DE LA SEMILLA

La profundidad a la que deben quedar enterrados los tubérculos-semilla depende de las condiciones del clima y del suelo. En lugares fríos y húmedos se recomienda sembrar a menor profundidad que en lugares cálidos y secos. Las siembras superficiales permiten que la semilla reciba más calor del sol que cuando se siembra a mayor profundidad y por lo tanto se acelera la brotación, esto bajo condiciones de humedad adecuada en el suelo. La siembra debe hacerse a mayor profundidad en suelos con poca humedad, puesto que las capas profundas del suelo se secan menos rápido que las capas superficiales.

En las siembras superficiales los tubérculos deben quedar cubiertos por una capa de suelo de al menos 5 cm y posteriormente, con la escarda, dejar enterrados los tubérculos-

semilla a una profundidad de 15 a 20 cm. Se debe tener cuidado de no enterrar demasiado la semilla al momento de la siembra si es que sus brotes no son vigorosos, pues de lo contrario se corre el riesgo de que tarden en emerger. En lugares muy lluviosos, en los que se corre el riesgo de no poder realizar al menos una escarda posterior a la siembra, es conveniente sembrar la semilla a una profundidad adecuada (15 cm) para evitar que los nuevos tubérculos puedan quedar descubiertos.

#### LABORES DE CULTIVO

Es conveniente mantener el cultivo libre de malezas para evitar competencia por nutrientes, luz y humedad; además, así se eliminan las plantas hospederas de enfermedades y de insectos transmisores de las mismas. Con las escardas se controlan las hierbas, se mejora la oxigenación del suelo y se crean condiciones adecuadas para que se desarrollen los tubérculos.

El primer cultivo se realiza cuando las plantas alcanzan 20 cm de altura. La segunda aplicación de fertilizantes se debe realizar inmediatamente antes de la escarda para que el fertilizante quede cubierto con tierra.

Para un control de malezas más eficiente se pueden utilizar herbicidas a base de Metribuzin (Lexone o Sencor) en dosis de 500 gramos ó 0.7 litros de producto comercial aplicados en forma preemergente y disueltos en 400 a 600 litros de agua. Para el control postemergente, se sugiere utilizar los mismos productos pero en una dosis 50% menor que cuando se usan como preemergentes y de preferencia dirigir la aplicación únicamente hacia las malezas, cuando estas hayan emergido y el cultivo tenga de 15 a 20 cm de altura.

#### CONTROL DE PLAGAS

Las principales plagas que atacan al cultivo de papa, así como las indicaciones para su control se presentan en el Cuadro 3, en el cual se citan los nombres técnicos y comerciales. Es necesario hacer las siguientes consideraciones generales para el control más eficiente de las plagas.

1. Para el control de las plagas siempre se deben tomar en cuenta las medidas preventivas generales como son el uso de semilla sana y la rotación de cultivos. Estas medidas son más importantes en algunos casos como ocurre con los nemátodos, cuyas poblaciones se pueden reducir con la rotación de cultivos como maíz, avena, cebada, haba, cempoalxochitl y veza.

2. Se sugiere aplicar insecticidas cada una a tres semanas, dependiendo de la población de los insectos. En general, se tienen menos problemas de plagas en los lugares más fríos. Cuando los tubérculos se quieren para semilla se debe aumentar la frecuencia de las aplicaciones.

3. Algunas plagas tienen importancia como vectores de enfermedades, como es el caso de los pulgones que transmiten virus y las chicharritas que transmiten los fitoplasmas causantes de la punta morada de la papa.

4. Es necesario que exista una rotación de insecticidas en base a los diferentes grupos toxicológicos: Organofosforados, Clorados, Carbamatos y Piretroides, esto ayuda a evitar que se cree resistencia en los insectos contra los insecticidas.

5. El equipo y la forma de aplicar los insecticidas es un factor muy importante. Las aspersiones deben hacerse de preferencia con equipo que produzca turbulencia y que forme partículas muy pequeñas de la solución de agua e insecticida. Esto ayudará a cubrir mejor el follaje y a alcanzar las hojas inferiores de la planta especialmente cuando el follaje ya ha cerrado los surcos.

6. Es recomendable utilizar siempre un adherente-dispersante (Ejem: Nufilm, Adex, Inex, Thionex, Citowett, etc.) mezclado con los insecticidas. El uso de estas sustancias mejora la penetración de los productos al interior de las hojas y de los insectos, y además prolonga la permanencia de los agroquímicos sobre las hojas.

**CUADRO 3.** Productos recomendados para el control de las principales plagas que atacan al cultivo de la papa.

Plagas	Producto Técnico	Nombre Comercial*	Dosis de Producto Comercial Kg o l/ha	
<b>SUELO</b>				
Nemátodos <i>Globodera rostochiensis</i> <i>Meloidogyne sp</i> <i>Ditlenchus destructor</i>	Carbofuran	Furadan 15% G	12 kg al suelo	
	Terbufos	Counter 15% G	12 kg al suelo	
	Etoprofos	Mocap 15% G	12 kg al suelo	
	Cadusafos	Rugby 10% G	20 kg al suelo	
Pulga saltona <i>Epitrix cucumeris M.</i>	Carbofuran	Furadan 15% G	12 kg al suelo	
	Terbufos	Counter 15% G	12 kg al suelo	
	Etoprofos	Mocap 15% G	12 kg al suelo	
	Cadusafos	Rugby 10% G	20 kg al suelo	
	Diazinon	Diazinon 4% G	25 kg al suelo	
Picudo de la papa <i>Epicaerus cognatus</i> Gallina ciega <i>Phyllophaga spp</i> Gusano de alambre <i>Agriotes spp</i> Grillo <i>Grillus assimilis</i>	Carbofuran	Furadan 15% G	12 kg al suelo	
	Terbufos	Counter 15% G	12 kg al suelo	
	Etoprofos	Mocap 15% G	12 kg al suelo	
	Cadusafos	Rugby 10% G	20 kg al suelo	
	Diazinon	Diazinon 4% G	25 kg al suelo	
<b>FOLLAJE</b>				
Pulga saltona <i>Epitrix spp</i>	Metamidofos	Tamaron	1.5 lt	
	Endosulfan	Thiodan	1.5 lt	
	Carbofuran	Curater	1 lt	
Palomilla de la papa <i>Phthorimaea operculella</i>	Metamidofos	Tamaron	1.5 lt	
	Endosulfan	Thiodan	1.5 lt	
	Ciflutrin	Baytroid	0.75 lt	
	Azinfos	Gusation 35% PH	1.5 kg	
	metílico	Nuvacron	1.5 lt	
	Monocrotofos	Halmark	0.4 lt	
	Esfenvalerato	Biobit	1 kg	
	<i>Bacillus thuringiensis</i>			

**CUADRO 3.** Productos recomendados para el control de las principales plagas que atacan al cultivo de la papa (continuación)

Plagas	Producto Técnico	Nombre Comercial*	Dosis de Producto Comercial Kg o l/ha
Gusano soldado <i>Spodoptera</i> spp	Metamidofos	Tamaron	1.5 lt
	Ciflutrin	Baytroid	0.75 lt
	Permetrina	Ambush	0.5 lt
Chicharritas <i>Empoasca</i> sp	Metamidofos	Tamaron	1.5 lt
	Metomilo	Nudrin	0.4 kg
	Ometoato	Folimat	0.5 lt
	Fosfamidon	Dimecron	0.5 lt
	Endosulfan	Thiodan	1.5 lt
	Metidation	Supracid	1.5 lt
	Azinfos metilico	Gusation 35%	1.5 kg
	Monocrotofos	PH	1 lt
	Dimetoato	Nuvacron	1 lt
	Afidox		1 lt
Mosquita blanca <i>Bemisia tabaci</i> G. <i>Trialeurodes vaporariorum</i> W.	Fenpropatrin	Herald	0.4 lt
	Metamidofos	Tamaron	1.5 lt
	Ometoato	Folimat	0.5 lt
	Endosulfan	Thiodan	1.5 lt
	Oxamil	Vidate-L	1 lt
	Esfenvalerato	Halmark	0.4 lt
Pymetrozine	Plenum	0.5 kg	
Pulgones <i>Myzus persicae</i> S. <i>Macrosiphum euphorbiae</i> T.	Metamidofos	Tamaron	1.5 lt
	Ometoato	Folimat	0.5 lt
	Monocrotofos	Nuvacron	1 lt
	Endosulfan	Thiodan	1.5 lt
Psilido <i>Paratriozia cockerelli</i>	Fenpropatrin	Herald	0.4 lt
	Fosfamidon	Dimecron	0.5 lt
	Cipermetrina	Combat	0.5 lt
	Dimetoato	Afidox	1 lt
	Imidacioprid	Confidor	1.5 lt al sembrar
	Forato	Thimet 15%	15 kg al sembrar
	Pymetrozine	Plenum	15 kg al sembrar
	Los mismos que contra pulgones		0.5 kg

\* Existen otros productos con los mismos ingredientes activos pero con diferentes nombres comerciales, se sugiere consultar el Apéndice.

## DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS

### Chicharritas (*Empoasca* sp., *Aceratagallia* sp. y *Macrosteles* sp.)

Las chicharritas son importantes como vectores de fitoplasmas y su daño predispone a la planta al ataque de otras enfermedades (Figura 10).

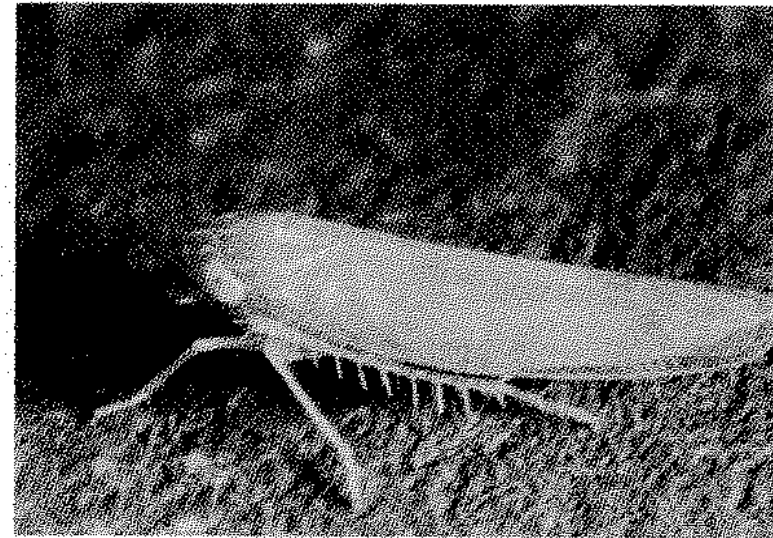


Figura 10. Chicharrita verde (Foto, CIP).

Pasa en invierno como adultos en plantas hospederas (leguminosas principalmente). Al emerger las plantas de papa los campos cultivados son invadidos por los adultos; éstos inician la oviposición tres días después de aparearse. Las hembras ovipositan de dos a tres huevecillos diariamente y viven por un mes o más. Los huevecillos son alargados de color blanco de 1 mm de largo, son depositados en la inserción de la hoja con el tallo o los introducen en las venas mayores de las hojas. Se incuban en un periodo de 7 a 10 días. Las ninfas presentan cinco estadios y tienen la misma forma que los adultos pero sin alas, generalmente su desarrollo lo efectúan en las hojas en las cuales fueron incubadas, alimentándose en el envés de las mismas.

Después de la quinta muda aparecen los adultos. Tanto las ninfas como los adultos, son muy activos, los adultos brincan y vuelan cuando son perturbados, mientras que las ninfas corren hacia abajo a la orilla de los foliolos. Tienen forma de cuña y miden 3 mm de largo, de color verdoso café grisáceo. Son más anchas en el extremo de la cabeza y angosta hacia la punta de las alas. Las patas posteriores son largas, sirven para brincar con facilidad a distancias considerables. Cuando las condiciones son frescas y húmedas, no son atraídas por las plantas de papa, sino que hasta que la planta crece.

Para el monitoreo se recomienda muestrear cuatro sitios por lote de producción, un sitio por cada 5 hectáreas cuando los lotes son grandes. Se deben revisar 25 hojas o más por sitio de la parte media de la planta.

El riego por aspersión ofrece una buena alternativa para el manejo de esta plaga, ya que cuando las condiciones son frescas y húmedas, la chicharritas no son atraídas por las plantas de papa cuando están pequeñas, sino que hasta que la planta crece. Para su control se recomienda al momento de la siembra utilizar insecticidas sistémicos; en aplicación al follaje éstas se inician una vez detectada la migración de los primeros adultos o bien se dirigen a ninfas de primer y segundo estadio.

#### Gallina ciega (*Phyllophagas* sp.)

Las gallinas ciegas se alimentan de raíces y tubérculos de la planta de papa disminuyendo la producción y productividad del cultivo.

Las hembras adultas depositan los huevecillos en los pastizales principalmente. Los huevecillos son de color blanco aperlado, su período de incubación es de dos a tres semanas. Las larvas son de color blanco con cabeza café, tiene patas prominentes (Figura 11). La parte posterior es tersa y brillante, presentan dos hileras de pelos pequeños en la parte posterior del último segmento y pueden alimentarse por dos años o más. La pupa se encuentra en celdas a 15 ó 20 cm debajo de la superficie del suelo. Al final del verano emerge el adulto y como larvas, éstas son de dos tamaños diferentes, la más pequeña con menos de nueve meses

de edad y las grandes con 20 meses de edad. Los adultos son bien conocidos como mayates de mayo o de junio, son de color café negruzco o verdoso. Son conocidas alrededor de 200 especies de gallina ciega. Su ciclo de vida varía de uno a cuatro años.



Figura 11. Gallina ciega.

Una vez eclosionadas las larvas, se alimentan de raíces y tubérculos. En estos hacen cavidades de una profundidad que varía de 0.6 a 1.2 cm perdiendo su valor comercial.

Para el monitoreo es necesario muestrear el suelo a profundidades de 20 cm o más, en diferentes sitios. También pueden detectarse al momento que se realiza la preparación del terreno, pues al voltear la tierra quedan expuestos al ataque de aves y a las condiciones de calor y sequía del suelo.

Para su control la rotación de cultivos y evitar la siembra después de pastizales ofrecen una buena alternativa. Labores de barbecho y rastra, para exponer larvas al ataque de pájaros ayuda a disminuir la población. La aplicación de insecticidas sistémicos a la siembra, puede ser una buena opción una vez detectada la presencia de la plaga en el suelo.

### Gusano de alambre (*Agriotes* spp.)

Los gusanos de alambre (Figura 12), son las larvas de varias especies de coleópteros de la familia Elateridae. Su importancia está basada en el daño que causan a los tubérculos ya que pierden su valor comercial. Cuando no se toman medidas para su combate, el daño puede ser superior al 20% de la cosecha.

Estos insectos pasan el invierno como larvas y adultos principalmente. Los adultos ovipositan alrededor de las raíces en pastizales, aunque algunas especies prefieren hacerlo en

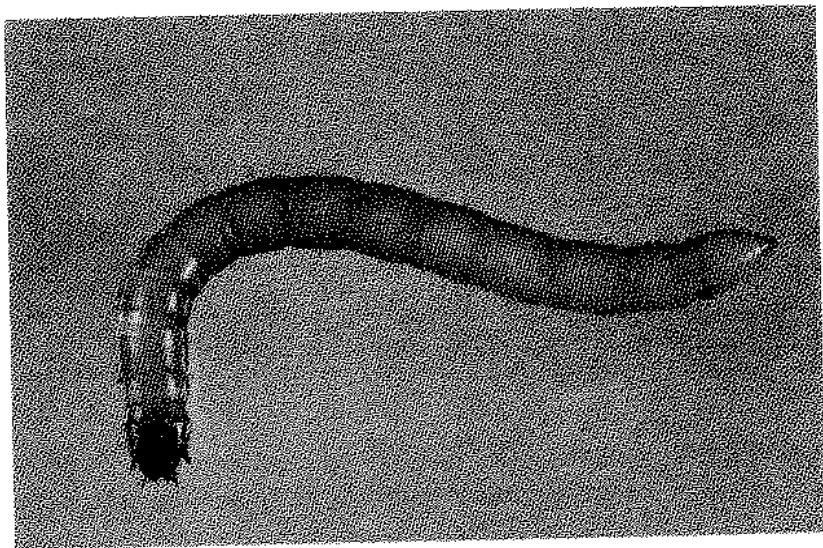


Figura 12. Gusano de alambre. (Foto, CIP).

terrenos cultivados, para su desarrollo requieren de unos cuantos días a semanas. Las larvas pasan alimentándose de dos a seis años en el suelo. A medida que el suelo se calienta se dirigen hacia abajo, por lo que a veces es difícil encontrarlas. El último segmento de la larva está generalmente ornamentado en forma característica lo que permite distinguir las diferentes especies. Son generalmente duras, de color café oscuro, tersas, variando en longitud de 1.25 a 3.75 cm cuando están completamente desarrolladas. Algunas especies son de consistencia suave y de

color blanco, amarillento o café rojizo. En la mayoría de las especies la pupa es desnuda y suave en unas cuantas semanas pasan a estado adulto. Los adultos son mayates de "concha dura" generalmente de color café grisáceo o casi negro, un tanto alargados. La cabeza y el tórax se ajustan cerca contra la cubierta de las alas, lo que protege la parte posterior del abdomen.

Al emerger las larvas se alimentan de raíces o haciendo perforaciones en los tubérculos, perdiendo su valor comercial. A veces el daño es vía de entrada de microorganismos.

El monitoreo y control puede manejarse al igual que para gallina ciega. Cuando el suelo está caliente se debe monitorear en el suelo a profundidades mayores, ya que las lavas tienden a irse más abajo.

### Gusano soldado (*Spodoptera* spp.)

Existe una gran diversidad de gusanos cortadores y su dinámica varía de año a año (Figura 13). La mayoría hibernan en estado de prepupa, algunos lo hacen como adultos y otros como pupa en el suelo. Cuando su presencia no es detectada con oportunidad pueden llegar a defoliar completamente la planta y el rendimiento se reduce.



Figura 13. Gusano soldado o cortador (Foto, CIP).

Los adultos son activos durante la noche. Las hembras después de aparearse ovipositan en el envés de las hojas, aunque a veces lo hacen en el haz y en los tallos. Los huevecillos son de color blanco aperlado recién ovipositados y se tornan rojizos o cafés antes de eclosionar, miden 1 mm de diámetro, requieren de cuatro a 14 días para eclosionar dependiendo de la especie. Las larvas son de diferentes tonalidades y tamaño, llegan a alcanzar hasta 5 cm de longitud al completar su desarrollo, durante el día algunas permanecen ocultas en el suelo y se alimentan durante la noche, su desarrollo dura de 10 a 15 días. Al completar su desarrollo escarban en el suelo y pupan, posteriormente emergen como adultos. Se pueden presentar de una a cinco generaciones dependiendo de la especie durante el ciclo de cultivo.

Las larvas pueden trozar las plántulas de papa al ras del suelo o alimentarse defoliando la planta durante la noche principalmente, rara vez llegan a roer los tubérculos. Cuando no son detectados oportunamente pueden causar daños severos a la planta.

El monitoreo puede realizarse colocando trampas de luz en los predios cultivados, trampas con feromona sexual para detectar la presencia de adultos o bien muestrear huevecillos y larvas por estadio.

Las acciones de control deben ser dirigidas a larvas chichas (primer o segundo estadio).

#### **Gusano rayador (*Epitrix* spp.)**

El gusano rayador de la papa, es la larva del insecto llamado pulga saltona. Su importancia principal es que cuando la larva daña a los tubérculos pierden calidad comercial y cuando el daño se asocia con alta humedad en el suelo se favorece la entrada de hongos y bacterias, causando pudrición a los tubérculos (Figura 14).

El nombre de pulga saltona, se aplica a una gran variedad de pequeños insectos que tienen las patas posteriores engrosadas y brincan al ser molestados; son de color café-oscuro y miden

2 mm de longitud. Casi todas las especies son de forma oval alargada, con el prototórax angosto y la cabeza más angosta aún, las antenas miden la mitad o la tercera parte de la longitud del cuerpo. El invierno los pasan como adultos debajo de las hojas, del pasto o de la basura alrededor de los campos cultivados. Muchas de las especies emergen de sus lugares de hibernación durante el mes de mayo para alimentarse de las hierbas y del follaje de los árboles, hasta que emergen los plantíos de papa.



**Figura 14.** Gusano rayador (Foto, CIP).

Los huevecillos requieren para su incubación alrededor de 10 días, son difíciles de encontrar diseminados en el suelo cerca de la planta o en pequeñas cavidades que roen las larvas en el tallo, las larvas son de color blanquecino, delgadas y cilíndricas y miden de 0.134 a 0.6 cm de largo cuando están completamente desarrolladas, con patas pequeñas y la cabeza de color café. Pueden presentarse de dos a tres generaciones por año.

El daño al follaje por adultos, consisten en que al alimentarse de los folíolos hacen pequeños agujeros, que presentan una buena oportunidad para la infección de microorganismos fitopatógenos.

Las larvas se alimentan de raíces y tubérculos durante tres o cuatro semanas, en los tubérculos hacen galerías superficiales de ahí su nombre de rayador. Cuando son dañados los tubérculos pierden su valor comercial.

Una vez que emerge el cultivo es recomendable muestrear al menos una vez por semana para detectar la presencia de adultos. También se debe muestrear el suelo para detectar la presencia de larvas cerca de las raíces de las plantas.

Para su control se recomienda tener limpio los alrededores de los campos de cultivo, la rotación de cultivos y el aporqué alto. En relación al control químico, se recomienda la utilización de insecticidas sistémicos a la siembra y organofosforados al follaje.

#### **Mosquita blanca** (*Trialeurodes vaporariorum* W., *Bemisia tabaci* G.)

Cada vez la mosquita blanca se presenta en los campos de cultivo con mayor intensidad. Aunque no se ha medido con certeza el daño que causa directamente o como transmisora de enfermedades, potencialmente representa un peligro latente sobre todo en la zonas de riego (Figura 15).

La migración de adultos a los campos cultivados proviene de lotes vecinos, sembrados con el mismo cultivo u otras hospederas. Los huevecillos son pedunculados, de menos de 1mm de longitud, son depositados generalmente de uno en uno en el envés de las hojas, cada hembra puede ovipositar hasta 200 huevecillos. Las ninfas recién emergidas son de color claro con tonalidades verdosas, parecida a una cochinilla, a medida que se desarrollan las tonalidades verdosas desaparecen, miden menos de 1 mm de longitud. Las pupas son pequeñas de menos de 1 mm de longitud de color café, los adultos son de color blanco, de 1.5 mm de longitud y tienen cuatro alas blancas.

El daño directo cuando las poblaciones son bajas puede resultar de poca importancia. Cuando las poblaciones son altas reduce el rendimiento y calidad de tubérculo. Su daño consiste en que pica y succiona la savia de la planta y puede dañar indirectamente transmitiendo virus a la planta, lo cual implica un serio problema sobre todo cuando son lotes para semilla.

Combatir adultos es cada vez más difícil, pues al parecer tienen resistencia a muchos de los insecticidas, por lo que puede resultar más fácil combatirlo en el estado de ninfa. Se recomienda la aplicación de insecticidas al follaje dirigido directamente a la plaga.



Figura 15. Mosquita blanca. (Foto, CIP).

#### **Picudo grande de la papa** (*Epicaerus cognatus*)

El picudo grande de la papa (Figura 16), es de color café rojizo, con un pico corto, el adulto mide 1.5 cm. Después de la cópula las hembras adultas ovipositan en el suelo cerca de la base de la planta. Al emerger las larvas inician su alimentación penetrando al tubérculo y se alimentan por un período de 50 días. Donde hacen grandes galerías y por lo tanto pierden su valor comercial. Al complementar su desarrollo, la larva sale del tubérculo para pupar en una celda en el suelo. Durante el ciclo del cultivo se presenta una sola generación y por lo prolongado del ciclo biológico, se adaptan bien a las variedades de ciclo tardío en la Sierra de Puebla.

Para la detección de huevecillos es necesario muestrear suelo cerca de la base de la planta, las larvas pueden ser detectadas también en el suelo cuando se dirigen a los tubérculos y antes de que éstos sean alcanzados, se pueden aplicar acciones de combate. Los adultos se pueden detectar directamente con observaciones en el cultivo o haciendo uso de la red entomológica.



Figura 16. Picudo grande de la papa.

#### Pulgones (*Myzus persicae* S. y *Macrosiphum euphorbiae* T.)

Los pulgones son de gran importancia económica en el cultivo de papa (Figura 17). Su principal importancia es como vector de virus, sobre todo en campos semillero, ya que se pierden la calidad fitosanitaria de los tubérculos semilla; sin embargo, altas poblaciones pueden causar pérdidas directas del cultivo.

Son de color amarillento verdoso, completamente desarrollados miden 3 mm de longitud, tienen antenas largas y cornículos convergentes. Los ápteros suelen dejarse caer al suelo cuando son perturbados. Su reproducción es por partenogénesis y son vivíparos, algunas veces las hembras llegan a ser aladas y son el medio de dispersión. La infestación inicial al cultivo proviene de los hospederos primarios principalmente duraznos y rosas.

El daño directo que causa a la planta de papa es que al alimentarse succiona la savia, sin embargo, su importancia principal es como vector de virus y adquiere una importancia primordial en las regiones productoras de semilla.

Su control se hace más eficiente con el uso de cultivos trampa, manejo de la humedad, aplicación de insecticidas sistémicos al suelo al momento de la siembra, y al follaje cuando la plaga este presente.

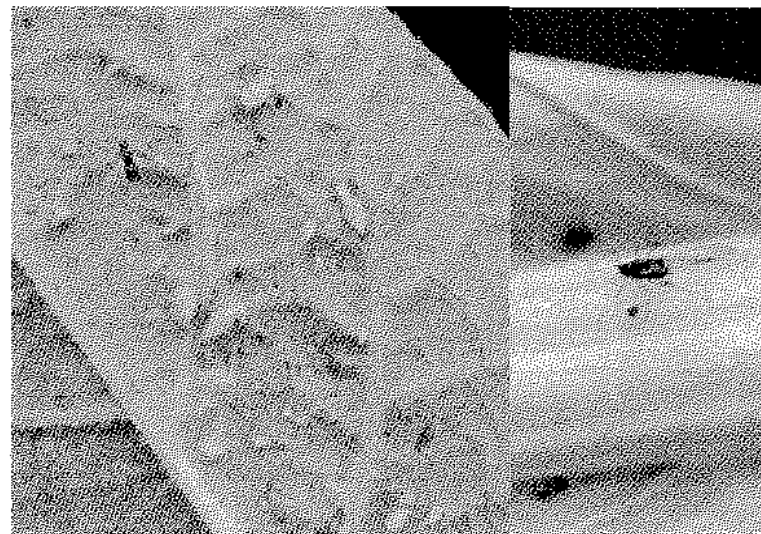


Figura 17. Pulgón verde o áfido (Foto, CIP).

#### Psílido de la papa (*Paratrioza cockerelli*)

Este psílido es una plaga que se presenta en los cultivos de papa de todas las regiones paperas del Centro de México (Figura 18).

El adulto es comúnmente relacionado con pulgones o chicharritas, miden 2 mm de longitud. Los huevecillos son de color café-rojizo y son depositados al borde de las hojas en un pedículo. Las ninfas al emerger son de color café-rojizo y a medida que crecen se tornan verdosas, cuando están completamente desarrolladas miden 1 mm, son de forma ovalada-redonda. Se dirigen al suelo a pupar, las pupas son de color café claro de 1 mm de longitud.



El daño lo causan al alimentarse ya que inyectan una toxina que origina una enfermedad (amarillamiento del psilido), las hojas tiernas se enrollan y a veces se toman rojizas o púrpura, las plantas afectadas producen tubérculos pequeños y anormales. Estos síntomas se pueden confundir con los causados por citoplasmas.

Para monitorear esta plaga, se eligen de 20 a 50 hojas por hectárea, tomadas de la parte media baja de la planta. Se debe muestrear la población de adultos con el uso de trampas amarillas (de agua o pegajosas).



Figura 18. Psilido de la papa (Ninfa y síntomas en la planta).

El control químico debe ser dirigido a los adultos principalmente, los cuales son más susceptibles a los insecticidas que las ninfas.

Su combate es similar al de pulgones, se debe usar equipo de aspersión que permita cubrir las hojas inferiores de las plantas.

### Palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

La palomilla de la papa (Figura 19), se presenta causando daños al cultivo de papa tanto en campo como en almacén en todas las regiones calientes y secas de todo el mundo.

Puede hibernar como adulto y prepupa. Al emerger el cultivo lo invaden e inicia oviposición. Los huevecillos son ovalados, con un extremo ligeramente más ancho que otro, recién ovipositados son de color blanco y se tornan amarillentos a medida de que envejecen. Miden 0.5 mm de longitud y 0.32 mm de ancho en la parte media. Son depositados individualmente o en grupo en el envés de las hojas, raramente en el haz, tallos, brotes, yemas de los tubérculos y en depósitos utilizados para el almacén.

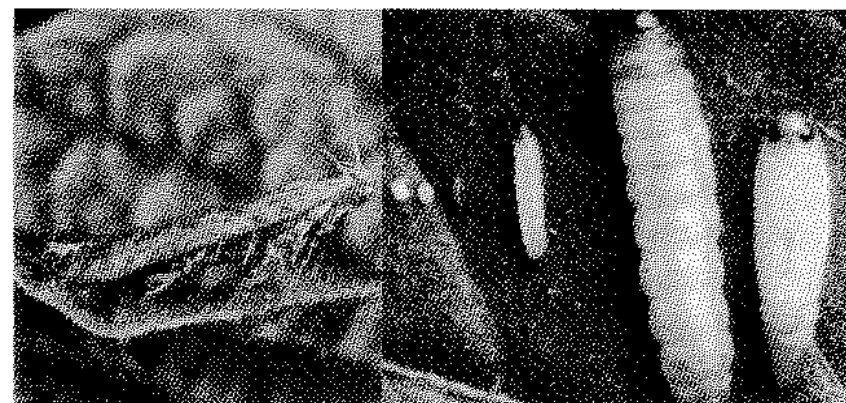


Figura 19. Palomilla de la papa (Adulto, huevecillos y larvas en tres estadios).

El estadio larval presenta cuatro instares: el primero es de color amarillento cremoso y miden 1.25 mm de longitud, la cápsula cefálica mide 0.18, 0.33, 0.55 y 0.85 mm, para el primero, segundo, tercero y cuarto estadio respectivamente. Las larvas completamente desarrolladas miden 10 mm de longitud. Sobre el dorso tienen una coloración rosácea y el resto del cuerpo es de tonalidad verdosa; la cabeza es de color marrón oscuro. En

todos los instares se puede observar el escudo cervical. Presentan patas verdaderas y pseudopatas en el tercero, cuarto, quinto, sexto, y último segmento abdominal. La larva es la única fase dañina de la palomilla.

Una vez que la larva completa su desarrollo se dirige al suelo para pupar. Las pupas son de color marrón y miden 6 mm de largo, la tonalidad de color café se torna oscura a medida que se acerca la emergencia de adultos. Forman una cubierta de seda con partículas de suelo, se pueden localizar en el suelo y en las hojas viejas y secas de la planta. En papas almacenadas, pupan sobre la superficie de los tubérculos, desperdicios dejados en el almacén y en tubérculos viejos y dañados. El adulto de la palomilla de la papa generalmente es de hábitos nocturnos y se mueve a temperaturas mayores a 11 °C. Las hembras depositan sus huevecillos al anochecer, individualmente o en grupos cerca de la base de la planta y sobre el tallo y hojas de la planta. Cuando los tubérculos son expuestos tanto en campo como en almacén, las hembras ovipositan alrededor de las yemas. Cuando los huevecillos son depositados en el follaje, las larvas difícilmente se mueven a otra hoja o a otro foliolo. Las hembras una vez apareadas al día siguiente inician la oviposición y pueden poner de 0 a 240 huevecillos por hembra, con una media de 92 y se estimula con el apareamiento y la presencia de plantas hospederas. Los adultos miden 15 mm de expansión alar, su cuerpo es plateado y las alas anteriores de color gris o marrón, con pequeñas manchas oscuras y un borde angosto de pelillos; las alas posteriores son de color blanco grisáceo. Existen diferencia entre hembras y machos.

El riego es uno de los factores importantes a considerar en el manejo de esta plaga, pues los porcentajes de daño a tubérculos con dos diferentes métodos de riego y con el mismo número de aplicaciones de insecticidas, así lo demuestran, estos fueron de 1.24 y 14.76 por ciento para riego por aspersión y gravedad, respectivamente.

### Nemátodo dorado (*Globodera* spp.)

Los daños causados en las raíces hacen que la planta enferma muestre síntomas similares a los provocados por deficiencia de agua o de elementos minerales, sobre todo a medio día. El follaje se vuelve amarillento y bajo condiciones de sequía se hace evidente una severa marchitez. La alta población de nematodos hace que la planta detenga su desarrollo y muera prematuramente mostrando además proliferación de raíces laterales (Figura 20).



Figura 20. Nemátodo dorado.

El efecto sobre el rendimiento varía de acuerdo a la densidad de nematodos presentes en el suelo, de ser alta puede ser la causa de un completo fracaso del cultivo. El nemátodo del quiste puede también incrementar la marchitez provocada por *Verticillium* spp y la marchitez bacteriana *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith.

### Nemátodo del nudo (*Meloidogyne* spp.)

Dependiendo de la densidad de nemátodos, las plantas infectadas pueden mostrar varios grados de enanismo y una tendencia a marchitarse bajo condiciones de baja humedad.

Las raíces afectadas presentan nudos o agallas de diferente forma y tamaño. Cuando la densidad del nematodo es alta y las condiciones del medio ambiente son favorables, los tubérculos se infectan y desarrollan agallas que les dan apariencia verrugosa (Figura 21). El tamaño de las agallas individuales depende de la densidad de nematodos, tamaño de la raíz, temperatura y otros factores ambientales.



Figura 21. Nemátodo del nudo (Foto, CIP).

### CONTROL DE ENFERMEDADES

Las enfermedades más importantes del cultivo y las indicaciones para su control químico se presentan en el Cuadro 4. Se mencionan los productos químicos que se pueden usar para el control de las mismas, sin embargo es conveniente hacer las siguientes consideraciones sobre su control integrado.

1. Al igual que para el control de plagas, la utilización de semilla libre de enfermedades y la rotación de cultivos con gramíneas (maíz, cebada, avena, trigo), leguminosas (haba, veza, frijol), crucíferas (col, coliflor, brocoli) y otros cultivos como zempoalxochitl son factores que ayudan a prevenir o evitan la dispersión de muchas enfermedades.
2. El uso de abonos orgánicos, principalmente estiércoles, contribuye a disminuir las poblaciones en el suelo de microorganismos patógenos para las plantas.
3. Una fertilización adecuada ayuda a las plantas a resistir de forma más eficiente el ataque de los microorganismos causantes de las enfermedades.
4. Una preparación adecuada del suelo, en especial la nivelación, evita el encharcamiento del agua y consecuentemente disminuye el nivel de daño de enfermedades.
5. Para el control de enfermedades foliares como el tizón tardío es conveniente iniciar las aplicaciones de fungicidas cuando se presenten las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad (alta humedad ambiental y temperatura moderada). La frecuencia de las aplicaciones dependerá de estas condiciones climáticas y de la variedad. Variedades susceptibles al tizón tardío como Alpha y Gigant requieren de al menos una aspersión semanal, en cambio las variedades mexicanas más resistentes señaladas en el Cuadro 2 requieren de asperciones de fungicidas cada dos ó tres semanas.

6. El uso de fungicidas sistémicos (por ejemplo: metalaxil, cimoxanil, oxadixil, propamocarb) para el control de algunas enfermedades como el tizón tardío, debe hacerse en forma rotacional y no aplicar más de tres veces uno de estos productos por ciclo para evitar que los hongos causantes de la enfermedad desarrollen resistencia a los fungicidas. Estos productos curativos deben combinarse siempre con fungicidas preventivos con el propósito de evitar inducir resistencia.

7. Es conveniente mezclar junto con los fungicidas asperjados sobre el follaje, un adherente-dispersante como los recomendados para el caso de los insecticidas, los cuales se pueden aplicar junto con los fungicidas.

8. Para el control de enfermedades fungosas provenientes del suelo y la semilla (*Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Spongospora*), es necesario desinfectar la semilla con los productos recomendados en el Cuadro 4 y también aplicarlos al suelo antes de la siembra.

9. Para el control de algunas enfermedades transmitidas por insectos como son los virus transmitidos por pulgones y los fitoplasmas (punta morada de la papa) transmitidos por chicharritas, el control químico debe ir dirigido a los insectos vectores como se especifica en la sección de plagas de este manual.

**CUADRO 4.** Productos químicos recomendados para el control de las principales enfermedades del cultivo de la papa.

Plagas	Producto Técnico	Nombre Comercial*	Dosis de Producto Comercial Kg o l/ha
<b>SUELO</b>			
Costra negra <i>Rhizoctonia solani</i> K	Benomilo	Benlate 50%	2 kg al suelo y semilla
	Pencycuron	Monceren 25%	6 kg al suelo y semilla
	Tolclofos metil	Rizolex 50 PM	12 kg al suelo y semilla
	Metil tiofanato	Cercobin 70%	2.5 kg al suelo y semilla
	Azoxystrobin	Amistar 50%	2 kg al suelo y semilla
	Fluazinam	Shogun 500 FW	2 lt al suelo y semilla
	Fludioxonil	Maxim	0.3 lt al suelo y semilla
	Tiabendazol	Tecto 60	3 kg al suelo y semilla
	Captan	Captan	4 kg al suelo y semilla
	PCNB	Terrazan 75	25 kg al suelo y semilla
Roña polvorienta <i>Spongospora subterranea</i>	Mancozeb	Manzate	3 kg al suelo y semilla
	Zineb	Zineb	3 kg al suelo y semilla
	Captan	Captan	4 kg al suelo y semilla
	Fluazinam	Shogun 500 FW	2 lt al suelo y semilla
Roña común <i>Streptomyces scabies</i>	Captan	Captan	4 kg al suelo y semilla
	PCNB	Terrazan 75	25 kg al suelo y semilla
Pierna negra <i>Erwinia</i> spp	Gentamicina	Bactrol	1.6 kg a la semilla y al follaje
	Oxitetraciclina	Terra 5% Cu	200 g/100 lt al follaje
	Estreptomina	Agrimicy Cu	60 g/100 lt al follaje
	Cobre	Cupravit	3 kg al follaje
Pudrición seca <i>Fusarium</i> spp	Tiabendazol	Tecto 60	3 kg al suelo y semilla
	Benomilo	Benlate 50%	2 kg al suelo y semilla
	TCMTB	Busan 30	6 lt al suelo y semilla
	Metil tiofanato	Cercobin	2.5 kg al suelo y semilla
	Fluazinam	Shogun 500 FW	2 lt al suelo y semilla
	Carboxin	Vitavax	10 lt al suelo y semilla
	Captan	Captan	4 kg al suelo y semilla

**CUADRO 4.** Productos químicos recomendados para el control de las principales enfermedades del cultivo de la papa. (continuación)

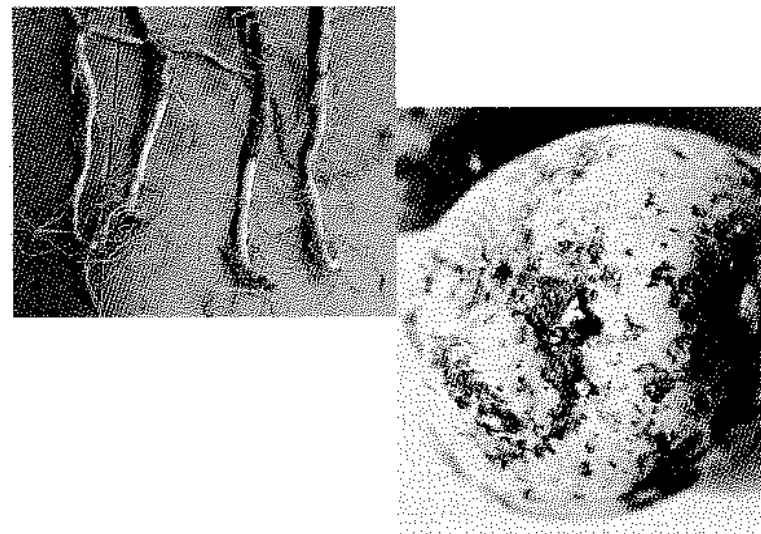
Plagas	Producto Técnico	Nombre Comercial*	Dosis de Producto Comercial Kg o l/ha
<b>FOLLAJE</b>			
Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Bary	Mancozeb	Manzate	2.5 kg
	Cobre	Cupravit	2.5kg
	Clorotalonil	Talonil 75	2.5 kg
	Famoxadona	Equation Pro	0.5 kg
	Iprodione	Diva	3 lt
	Metiram	Polyram	2 kg
	Dimetomorf	Acrobat	2.5 kg
	Fentin acetato de estaño	Brestan	0.4 kg
	Propamocarb	Previcur	1.5 lt
	Metalaxil	Ridomil	2.5 kg
	Cymoxanil	Curzate	2.5 kg
	Oxadixil	Sandofan	2.5 kg
	Fosetil-AI	Aliette	3 kg
Tizón temprano <i>Alternaria solani</i> Ellis y Martin	Zineb	Zineb	2.5 kg
	Mancozeb	Manzate	2.5 kg
Manchas foliares <i>Cercospora</i> spp <i>Septoria</i> spp	Clorotalonil	Talonil 75	2.5 kg
	Cobre	Cupravit	2.5 kg
	Fentin acetato de estaño	Brestan	0.4 kg
	Metiram	Polyram	2 kg
	Azoxystrobin	Amistar 50%	0.2 kg
Virus del enrollamiento de la hoja (PLRV)	Controlar los insectos vectores (pulgones)		
Mosaico rugoso (PVX y PVY)	Controlar los insectos vectores (pulgones)		
Punta morada (Fitoplasmas)	Controlar los insectos vectores (chicharritas)		

\* Existen otros productos con los mismos ingredientes activos pero con diferentes nombres comerciales, favor de consultar el Apéndice.

## DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LA PAPA

### Costra negra (*Rhizoctonia solani* K.)

En la superficie de los tubérculos maduros se forman esclerosios de color negro o castaño oscuro; los esclerosios pueden ser aplanados y superficiales, o grandes e irregulares en forma de terrones, de ahí el nombre común de "Costra Negra" (Figura 22). Generalmente la epidermis del tubérculo por debajo de los esclerosios no presenta ninguna anomalía, otros síntomas en los tubérculos incluyen agrietaduras, malformaciones, concavidades y necrosis en el extremo de la unión con el estolón.



**Figura 22.** Costra negra de la papa en tallo y tubérculo.

Los daños más severos a la planta se producen en primavera, poco después de la siembra, el hongo mata a los brotes subterráneos y a los estolones retardando o anulando su emergencia, especialmente en suelos fríos y muy húmedos, esto da como resultado sembradíos con fallas en la población,

desigualdad en el crecimiento, plantas débiles y reducción en el rendimiento. Los brotes que llegan a emerger también se infectan, formándose canchales en los tallos en desarrollo, el estrangulamiento parcial de los tallos puede suscitar una gran diversidad de síntomas, incluyendo retardo en el desarrollo de la planta, arrojamiento del ápice, necrosis cortical del tejido leñoso, pigmentación púrpura de las hojas, formación de tubérculos aéreos, enrollamiento de las hojas hacia arriba y a menudo clorosis y amarillamiento que se manifiestan con mayor severidad en la parte apical de la planta.

Las raíces también son atacadas y destruidas, dando como resultado plantas con sistemas radiculares muy pobres. La destrucción de las raíces puede ser una consecuencia del estrangulamiento del tallo, lo que además disminuye la traslocación de las sustancias fotosintetizadas.

El estado sexual se presenta en la superficie de los tallos, exactamente por encima de la línea del suelo, formando una capa tenue de color blanco plumiza, sobre la que se originan las basidiosporas que dan a la superficie del tallo una apariencia polvorosa. La capa fangosa se desprende fácilmente al frotarla entre los dedos y el tejido que queda por debajo de ella se presenta sano. Esta capa fungosa está a menudo localizada por encima de la lesión en la porción del tallo que se encuentra ligeramente bajo tierra.

#### Roña polvorosa (*Spongospora subterranea*)

Ataca directamente la parte subterránea de la planta como son: raíces y tubérculos, en estos últimos ocasiona lesiones de forma circular, redondeadas a manera de pustulas abiertas, tamaño variable de dos a diez o más milímetros de diámetro, en un estado avanzado de la enfermedad las pustulas se vuelven de color café oscuro, en su interior contienen una masa polvorosa constituida de esporas, lo que le da su nombre común, cuando el ataque es severo se traslapan las lesiones dando un aspecto roñoso o desagradable, lo que demerita la calidad del tubérculo para su consumo en fresco (Figura 23).

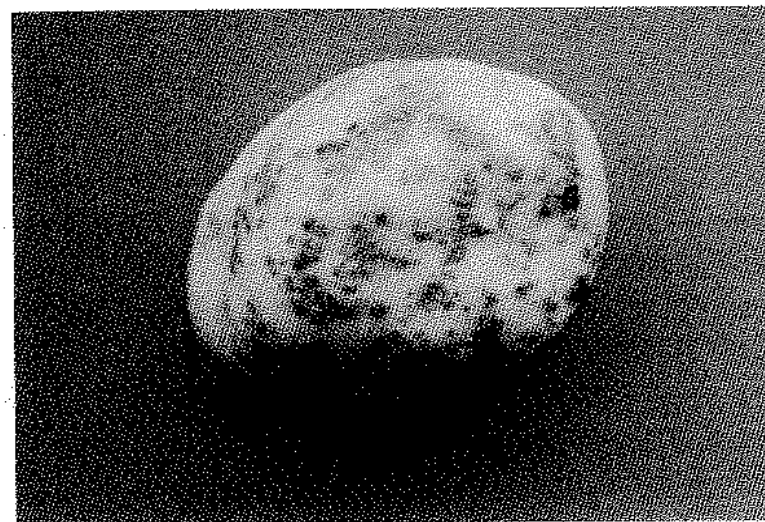


Figura 23. Roña de la papa.

En el centro de México se encuentra ampliamente distribuida en las zonas paperas, por lo que se deben desinfectar los tubérculos y el suelo al momento de la siembra como se indica en el cuadro 4.

#### Manchón foliar (*Cercospora* spp.)

Los síntomas iniciales se presentan en las hojas inferiores como pequeñas lesiones de color amarillo o rojizo, que aumentan de tamaño y pueden medir hasta 10 mm de diámetro. En el envés de la hoja, debajo de las lesiones se forma una capa de conidioforos con apariencia afelpada de color plumizo; posteriormente las lesiones se delimitan del tejido circundante por una línea oscura y cuando se necrosan pueden desprenderse dejando perforaciones. Las lesiones necróticas se diferencian de las causadas por *Alternaria solani*, en que no presentan anillos concéntricos. Las hojas pueden llegar a morir, lo mismo que la planta entera. En los tallos las lesiones toman una coloración oscura, hasta la fecha no se han descrito síntomas en los tubérculos. La enfermedad se hace evidente casi al mismo tiempo que el Tizón tardío.

### Pierna negra (*Erwinia* spp.)

Los síntomas se presentan en cualquier estado de desarrollo de enfermedad, y el tejido vascular se ennegrece. Además siempre se aprecia un olor muy característico de tejidos podridos.

Las plantas afectadas detienen su desarrollo y presentan un pueden morir antes de emerger si es que son infectados.

La cicatrices causadas por defoliación y las heridas provocadas subterránea del tallo, y tiene apariencia seca y arrugada.

Los tubérculos que provienen de plantas infestadas pueden mostrar síntomas que varían desde una ligera decoloración vascular en el extremo del estolón, hasta una franca pudrición que comprende todo el tubérculo; sin embargo, lo típico es la pudrición blanda de la médula (Figura 24), que partiendo de la base del estolón y de las yemas se extiende hacia profundidades diversas del tubérculo. Por otro lado, la infección adquirida en campo (infección latente), se constituye en grave problema en el almacén (pudrición blanda), cuando no se detecta a tiempo o bien se lleva de nuevo al campo donde puede destruir todo el cultivo.

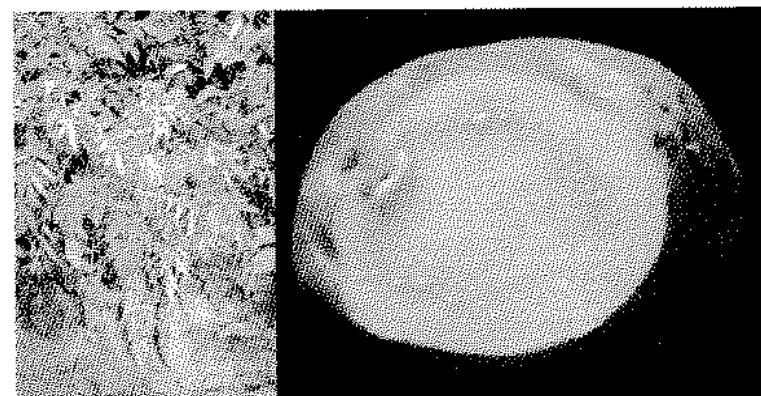


**Figura 24.** Pierna negra en tallo y pudrición blanda en tubérculo (Foto, CIP).

### Marchitez Bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*).

La marchitez bacteriana o vaquita de la papa es una enfermedad que en zonas templadas a frías como Valles Altos no se manifiesta, sin embargo, en las zonas más calidas de la región es un riesgo potencial debido al uso de semilla no apta para siembra, procedente de productores de papa comercial.

Los síntomas iniciales de medio día en los apices y amarillamiento ligeros, incrementándose en intensidad hasta llegar a la muerte de la planta, lo anterior debido al taponamiento de los haces vasculares por el mucilago bacteriano de pseudomonas. En corte transversal de tubérculos afectados se observa en el anillo vascular en exudado crema-lechoso, característica que le da el nombre común (Figura 25).



**Figura 25.** Vaquita de la papa: en la planta y en el tubérculo (Foto, CIP)

Existen dos razas; la uno la cual ataca papa y otras solanaceas y la raza tres; que es más común, se transmite por semilla, por medio del agua y por contacto entre raíces, penetra a la planta por los puntos de crecimiento de la raíz y por heridas ocasionadas por insectos. La supervivencia en el suelo es de uno hasta cinco años; para su control se recomienda el uso de semilla sana, la rotación de cultivos evitando otras solanaceas y la eliminación de malezas.

### Pudrición seca (*Fusarium* spp.)

Esta enfermedad afecta a los tubérculos en almacenaje y a los que se usan como semilla propagativa. En los tubérculos, las lesiones que inician en las heridas se hacen evidentes alrededor de un mes después del almacenaje. La infección se va extendiendo lentamente y el peridermo correspondiente a las partes lesionadas se hunde y arruga, formando a veces anillos concéntricos a medida que el tejido se va secando (Figura 26). Del peridermo muerto pueden emerger pústulas que contienen micelio y esporas; los tubérculos podridos se arrugan y finalmente se momifican.

La necrosis interna toma un matiz castaño que varía hasta chocolate oscuro, con el borde ligeramente necrosado que se distingue por una coloración más oscura, los bordes de la lesión en progreso retienen su coloración castaño, pero el tejido necrosado viejo adopta una variedad de colores, forma cavidades tapizadas de micelio de color blanco, gris o ligeramente rosado y se seca tomando consistencia de madera podrida.

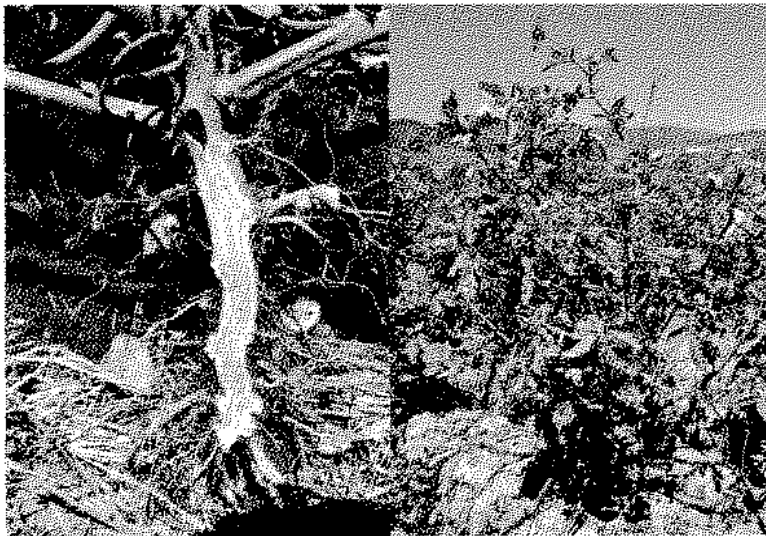


Figura 26. Necrosis en tallo, tubérculo y marchitez causadas por *Fusarium* spp.

Cuando la humedad relativa de almacenaje se aproxima o alcanza el punto de saturación, los tubérculos son invadidos por *Erwinia* spp., como infección secundaria, a través de las lesiones causadas por *Fusarium*, deteriorando lo que queda del tubérculo. El líquido que emana como producto de la pudrición blanda y que contiene bacterias en suspensión, pone en peligro a los tubérculos circundantes.

El tubérculo entero que se usa como semilla se infecta durante el almacenaje a través de las heridas, o durante la siembra por las heridas nuevas que se provocan durante esta operación. La superficie de corte en los tubérculos grandes que se fraccionan son la vía de ingreso más importante.

Aproximadamente después de una semana de almacenaje, las porciones de tubérculos fraccionadas muestran abigarraduras de color castaño a negro, y después de dos semanas presentan depresiones o concavidades. A menudo se desarrolla el micelio en las superficies hundidas, y bajo condiciones favorables de humedad se vuelven mucilaginosas y negras debido al desarrollo bacteriano. La pudrición por *Fusarium* puede ser acelerada ante la presencia de bacterias causantes de la pudrición blanda. Con infecciones numerosas en la superficie de corte, las lesiones se unen, el fragmento de tubérculo se pudre de la superficie hacia adentro, y las yemas se van destruyendo a medida que la necrosis progresa.

En el campo puede pasar desapercibido el arrugamiento del tubérculo entero o las pequeñas concavidades que se hacen bastante evidentes en el almacén. La superficie que queda por encima de la lesión es de color castaño y el tejido necrótico que se encuentra debajo, presenta algunas concavidades (Figura 27). El tejido necrótico puede atraer insectos del suelo y larvas tales como la de la mosca de la semilla de maíz, la cual es un vector de *Erwinia* ssp.



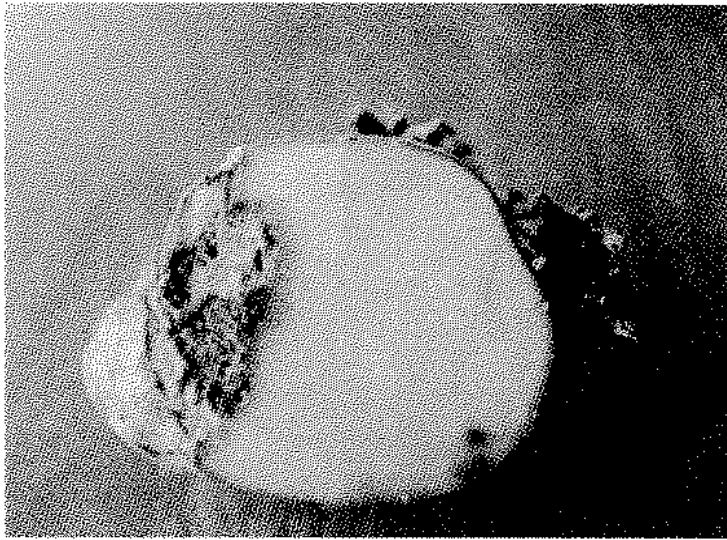


Figura 27. Pudrición seca en almacén por *Fusarium* spp.

#### Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont De Bary)

Las lesiones en las hojas son muy variadas, dependiendo de la temperatura, humedad, intensidad de la luz y variedad del hospedante. Los síntomas iniciales típicos son unas manchitas pequeñas de color verde claro o verde oscuro de forma irregular. Bajo condiciones favorables del medio ambiente las lesiones progresan convirtiéndose en lesiones necróticas grandes de color castaño a negro, que pueden causar la muerte de los folíolos y diseminarse por los peciolo hacia el tallo, matando eventualmente toda la planta (Figura 28). A menudo se encuentra presente un halo de color verde claro a amarillo en la parte externa de la zona necrótica de la hoja.

Bajo condiciones favorables de humedad se forma un afelpado veloso constituido por esporangios y esporangióforos en el borde de las lesiones, especialmente en la cara inferior de las hojas. En el campo las plantas severamente afectadas emiten un olor característico, este olor se debe a la rápida descomposición del tejido foliar y es muy similar al que despide el campo después de una aplicación de herbicidas o al que se percibe después de una helada.

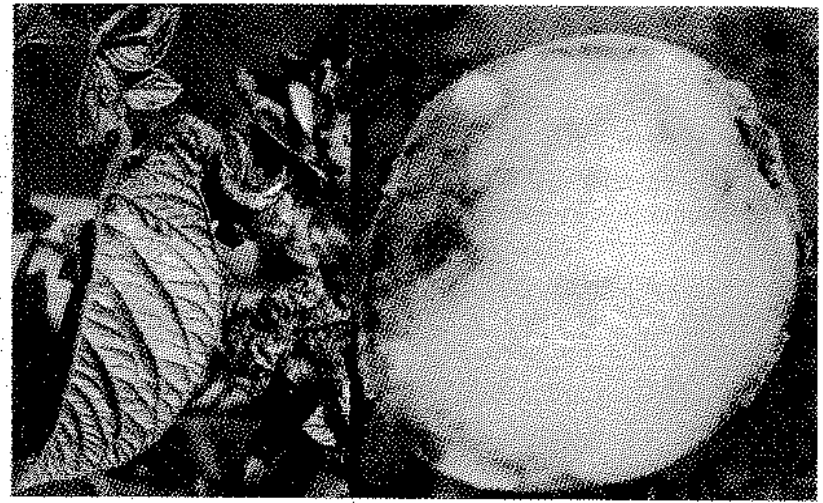


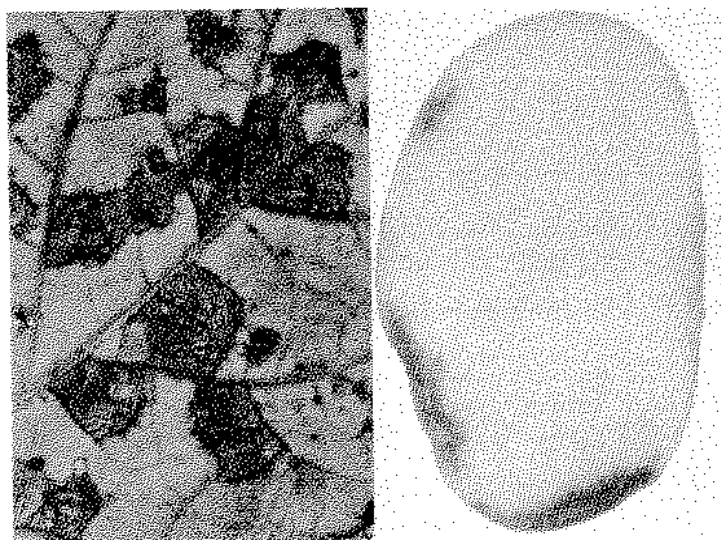
Figura 28. Tizón tardío de la papa en tallo y tubérculo.

En cultivares susceptibles, la parte externa de los tubérculos afectados presentan áreas irregulares ligeramente hundidas, donde la cáscara toma una coloración castaño caoba o rojiza; dentro del tubérculo se extiende aproximadamente hasta una profundidad de 15 mm y varía de acuerdo a la temperatura, tiempo que ha transcurrido después de la infección y cultivar. El límite entre los tejidos sanos y enfermos no es muy definido, pero se puede observar una especie de prolongaciones delgadas en forma de clavijas de color castaño, que penetran a diferentes profundidades.

En condiciones de almacenamiento frío y húmedo, las lesiones se desarrollan lentamente y pueden volverse ligeramente hundidas después de varios meses. Después de la infección por *Phytophthora infestans*, puede producirse una invasión de organismos secundarios (hongos y bacterias), que completan una desintegración del tubérculo haciendo de este modo difícil el diagnóstico.

**Tizón temprano** (*Alternaria solani*, Ellis y Martin).

La infección inicial es más frecuente en las hojas inferiores más viejas; se hacen evidentes en un comienzo como pequeñas manchitas de 1 a 3 mm, que luego se vuelven de forma ovoide-circular y toman una coloración castaño-negro (Figura 29).



**Figura 29.** Tizón temprano de la papa en hoja y tubérculo (foto, CIP).

Generalmente las manchas tienen márgenes angulares debido a que están limitadas por las nervaduras de las hojas, son de consistencia seca y apariencia de papel; a menudo, aunque no siempre, las lesiones presentan anillos concéntricos formados por tejido necrótico, hundido y levantado alternadamente, lo que les da una apariencia característica de "Tablero de tiro". Alrededor y entre las lesiones el tejido foliar se vuelve generalmente clorótico, y a medida que se van formando nuevas lesiones las viejas se expanden, la hoja entera se vuelve clorótica, luego necrótica y finalmente se seca, pero no llega a desprenderse de la planta.

El daño que muestran las hojas excede considerablemente a la cantidad de tejido destruido, lo que sugiere que las toxinas producidas durante el proceso de la enfermedad tienen un efecto a cierta distancia del punto de infección. Los síntomas avanzados tienen la magnitud de los que presentan las plantas con marchitez provocadas por *Verticillium*, quemadura apical o escaldadura de las hojas, asociado con la falta de humedad.

La enfermedad es típica de plantas viejas o estresadas y generalmente es más severa cuando se presenta después de la floración o durante la tuberización, y en algunos lugares es esencialmente una enfermedad de plantas senescentes. El tizón temprano es a menudo más severo cuando la planta se encuentra predispuesta por daños como minaduras de insectos, nutrición deficiente y otro tipo de problemas.

La resistencia de campo que controla la infección del follaje está asociada con la madurez de la planta, las variedades de madurez tardía son generalmente más resistentes. El tizón temprano no reduce considerablemente el rendimiento a menos que la infección se produzca cuando la planta está todavía joven.

En los tubérculos, las lesiones son oscuras, hundidas, de forma circular a irregular, rodeadas a menudo por brotes levantados de color púrpura bronceado. La pulpa por debajo de la lesión es seca, de textura coriácea o corchosa y de color amarillo a castaño. El tejido en estado avanzado de deterioro es a menudo blanco, húmedo y de color castaño. Las lesiones pueden aumentar de tamaño durante el almacenaje y los tubérculos arrugarse en casos avanzados de infección.

Los tubérculos con lesiones por tizón temprano no están propensos a ser invadidos por organismos secundarios como sucede con otros tipos de pudrición.

### Punta morada de la papa

El problema conocido como punta morada de la papa es un conjunto de síntomas que se presentan en los tubérculos y en la parte aérea de la planta (Figura 30). El nombre fue dado por la coloración morada que adquieren las hojas apicales, lo cual es más aparente en las variedades de papa que presentan alguna pigmentación natural en los tallos. Estos síntomas generalmente están asociados con un achaparramiento de la planta, enrollamiento de las hojas, necrosis interna de los tubérculos y con una ausencia de brotación en los mismos. Algunas veces los tubérculos llegan a emitir brotes ahilados en los que generalmente se desarrollan pequeños tubérculos. También se pueden desarrollar tubérculos aéreos en los nudos de los tallos.

Algunos de los síntomas descritos anteriormente pueden ser provocados por fitoplasmas, psílidos (*Paratrioza cockerelli*), hongos del suelo (*Verticillium sp*, *Colletotrichum antramentarium*,

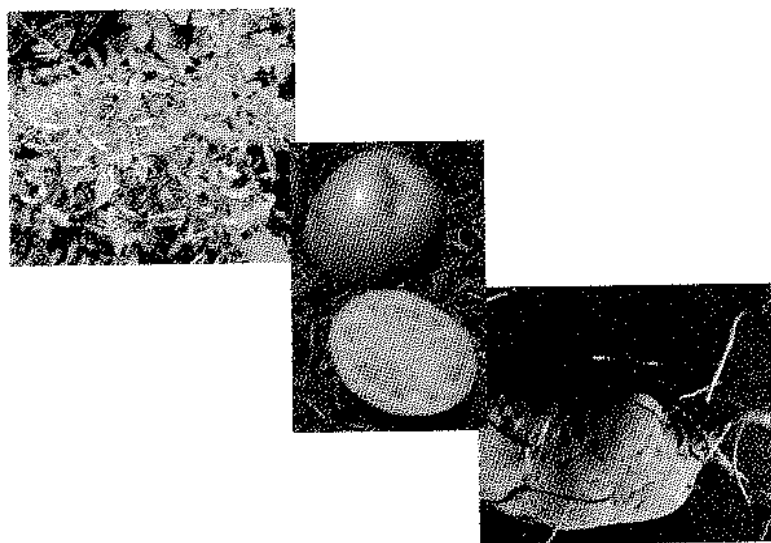


Figura 30. Daño ocasionado por fitoplasmas en planta y tubérculo.

*Fusarium sp*, *Rhizoctonia solani*) y también por los virus Y y PLRV. En México se ha confirmado la presencia de todos estos agentes causales, sin embargo, algunos experimentos han indicado que existe un insecto vector o causante de la enfermedad y por lo tanto la atención se centra en fitoplasmas y/o toxinas transmitidas por psílidos. Los síntomas de la punta morada se detectaron en México desde hace 50 años, sin embargo su importancia se ha incrementado en los últimos 10 años. Las pérdidas varían según la severidad del problema, pudiendo llegar a ser hasta un 80% del rendimiento. Además de las pérdidas en rendimiento, los tubérculos infectados pierden valor en el mercado por la necrosis interna y baja calidad industrial.

### Virus del enrollamiento de la hoja

El virus enrollamiento de la hoja de papa (PLRV) puede presentarse en cualquier parte donde se siembra este tubérculo, junto con el virus "Y" de la papa (PVY) son los principales causantes de la "degeneración" de la papa, que consiste en una disminución progresiva del rendimiento y fuerte reducción en el desarrollo de la planta.

Se pueden distinguir síntomas primarios y secundarios, los primarios son los manifestados por las plantas infectadas por vez primera. En este caso se distingue en los folíolos de las hojas apicales un enrollamiento en su base y palidez o clorosis. En algunas variedades se presenta una coloración rosada o rojiza en los márgenes, estos síntomas pueden extenderse al resto de la planta.

Los síntomas secundarios son los que muestran las plantas que provienen de tubérculos u otras partes vegetativas enfermas. Las hojas superiores de las plantas con infección secundaria son más pálidas y las basales se enrollan, se hacen rígidas y su consistencia es coriacea, al agitarlas producen un sonido peculiar y al estrujarlas dan un sonido similar al del papel al ser oprimido (Figura 31).



Figura 31. Virus del enrollamiento de la hoja de la papa.

En algunas variedades, entre ellas Alpha los tubérculos infectados al ser cortados presentan necrosis reticular. Esta necrosis se presenta en tubérculos provenientes de plantas con infección primaria o secundaria y puede ser leve o severa, dependiendo de la variedad, la variante de virus, época de infección y las condiciones ambientales.

El virus puede ser transmitido de un ciclo de cultivo a otro a través del tubérculo-semilla, el cual dará origen a plantas voluntarias que pueden servir como fuentes de inóculo primario, de donde el virus se adquiere por varias especies de áfidos, entre ellos *Myzus persicae*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis nasturtii*.

### Mosaico rugoso

Como mosaico rugoso se conoce a la enfermedad causada por el virus "Y" de la papa (Potato virus Y = PVY), aunque en ocasiones se le da este nombre a los síntomas causados por la interacción de los virus X e Y de la papa (Figura 32).



Figura 32. Virus "Y" de la papa (mosaico rugoso).

Este es el segundo virus en importancia a nivel mundial y puede llegar a reducir el rendimiento hasta en un 80% y junto con el PLRV son los principales causantes de la degeneración de la papa.

Los síntomas son variables en función de la variedad de papa y de la variante de virus. Pueden ser leves o muy severos y causar la muerte de la planta. Los síntomas principales son moteado en los folíolos, necrosis de nervaduras y/o peciolo, necrosis en la lamina foliar y ocasionalmente la muerte. La necrosis puede llegar a causar defoliación.

Los síntomas secundarios más comunes son achaparramiento o enanismo, hojas encarrujadas y moteadas, necrosis de nervaduras por el envés de la hoja y tallo. La necrosis puede ser más severa

en la infección primaria. el moteado puede no ser apreciable a bajas temperaturas (10 °C), pero a 25°C se aprecia encarrujamiento y rugosidad del follaje.

Algunas variedades que desarrollan necrosis al infectarse con variante común, pueden llegar a mostrar anillos de color castaño claro en la piel de los tubérculos. Otras al ser infectadas con variantes del grupo "C" pueden presentar necrosis interna y externa en los tubérculos. La variante necrótica (PVYN) induce un moteado muy leve en la infección primaria y no hay síntomas en los tubérculos.

### Mosaico latente

Tal vez sea la enfermedad viral más común en papa debido a su diseminación mecánica y en algunos casos puede infectar campos completos; causando reducciones en el rendimiento hasta del 15 %.

Como su nombre lo indica el síntoma principal es el mosaico (Figura 33), pudiendo ser leve, mediano o severo, también puede observarse mosaico rugoso con reducción de los folíolos. En algunas ocasiones puede causar necrosis apical que puede matar parcial o totalmente a la planta. Cuando el PVX coincide con otros virus como PVY o PVA puede inducir encarrujamiento y rugosidad en las hojas además de necrosis. Existen variantes del virus que no inducen síntomas obvios en la planta y son las que prevalecen.

La enfermedad es muy común en los cultivos debido a la existencia de variantes del virus que no inducen síntomas obvios, por lo cual pasan desapercibidos durante la época de cultivo y sirven de fuente de inóculo. Su transmisión es mecánica y se realiza a través de los aperos de labranza, animales, trabajadores y por roce entre plantas propiciado por el viento. Dada la ausencia de síntomas y su facilidad de transmisión (4 a 5 días para infectar la planta completa), puede afectar campos completos, pasando de un ciclo a otro a través del tubérculo semilla y en malezas aledañas al cultivo.



Figura 33. Virus "X" de la papa (mosaico latente).

### COSECHA

Antes de efectuar la cosecha es necesario muestrear para revisar el tamaño de los tubérculos, cuando el 70% de ellos alcancen el tamaño deseado se elimina el follaje en forma manual, mecánica o química; en el caso de eliminar el follaje con desecantes, se puede utilizar Gramoxone (Paraquat), en dosis de 6 a 8 lt/ha ó Reglone (Dicuat), en dosis de 5 lt/ha con suficiente agua para bañar toda la planta.

Después de eliminar el follaje, se sugiere esperar al menos 15 días para realizar la cosecha; antes de esto, conviene observar que la piel de los tubérculos no se desprenda al frotarse con las yemas de los dedos. No se debe cosechar con suelo muy húmedo para evitar problemas de pudriciones. Es conveniente dejar secar los tubérculos antes de que se pongan dentro de arpillas o cajas germinadoras.

La cosecha se puede realizar con cosechadoras mecánicas accionadas por un tractor, con la yunta o con bieldos reforzados. Los tubérculos se deben clasificar por tamaños (3 categorías) y separarse los que estén deformes o rajeteados.

## ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA DE PAPA PARA LA SIEMBRA

La papa para consumo en fresco generalmente no se almacena en México debido a que es posible producirla todo el año en diferentes regiones. Inmediatamente después de cosechada es transportada a los lugares de consumo y distribución. En caso de que exista necesidad de almacenar los tubérculos destinados para el consumo en fresco, esto se debe hacer a una temperatura de 4 °C y en un lugar bien ventilado y oscuro para que la piel de los tubérculos no se haga verde.

Los tubérculos destinados para semilla generalmente se tienen que almacenar de la cosecha a la siembra del próximo ciclo. Se recomienda que la semilla sea certificada o bien que haya sido producida por el método artesanal aplicando una selección negativa (eliminando plantas enfermas) o positiva (seleccionando las plantas sanas). Esto puede ser hecho por el productor en el campo de acuerdo a las normas de calidad y sanidad requeridas para la producción de semilla.

Una vez cosechada la semilla, se recomienda almacenarla en cajas por lo menos tres meses antes de la siembra, para lograr obtener tubérculos verdeados, turgentes y con brotes cortos y vigorosos aptos para la siembra.

Las condiciones ideales de almacenamiento son bajo luz difusa y buena ventilación con temperaturas frescas. El local puede ser rústico hecho con madera y techo de palma o lámina, o también puede servir alguna construcción de tabique y cemento bien ventilada. Las papas se pueden colocar en cajas, arpillas o a granel, pero bajo cualquier método, es preciso voltearlas cada dos o tres semanas para lograr un verdeo y desarrollo de brotes uniforme. Además se les debe aplicar algún tratamiento de desinfección previo al almacenamiento para evitar la diseminación de enfermedades y de ser necesario algún insecticida. La utilización de Bencimidazoles, por ejemplo Tecto 60 en dosis de 80 gr/ton, aplicados antes de almacenar los tubérculos pueden disminuir las pudriciones provocadas por *Fusarium*. También se

pueden usar algunos insecticidas como Decis que ayuda a controlar el ataque de insectos en algunos lugares, principalmente de la palomilla de la papa, durante el almacenamiento de la semilla.

Se debe evitar estibar más de cinco arpillas o siete cajas en el almacén y dejar áreas libres (calles) para tener una buena ventilación y poder transitar al voltear la semilla periódicamente.