

**FUNDACIÓN  
PRODUCE**  
*Sinaloa* A.C.  
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

Experiencias en el manejo del  
**cultivo de jatropha**  
bajo condiciones de riego  
y temporal en el norte de Sinaloa

José Guadalupe Félix Moreno



RESULTADOS DE PROYECTOS

# **Experiencias en el manejo del cultivo de jatropha bajo condiciones de riego y temporal en el norte de Sinaloa**

**José Guadalupe Félix Moreno<sup>1</sup>**

## Índice

I. Introducción.....	7
II. Descripción de la planta de <i>Jatropha curcas</i> .....	8
III. Tecnología de producción.....	12
3.1 Preparación de terreno.....	12
3.2 Plantas (tóxicas y no tóxicas).....	12
3.3 Época de siembra.....	12
3.4 Método de siembra.....	12
3.5 Marco de plantación .....	13
3.6 Fertilización.....	13
3.7 Riegos.....	14
3.8 Podas.....	17
IV. Protección vegetal.....	17
4.1 Combate de maleza .....	17
4.2 Plagas.....	18
4.3 Enfermedades.....	18
V. Recolección o cosecha .....	18
VI. Mercados .....	18
VII. Impacto y beneficios.....	19
VIII. Ficha técnica.....	20
IX. Resultados de rendimiento de semilla de <i>Jatropha curcas</i> .....	21
Bibliografía.....	24

---

## I. Introducción

México es un país de gran biodiversidad que alberga un alto número de plantas autóctonas, cuyo potencial es desconocido por ser escasamente estudiadas.

Una de estas plantas poco investigadas es el piñón o piñoncillo (*Jatropha curcas* L.). Esta planta es un miembro de la familia Euphorbiaceae, que se localiza en climas tropicales y semitropicales, su centro de origen se considera en América Central y México.

Fue trasladada a otros lugares del mundo, donde se le han encontrado usos y ventajas.

Actualmente, la planta de *Jatropha curcas* L. está siendo cultivada en la India y África, con la finalidad de producir aceites que son materia prima para trasformarla en biodisel, para seguir la tendencia global de buscar fuentes de energía más limpias e inofensivas al ambiente.

La jatropha resiste altas temperaturas y sequías, al tiempo que protege y fertiliza el suelo.

La planta es tan venenosa que ni siquiera hace falta cuidarla de sus depredadores.

Estudios en la India determinaron que durante más de ocho meses de sequía al año y temperaturas que rondan más de 40°C no marchitan a la planta, que también protege el suelo de la erosión y libra al cielo de parte de los gases contaminantes.

La jatropha está reportada como que se adapta bien a condiciones climáticas áridas y semiáridas, con precipitaciones pluviales entre 300 y mil milímetros (mm) anuales en altitudes entre 0 a mil 200 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperaturas por encima de los 20°C.

Estas condiciones climáticas prevalecen en la zona norte de Sinaloa.

El conjunto de diversidad genética y condiciones ambientales motivan a validar el comportamiento de esta planta en nuestra región como alternativa para el norte de Sinaloa.

El abuso en el consumo de combustibles fósiles ya es considerado un problema de importancia mundial, ya que se relaciona directamente con la contaminación de la atmósfera y el calentamiento global.

Se ha iniciado la búsqueda de combustibles más limpios y respetuosos del medio ambiente; la alternativa es la producción de

combustibles biológicos.

La *Jatropha curcas* produce semilla con alto contenido de aceite base para la producción de diesel biológico, que es un combustible más limpio y respetuoso del ambiente.

Esta especie crece en forma silvestre en algunas zonas de México, pero apenas se explora en el estado de Sinaloa.

La *jatropha* es una especie de alta rusticidad que puede adaptarse a las condiciones del estado de Sinaloa.

Se reportan variedades con alto potencial productivo y adaptabilidad para explotarse extensivamente, lo que debe aprovecharse.

El proceso agroindustrial de la semilla produce biodiesel, que es un combustible respetuoso de la ecología.

El cultivo de *jatropha* puede utilizarse en sistemas integrales para el desarrollo rural -con la venta de semilla- o producir aceite y jabón, así como fertilizante orgánico con el subproducto de la extracción de aceite.

## II. Descripción de la planta de *jatropha* (*Jatropha curcas* L.)

1. Altura: De 4 a 8 metros.
2. Vida productiva: De 45 a 50 años.
3. Tallo: Erguido con ramas gruesas.
4. Madera del árbol: No tiene uso.
5. Hojas verdes: De 6 a 15 cm de largo y ancho.
6. Fruto oval de 30 mm de longitud, aproximadamente.
7. Cada fruto contiene de dos a tres semillas.
8. Semillas de color negro, con una longitud de 17 a 20 mm. Ancho de 10 a 12 mm (Figura 1)
9. Mil 700 semillas suman un kilo, aproximadamente.
10. Aceite en semillas: De 30 a 40% (52% en el municipio de Sinaloa).
11. Las ramas contienen un látex blanquizco.
12. Cinco raíces en semilla germinada.
13. Una raíz central y cuatro pivotantes (lados).
14. Se defolia (caída de hojas) en sequía. En invierno, su desarrollo queda latente (inactivo).
15. No soporta temperaturas bajo cero prolongadas.
16. Principales aceites: Oleico y linoleico, principalmente.

La planta de *jatropha* es una opción viable en la producción de bioenergéticos. El aceite de sus semillas (de 30 a 40%) puede ser transformado en biodiesel mediante proceso de esterificación<sup>2</sup>.

En el caso de variedades tóxicas de *jatropha*, el aceite puede ser transformado en bioplaguicidas.

Los subproductos en la elaboración de biodiesel con aceite de *jatropha* son: Glicerina y la pasta resultante de la extracción de aceite.

<sup>2</sup> Proceso por el que se sintetiza un éster. Un éster es un compuesto derivado formalmente de la reacción química entre un oxácido y un alcohol.

La floración en la planta de *jatropha* (Figura 3) puede presentarse entre uno y dos años, pero en la zona norte de Sinaloa sucede a los siete meses de que se plantó.

La producción de semilla se estabiliza a partir del cuarto al quinto año. La formación de flores está relacionada con el periodo de lluvias.

El tamaño de las inflorescencias<sup>3</sup> y la proporción de flores femeninas varían de acuerdo al vigor de los módulos de las plantaciones.

El desarrollo del fruto toma entre 60 y 100 días, desde la floración hasta la madurez de la semilla. La reproducción de frutos se detiene cuando inicia el periodo de lluvias.

El desarrollo de los frutos se presenta frecuentemente disperejo y el crecimiento de los frutos tardíos comienza hasta después de la maduración de los frutos tempranos (Figura 4 y 5).

Las plagas y enfermedades en la planta de *jatropha* en estado silvestre no representan gran problema. Sin embargo, en condiciones extensivas de monocultivo las plagas y enfermedades pueden ser un inconveniente.

El clima para el cultivo de *jatropha* debe de ser tropical o subtropical, con temperatura media anual a los 24°C.

La planta soporta heladas leves de corta duración, siempre que no se presenten heladas por debajo de los 0°C.

Se desarrolla en altitudes sobre el nivel del mar de hasta mil 200 metros, preferentemente, y con una precipitación pluvial desde 300 hasta mil 200 mm anuales de lluvia.

La *jatropha* es una planta perenne, su ciclo productivo se extiende de 45 a 50 años, es de crecimiento rápido y posee una altura de 4 a 8 metros.

No requiere un tipo de suelo especial porque crece casi en cualquier parte, incluso en las tierras arenosas y salinas. Su requerimiento de agua es sumamente bajo y puede soportar periodos largos de sequedad, aunque es susceptible a inundaciones.



3 Forma en que aparecen colocadas las flores en las plantas.



Figura 1. Semillas de jatropha en etapa de pregerminación.



Figura 2. Planta de jatropha lista para ser sembrada.



Figura 3. Inicio de floración en planta de jatropha.



Figura 4. Inicio de fructificación de jatropha, a siete meses de plantada.



Figura 5. Frutos de jatropha listos para ser cosechados.



Figura 6. Sección de terreno preparado con el sistema de riego presurizado ya instalado.



Figura 7. Planta de *Jatropha curcas* tóxica a un mes de plantada en el Campo Experimental Sinaloa.



Figura 8. Plántula de *Jatropha curcas* no tóxica en vivero de CIIDIR, unidad Guasave.

### III. Tecnología de producción

#### 3.1. Preparación del terreno

En condiciones de riego (goteo y rodado) y temporal se realizan dos pases de rastra para eliminar malezas que se encuentren en ese momento (Figura 6).

#### 3.2. Plantas (tóxicas y no tóxicas)

Existen plantas tóxicas procedentes de la India, África y Asia y las plantas no tóxicas se encuentran en Centro América. En México se localizan en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Michoacán y Sinaloa.

En el Campo Experimental Sinaloa se encuentra un lote con variedades tóxicas (BIOD1, BIOD2, BIOD3 y BIOD4) plantadas el 16 de febrero de 2007 (Figura 7).

En las instalaciones del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), unidad Guasave, se encuentran especies provenientes de los estados de Veracruz, Puebla y Morelos (Figura 8).

#### 3.3. Época de siembra

Se recomienda realizar el planteo en las primeras lluvias del temporal, en riego por goteo y rodado en cualquier época del año.

#### 3.4. Método de siembra

La propagación se realiza mediante semillas y/o esquejes (estacas) en invernadero.

La semilla se recomienda sembrarla en vivero a finales de marzo o principios de abril, para que se encuentre en condiciones de realizar el trasplante en las primeras lluvias del temporal.

Las semillas para siembra deben ser obtenidas de plantas que mostraron altas producciones.

El almacenamiento de las semillas no deberá exceder de 10 a 15 meses, se debe supervisar la calidad en las semillas durante este tiempo, considerando su contenido de aceite.

La germinación de las semillas tiene una duración de 15 días y puede comenzar incluso a partir del tercero al quinto día.

El porcentaje de germinación oscila entre el 70 y 90%. Las plántulas se desarrollan durante tres meses en invernadero y se encuentran listas para ser trasplantadas en campo cuando tienen una altura entre 40 y 50 centímetros.

El esqueje (estacas) para la propagación de la planta debe provenir de ramas blandas, con longitud entre 20 y 40 centímetros y un diámetro de 1 a 3 centímetros, a plantarse en bolsas de plástico de polietileno transparente 10x20 antes del temporal (dos meses) o, bien, si es riego por goteo o rodado se realiza directamente.



Figura 9. Visita al lote de jatropha a dos meses de desarrollo.



Figura 10. Marco de plantación 2x2 en el sistema de riego por goteo.

Los esquejes pueden plantarse también directamente en el campo cuando las condiciones de este cultivo son favorables.

#### 3.5. Marco de plantación

La plantación en campo puede realizarse a distancia de 2x2, con una cavidad de 2 mil 500 ó 3x3, con cavidad de mil 98 plantas por hectárea. En cepas (hoyos) de 30x30 centímetros habrá que controlar la maleza durante el establecimiento de la plantación y el desarrollo inicial de las plantas.

#### 3.6. Fertilización

Se sugiere aplicar estiércol durante el trasplante, en cantidad de 0.25 a 2 kilogramos por plántula, seguido de 20 ó 30 gramos de urea después de 30 días.

La aplicación de nitrógeno (urea) propicia la floración.

Estas cantidades no son definitivas, se necesita un análisis de suelo para conocer las propiedades y fertilidad en los suelos.

### 3.7. Riegos

En goteo, se recomienda aplicar los riegos manteniendo el bulbo húmedo o según lo requiera la planta. Para el sistema de goteo se cuenta con un equipo de bombeo portátil (Figura 16).

En rodado, los riegos se aplican cada 15 ó 20 días en la época de secas, para aplicar estos riegos en el Campo Experimental Sinaloa se cuenta con una pila o reservorio para alimentar cada sistema (Figura 15).

A continuación se presentan cuatro figuras con la captación de agua en milímetros en cada sistema (goteo, gravedad y temporal).

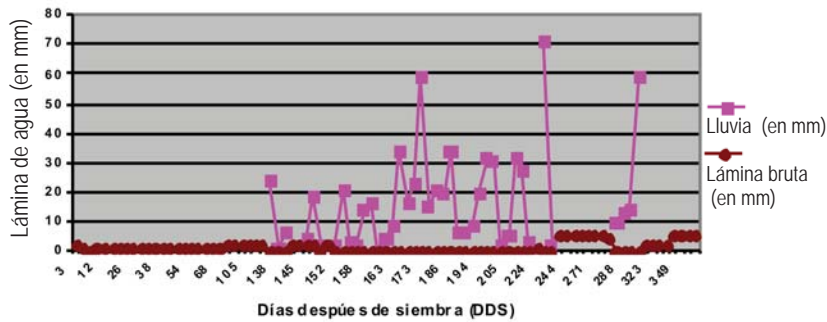


Figura 11. Aportaciones de agua (riego y lluvia) en jatropha bajo riego por goteo.

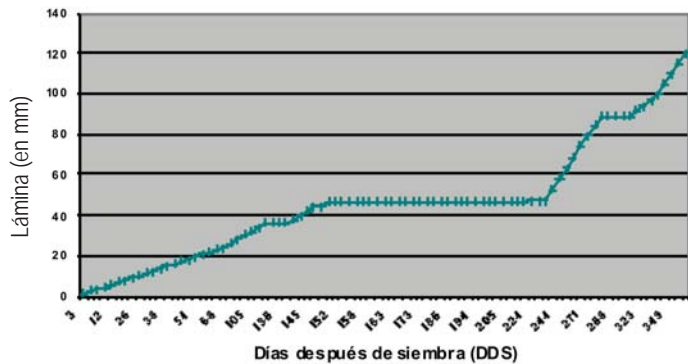


Figura 12. Lámina de agua aplicada acumulada en jatropha bajo riego por goteo.

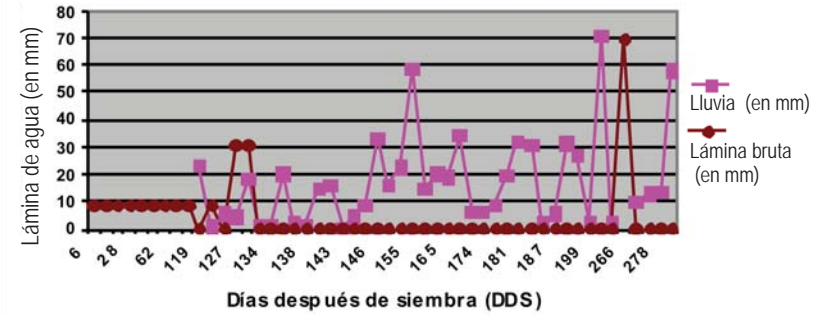


Figura 13. Aportaciones de agua (riego y lluvia) al cultivo de jatropha bajo riego por gravedad.

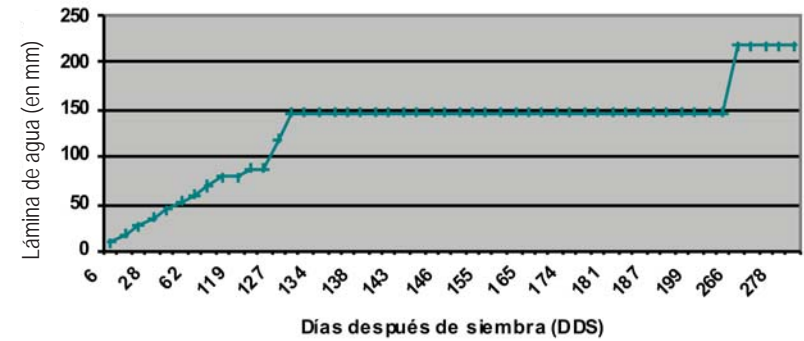


Figura 14. Lámina de riego aplicada acumulada en jatropha bajo riego por gravedad.

Cuadro 1. Lámina total aplicada en cada sistema de riego en jatropha.

Sistema	Lluvias (en milímetros)	Riego (en milímetros)	Total (en milímetros)
Goteo	691	119.81	810
Gravedad	691	218.2	909.2
Temporal	691	-----	691







Figura 15. Depósito de agua para alimentar el sistema de riego por goteo y el sistema de riego por gravedad.



Figura 16. Equipo portátil de bombeo para la alimentación del sistema presurizado.



Figura 17. Planta de jatropha no tóxica en plena floración, con plaga de chinche (patas laminadas).



Figura 18. Planta de jatropha libre de plagas y enfermedades, a un mes y medio de ser plantada en el Campo Experimental Sinaloa.



Figura 19. Fruta de jatropha tóxica a 10 meses de plantada, lista para ser cosechada.

### 3.8. Podas

La poda se realiza a 35 ó 45 cm de altura, esto propicia el desarrollo de las ramas laterales al inicio del segundo periodo de lluvia.

La poda de formación en árboles adultos se realiza entre marzo y mayo; se debe mantener una altura adecuada en la planta para facilitar la cosecha.

## IV. Protección vegetal

### 4.1. Combate de malezas

En las primeras etapas de desarrollo de la jatropha es cuando se tiene el problema de malezas, tanto de hoja ancha como angosta.

Se recomienda aplicar 2 litros de herbicida Faena fuerte en 200 litros de agua por hectárea o, bien, si es con mochila de 15 litros de agua se aplican 140 cm<sup>3</sup> del producto.

#### 4.2. Plagas

La principal plaga en *Jatropha curcas* no tóxica es la mosca blanca, que se presenta en las primeras etapas de su desarrollo, que es donde sus hojas se encuentran muy tiernas.

Para su control biorracional se aplica jabón en polvo (marca Foca), la dosis son 200 gramos por hectárea en 200 litros de agua. El control químico es con Agrimec 1.8% CE (abamectina).

La planta tóxica no presenta problema alguno con mosca blanca, pulgones, chinches, etcétera (Figuras 17 y 18).

#### 4.3. Enfermedades

La *Jatropha* tóxica y no tóxica es susceptible a la enfermedad conocida como pudrición texana (*Phymatotrichum omnivorum*), hongo que se encuentra en algunos suelos que tienen problemas de drenaje.

#### V. Recolección o cosecha

La primera cosecha en terrenos del Campo Experimental Sinaloa se realizó a los 10 meses después de plantada, pero este tiempo a cosecha se puede modificar de acuerdo a la fecha de planteo, condiciones climáticas y tipo de suelo.

La cosecha se realiza manualmente, recogiendo la fruta cuando obtenga una coloración amarilla; no se debe esperar a que se encuentre seca la cáscara porque se cae y se dificulta más la recolección, al estar esparcida en el suelo (Figura 15).

#### VI. Mercados

Se prevé que el consumo de aceites vegetales con destino a biodiesel prácticamente se duplique entre 2006 y 2010, al pasar de alrededor de 8 millones de toneladas a 15.5 millones de toneladas.

La producción mundial de etanol es actualmente de 50 mil millones de litros por año, mientras que la producción mundial de biodiesel es 10 veces menor en volumen.

Se prevé que la demanda mundial de biocombustibles crezca gradualmente a 120 mil millones de litros en 2017 y generará una gran oportunidad de comercialización a los países con excedentes exportables a precios competitivos.

En lo que es, a la vez, un impulso y una amenaza potencial para los involucrados en el cultivo de *Jatropha curcas*, algunas de las principales empresas del mundo en biotecnología, agroindustria y fabricación de automóviles se han unido para convertir a la planta en un importante cultivo de biocarburantes.

ADM, Bayer CropScience AG y Daimler AG anunciaron que van a estudiar conjuntamente la posibilidad de una industria de biodiesel sobre la base de aceite de *Jatropha*.

Un "Memorando de entendimiento" fue firmado por las empresas.

Hace unos años, la *Jatropha* era prácticamente desconocida fuera de un pequeño grupo de expertos en bioenergía y ha sido típicamente subutilizada y poco investigada. Esto está cambiando en gran medida tras las subidas de precios de aceites.

Plantaciones de *Jatropha* en gran escala proveerían una cantidad enorme de energía renovable a partir del Sol, el agua de lluvia y los elementos en suelos y aire.

Las plantaciones de *Jatropha* capturan alrededor de 6 toneladas de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por hectárea durante su desarrollo.

Un precio supuesto de 0.40 euro por kg de aceite de *Jatropha* equivaldría a 680 euros por hectárea.

En 100 mil hectáreas, 68 millones de euros y en un millón de hectáreas, 680 millones de euros. La producción de aceite de *Jatropha* puede ser conveniente mediante cooperativas.

De este modo, sería posible realizar proyectos mundiales relacionados con bioenergía y ecología y, a la vez, se capitalizarían los países en desarrollo.

#### VII. Impacto y beneficios

##### Impactos positivos en el desarrollo

- Generación de empleos en comunidades rurales.
- Beneficios para inversionistas y productores.
- Uso de terrenos improductivos.
- Obtención de bonos de carbono y certificados de reducción de emisiones de gas efecto invernadero (CO<sub>2</sub>).
- Se evita la utilización de alimentos para la elaboración de biocombustibles.
- Se participa en programas y mecanismos relacionados con energía limpia.

##### Impactos positivos en el medio ambiente

- Captura de bióxido de carbono.
- No se interviene en el ciclo del carbono.
- Se evita la desertificación, deforestación y degradación de los suelos.
- Se favorece la biodiversidad y conservación ecológica en zonas marginales.
- Reducción en el uso de energía fósil primaria.
- Disminución de las emisiones de bióxido de carbono.

##### Beneficios para inversionistas

- Acceso al mercado de biomasa y biocombustibles.
- Acceso al mercado de bonos de carbono.
- Creación de capacidad técnica y comercial.

**Beneficios a productores**

- Ganancias económicas.
- Aseguramiento de ingresos adicionales duraderos.
- Acceso a biocombustibles.
- Obtención de asistencia técnica y capacitación.
- Aprovechamiento de los suelos improductivos marginales.
- Mayor influencia en el ámbito rural.
- Se evita la degradación de los suelos y la deforestación.

**VIII. Ficha técnica**

Nombre Científico: *Jatropha curcas* L.

Nombre común: Piñón, tempate, piñón botija, piñón de leche, coquito, coquillo, cotoncito, etcétera.

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Embryophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiales

Subfamilia: Crotonoideae

Tribu: Jatropeae

Género: *Jatropha*

Especie: *J. curcas*

**Varietades:** BIO1, BIO2, BIO3 y BIO4 tóxica. Plantación en Campo Experimental Sinaloa, en el municipio de Sinaloa.

**Características:** Es una planta perenne, cuya vida productiva se extiende de 45 a 50 años, es de crecimiento rápido y tiene una altura normal de 2 a 3 metros, en condiciones especiales crece de 5 a 8 metros.

El grosor del tronco es de 20 cm, con crecimiento desde la base del tallo con distintas ramas.

La primera fructificación se da a los ocho meses de edad, el fruto tiene la forma de una nuez verde, se torna amarilla y madura para tomar un color oscuro. Tiene tres semillas de color negro y su uso es para la producción de biodiesel.

**IX. Resultados de rendimiento de semilla de *Jatropha curcas*****Cuadro 2. Rendimientos de semilla por hectárea en sistema de riego por goteo.**

Cultivo	Varietad	Sistema	Rendimiento en kg/ha
Jatropha	Clon 2	Goteo	869
Jatropha	Clon 3	Goteo	701
Jatropha	Clon 4	Goteo	666
Jatropha	Clon 1	Goteo	660

**Cuadro 3. Rendimientos de semilla por hectárea en sistema de riego por gravedad.**

Cultivo	Varietad	Sistema	Rendimiento en kg/ha
Jatropha	Clon 4	Gravedad	750
Jatropha	Clon 3	Gravedad	689
Jatropha	Clon 2	Gravedad	590
Jatropha	Clon 1	Gravedad	580

**Cuadro 4. Rendimientos de semilla por hectárea en temporal.**

Cultivo	Varietad	Sistema	Rendimiento en kg/ha
Jatropha	Clon 4	Temporal	573
Jatropha	Clon 3	Temporal	525
Jatropha	Clon 2	Temporal	435
Jatropha	Clon 1	Temporal	421



Cuadro 5. Características físicas de la semilla de *Jatropha curcas*.

Muestra	Semilla con testa <sup>4</sup>			Grano			Testa	Grano
	Longitud en milímetros	Grosor en milímetros	Peso en gramos	Longitud en milímetros	Grosor en milímetros	Peso en gramos		
S1 <sub>T</sub>	18.3±0.05	8.71±0.06	0.68±0.11	14.2±0.06	7.20±0.03	0.45±0.03	47.58	52.42
S2 <sub>T</sub>	18.2±0.03	8.63±0.03	0.71±0.05	15.0±0.00	7.50±0.00	0.49±0.02	48.19	51.81
S3 <sub>T</sub>	18.0±0.06	8.75±0.05	0.61±0.05	15.0±0.00	6.93±0.03	0.48±0.02	48.94	51.06
S4 <sub>T</sub>	18.7±0.04	8.60±0.06	0.72±0.06	15.2±0.02	7.34±0.02	0.49±0.05	53.22	46.78

<sup>4</sup>Capa externa de la semilla que sirve de protección; se desarrolla a partir de los tejidos que recubren al óvulo.

Cuadro 6. Composición del harina del grano de *Jatropha curcas* proveniente de Sinaloa.

Muestra	Porcentaje de materia seca	Porcentaje de humedad	Porcentaje de proteína (BS)	Porcentaje de aceite
S1 <sub>T</sub>	95.90	4.10	24.10±0.2	56.79
S2 <sub>T</sub>	95.17	4.83	28.45±0.25	50.29
S3 <sub>T</sub>	95.31	4.69	26.85±0.13	50.42
S4 <sub>T</sub>	95.71	4.29	25.32±0.32	54.47

Porcentaje= g/100 g; BS= Porcentaje expresado en base seca.

Cuadro 7. Contenido de fitatos, lectinas y taninos.

Muestra	Fitatos (%) <sup>a</sup>	Lectinas <sup>b</sup>	Taninos <sup>c</sup> (g/100g)
S1 <sub>T</sub>	10.15	5.72	0.128
S2 <sub>T</sub>	10.10	2.45	0.127
S3 <sub>T</sub>	10.24	6.45	0.127
S4 <sub>T</sub>	9.11	6.44	0.127

(%)<sup>a</sup>: Como equivalente de ácido fitico.

<sup>b</sup>: Cantidad mínima de muestra capaz de producir aglutinación (en miligramos sobre milímetros).

<sup>c</sup>: Equivalente a ácido tánico.

Cuadro 8. Contenido de ésteres de forbol en semillas de *Jatropha curcas*.

Muestra	Ésteres de forbol (en miligramos sobre gramos) <sup>e</sup>				
	Pico 1	Pico 2	Pico 3	Pico 4	Total
S1 <sub>T</sub>	0.004	0.007	0.004	0.002	0.017
S2 <sub>T</sub>	0.006	0.008	0.006	0.001	0.021
S3 <sub>T</sub>	0.003	0.006	0.006	0.000	0.015
S4 <sub>T</sub>	0.082	0.030	0.016	0.006	0.132

<sup>e</sup>: Como equivalente de 12-miristato-13-hidroxiforbol.

### **Bibliografía**

De la Vega, J. A. 2008. *Agro-Energía*. < <http://3wmexico.com/images/jatrophaResumen.pdf>->

De la Vega, J. A. 2006. *Biocombustibles renovables del futuro*. <<http://biocombustibles.blogspot.com/2006/12/jatropha-cultivo-para-producir.html>

E-campo. 2006. Agricultura-Cultivos. <<http://www.e-campo.com/?event=neuws.display&id=76C36B8E-1027-1FA7-A0305E6E76417206>>

Martínez, J. 2007. *El piñón, una planta nativa de México con potencial alimentario y agroindustrial*. CEPROBI-IPN <<http://hypatia.morelos.gob.mx/No12/pinon.html>>

### **Agradecimiento**

Para este documento se contó con la colaboración del M.C. Ernesto Si-fuentes Ibarra, investigador del Campo Experimental Valle de El Fuerte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarías (CEVAF-INIFAP), en la revisión y sugerencias del contenido.

También se agradece, sinceramente, a la Dra. Alma Leticia Martínez Ayala, investigadora del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), por la aportación de información para la formulación de este documento.



El pulgón verde de la papa (*Macrosiphum euphorbiae*) tiene cuerpo alargado, con diversos tonos de verde, rosado o amarillo (Figura 8). Tiene tubérculos antenales desarrollados y divergentes, antenas más largas que el cuerpo.

Posee abdomen del mismo color del cuerpo, sin manchas oscuras, cornículos cilíndricos muy largos y extendidos hacia afuera, del mismo color del cuerpo, a veces con el ápice más oscuro (Figura 9b).

Se les puede encontrar en la planta de papa, especialmente sobre las hojas superiores, brotes, tallos y flores.

El daño más importante que originan los áfidos en papa es la diseminación de virus que enferman a las plantas, como el virus (*Luteovirus*) de la hoja enrollada de la papa (PLRV, por sus siglas en inglés), el virus (*Potyvirus*) "Y" de la papa (PVY, por sus siglas en inglés), el virus mosaico del pepino (CMV, por sus siglas en inglés) y el virus mosaico de la alfalfa (AMV, por sus siglas en inglés).

Ambas especies de pulgones transmiten virus, pero *M. persicae* es un vector más eficiente.

Las plantas que se desarrollan a partir de semilla infectada con virus no

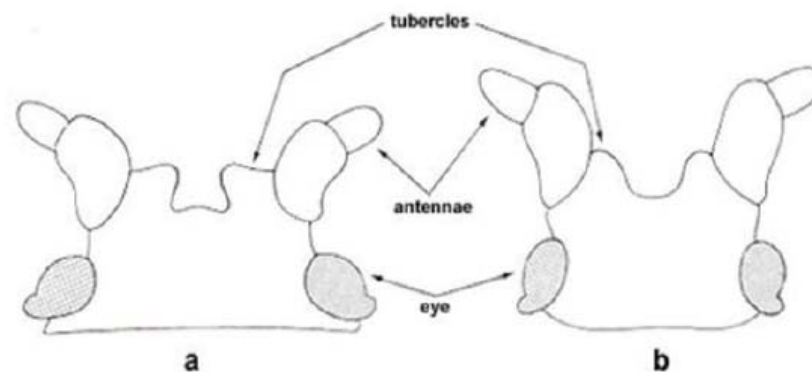


Figura 9a. *M. persicae* y 9b *M. euphorbiae*.

## Medidas de control

### Control cultural

Es importante eliminar de áreas adyacentes a donde se establecerá el cultivo -al menos unos 100 metros alrededor- plantas arvenses (malezas) que pueden ser hospederas del insecto y depósitos de virus que transmiten los áfidos, u otros insectos, tales como malva, mostacilla, chiquelite, quelites, entre otras.

### Control biológico (enemigos naturales)

Muchos parasitoides y depredadores atacan áfidos, entre los más comunes están los parasitoides avispa lisiflebus (*Aphidius testaceipes* Cresson y *Aphidius smithi* Sharma & Subba Rao) y los depredadores:

11 Animales que se alimentan de plantas.

Las catarinitas *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, *Cycloneda sanguinea* (L.), la crisopa (*Chrysoperla* spp.) y la mosca sirfide (*Syrphus* sp.).

Además, existen hongos que de manera natural reducen las poblaciones de pulgones.

Sin embargo, las aspersiones de insecticidas convencionales eliminan las poblaciones de enemigos naturales.

### Control químico

La aplicación de insecticidas para control de áfidos se recomienda en cultivos de papa para producción de semilla, cuando se observe el arribo de las hembras fundatrices (fundadora), alrededor de la primera quincena de noviembre.

Debido a que los virus que generalmente transmiten los pulgones en papa, en la región, son de estilete, los insecticidas a base de aceites minerales ayudan a limpiarlos.

Cuando el insecto introduce el estilete al tejido de la planta, las partículas virales quedan embebidas en la película de aceite asperjado.

Para el daño que los áfidos ocasionan no hay umbral determinado en la región, sin embargo es recomendable realizar un anillo<sup>12</sup> con insecticida cuando se observe el arribo de las hembras fundatrices y al percatarse de plantas enmeladas<sup>13</sup> por infestaciones altas del insecto.

Insecticidas recomendados: Aceite parafínico de petróleo (Saf-T-Side®), de 2 a 3%.

Pirmicarb (Pirimor®), 500 centímetros cúbicos por hectárea (cm<sup>3</sup>/ha); Pymetrozine (Plenum®), 300 gramos por hectárea (g/ha); Thiamethoxam (Actara®), 250 cm<sup>3</sup>/ha y Acetamiprid (Rescate®), 250 cm<sup>3</sup>/ha.

Imidacloprid (Confidor®), 300 cm<sup>3</sup>/ha; Dimetoato (Aflix® y Rogor®), 1 litro por hectárea (L/ha) y Metamidofos (Tamarón® y Monitor®), 1.5 L/ha.

Los primeros tres insecticidas indicados son, hasta cierto grado, selectivos o, al menos, tienen un efecto negativo reducido sobre la fauna benéfica. Otros insecticidas biorracionales que se pueden emplear, de preferencia cuando el cultivo no está destinado a la producción de semilla son: Insecticidas entomopatógenos comerciales a base de *Verticillium lecani* (Verti-Sin®), *Entomophthora* sp.

Se sugieren insecticidas comerciales a base de nim o de extractos artesanales (Bioissa®), a diferentes dosis (en mezcla con aceite); jabones para ropa (Vel Rosita), a dosis de 2 L/ha o jabones insecticidas (Rhudo®), a dosis de 2 cm<sup>3</sup>/L de agua.

12 Aplicaciones parciales de productos químicos.

13 De enmelar: Untar con miel.

**Palomilla de la papa.** Los adultos tienen el cuerpo color plateado y alas anteriores color grisáceo, con pequeñas manchas oscuras y un borde angosto de pelillos.

Una hembra (Figura 10) puede depositar en el envés de las hojas, tallos, brotes en tubérculos, cerca de las yemas y en materiales presentes en almacén, individualmente o en grupos, entre 40 y 290 huevecillos durante su periodo reproductivo.



Figura 10. Palomilla de la papa.

La etapa larval transcurre por cuatro fases. La primera es de color amarillo cremoso y mide alrededor de 1.25 mm de largo (Figura 11), mientras que en el último estadio mide un promedio de 9.9 mm de largo, en el dorso presenta una coloración rosácea y el resto del cuerpo es verdoso.

Al completar su desarrollo, la larva se introduce en el suelo para pupar<sup>14</sup>; en papa almacenada pupan sobre el tubérculo, en desperdicios dejados en almacén y en tubérculos viejos y dañados. La pupa es de color marrón y mide unos 6 mm de largo.



Figura 11. Huevecillos y larva de primera fase de palomilla de la papa.

14 Parte de la metamorfosis de los insectos.



## Medidas de control

Algunos investigadores señalan que el estado más susceptible de *P. operculella* es la larva de primer y segundo instar, quienes después de emerger de los huevecillos vagan por un tiempo antes de penetrar a la planta, una vez dentro del nicho de alimentación y desarrollo es inmune a los insecticidas.

### Control cultural y poscosecha

- Eliminación de hospederas silvestres en la periferia (toloache, tomatillo silvestre, chiquelite y otras) antes de la siembra.
- Siembra temprana. Las siembras tempranas escapan a las poblaciones elevadas de palomilla de la papa, que se presentan a partir de marzo. En abril y mayo las poblaciones son extremadamente altas.
- Uso de semilla sana.
- Siembra profunda y aporque alto.
- Riegos frecuentes (aspersión).
- Eliminación del follaje con cosecha próxima.
- Cosecha temprana.
- Eliminación de residuos de la cosecha anterior.
- Reducción del periodo de siembra.
- Rotación de cultivos.
- Movilización rápida y selección cuidadosa de los tubérculos después de la cosecha.
- Uso de barreras mecánicas durante el almacenamiento.
- Revisión periódica de los almacenes.

### Control biológico (enemigos naturales)

Hasta la fecha, se desconocen los enemigos naturales de la palomilla de la papa en la región norte de Sinaloa; las repetidas aplicaciones de insecticidas les brindan muy pocas oportunidades de presentarse.

Depredadores generalistas como crisopas, chinches y catarinitas posiblemente se presentan para consumir huevecillos y larvas pequeñas del insecto, además de enfermedades provocadas por entomopatógenos como **Bacillus thuringiensis**.

### Control químico

El uso de insecticidas para control de *P. operculella* se sugiere cuando se detecte defoliación<sup>15</sup> de 33% o mayor a partir de la floración del cultivo.

Otro umbral económico recomendado se considera cuando de 100 plantas revisadas se encuentren 10 con dos o tres larvas vivas.

Además, después de eliminar el follaje es importante inspeccionar la

15 Remover tierra para amontonarla en el tallo de la planta.

16 Caída de la hoja.

presencia de adultos y asperjar un adulticida<sup>17</sup> para prevenir el daño a los tubérculos.

También se sugiere utilizar trampas con feromonas sintéticas, para esto se sugiere colocar una trampa con feromonas cada 5 hectáreas y realizar el control químico al capturar un promedio de tres palomillas por trampa cada noche, durante 10 días seguidos. Esto -de acuerdo a datos de muestreo en la región- puede ocurrir a partir de la segunda semana de enero.

Los insecticidas y dosis recomendados son: Diflubenzurón (Dimilin®), 300 gramos por hectárea (g/ha) o *Bacillus thuringiensis* (Dipel®, Bio-bit®), 750 g. Ambos insecticidas son para el control de larvas pequeñas en el follaje.

Clorpirifos (Lorsban®), a dosis de 750 a mil g/ha; Azinfos metílico (Gusatión M 20®), de 2 a 3 litros por hectárea (L/ha); Cyflutrina (Bay-troid®), de 500 a 750 cm<sup>3</sup> por hectárea y Metomilo (Lannate®), de 300 a 400 g/ha.

**Mosquita blanca.** Los adultos miden aproximadamente 1.5 mm, tienen el cuerpo de color amarillo y alas que descansan sobre el mismo, están cubiertos por una especie de polvillo ceroso de color blanco.

Las hembras depositan cientos de huevecillos, generalmente por el envés de las hojas; son alargadas, como un gajo de naranja o un diente de ajo, pero el extremo basal es de forma redondeada y la parte superior es más aguda.

Recién depositadas son transparentes y brillantes; miden 0.186 mm de largo por 0.089 mm de ancho; a medida que se acerca su eclosión<sup>18</sup> se tornan de color oscuro.

Las ninfas son de forma oval, vistas dorsalmente su cuerpo es más ancho en la parte anterior que en la posterior y son aplanadas como escamas (Figura 12).

Las ninfas de primer instar presentan patas y antenas de tamaño ligeramente mayor que el de los huevecillos, son de color blanco translúcido.

Las ninfas de último instar miden cerca de 1 mm de largo, son de color amarillo con dos puntos de color rojo oscuro, que son los ojos del adulto próximo a emerger.

En el cultivo de la papa se presentan elevadas poblaciones de mosca blanca, sobre todo en siembras tardías a partir de abril. Por eso es muy importante sembrar en el periodo de siembra recomendado.

El daño que causan es similar al que realizan los pulgones: Debilitan a la planta al succionar la savia, provocan distorsión de hojas, enmielado del follaje y propician la presencia de fumagina<sup>19</sup>.

17 Insecticida que elimina las formas adultas de la palomilla.

18 Momento en que se rompe la envoltura del huevecillo.

19 Cubierta superficial de color negro que se desarrolla sobre el follaje y frutos de las plantas.



Figura 12. Ninfas y adultos de mosquita blanca.

Todo lo anterior puede incidir finalmente en la reducción del rendimiento y posiblemente en menor tamaño del tubérculo.

## Medidas de control

### Control cultural

Se recomienda, principalmente, sujetarse al periodo de siembra recomendado por la Secretaría de Agricultura, Gandería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), eliminar plantas hospederas arvenses preferidas, al menos 100 metros alrededor de la superficie del cultivo, previo a la siembra o emergencia de la planta de papa y de preferencia evitar sembrar cerca de otros cultivos hospederos de otoño-invierno como tomate, tomatillo y cucurbitáceas.

### Control biológico (enemigos naturales)

En la región norte de Sinaloa, la mosquita blanca cuenta con varias especies de enemigos naturales, que atacan y se alimentan de esta plaga en diferentes etapas de su desarrollo biológico, como depredadores: Chinche pirata (*Orius* sp.), chinche ojona (*Geocoris* sp.), chinche pajiza (*Nabis* spp.), chinche asesina (*Zelus* spp. y *Sinea* spp.) y crisopa (*Chrysoperla carnea* y *Ch. comanche*).

Parasitoides como *Encarsia porteri* (Mercet), *Eretmocerus eremicus* (= *E. californicus* Howard) y enfermedades provocadas por los hongos *Beauveria bassiana* Vuill. y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize).

Para el control biológico inducido se recomienda realizar liberaciones de crisopa, con cuatro o más cm<sup>3</sup> de huevecillos por hectárea, a partir de que se observen inmaduros en el envés de las hojas apicales.

### Control químico

Hasta donde sea posible es importante evitar la aspersión de insecticidas sintéticos de amplio espectro, durante las primeras semanas del cultivo, ya que se elimina la fauna benéfica, que ayuda a controlar ésta y otras plagas.

Se recomienda realizar muestreos a intervalos semanales, por la mañana, antes de las 8:00, para inspeccionar presencia de adultos en el envés de hojas apicales nuevas, completamente desarrolladas.

Muestrear 50 hojas en parcelas de 10 hectáreas o menos; la mitad, 25 hojas, se inspeccionan en una cabecera del lote y el resto en otro extremo.

Las aspersiones de insecticidas convencionales se sugieren a partir de registrar alrededor de 60% de hojas apicales infestadas con tres adultos o más.

Aspersiones de insecticidas biorracionales a base de jabón, extractos vegetales de nim (Bioissa®), aceites minerales o entomopatógenos<sup>20</sup> de los hongos *Beauveria bassiana* Vuill. (BeaSin®) y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) (PaeSin®) controlan la mosca blanca, pero las aplicaciones deben de hacerse cuando se observe la presencia de adultos y los primeros estados inmaduros en hojas apicales.

Estos insecticidas también pueden ser empleados en mezclas con insecticidas sintéticos, cuando la presencia de la plaga en el cultivo se incrementa.

Algunos insecticidas convencionales recomendados son: Endosulfan (Thiodan®), de 2 a 2.5 litros por hectárea (L/ha); Cyalotrina (Karate Zeon®), 600 centímetros cúbicos por hectárea (cm<sup>3</sup>/ha); Imidacloprid más Cyflutrina (Leverage®), de 250 a 300 cm<sup>3</sup>/ha; Acetamiprid (Rescate), de 230 a 375 gramos por hectárea (g/ha) y Thiacloprid (Calypso®), de 150 a 200 cm<sup>3</sup>/ha.

Otros insectos plaga. Existen diferentes especies fitófagas más que se presentan y dañan el cultivo de papa, como chicharritas, pulga saltona, gusano soldado, paratrioza, sin embargo, aunque en ocasiones pueden presentarse en poblaciones elevadas, el control químico que se realiza contra la palomilla de la papa u otros insectos mencionados antes ayudan al control de estas especies.

### Relación plaga-fenología

Cuando se pronostica la fenología de la papa y las etapas pronosticadas se relacionan con la posible presencia de plagas hay más tiempo para diseñar estrategias de control en forma anticipada, ya que la velocidad de crecimiento del cultivo está influida por la temperatura, como ya se mencionó anteriormente.

En las figuras 13 y 14 se presentan las etapas de la papa en las que se han observado las diferentes plagas, también se identifican los daños que provocan éstas en los órganos de la planta.

### Enfermedades

Al igual que las plagas, la predicción de la fenología puede ser de gran

<sup>20</sup> Organismo causante de enfermedades en los insectos, normalmente, bacterias, virus u hongos.

utilidad para prevenir la incidencia de algunas enfermedades, pues para que se presente una enfermedad, aunado a las condiciones climáticas, necesariamente tiene que estar presente el hospedero, que es más susceptible en función de la etapa de crecimiento en que se encuentre, lo que depende de la enfermedad en cuestión.

A continuación, se describen las principales enfermedades de la papa y su relación con la fenología de éstas en Sinaloa.

**Tizón tardío.** El tizón tardío es causado por el patógeno *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary.

El nombre de *Phytophthora* deriva de los vocablos griegos: *Phyto* = planta y *phthora* = destructor; por lo tanto, *Phytophthora* significa destructor de plantas.

Inicialmente y hasta hace poco, el patógeno fue considerado como un hongo, pero en la actualidad se ha propuesto que *P. infestans* sea considerado dentro del reino de los cromistas<sup>21</sup>.

Los patógenos que se encuentran dentro de esta clasificación se caracterizan porque la pared celular tiene celulosa, son diploides, el micelio no tiene septas y son bisexuales; en cambio, los hongos tienen quitina en la pared celular, son haploides y el micelio tiene septas.

Además, el patógeno se caracteriza por tener esporangióforos de crecimiento ilimitado, esporangios en forma de limón, zoosporas biflageladas (producidas en condiciones ambientales de temperatura de 12 a 15°C y humedad relativa de 95 a 100%) y oosporas anfígenas.

En hojas, la enfermedad inicia cuando se observan pequeñas manchas irregulares de color verde pálido a verde oscuro.

En condiciones ambientales óptimas de temperatura (de 12 a 15°C) y humedad relativa (100%), estas pequeñas manchas irregulares, que se desarrollan generalmente en los bordes y en el ápice de los folíolos<sup>22</sup>, crecen rápidamente, dando lugar a lesiones necróticas<sup>23</sup> grandes de color marrón a negro, rodeadas de un halo amarillento.

En el envés de las hojas, coincidente con las manchas que se observan en el haz, se desarrolla un mildiú blanquecino, constituido por esporangióforos y esporangios (Figura 13a).

En tallos, los síntomas se presentan como lesiones oscuras continuas, ubicadas generalmente en el tercio medio o superior de la planta y alcanzan, en algunos casos, más de 10 cm de longitud (Figura 13b).

Estas lesiones son frágiles y de consistencia vidriosa, se quiebran fácilmente con la fuerza del viento o por contacto con la maquinaria y por las personas que transitan por el campo durante las labores culturales.

En tubérculos, en la parte externa se observan depresiones muy superficiales e irregulares, de tamaño variable y de consistencia dura.

21 Grupo incluye la gran mayoría de las algas.

22 Cada una de las piezas con aspecto de hoja que forman la hoja compuesta.

23 Degeneración de un tejido por muerte de sus células.

Al hacer un ligero raspado (con un cuchillo o con la uña) debajo de la piel afectada, el tejido es de color marrón. Al cortar transversalmente un tubérculo afectado se observa en la superficie de corte una necrosis de forma irregular, de color marrón, de apariencia granular que avanza de la periferia hacia el centro de la médula (Figura 13c).

En los tubérculos afectados, que aparentemente se muestran sanos al momento del almacenamiento, la enfermedad se desarrolla lentamente y el patógeno esporula<sup>24</sup>, sin embargo, los tubérculos infectados pueden destruirse completamente, debido a que las lesiones son puerta de entrada de bacterias patógenas como *Erwinia* spp. y hongos como *Fusarium* spp., que se encuentran en la superficie de los tubérculos y causan pudrición.

*Fusarium*. Es una de las más importantes enfermedades de la papa; afecta tubérculos en almacenaje y semilla después de la siembra. Las principales especies de esta enfermedad son *F. sambucinum*; *F. solani*, variedad *coeruleum* y *F. avenaceum*.

Estos hongos sobreviven en desechos y viven en el suelo, es común encontrarlos en la mayoría de los suelos donde se cultiva papa y pueden sobrevivir como esporas resistentes por largos periodos de tiempo.

En bodega, la enfermedad se desarrolla más rápidamente con humedad relativa alta y temperaturas de 15°C a 21°C.

A temperaturas de 2.7°C en bodega, *Fusarium* está en dormancia<sup>25</sup> y el desarrollo de la enfermedad es mínimo. Al elevar la temperatura a 12°C para sacar la semilla de la bodega, los tubérculos infectados empiezan a podrirse.

24 Cuando la bacteria forma esporas.

25 Reducción de actividad y baja de metabolismo en las plantas y otros organismos, que corresponde a un estado de inactividad de los mismos.

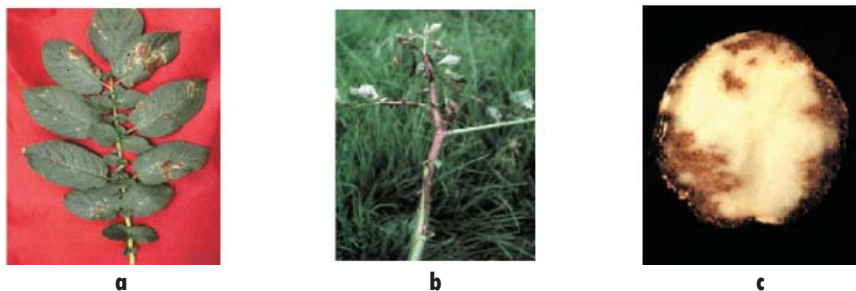


Figura 13. Daños característicos de tizón tardío en hojas (a), tallos (b) y tubérculos (c) de papa.

La pudrición seca se inicia en heridas y raspaduras. Los primeros síntomas son depresiones oscuras en la superficie del tubérculo, micelio blanco, rosa o violeta.

Al avanzar la pudrición se hace una cavidad y los tubérculos se momifican.

En el caso de *F. coeruleum* las lesiones son de color amarillo a café y para *F. sambucinum* las lesiones son de color café oscuro a negro (Figura 14).

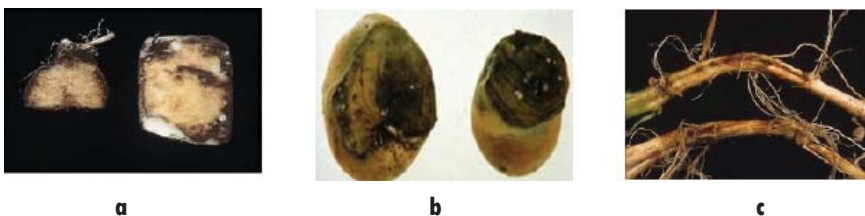


Figura 14. Aspectos de daño por *Fusarium* en semilla (a), tubérculo en almacén (b) y planta (c).

Rhizoctonia. El agente causal del chancro es el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, éste es el estado anamorfo del bacidiomycota *Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk.

Las hifas de este hongo son capaces de anastomosarse (fusión de hifas), por lo que los diferentes aislamientos han sido agrupados en función a esta particularidad.

El micelio es casi siempre de color canela o castaño oscuro y las hifas tienen un diámetro que va de 8 a 10 micras .

Este hongo se encuentra distribuido en suelos de todo el mundo, ya sea cultivados o no cultivados, y constituye un patógeno extendido en los sistemas de cultivo de papa.

Los daños más severos a la planta se producen poco después de la siembra.

El hongo afecta los brotes subterráneos, anula o retarda su emergencia, especialmente en suelos fríos y muy húmedos, lo que da como resultado desigualdad en el crecimiento, plantas débiles y fallas de emergencia (Figura 15).

Los brotes que emergen igualmente se infectan, desarrollan en la base del tallo un chancro que puede presentar depresiones profundas que producen un estrangulamiento de éste.

El hongo provoca una gran diversidad de síntomas, que incluye retardo en el desarrollo de la planta, arrosetamiento del ápice, necrosis cortical del tejido leñoso, pigmentación púrpura de las hojas y formación de tubérculos aéreos.



a. Plantas jóvenes

b. Tallos y estolones

c. Tubérculos

Figura 15. Daños de rizoctonia en diferentes órganos de la planta de papa.

El estado sexual de este patógeno se presenta en la superficie de los tallos, sobre la línea del suelo, forma una capa blanco-plomiza, sobre la que se presentan las basidiosporas, que dan a la superficie una apariencia polvorienta.

El tejido en contacto con esta capa se presenta sano. Esta etapa del ciclo de la enfermedad se denomina pie blanco.

El patógeno se mantiene de una temporada a otra en forma de esclerocio en el suelo y en la superficie de los tubérculos y como micelio en restos vegetales.

La población de *R. solani* puede incrementarse cuando se cultiva papa en el mismo campo sucesivamente.

Usar semilla altamente infestada de esclerocios también favorece el incremento de inóculo en el suelo.

Los esclerocios germinan cuando las condiciones ambientales son favorables.

El clima óptimo para el desarrollo de la enfermedad es de 18°C, que

disminuye cuando la temperatura del suelo aumenta.

Los niveles altos de humedad y, sobre todo, la falta de drenaje tienden también a incrementar la formación de esclerocios sobre los tubérculos recién formados.

Al germinar los esclerocios, el hongo invade los brotes emergentes y tallos, especialmente a través de heridas.

Durante la etapa de crecimiento de las plantas, raíces y estolones son invadidos.

La formación de esclerocios en los tubérculos nuevos se observa en cualquier momento, sin embargo, el mayor desarrollo se produce una vez que la planta está muerta y los tubérculos han quedado bajo el suelo por un tiempo prolongado.

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Este hongo sobrevive en residuos de cosecha y en la capa superior del suelo, a una profundidad de 1 a 2 pulgadas, como esclerocio de color negro y duro.

Cuando el esclerocio germina produce una estructura llamada apothecia, que dispara esporas al follaje, con lo que infecta hojas y tallos.

Bajo condiciones favorables, la apothecia expulsa ascosporas, que son transportadas por el aire.

Una sola apothecia puede producir más de 8 millones de ascosporas, que pueden germinar a temperaturas de 12 a 21°C y a una humedad relativa de 95 a 100%. El hongo deja de crecer a temperaturas mayores de 29°C.

Al igual que otros hongos, el moho blanco es favorecido por suelo y follaje húmedos.

Debido a que las ascosporas son de tamaño similar al polen, cuando son transportadas por el viento pueden ser capturadas por las flores.

Cuando las flores cubiertas con ascosporas caen al suelo infectan los tejidos en descomposición y se desarrollan hifas e infectan tallos y hojas sanas en la parte baja del follaje, lo que provoca una masa de hifas de color blanco algodonoso.

Las infecciones también pueden ocurrir por contacto directo entre un esclerocio que germina y la planta, los primeros síntomas son lesiones húmedas que pronto son cubiertas por un micelio blanco algodonoso. Los esclerocios se forman dentro o fuera de los tallos infectados (Figura 16).



**Figura 16. Infección producida por contacto directo entre un esclerocio que germina y la planta de papa.**

Sarna común. La sarna común es causada por la bacteria filamentosa *Streptomyces scabies*. No presenta síntomas en el follaje, ataca al tubérculo en desarrollo, lo que reduce significativamente la calidad de mercado y no la producción.

La enfermedad se caracteriza por la presencia de lesiones de apariencia corchosa en los tubérculos, las más comunes son las superficiales y las profundas.

Las lesiones superficiales se limitan a la cáscara del tubérculo y su aspecto puede variar desde una capa reticulada a lesiones elevadas.

Las lesiones profundas ingresan en el tubérculo y producen hoyos de dimensiones variables, que en ocasiones se asemejan al daño causado por insectos del suelo. Un tubérculo puede tener los dos tipos de síntomas (Figura 17).

El suelo seco favorece la infección del patógeno. La sarna común también es más severa en suelos con un pH de 5.5 a 7.5.

Para su control, se recomienda mantener altos niveles de humedad (cerca de capacidad de campo) en el suelo por tres o cuatro semanas desde el inicio de la tuberización, también se sugiere usar fuentes de fertilizantes de reacción ácida como el sulfato de amonio.



**Figura 17. Tubérculos infectados por *Streptomyces scabies*.**

**Cuadro 9. Relación de algunas enfermedades de la papa con los estados de desarrollo del cultivo y los daños que provocan.**

Patógeno	Etapa crítica	Daños
Rhizoctonia	Preemergencia, emergencia y primeras semanas de crecimiento vegetativo para el caso de daños en estolones y daños en base de tallos (abajo del nivel del suelo).	En riego por aspersión pudre tallos y ramas al infectar los tubérculos.
Fusarium	Daños en almacén y todo el ciclo de cultivo en el campo.	Una cosecha tardía incrementa daños, también el calor. En almacén es importante curar heridas.
Moho blanco	En cultivo cerrado y en pleno crecimiento.	
Sarna común	Inicio de tuberización y aumento del tubérculo.	Presencia de lesiones de apariencia corchosa en la piel de los tubérculos. Las lesiones más comunes son las superficiales y las profundas.
Tizón tardío	Cultivo cerrado y en crecimiento, antes de senescencia (vejez).	Susceptible en cualquier etapa; más grave al cerrarse por acumulación de humedad; pero con humedad a nivel microclima, aún plantas recién emergidas pueden morir.
Tizón temprano	Maduración y senescencia	Puede haber algo de daño antes de emerger o poco después, pero comúnmente es hasta que el follaje está maduro (sobre todo el inferior).

**Medidas de control**

En el Cuadro 10 se presentan algunas recomendaciones para implementar estrategias de control de enfermedades en el cultivo de papa. No debe olvidarse que el manejo integrado es la mejor forma de controlar las enfermedades de papa, éste no es más que el uso adecuado de todas las formas de control que se conocen.

**Cuadro 10. Control cultural y químico para algunas enfermedades de papa importantes en Sinaloa.**

Enfermedad	Control cultural	Control químico
Moho blanco	-Rotación de cultivos con gramíneas. -Al cultivar hospederos no susceptibles el esclerocio puede germinar pero el hongo no es capaz de infectar y no continúa con su ciclo. -Buen manejo de la fertilización para reducir un excesivo desarrollo del follaje. Con follaje menos denso hay menor riesgo. -Riegos apropiados, evitando excesos de humedad en suelo y follaje. -Control de malezas que son hospederos (bledo, hierba mora, verdolaga, mostacilla, etcétera).	-Endura (boscalid), de 400 a 730 mililitros por hectárea. Aplicar en la primer inflorescencia y repetir a los 14 días si las condiciones son favorables -Shogun 500 FW (fluazinam), de 500 mililitros a 1 litro por hectárea. Repetir a los siete o 10 días. -Botran 75 PH (Dicloran), 6 kilos por hectárea en intervalos de siete días. -Cercobin M (Thiofanate methyl), de 1.120 a 1.680 kilos por hectárea. Primera aplicación en la primera floración. Repetir de siete a 14 días. -Rovral (Iprodione) 50 WP, 2.240 kilos por hectárea en intervalo de siete a 21 días.
Fusarium	-Asegurarse de la madurez de la piel antes de cosechar. -Evitar golpes y heridas en los tubérculos y manejarlos con cuidado. -Limpiar y desinfectar la bodega (cloro 5.25%, 3.785 litros en 38 litros de agua). -Manejo cuidadoso de la papa al almacenarla. -Cicatrización de heridas en almacén con temperaturas de 12° a 18°C por dos semanas y 90% de	-Envolve (Tops MZ-Curzate) para papa cortada, 340 gramos por cada 45 kilogramos. -Maxim (Fludioxonil), 230 gramos por 45 kilogramos. -Mertect (Thiabendazole) 340 F 42%, 12.5 mililitros por 45 kilogramos en poscosecha. -Tops MZ, 450 gramos por 45 kilogramos. -Tops 2.5%D, 450 gramos por 45 kilogramos. -Captan 7.5%, 450 gramos por 45

	<p>humedad relativa y después bajar la temperatura .5° por día hasta alcanzar la temperatura deseada.</p> <p>-La semilla se debe almacenar de 4° a 5°C (40° a 42°F) humedad relativa 85-90% y buena ventilación.</p> <p>-El calentamiento de la semilla se debe hacer a 10°C antes de sacarla.</p>	<p>kilogramos.</p> <p>-Mancozeb 8%, 450 gramos por 45 kilogramos.</p> <p>-Maneb 7.5%, 450 gramos por 45 kilogramos.</p> <p>-Maneb 8% más Streptomycin 0.01%, 450 gramos por 45 kilogramos.</p>
Tizón tardío	<p>-Utilizar variedades de papa con resistencia.</p> <p>-Usar como semilla tubérculos sanos.</p> <p>-Eliminar todas las fuentes de infección.</p> <p>-Realizar aporques altos con la finalidad de cubrir los tubérculos superficiales.</p> <p>-Cortar el follaje infectado y ponerlo fuera del campo.</p> <p>-Evitar la cosecha en días lluviosos.</p>	<p>-Fungicidas de contacto. Dependiendo de las condiciones ambientales, las aplicaciones con estos productos pueden realizarse cada tres o siete días. Los que inhiben el crecimiento miceliano y germinación de las zoosporas, como los ditiocarbamatos (Mancozeb, Zineb, Propineb, Maneb y Metiran). Los que impiden la movilidad de las zoosporas (Captafol y Folpet) y como antiesporulantes, para reducir la diseminación: Acetato de fentin, Hidróxido de fentin, Clorotalonil y Fluazinam.</p> <p>-Fungicidas sistémicos. Se les llama fungicidas sistémicos a todos los productos químicos que al ser aplicados al follaje ingresan a los tejidos de la planta. Tienen un efecto residual largo de 10 a 15 días y se mueven dentro de la planta. El movimiento del producto químico dentro de la planta puede ser simplemente trans-laminar (como Cymoxanil, Dimetomorph</p>

		<p>o Previcur), de hoja a hoja, de tallo a hoja y/o de follaje a los tubérculos. El movimiento de arriba hacia abajo se conoce como basipétalo y de abajo hacia arriba como acropétalo. Los fungicidas con este tipo de movimiento son altamente sistémicos y pertenecen al grupo de las fenilaminas (Metalaxyl, Ofurace, Benalaxyl y Oxadixyl).</p>
Rhizoctonia	<p>-Utilizar como semilla tubérculos sanos.</p> <p>-El uso de tubérculos libres de esclerocios (GA3) es una buena medida para evitar la infección de los brotes en estado de preemergencia.</p>	<p>El uso de fungicidas (aplicados al suelo o como desinfectantes de tubérculos) no incrementa los rendimientos pero aumenta la calidad sanitaria de los tubérculos. Por otro lado, los fungicidas deberían utilizarse de acuerdo al GA presente.</p>
Rhizoctonia	<p>-Rotación de cultivos. Esta práctica es eficiente para controlar el GA3 de R. solani porque afecta sólo a la papa y cebada y no para el GA4, que afecta a muchos otros cultivos.</p> <p>-Eliminar o quemar los restos de cosecha. Esta práctica es válida para eliminar el micelio del hongo que se encuentra en restos de tallos y estolones infectados en el campo después de la cosecha.</p>	<p>Trabajos realizados en México han determinado que el monceren (producto químico) controla eficientemente al GA3 y el fungicida Rizolex al GA4; pero el GA7, que también forma esclerocios, es tolerante a todos los fungicidas.</p>

## Bibliografía

- Alonso, A. F. 2002. El Cultivo de la patata. Segunda edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España, pág. 495.
- Badillo, T. V., J. Z. Castellanos y G. Sánchez 2001. Niveles de referencia de nitrógeno en tejido vegetal de papa variedad Alpha. *Agrocencias*, pp. 615-623.
- Cornell University 2007. Potato Scab *Streptomyces scabies*. <http://plantclinic.cornell.edu/FactSheets/potatoscab/potatoscab.htm>
- Cortez, M. E., C. F. Rodríguez, C. J. L. Martínez y C. J. Macías 2005. "Tecnología de producción y manejo de la mosca blanca de la hoja plateada en el cultivo de la soya en el norte de Sinaloa", Folleto técnico Número 25. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle de El Fuerte, Los Mochis, Sinaloa, México, pág. 52.
- Claflin, L. 2007. Common scab of potato. Extension publication L-551. Department of Plant Pathology. Extension Plant Pathology. [www.oznet.k-state.edu](http://www.oznet.k-state.edu)
- FAO 2008. "La Papa: Tesoro enterrado, ¿Por qué la papa?", Revista mensual, Claridades Agropecuarias. Número 174. ASERCA, SAGARPA, México, DF, pp. 41-50.
- Flores, G. H. 2007. Validación de un modelo basado en el concepto grados día (°D) para el pronóstico del riego en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el norte de Sinaloa.
- Henk, R. B. 2003. Netherlands catalogue of potato varieties. Ed. NIVAA-HOLLAND, pág. 263.
- Jefferies, R. A. y H. M. Lawson 1991. "A key the stages of development of potato (*Solanum tuberosum*)", en *Annals of Applied Biology*, pp. 387-389.
- Llenderal, C. C. y R. Nieto 2000. "Manejo de la palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)", en *Temas selectos en fitosanidad y producción de hortalizas*. Instituto de fitosanidad-CP. ISBN 968-839-289-8, Montecillo, Estado de México, pp. 41-46.
- Mendoza R. J. L. 1998. "Nutrición del cultivo de papa en el norte de Sinaloa", Folleto técnico Número 13. INIFAP-CIRNO-CEVAF, México.
- Ojeda, B. W., I. E. Sifuentes y W. H. Unland 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agrocencia*, pp. 13-25.
- Richard, X. L. 2007. Common scab of potato. Extension plant Pathologist. [www.ces.purdue.edu/extmedia/BP/BP-8.html](http://www.ces.purdue.edu/extmedia/BP/BP-8.html).
- Rocha, R. R., K. F. Brierly, R. Bujanos y M. Villarreal 1990. Manejo integrado de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Gelechiidae) en el Bajío, México. SARH-INIFAP-CIFAG-CEB, Celaya, Guanajuato, pág 52.
- Rouselle, P., Y. Robert y J. C. Crosnier 1999. La patata. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, pág. 607.
- Sifuentes, I. E., Ojeda, B. W. y Macías, C. J. 2006. "Calendarización del

- riego y grados día en el cultivo de papa", Folleto técnico. Fundación Produce Sinaloa, Sinaloa, México, pág. 34.
- Solórzano, V. E. 2000. Compendio de guías fenológicas. Departamento de fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 137-144.
- Strand, L. L. y P. A. Rude 2006. Integrated pest management for potatoes in the western United State. Segunda edición. University of California, Oakland, California, pág. 167.
- Torres, R. E. 1995. Agro-meteorología. Trillas, México, DF, pp. 106-113.
- Wharton, P., J. Driscoll, D. Douches, y W. Kirk 2007. "Common scab of potato", Extension bulletin E-2990. [www.patatodiseases.org](http://www.patatodiseases.org)

## Agradecimientos

Se agradecen, sinceramente, las aportaciones y sugerencias de los autores, así como la revisión del Ing. Hugo Gómez Arroyo, productor y representante no gubernamental del Comité Nacional Sistema Producto Papa.

De forma especial, se agradecen las atinadas sugerencias del Dr. Waldo Ojeda Bustamante, investigador del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, y el apoyo brindado, durante el desarrollo del trabajo de campo, por J. Pilar Cruz Pereda, Felizardo Álvarez Ruiz y Juan J. García Flores.



