



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DE HONDURAS

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA)



SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA

EL CULTIVO DE PAPA EN HONDURAS



UNIÓN EUROPEA



Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (UE/IICA)

*Innovación para la seguridad alimentaria
y nutricional en Centroamérica y Panamá*



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DE HONDURAS

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA)



SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA

EL CULTIVO DE PAPA EN HONDURAS

Tegucigalpa, Honduras
2016



UNIÓN EUROPEA



Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (UE/IICA)

*Innovación para la seguridad alimentaria
y nutricional en Centroamérica y Panamá*

Toledo, Milton

El cultivo de la papa en Honduras / Milton Toledo; Miriam Villeda Izaguirre, editora. – Honduras : Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA, 2016. 96 p.; 21,59 cm x 27,94 cm

ISBN: 978-92-9248-664-8

1. Anatomía de la planta 2. Tubérculo 3. Riego 4. Aplicación de abonos
5. Costos de producción 6. Control de plagas 7. Estadísticas de producción 8. Semilla
9. Honduras I. Villeda Izaguirre, M. II. Título.

AGRIS
F01

DEWEY
631.526.728.3

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2016



El cultivo de la papa en Honduras por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

ISBN 978-99979-55-00-5

Una publicación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras.

Esta edición ha sido posible gracias al apoyo del Programa Regional de Investigación en Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA), financiado por la Unión Europea (UE), y al soporte técnico del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Se permite el uso parcial o total de la obra, siempre y cuando se cite la fuente y sea para fines educativos, no de lucro.

Prohibida su venta.

Nota: Los nombres comerciales se mencionan únicamente como referencia. Su uso no implica ningún compromiso institucional con ninguna casa comercial, ni una crítica a productos similares que no han sido mencionados.

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Ave. La FAO, Blvd. Centro América,
Col. Loma Linda Norte. Apdo. Postal 5550, Tegucigalpa, M. D. C. Honduras C. A.
Tel. (504) 2232-2451, 2232-6652, 2235-6025.
comunicaciondicta@gmail.com
www.dicta.hn

Créditos

Nombre de la obra: El cultivo de la papa en Honduras

Autor: Ing. Milton Toledo

Edición: Dra. Miriam Villeda Izaguirre

Primera edición

San José, Costa Rica, 2016

CONTENIDO

Presentación.....	5
1. Estadísticas del cultivo de papa en Honduras.....	7
2. Origen de la papa, clasificación y contenido nutricional.....	11
3. Morfología de la planta de papa.....	13
3.1 Estructura aérea.....	13
3.2 Estructura subterránea.....	16
4. Fases del desarrollo de la planta de papa.....	19
4.1 La brotación de los tubérculos.....	19
4.2 El ciclo vegetativo.....	20
4.3 La tuberización.....	20
4.4 La senescencia del follaje.....	21
4.5 La suberización de los tubérculos.....	22
4.6 El ciclo de los cultivos comerciales en Honduras.....	22
4.7 Componentes del rendimiento del cultivo de la papa.....	22
5. Requerimientos para la producción de papa en Honduras.....	25
5.1 Lugares con alturas superiores a 1500 m. s. n. m.....	25
5.2 Suelo agrícola.....	25
5.3 Suficiente agua para y un sistema efectivo de irrigación.....	26
5.4 Proteger las plantaciones del viento.....	26
5.5 Semilla de calidad.....	26
5.6 Una variedad adaptada al lugar.....	27
5.7 Capital.....	28
5.8 Mano de obra.....	28
6. El manejo del cultivo.....	29
6.1 La preparación del suelo.....	29
6.2 La siembra.....	31
6.3 El riego.....	33
6.4 La fertilización.....	34
6.5 El aporque.....	37
6.6 El control de las malezas.....	38
6.7 El defoliado (la chapia) de la plantación.....	38
6.8 La cosecha.....	39
6.9 El almacenamiento de papa de consumo fresco.....	41
7. Costos de producción.....	43
8. Prácticas para obtener semilla artesanal.....	45
9. Manejo de plagas y enfermedades.....	49
9.1 Métodos de control de plagas y enfermedades en los cultivos.....	49
9.2 Principales plagas que dañan las plantaciones de papa en Honduras.....	51
9.3 Principales fitopatógenos que afectan el cultivo de papa en Honduras.....	72
10. Literatura citada.....	91



PRESENTACIÓN

La Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), dependencia de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), con el apoyo del Programa Regional de Investigación en Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA), financiado por la Unión Europea y el soporte técnico del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (IICA), pone en manos de técnicos, productores, y de todos los interesados, la presente obra denominada “El cultivo de papa en Honduras”.

Debido a la importancia económica y social que representa la papa en nuestro país, principalmente para la agricultura familiar de zonas con alta vulnerabilidad climática como en Ocotepeque, La Paz e Intibucá, la Editorial DICTA promueve la generación de información de este cultivo, mediante la producción y difusión de este material.

Con la presente obra se tiende una mano al productor para asesorarlo en el desarrollo de su cultivo, así como refuerza los conocimientos de los técnicos para que brinden una asistencia técnica apropiada, actualizada que optimice los resultados de sus productores.

Un marco referencial del cultivo de papa pone en contexto al lector inicialmente para luego profundizar en aspectos técnicos sobre el manejo del cultivo, costos de producción, prácticas para obtener semilla artesanal y el manejo de plagas y enfermedades.

Patentizamos nuestro reconocimiento al Ing. Milton Toledo, por la autoría de esta obra que sin duda, será de mucha ayuda para los productores y para desarrollar eficientemente el cultivo de la papa en Honduras.

Ing. Jeovany Pérez Valenzuela
Director Ejecutivo DICTA

1. ESTADÍSTICAS DEL CULTIVO DE PAPA EN HONDURAS

El cultivo de papa constituye una de las principales fuentes de ingresos en las zonas altas de Honduras. Anualmente se siembran cerca de 3000 mz (2100 ha) que están en manos de unos 4000 productores. La mayor producción se concentra en los departamentos de Intibucá, Ocotepeque y La Paz, aunque también se siembra en los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso. Toda la papa que se produce en el país se destina al mercado de consumo fresco.

Para el 2014, la FAO reportó una producción nacional de 609,400 qq (27,700 t) y un rendimiento de 226 qq/mz (14.7 t/ha) (Faostat, 2016). El rendimiento varía según el nivel tecnológico con que se maneje el cultivo y en ese sentido podemos diferenciar entre productores que invierten muy poco y por tanto obtienen bajos rendimientos (200 qq/mz) y productores que gestionan el cultivo apropiadamente y logran obtener rendimientos por encima del promedio (al menos 450 qq/mz).

La papa que se importa se destina sobre todo al uso industrial y a la obtención de semilla. Para la industria, se importan desde tubérculos enteros hasta papa semiprocesada (papas preparadas, congeladas y sin congelar, harinas y *pellets*). Según estimaciones de Pronagro/SAG (2016) en el 2014 y el 2015 se importaron en promedio unas 6000 toneladas por año de este tipo de papa (figura 1). La papa para semilla, por su parte, se importa sobre todo de Holanda y alcanza unas 1000 toneladas anuales.

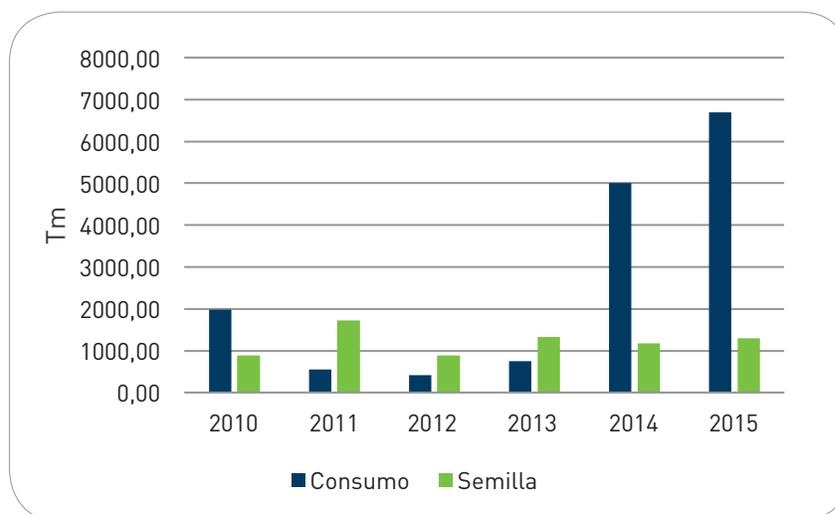


Figura 1. Volumen de importación de papa para consumo y para semilla en Honduras.
Fuente: Elaborado a partir de Pronagro/SAG. (2016) Comercio de Hortalizas en Honduras.

En el contexto centroamericano, Guatemala lidera en volumen de papa producida, seguido de Costa Rica y luego de los demás países de la región (cuadros 1 y 2). Guatemala y Costa Rica son los únicos países en los que la exportación de papa supera a la importación. El resto muestra una diferencia considerable entre la exportación y la importación (cuadro 3). Con respecto a los rendimientos, la región aún está muy por debajo de países líderes en producción de papa, como los Estados Unidos (EE. UU.) y Holanda (cuadro 4).

Cuadro 1. Producción de papa en los países centroamericanos (t).

	2010	2011	2012	2013	2014
Honduras	23,800	25,000	25,500	28,600	27,700
Guatemala	480,912	492,935	500,000	515,580	525,119
Costa Rica	55,771	59,958	60,316	-	-
El Salvador	5,326	3,730	5,234	12,611	6,642
Nicaragua	27,000	28,000	30,000	30,070	29,430
Panamá	23,493	24,590	24,590	21,860	24,150

Fuente: Tomado de Faostat, 2016 <http://faostat.fao.org>

Cuadro 2. Rendimientos del cultivo de la papa en los países centroamericanos (t/ha).

	2010	2011	2012	2013	2014
Honduras	14.6	15.9	14.2	14.7	15.6
Guatemala	25.2	25.4	25.0	24.7	24.9
Costa Rica	25.0	22.4	25.3	23.5	22.2
El Salvador	25.3	19.6	29.5	42.6	26.2
Nicaragua	13.5	13.3	13.6	17.1	16.8
Panamá	22.8	21.3	21.3	21.3	22.8

Fuente: Tomado de Faostat, 2016 <http://faostat.fao.org>

Cuadro 3. Valor de las importaciones y exportaciones de papa en los países centroamericanos (USD).

		1994-1996	1999-2001	2004	2005	2006
Honduras	Imp.	434,000	710,000	827,000	1,533,000	1,804,000
	Exp.	24,000	66,000	143,000	28,000	16,000
Guatemala	Imp.	229,000	468,000	1,726,000	1,846,000	1,728,000
	Exp.	1,299,000	5,738,000	2,689,000	6,435,000	5,313,000
Costa Rica	Imp.	462,000	842,000	449,000	86,000	191,000
	Exp.	67,000	247,000	205,000	460,000	425,000
Nicaragua	Imp.	3,860,000	5,594,000	2,080,000	1,715,000	1,856,000
	Exp.	2,000	4,000	36,000	1,000	2,000
El Salvador	Imp.	1,013,000	5,942,000	6,291,000	8,286,000	5,593,000
	Exp.	19,000	14,000	-	-	-

Fuente: Tomado de Faostat, 2016 <http://faostat.fao.org>

Cuadro 4. Estadísticas del cultivo de papa en algunas regiones del mundo (2014).

Región	Rendimiento t/ha	Producción t
Mundo	20,0	385,074,114
África	14,9	29,478,923
Sudamérica	16,5	15,443,540
Asia	18,9	187,459,278
Europa	21,8	122,617,713
EE. UU.	47,1	20,056,500
Holanda	46,3	7,100,258

Fuente: Faostat, 2016 <http://faostat.fao.org>

2. ORIGEN DE LA PAPA, CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO NUTRICIONAL

La papa era producida y consumida por los habitantes de los Andes mucho antes de la llegada de los europeos al continente americano (Lutaladio y Castaldi, 2009). El término “papa” viene de la lengua quechua y era la palabra usada por los incas para referirse a este tubérculo. En 1570 las primeras papas fueron llevadas a Europa y aunque inicialmente fueron vistas con recelo y desconfianza (se creía que los tubérculos eran venenosos o usados para la hechicería), ya para los años 1700 la planta se cultivaba en todo el continente.

El nombre científico de la papa es *Solanum tuberosum*, nombre dado por el botánico europeo Luizo Gaspond Baukin en 1596 (Arce, 2002). Pertenece a la familia de las solanáceas, junto con el tomate, el chile, la berenjena, el tabaco y muchas otras especies. La papa cultivada es originaria de las montañas de los Andes en Sudamérica (específicamente de Perú y Bolivia) donde comenzó a ser cultivada hace al menos unos 6,000 años (Rodríguez, 2010). No obstante, hay especies silvestres de papa distribuidas en toda América, desde el sur de EE. UU. hasta Chile, aunque la mayor concentración de especies se observa en Perú, Bolivia, Argentina y México (Hijmans y Spooner, 2001).

Las especies de *S. tuberosum* se agrupan en dos subespecies: a) *S. tuberosum* subsp. *andigena*, a la que pertenecen las variedades que tuberizan mejor en condiciones de fotoperíodo corto (menos de 12 horas de luz solar) y donde se encuentran muchas de las variedades que se cultivan actualmente en Sudamérica; y b) *S. tuberosum* subsp. *tuberosum*, que incluye variedades que tuberizan mejor en condiciones de fotoperíodo largo (más de 12 horas de luz solar) (Rodríguez, 2010), y a la que pertenecen las variedades que se cultivan en Europa, Canadá y EE. UU.

Desde sus inicios, y hasta el día de hoy, la producción comercial de papa en Honduras se ha basado en variedades del grupo *tuberosum*, ya que todas las variedades usadas son originarias de Europa y EE. UU.

Contenido nutricional de la papa

Lutaladio y Castaldi (2009) señalan que la papa proporciona alimento nutritivo más rápidamente que cualquier otro cultivo. El 85 % de la planta es alimento para el ser humano. La papa es rica en carbohidratos, baja en grasa y, si se consume con todo y piel, es una buena fuente de vitaminas C, B1, B3, B6; hierro, potasio, fósforo, magnesio, folato, ácido pantoténico, riboflavina y antioxidantes. Una porción de 150 gramos de papa con todo y piel proporciona cerca de la mitad de los requerimientos de vitamina C de un adulto.

3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE PAPA

3.1 Estructura aérea

Si dejamos un tubérculo de papa bajo tierra, con el tiempo (2 a 4 meses) comenzarán a crecerle brotes que saldrán a la superficie del suelo y darán lugar a los tallos. Los tallos son herbáceos, erectos o semierectos, circulares o triangulares y de coloración morada o verde. En el caso de las variedades de papa que se usan en Honduras, de tipo europeo, y en condiciones normales de manejo, los tallos llegan a crecer hasta unos 0.8 m de altura (figuras 2 y 3). Como la planta de papa también produce tallos subterráneos, a estos tallos se les denomina “tallos aéreos” y a los que vienen directamente del tubérculo se les considera “tallos aéreos principales”. Los tallos aéreos que crecen a partir de los tallos principales se llaman “tallos aéreos secundarios”.

A partir de las yemas que se ubican en los nudos de los tallos se desarrollan las **hojas** en orden alterno. Cada hoja está compuesta por entre siete y nueve hojas pequeñas llamadas folíolos (figura 4), por eso se les llama hojas “compuestas”.



Figura 2. Secuencia que muestra la brotación y emergencia de los tallos de un tubérculo de papa.

Si hacemos un acercamiento a una de las hojas con un lente de 10 X veremos que la superficie (por arriba y por abajo) está recubierta de pelos. A estos pelos se les llama **tricomas** (figura 5). Los tricomas, que también están presentes en los tallos, protegen la superficie de la hoja de daños mecánicos, como los que puede causar la rozadura con otras hojas o algunos insectos. También proporcionan un microclima más amigable para las hojas al sombrearlas y al ayudar

a mantener la humedad en los días cálidos y soleados. Cuando se hacen aspersiones foliares de pesticidas o fertilizantes, si las gotas no son lo suficientemente finas, pueden quedar suspendidas en los tricomas, sin llegar a tocar la superficie foliar, lo que resulta en una aplicación deficiente.



Figura 3. Tallo de una planta de papa con sus hojas ordenadas de forma alterna.



Figura 4. Hoja de papa con nueve folíolos.

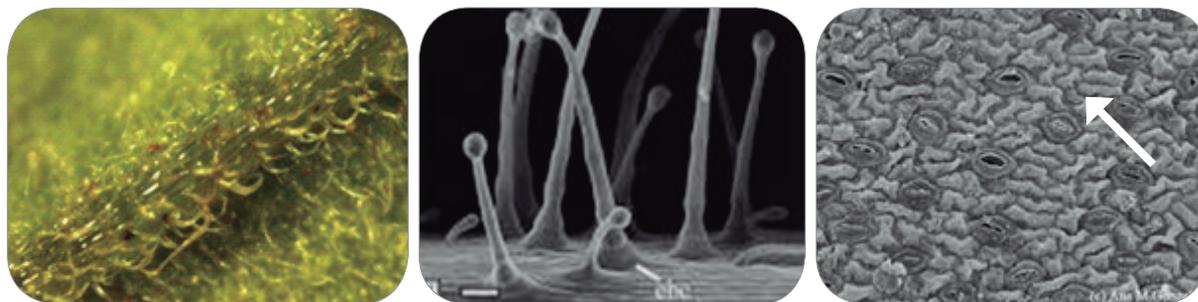


Figura 5. **Izquierda:** tricomas o pelos vegetales. **Centro:** tricomas vistos en microscopio; **Derecha:** estomas en la superficie de una hoja (fotos tomadas de: valleyadvocate.com, Crop Science Society of America y www.hiperbiologia.net, respectivamente).

También, en ambas superficies de la hoja se encuentra un número considerable de aberturas naturales finísimas llamadas **estomas** y que solo se pueden ver con microscopio (figura 5). Los estomas hacen posible el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior de las hojas, al permitir el ingreso de CO_2 del aire y la salida de oxígeno y vapor de agua. Cuando hay falta de humedad en el suelo, los estomas se cierran para reducir la pérdida de agua por las hojas. Si esta condición se mantiene, se podría reducir el ingreso de CO_2 y con ello el crecimiento y el desarrollo de la planta se verían afectados, ya que el CO_2 del aire es la fuente de carbono, principal componente de toda la estructura de la planta. La hoja presenta más estomas en la superficie inferior que en la superficie superior.

Una vez que el tallo detiene su crecimiento, en su punta comienzan a desarrollarse **las inflorescencias** (figura 6), lo que sucede entre los 40 y 60 días después de la siembra, dependiendo de la variedad.



Figura 6. Inflorescencia de una planta de papa.

Las inflorescencias están compuestas por un número variable de flores, de 1 a 30, dependiendo de la especie o de la variedad, y los pétalos varían en coloración del blanco al morado.

Las flores tienen un diámetro de unos 4 cm y en el centro sobresalen cinco estambres (órgano masculino de la planta) que se presentan unidos y rodeando el pistilo (órgano femenino de la planta). Los estambres liberan el polen que cae en los pistilos y da lugar a la fertilización. Un tiempo después de la fertilización se forman los frutos.

A los frutos de la planta de papa se les denomina **bayas** y tienen la misma forma que el fruto del tomate, pero son mucho más pequeños, de 1 a 3 cm de diámetro (figura 7).

Dentro de los frutos se puede encontrar un número variable de semillas, de 200 a 400, dependiendo del cultivar. Esta semilla sexual es viable y si se siembra y se cuida da lugar a una nueva planta. Sin embargo, si el cultivar de interés es un híbrido (como la mayoría de las variedades que se usan actualmente), no se recomienda el uso de la semilla sexual para hacer nuevas plantaciones, ya que plantas diferentes a la planta madre. En la actualidad, la semilla sexual se usa más que todo para trabajos de mejoramiento.



Figura 7. Izquierda y centro: frutos de la planta de papa. Derecha: semilla sexual obtenida de frutos de papa variedad Caesar.

3.2 Estructura subterránea

Las raíces de la planta de papa surgen de las yemas que se encuentran en la base de los tallos (figura 8). Estas raíces son de tipo adventicias, que crecen superficialmente y a una profundidad relativamente corta, unos 60 cm. Dada la poca profundidad de sus raíces, las plantas de papa que se originan a partir de tubérculos tienden a quedarse sin agua en poco tiempo. Debido a esto, los riegos al cultivo deben ser ligeros pero frecuentes.

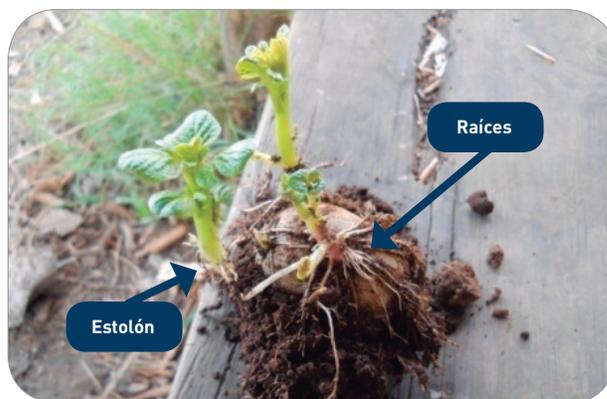


Figura 8. Tallos, estolón y raíces en crecimiento. Se puede ver que tanto el estolón como las raíces emergen de la base del tallo. Cada tallo forma sus propias raíces y estolones.

De las yemas que se ubican en las raíces y en la base de los tallos se originan unas estructuras blancas y alargadas, en forma de látigo, que se denominan **tallos subterráneos o estolones**. La importancia de estas estructuras es que en su punta (parte distal) se forman los tubérculos o papas (figura 9).

Los estolones crecen horizontalmente, hacia los lados, y en su mayoría cada uno dará lugar a un tubérculo. Algunos estolones que crecen muy cerca de la superficie del suelo pueden llegar a formar tallos aéreos en vez de tubérculos. Para evitar esto, es importante hacer el aporque (echar tierra al pie de las plantas).



Figura 9. Izquierda: estolones desarrollados a partir de yemas presentes en la base de los tallos de una planta de papa. **Derecha:** tubérculos formados en la punta de los estolones.

Las papas o tubérculos también son tallos (una prolongación del estolón o rizoma, que es un tallo subterráneo), solo que adaptados para almacenar alimento que en la etapa inicial servirá para nutrir a la nueva planta que se formará a partir de las yemas insertadas en el mismo tubérculo.

En la superficie del tubérculo se pueden observar unos hundimientos denominados “ojos” (figura 10), algunos más profundos que otros, dependiendo de la especie o cultivar, y que es justamente donde se encuentran las yemas vegetativas que darán origen a los brotes (y estos a los tallos aéreos). Cuando las yemas están en inactividad o dormantes (no hay brotes) se dice que el tubérculo está “ciego”. Cuando los brotes son visibles, se dice que el tubérculo está brotado.



Figura 10. Izquierda: tubérculo con yemas dormantes. Derecha: tubérculo brotado.

En la superficie del tubérculo existen pequeñas aberturas denominadas **lenticelas**, que permiten el intercambio gaseoso entre el aire y el interior del tubérculo. Estas aberturas también están presentes en los tallos aéreos. Cuando los tubérculos y la parte enterrada de los tallos aéreos quedan expuestos a un exceso de humedad, las lenticelas se atrofian formando unas protuberancias blancas de unos 0.5 mm de diámetro (figura 11). Esta situación debe evitarse por que se facilita la entrada de fitopatógenos al tubérculo y desmejora su presentación.



Figura 11. Lenticelas atrofiadas (puntos blancos) de un tubérculo. (Foto de: van der Zaag, 1994).

Los tubérculos de la planta de papa varían en forma y color. Los hay alargados, oblongos y redondos, y de colores que van desde blanco, amarillo, rojo y el naranja, hasta el negro y el morado (figura 12). En el caso del mercado de papa en Honduras, se prefieren los tubérculos grandes, oblongos y de piel amarilla.



Figura 12. Papas de diferentes colores y formas.

4. FASES DEL DESARROLLO DE LA PLANTA DE PAPA

4.1 La brotación de los tubérculos

4.1.1 Dominancia apical

Cuando se cosechan, los tubérculos se encuentran en estado de latencia o reposo, y es así como se usan para consumo humano. Para que puedan usarse como semilla, es necesario que el periodo de latencia haya concluido, lo que, en el caso de las variedades europeas que se cultivan en Honduras, ocurre de dos a cuatro meses después de la cosecha, momento en que las yemas comienzan a brotar. Al principio, el brotamiento no ocurre en todas las yemas, sino que hay una que emerge con más vigor que las otras (figura 13). A esto se le llama dominancia apical. No se aconseja sembrar los tubérculos-semilla en este estado porque van a producir un número muy reducido de tallos por planta y esto va incidir negativamente en los rendimientos. Hasta cierto punto, un mayor número de tallos por planta mayor será el rendimiento.

4.1.2 Dominancia múltiple

Después de un tiempo, la dominancia apical se va perdiendo y comienza a observarse el brotamiento del resto de las yemas, proceso denominado “brotación múltiple”. Si los tubérculos se van a usar como semilla, este es el estado idóneo para la siembra, ya que se obtendrá un mayor número de tallos por planta. Una semilla idónea para la siembra debe contener al menos tres brotes.

4.1.3 Vejez fisiológica

Si los tubérculos no son sembrados, con el paso del tiempo se irán arrugando hasta quedar inservibles, debido a la deshidratación y a la pérdida de sustancia provocada por la respiración. Los tubérculos en esta condición no deben sembrarse.

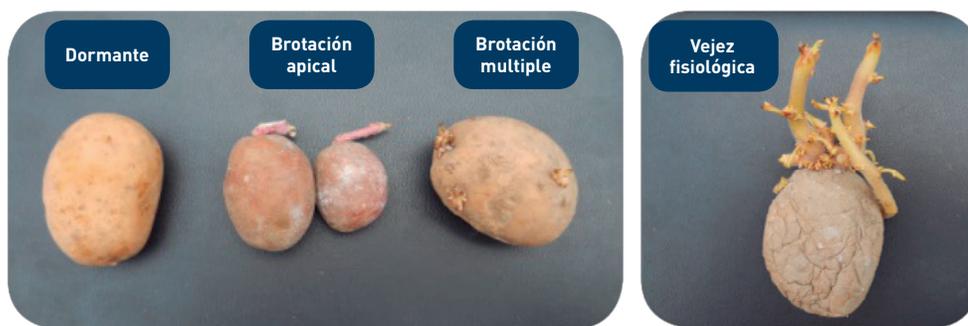


Figura 13. Tubérculos de papa en varios estados de desarrollo.

4.2 El ciclo vegetativo

Una vez que los brotes del tubérculo-semilla emergen a la superficie, se transforman en tallos que crecerán rápidamente generando las hojas. En Honduras, y con las variedades holandesas, un cultivo de papa sembrado en buen suelo y con óptimo manejo debería cubrir el suelo en 40 o 45 días. Una vez alcanzado un número determinado de hojas, los tallos dejan de crecer y llega la floración (aunque algunas variedades no florecen). Al detenerse el crecimiento de los tallos aéreos principales, de las yemas en la axila de las hojas comienzan a brotar tallos secundarios los que eventualmente detendrán también su crecimiento para dar lugar en sus ápices a más flores.

El ciclo vegetativo de la planta de papa depende de la variedad. En general, las variedades pertenecientes al grupo de las *tuberosum* presentan ciclos vegetativos cortos (de 75 a 100 días), como es el caso de muchas de las variedades que se cultivan en Europa, EE. UU. y Canadá. Las variedades *andigena*, que se cultivan principalmente en Sudamérica, tienden a presentar ciclos vegetativos más largos (de 4 a 6 meses). Hasta hoy, en Honduras se cultivan variedades *tuberosum*, por lo que ciclos vegetativos son cortos, normalmente de 90 días.

4.3 La tuberización

Al momento que cesa el crecimiento de los tallos aéreos principales (30 días después de la siembra), de las yemas de la base del tallo brotan los estolones. Los estolones crecen hacia los lados hasta que reciben el estímulo para iniciar la tuberización. Ha quedado demostrado que las sustancias que incentivan la tuberización en la planta de papa son de naturaleza hormonal (Stallknecht, 1985). La tuberización de la planta de papa parece estar asociada al ácido giberélico, pues se ha encontrado que el nivel de esta hormona en las hojas disminuye cuando el fotoperíodo se acorta (Taiz y Zeiger, 2006) y que cuando esta se aplica foliarmente a las plantas de papa se disminuye o retrasa la tuberización (Aksenova *et al.* 2009).

La tuberización también es afectada por la temperatura. Por eso, además del fotoperíodo inductor, la formación de tubérculos será óptima en rangos de temperatura del ambiente entre 15 y 19 °C y habrá una menor tuberización en la medida en que la temperatura se aleje de este rango hasta llegar a ser casi nula al alcanzarse los 29 °C (Jackson, 1999; Calderón, 2010).

Honduras tiene una longitud de fotoperíodo corto, que oscila entre 11 horas en diciembre y cerca de 13 horas en junio. Esto indica que en Honduras se pueden cultivar tanto las variedades de papa sudamericanas (*andigena*) como las del tipo europeo (*tuberosum*). Sin embargo, para obtener la condición de temperatura ideal, tanto para el crecimiento de la planta como para el desarrollo de los tubérculos, las plantaciones deben hacerse en lugares con alturas mayores a 1500 m s. n. m. En estos lugares la papa puede cultivarse en cualquier época del año, ya que normalmente no se observan extremos de temperatura que lleguen a limitar el desarrollo del cultivo en algún período del año. En el cuadro 5 se presentan datos de temperaturas en la zona alta de Intibucá.

Cuadro 5. Temperaturas máximas y mínimas (°C) reportadas en La Esperanza, Intibucá (1700 m.s.n.m.), según la Dirección General de Aeronáutica Civil.

Año		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
2007	Máx	25.1	28.6	28.7	29.0	28.0	26.5	25.9	25.5	26.4	24.2	23.3	24.9	26.3
	Mín	5.2	4.5	4.9	8.2	6.9	10.0	8.4	11.6	11.5	10.7	7.5	4.5	7.8
2008	Máx	25.7	25.9	27.2	28.4	28.5	25.3	25.3	26.0	26.6	25.9	25.0	25.5	26.3
	Mín	4.7	4.9	6.1	6.2	9.7	21.1	10.3	10.2	11.8	11.0	8.2	6.0	9.2
2009	Máx	25.8	27.7	26.1	30.1	26.1	26.1	25.1	25.3	26.8	25.6	24.9	24.8	26.2
	Mín	5.6	3.8	4.1	4.2	11.7	12.1	11.5	10.2	11.7	10.0	7.5	4.4	8.1
Prom.	Máx	25.6	27.4	27.6	29.0	27.6	25.6	25.6	26.0	26.2	25.3	24.8	25.4	26.3
	Mín	4.1	4.5	4.5	5.9	10.1	13.2	9.8	10.7	11.3	10.5	7.9	5.2	8.1

Fuente: Datos obtenidos de la Dirección General de Aeronáutica Civil. Tegucigalpa, Honduras

4.4 La senescencia del follaje

A partir del momento en que se inicia la formación de tubérculos, alrededor de 30 días después de la siembra en el caso de las variedades holandesas que se cultivan en Honduras, la planta comienza a enviar fotoasimilados al tubérculo, proceso que se intensifica a partir de los 75 u 80 días después de la siembra, cuando el ciclo del cultivo está por finalizar. En este punto y en la medida en que los últimos compuestos de reserva son llevados hasta el tubérculo, el follaje comienza gradualmente a amarillarse hasta que finalmente muere.

4.5 La suberización de los tubérculos

Cuando el follaje de la planta de papa recién muere, los tubérculos dentro del suelo aún no están listos para ser cosechados debido a que su la piel todavía no se ha endurecido. A este proceso de endurecimiento de la piel del tubérculo se le llama “suberización” y se completa unos 15 días después de que el follaje de la planta ha muerto. Para determinar el grado de suberización se deben hacer muestreos, desenterrando algunos tubérculos y frotándolos fuerte con la yema de los dedos; si la piel no se pela, es que ya está suberizada y se puede proceder a la cosecha.

4.6 El ciclo de los cultivos comerciales en Honduras

En Honduras, con las variedades europeas y estadounidenses, el ciclo del cultivo normalmente dura unos 105 días, de los cuales 90 son de ciclo vegetativo (figura 14) y 15 días finales para el endurecimiento de la piel de los tubérculos (suberización).

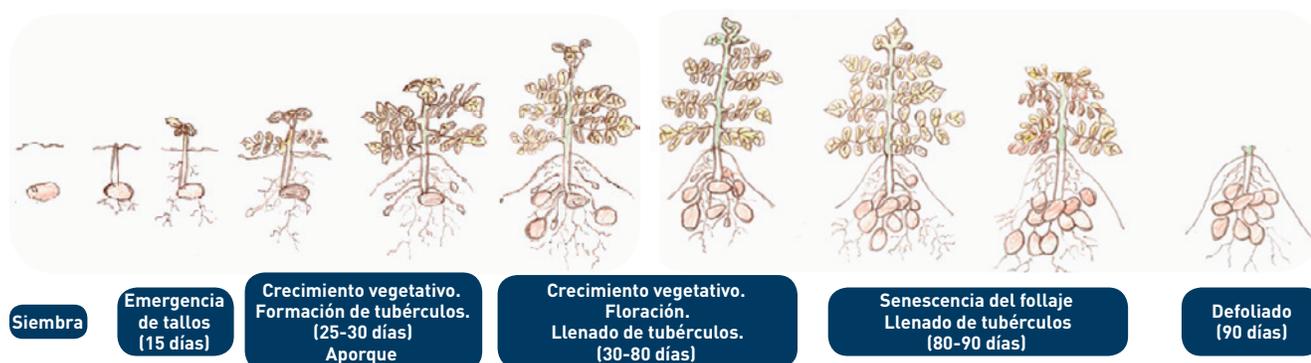


Figura 14. Ciclo del cultivo de la papa en Honduras.

4.7 Componentes del rendimiento del cultivo de la papa

Los componentes del rendimiento del cultivo de la papa han sido estudiados por numerosos autores. El rendimiento potencial de este cultivo se puede expresar con la siguiente ecuación (van der Zaag, 1993):

Rendimiento = Longitud del período de engrosamiento del tubérculo + engrosamiento diario del tubérculo

La longitud del período de engrosamiento del tubérculo depende de la longitud del ciclo vegetativo, por lo que cuanto más dure el follaje verde de la plantación mayor será la acumulación de productos fotosintéticos en los tubérculos. Aspectos como el uso de semilla fisiológicamente vieja y condiciones estresantes para el cultivo, como temperaturas ambientales altas, hacen que se acorte el periodo vegetativo.

Una mayor **velocidad de engrosamiento diario del tubérculo** depende, además, del volumen de follaje (que a la vez depende de un adecuado número de tallos por planta), de una adecuada nutrición, un adecuado riego, un eficiente control de plagas y enfermedades, buena intensidad lumínica (que el cultivo esté en contacto directo con el sol durante todo el día y durante todo el ciclo del cultivo) y una adecuada temperatura del ambiente, 15 a 25 °C en el día y 8 a 13 °C en la noche. En general, cuanto mayor sea el número de tallos por planta o por área, mayor será el número de tubérculos y mayor será, también, el rendimiento total, pero se disminuye el tamaño de los tubérculos, como se muestra en los cuadros 6 y 7. Esto se debe a que habrá más competencia por espacio y por nutrientes del suelo. En Honduras, con las variedades holandesas, tubérculos-semilla de 45 y 55 mm de diámetro, conteniendo tres brotes y sembrados a un distanciamiento de 90 cm entre surcos y de 0.25 cm entre tubérculos-semilla (31,000 plantas/manzana) se obtiene buen rendimiento y mayor calidad de la cosecha.

Cuadro 6. Efecto del número de tallos por tubérculo en los componentes del rendimiento.

N.º de tallos	Área foliar cm ² /planta	Nº de tubérculos por planta	Peso promedio de tubérculo (g)	Rendimiento g/planta
1	3,591.0	11.6	31.1	340.2
2	3,678.0	15.8	25.0	370.7
3	4,129.1	21.4	21.6	430.3
>3	4,491.6	25.0	20.3	483.8

Fuente: Tomado de Pozo, 1997.

Cuadro 7. Efecto de la densidad de los tallos sobre el rendimiento de la papa (variedad Cosima) 84 días después de la siembra en Filipinas.

Distancia entre tubérculos (cm)	Tallos por planta	Tallos por m ²	Rend. por tallo (g)	Tubérculos por tallo	Rend. total (t/ha)	Peso promedio tubérculo (g)	Diámetro de tubérculo (%)	
							30-50 mm	> 50 mm
15.0	3.4	37.7	74	2.1	28.0	36	73	19
22.5	3.8	28.1	116	3.0	32.8	39	73	19
45.0	3.3	12.2	137	2.5	16.7	54	69	27

Fuente: Tomado de Pozo, 1997.

5. REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN HONDURAS

5.1 Lugares con alturas superiores a 1500 m. s. n. m.

A estas alturas se obtienen las condiciones de temperatura adecuadas para el buen desarrollo y producción de las plantas de la papa en Honduras.

5.2 Suelo agrícola

Los suelos deben tener una profundidad efectiva mínima de 60 cm, ser preferiblemente sueltos, con un pH entre 6.0 y 6.5, y sin presencia de excesos tóxicos de aluminio y manganeso. En la medida en que los suelos se alejan de esta condición su potencial de rendimiento disminuye. No se deben sembrar terrenos con presencia de patógenos, como las bacterias *Erwinia* y *Ralstonia* o el hongo *Rhizoctonia*, ya que estas enfermedades no tienen control y pueden acabar con la plantación antes de llegar la cosecha o reducir considerablemente el número de plantas. Cuando se alquilan o se prestan terrenos, los dueños generalmente no informan sobre los aspectos sanitarios o de fertilidad del terreno. Si se desconoce la calidad del terreno, se debe investigar con productores vecinos o con productores que en el pasado han sembrado en ese terreno. Es mejor sembrar en terrenos que no han sido cultivados con papa en al menos ocho años, ya que para este tiempo la densidad de los patógenos se habrá reducido significativamente. Si la siembra se hace en la temporada de lluvias, hay que evitar sembrar en suelos planos, pesados (se rajan al secarse) y poco profundos (una capa dura de arcilla a 30 cm), ya que tienen un drenaje deficiente y el agua de lluvia se empantana, lo que afecta duramente al cultivo (figura 15).



Figura 15: a) Suelos sueltos: Buenos para el cultivo de la papa. Menor contenido de arcilla, mayor contenido de materia orgánica y menos compactación. **b) Suelos pesados:** No son más adecuados para el cultivo de la papa, especialmente en la temporada de lluvias. Tienen alto contenido de arcilla, bajo contenido de materia orgánica y se compactan fácilmente.

5.3 Suficiente agua para y un sistema efectivo de irrigación

La planta de papa es muy sensible a la falta de agua, por lo que antes de plantar hay que asegurarse de que se va a disponer de agua para riego en cantidades adecuadas. Una fuente con un caudal de 15 galones por minuto es suficiente para irrigar una manzana de cultivo de papa mediante el sistema de riego por goteo. El volumen de agua debe medirse al final de la época seca (marzo-abril). Si el riego será por aspersión o por inundación, podrían requerirse un volumen de agua de hasta 30 galones por minuto.

5.4 Proteger las plantaciones del viento

Si la siembra se hace entre noviembre y marzo hay que buscar lugares protegidos de los vientos predominantes. La planta de papa se quiebra fácilmente y en este período es común que se presenten frentes fríos acompañados de vientos fuertes.

5.5 Semilla de calidad

De acuerdo a su origen hay dos tipos de semilla de papa, la “certificada” y la “de segunda” o artesanal. Se denomina “certificada” a la semilla que viene de centros especializados en producción de semilla, y que por tanto presenta altos estándares de calidad fisiológica y sanitaria. La semilla “de segunda” es la que se obtiene de la cosecha de las plantaciones que se hicieron con semilla certificada. Esta semilla también es adecuada, siempre que las plantaciones se hayan cultivado en buenas condiciones fitosanitarias. La semilla de papa pierde su calidad cuando las plantaciones de donde es obtenida fueron infestadas con enfermedades bacterianas o con insectos como los áfidos y paratíoxa (que transmiten virus y bacterias), ya que estos dejan los tubérculos inservibles para ser usados como semilla. Cuando se va a comprar semilla es necesario asegurarse de que sea de buena calidad. Lo recomendable es comprar semilla certificada (figura 16).

La cantidad de semilla requerida variará de acuerdo a su tamaño, si los tubérculos son grandes se necesitará más semilla que si los tubérculos son medianos o pequeños. Los tubérculos adecuados miden entre 35 y 55 mm de diámetro. En general se usan entre 32 y 40 qq/manzana. Se debe tener mucho cuidado al manipular y transportar la semilla cuando ya está brotada porque se corre el riesgo de que los brotes se suelten del tubérculo. Lo recomendable es que, una vez que se adquiera la semilla certificada, esta se ponga y se transporte en cajas plásticas o de madera.

Los estudios indican que, hasta cierto punto, el número de tallos por tubérculo, el tamaño de la planta y el rendimiento son mayores en la medida en que el tamaño del tubérculo-semilla es mayor (Iritani *et al*, 1972). En este sentido, la mejor semilla es la que tiene un diámetro ecuatorial de entre 45 y 55 mm. Cuando los tubérculos-semilla son muy grandes, una opción es cortarlos en pedazos. Un estudio desarrollado por Nolte (2003) por varios años en EE. UU. encontró que el rendimiento que se obtenía de trozos de tubérculos y de tubérculos enteros (ambos del mismo peso) era similar. Sin embargo, hay que considerar que se requiere de mano de obra adicional para tajar los tubérculos. En este caso, cada pedazo debe llevar al menos dos brotes.



Figura 16. Izquierda: semilla con brotación múltiple y buena apariencia, ideal para la siembra. Centro: sacos con semilla colocados directamente sobre el suelo y mal estibados; se debe desconfiar de su calidad. Derecha: tubérculos-semilla de papa tajados.

5.6 Una variedad adaptada al lugar

La papa preferida por el mercado hondureño es la oblonga y de piel amarilla. Si se planea sembrar una variedad de papa diferente, especialmente en color, primero se debe sondear el mercado para asegurarse de que será aceptada y comprada. En general todas las variedades que se usan en Honduras se adaptan bien a todas las zonas productoras. A continuación se presentan las características de algunas de las variedades sembradas en Honduras:

Arnova: variedad holandesa que presenta plantas con tallos de porte semierecto, flores blancas y tubérculos oblongos de piel y pulpa de color amarillo, aptos para el mercado de consumo fresco. Ciclo vegetativo de 90 días.



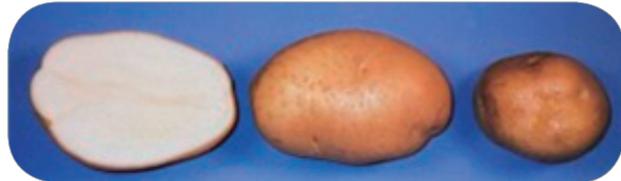
Bellini: variedad holandesa que presenta plantas de tallos de porte semierecto, flores blancas y tubérculos oblongos, de piel y pulpa de color amarillo, aptos para el mercado de consumo fresco. Ciclo vegetativo de 90 días.



Caesar: variedad de origen holandés, presenta plantas de porte erecto, flores blancas y tubérculos oblongos con piel y pulpa de color amarillo, aptos para el mercado de consumo fresco. Ciclo vegetativo de 90 días.



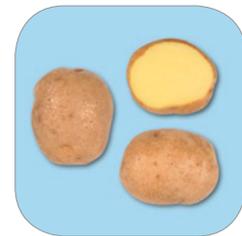
Calwhite: variedad estadounidense, presenta plantas de tallos erectos, flores blancas, tubérculos oblongos de piel amarilla y pulpa blanca, adecuados para el mercado de consumo fresco. Ciclo vegetativo de 90 días.



Daifla: variedad de origen francés, presenta plantas con tallos de porte semierecto, flores blancas, tubérculos oblongos de piel crema y pulpa blanca, aptos para el mercado de consumo fresco. Ciclo vegetativo de 90 días.



Granola: Variedad que ha sido muy cultivada. Presenta plantas de tallos de porte erecto y tamaño medio, flores moradas y tubérculos semi redondos aptos para el mercado de consumo fresco.



5.7 Capital

Actualmente, producir una manzana (7000 m²) de cultivo de papa tiene un costo aproximado de 147,000 Lempiras (USD 6,125), de los cuales se necesitan unos L 18,940 para preparar el suelo, L 94,700 para la siembra y L 36,000 para el manejo de la plantación y labores de cosecha.

5.8 Mano de obra

Se necesitan unos 25 jornales para sembrar una manzana de cultivo e igual cantidad de jornales para la cosecha.

6. EL MANEJO DEL CULTIVO

6.1 La preparación del suelo

Actualmente muchos de los suelos de las zonas altas de Honduras se caracterizan por ser excesivamente ácidos y pobres en nutrientes como el fósforo, el calcio y el magnesio, además de presentar concentraciones tóxicas de aluminio y manganeso. Las plantaciones de papa que se establecen en estos suelos pueden reducir el rendimiento hasta en un 30 %. Sin embargo, esta condición se puede revertir si se toman medidas a tiempo. Por eso, el primer paso del proceso de producción de papa es conocer la condición del suelo y para esto usamos el análisis químico del suelo.

6.1.1 Análisis químico del suelo

La obtención de la muestra: El análisis del suelo debe hacerse al menos tres meses antes de la siembra. Para que los resultados sean reales se deben tomar suficientes muestras y estas deben ser representativas del terreno que se va a cultivar. Para obtener la muestra, se debe recorrer todo el campo tomando puñados de suelo. No se deben tomar muestras de la superficie del terreno. Se debe cavar hasta una profundidad de 20 cm y, teniendo cuidado de no contaminar con suelo superficial, del fondo se debe sacar una muestra de suelo (lo que se agarre con los cinco dedos), depositándola en un recipiente limpio y seco. Una vez que se han obtenido todas las muestras (al menos 20 muestras por manzana), el suelo recolectado debe mezclarse bien para después sacar una muestra de alrededor de una libra para enviarla al laboratorio. Esta muestra debe ponerse en una bolsa plástica limpia y debe enviarse al laboratorio con la siguiente información: nombre de la persona que envía la muestra, lugar, fecha de recolección de la muestra y tipo de análisis requerido.

Tipo de análisis: el análisis debe incluir al menos el pH, materia orgánica, contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, manganeso, cobre, zinc, aluminio intercambiable, boro y azufre. El análisis puede ser hecho en los laboratorios de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), ubicada en La Lima, Cortés, o en la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, en Francisco Morazán. La información que brinde el análisis de suelo permitirá tomar decisiones más acertadas con respecto al manejo del suelo y la fertilización.

6.1.2 Aplicar enmiendas al suelo para corregir desequilibrios químicos

Neutralización del exceso de aluminio: Si el pH del suelo está por debajo de 5.5 y hay un exceso de aluminio (más del 25 % de la saturación de bases) se debe aplicar cal dolomítica al suelo. En las zonas productoras de papa de Honduras, donde la mayoría de los suelos presentan esta condición, se recomienda aplicar 40 quintales de cal dolomítica por manzana. La cal dolomítica neutraliza el aluminio a la vez que incrementa el contenido de calcio y magnesio en el suelo (Toledo, 2007a). Hay otro tipo de cales en el mercado, como la cal viva y la cal hidratada; el problema de estos tipos de cal es que no proporcionan magnesio y si se aplica desmedidamente podría causarse un desbalance entre las bases intercambiables que desfavorecerá la absorción del magnesio por las plantas.

Neutralización del manganeso: Si el suelo es alto en manganeso, más de 40 ppm (DTPA, pH 7.3), además de cal, se deben aplicar 150 quintales por manzana de gallinaza o cualquier otro estiércol. Diversas reacciones del proceso de descomposición de la gallinaza ayudarán a inmovilizar el manganeso, a neutralizar el aluminio y a incrementar el pH (Toledo, 2007b). Además, el estiércol también mejorará las propiedades físicas del suelo, volviéndolo más suelto; habrá una mayor multiplicación de los microorganismos benéficos y elevará el nivel de nutrientes en el suelo. Estudios desarrollados en Intibucá en suelos altos en manganeso muestran incrementos de hasta un 33 % en la producción de papa de primera, cuando los suelos se han enmendado con gallinaza (Toledo, 2011).

Estas altas dosis de cal y gallinaza solo se aplicarán una única vez, ya que son para corregir el desbalance químico actual de los suelos. Después de esto y en lo sucesivo se deben aplicar 15 qq/mz de cal dolomítica + 50 qq/mz de gallinaza al año como dosis de mantenimiento que servirá para reponer la materia orgánica y nutrientes lavados por erosión hídrica, perdidos por percolación y extraídos del suelo por las cosechas.

Forma de aplicación de la enmienda: Luego del chapeado y la limpia del monte, las enmiendas deben ser aplicadas al voleo y uniformemente en todo el terreno de siembra para, seguidamente, hacer un pase de arado y varios pases de rastra. Si la enmienda se aplica después del pase del arado y la rastra, esta deberá ser incorporada mediante un nuevo pase de la rastra o con un motocultor o picando el suelo con azadón (figura 17). Después de aplicadas las enmiendas, hay que dejar pasar un tiempo antes de sembrar para permitir que hagan su efecto. En el caso de la cal dolomítica se debe dar al menos un mes y en el caso de la gallinaza u otro estiércol, dos meses, como mínimo.

Para que las enmiendas logren su efecto, es necesario que haya humedad en el suelo, por lo que si no llueve habrá que hacer al menos un riego por aspersión por semana.



Figura 17. Proceso de aplicación e incorporación de la cal y la gallinaza al suelo. La siembra debe hacerse un mes después de la aplicación de la cal y dos meses después de la aplicación de la gallinaza.

6.2 La siembra

- 1- Una vez que el suelo ha sido mullido mediante el arado y la rastra, se deben abrir surcos de 20 a 30 cm de profundidad cada 90 cm, si el terreno es plano, y cada 100 cm, si tiene pendiente. Esta labor se puede hacer manualmente (con el azadón) o con un arado tirado por bueyes (figura 18). Si el terreno es inclinado, los surcos deben hacerse en curvas a nivel.



Figura 18. Izquierda: abriendo surcos para la siembra de papa con un arado tirado por bueyes. Derecha: campo surcado y listo para la siembra.

- 2- Seguidamente, se debe aplicar el fertilizante y el pesticida a chorro corrido al fondo de los surcos (figura 19). El plan de fertilización debe elaborarse de acuerdo a los datos del análisis del suelo y de acuerdo a la extracción de nutrientes del cultivo (ver lo relacionado con la fertilización más adelante). Una vez aplicado el fertilizante, este se debe cubrir con una capa de tierra para evitar que “queme” la semilla. Si se prevé la presencia de alguna plaga del suelo, como la palomilla o la gallina ciega, en los próximos 30 días, este es el momento de aplicar el pesticida (ver lo relacionado con plagas y enfermedades más adelante). En la zona alta de Intibucá y en el período comprendido entre junio y noviembre,

la presencia de la gallina ciega es alta, por lo que cualquier cultivo que esté en el campo durante este período o parte de él, deberá protegerse aplicando insecticida. El insecticida debe aplicarse a chorro corrido al fondo del surco antes de poner la semilla.



Figura 19. Aplicación y tapado del fertilizante.

- Una vez aplicados el fertilizante y el insecticida, se deberá proceder a la siembra, para lo cual los tubérculos-semilla deben colocarse dentro del surco a una distancia de 25 cm. Seguidamente, la semilla deberá cubrirse con una capa de suelo (la semilla no debe dejarse expuesta al sol mucho tiempo) de manera que quede enterrada dos veces su tamaño (figura 20). Durante el proceso de siembra, la semilla debe manipularse con cuidado para evitar que los brotes se desprendan, y no deben sembrarse tubérculos que presenten pudrición o que no tengan brotes (figuras 21 y 22). Concluida la siembra, habrá que esperar entre 12 y 15 días para que los tallos emerjan del suelo (figura 23).



Figura 20. La semilla se siembra y se cubre con una capa de suelo.



Figura 21. No se deben sembrar tubérculos afectados por pudriciones (izquierda) o que no presenten brotes (derecha).



Figura 22. Para evitar que los brotes se desprendan, la semilla debe transportarse en cajas (izquierda). Si se transporta en sacos, los brotes se pierden (derecha).



Figura 23. Los tallos de las plantas emergen de 12 a 15 días después de la siembra.

6.3 El riego

La planta de papa es muy sensible a la falta de agua por lo que presentará signos de marchitez a los pocos días después del último riego o de la última lluvia (figura 24). El estrés por falta de agua causa disminución en el rendimiento y, si esto ocurre en el período de formación de los tubérculos, normalmente se presentan malformaciones (Painter y Augustin, 1976).

Hay tres formas de riego: por aspersión, por inundación y por goteo. Los tres pueden ser usados en el cultivo de papa. El problema del riego por aspersión es que moja las plantas, lo que da lugar a infecciones por hongos. El riego por inundación es el menos eficiente ya que usa una gran cantidad de agua (la mayor parte se desperdicia), causa erosión y favorece la diseminación de patógenos del suelo, como bacterias y hongos. La mejor forma de riego, entonces, es por goteo.



Figura 24. Izquierda: plantación mostrando deshidratación cinco días después del último riego; en el centro y a la derecha: plantaciones de papa regadas por goteo y por inundación, respectivamente.

La frecuencia y el tiempo de riego variarán de acuerdo a las condiciones climáticas y de suelo de cada lugar, por lo que estos aspectos los debe determinar el agricultor. Para ello, en los días siguientes a la siembra es necesario muestrear continuamente la humedad del suelo (escarbando y tocando el suelo con los dedos), para determinar el tiempo y la frecuencia del riego. En Honduras, los cultivos de papa generalmente se riegan por aspersión y por inundación y, normalmente, se hacen dos riegos por semana en la época seca.

6.4 La fertilización

Como se había dicho antes, actualmente los suelos de las zonas altas de Honduras son, en general, muy pobres en nutrientes como fósforo, calcio y magnesio. Esto, sumado al hecho de que la planta de papa tiene un limitado sistema radicular que no le permite explorar a profundidad el suelo en busca de nutrientes (cuadro 8) son condiciones que apuntan a la necesidad de tener un adecuado plan de fertilización para lograr óptimos rendimientos.

Cuadro 8. Densidad radicular de algunos cultivos.

Cultivo	cm de raíz por cm ³ de suelo
Alfalfa	15
Trigo	5
Maíz	3
Papa	1.7
Remolacha	1.5
Cebolla	0.5

Fuente: Tomado de Sierra *et al.* 2002

Al aplicar cal dolomítica y gallinaza al suelo en las dosis que se indicaron antes, lograremos incrementar el nivel de calcio y de magnesio y demás nutrientes, además de reducir el exceso de aluminio y manganeso y hacer más accesible el fósforo. Después de esta enmienda, solo resta aplicar nitrógeno, fósforo y potasio al suelo para que la fertilización quede completa. Antes, sin embargo, hay que tener en cuenta algunos de los efectos de fertilizar con estos tres nutrientes.

1. El nitrógeno está muy relacionado con el crecimiento de la planta. La deficiencia de nitrógeno provoca plantas con poco follaje, acortamiento del ciclo vegetativo y bajo rendimiento (van der Zaag, 1993). Demasiado nitrógeno promueve un excesivo crecimiento aéreo y el alargue del período vegetativo, situación que desfavorece la tuberización y limita el transporte de fotoasimilados hacia el tubérculo (Krauss, 1985), además de incrementar el número de tubérculos mal formados (Painter y Augustin, 1976).
2. La fertilización con nitrógeno dividido en dos aplicaciones, una a la siembra y otra al inicio de la tuberización, parece dar mejores resultados que una sola aplicación a la siembra (Painter y Augustin, 1976). También, una aplicación a la siembra y entre cuatro y cinco aplicaciones durante el ciclo del cultivo dieron mejores resultados que una sola aplicación al momento de la siembra (Westermam *et al.*, 1988).
3. El fósforo es usado por la planta de papa durante todo el período de crecimiento, por lo que debe estar disponible en cantidad suficiente en el suelo. Un significativo y constante incremento en la absorción de fósforo se da desde el inicio de la tuberización (30 a 40 días después de la siembra) hasta el fin del cultivo (Tindall *et al.*, 1993). Es por eso que en este período se debe aplicar más fósforo. Esos mismos autores recomiendan una dosis de fósforo de 250 kg/ha, aplicando 150 kg/ha a la siembra y 100 kg al inicio de la tuberización.
4. Un adecuado suplemento de potasio contribuye a incrementar el tamaño y calidad de los tubérculos, ya que este elemento está muy relacionado con el proceso de acumulación de carbohidratos en los tubérculos. Por otro lado, hay evidencia que indica que la deficiencia o el exceso de potasio en la planta contribuye a reducir el contenido de materia seca en los tubérculos (Dampney *et al.*, 2011; Baniuniene y Zekaite, 2008).
5. Se considera que para obtener 38 t/ha de tubérculo el cultivo de papa extrae 224 kg/ha de nitrógeno, 67 kg/ha de fósforo (P_2O_5) y 336 kg/ha de potasio (K_2O) (Sierra *et al.*, 2002). A esto habría que agregar la proporción de fertilizante que se pierde. En general, se considera que del total de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos que se aplican al suelo, solo un 60, 20 y 60 %, respectivamente, son aprovechados por las plantas.

Plan de fertilización del cultivo de papa en Honduras:

Nitrógeno: Si se aplica la dosis recomendada de gallinaza (150 qq/mz), aplicar una dosis de nitrógeno de 150 kg/ha. Si no se usa gallinaza, aplicar 250 kg/ha. En todo caso, aplicar la mitad del nitrógeno a la siembra y el resto al aporque (de 25 a 30 días después de la siembra), usando como fuente los fertilizantes 12-24-12 o 18-46-0 y nitrato de amonio.

Fósforo: Si se ha usado la dosis recomendada de gallinaza, aplicar 150 kg/ha de fósforo en forma de P_2O_5 , todo al momento de la siembra. Si no se ha usado gallinaza, incrementar la dosis de fósforo a 300 kg/ha, dividida en dos aplicaciones, la mitad a la siembra y el resto al aporque.

Potasio: Si se ha usado gallinaza, aplicar 200 kg/ha de K_2O , o incrementar a 300 kg/ha, si no se ha usado gallinaza. Aplicar la mitad al momento de la siembra y el resto al aporque.

En los cuadros 9 y 10 se presentan planes de fertilización basados en las condiciones mencionadas.

Cuadro 9. Plan de fertilización en suelos donde se aplicaron 150 qq de gallinaza/mz (9 qq/tarea).

Usando el fertilizante 12-24-12 como fuente de fósforo		
Época	Cantidad/mz**	Cantidad/tarea***
A la siembra	9.5 qq/de 12-24-12	60 lb
A los 30 días (aporque)	3.5 qq de nitrato de amonio	30 lb
	3 qq de cloruro de potasio	20 lb
Usando el fertilizante 18-46-0 como fuente de fósforo		
A la siembra	5 qq de 18-46-0	30 lb
	1 qq de cloruro de potasio	7 lb
A los 30 días (aporque)	3 qq de nitrato de amonio	31 lb
	1 qq de cloruro de potasio	20 lb

*Dosis en kg/ha: 150 de N, 150 de P_2O_5 y 200 de K_2O

** mz = manzana = 7,000 m²

*** tarea =437.5 m²

Cuadro 10. Plan de fertilización si no aplica gallinaza al suelo en las dosis recomendadas (150 qq/mz)*.

Usando el fertilizante 12-24-12 como fuente de fósforo		
Época	Cantidad/mz**	Cantidad/tarea***
A la siembra	9 qq 12-24-12	55 lb
	2 qq de nitrato de amonio	13 lb
	1 qq de cloruro de potasio	7 lb
Al aporque (de 25 a 30 días después de la siembra)	10 qq 12-24-12	62 lb
	5 qq de nitrato de amonio	31 lb
	4 qq/mz de cloruro de potasio 25 lb	
Usando el fertilizante 18-46-0 como fuente de fósforo		
A la siembra	5 qq de 18-46-0	31 lb
	3 qq de nitrato de amonio	20 lb
	4 qq de cloruro de potasio	25 lb
Al aporque (de 25 a 30 días después de la siembra)	5 qq de 18-46-0	31 lb
	3 qq de nitrato de amonio	20 lb
	4 qq de cloruro de potasio	25 lb

* Nivel en kg/ha: 250 N, 300 P₂O₅ y 300 de K₂O

** mz = manzana = 7,000 m²

*** tarea = 437.5 m²

6.5 El aporque

Esta práctica consiste en amontonar suelo al pie de las plantas para inducirles a echar más raíces y estolones, así como para evitar que los tubérculos se verdean por la exposición a la luz. También sirve como barrera para insectos y enfermedades que afectan a los tubérculos. El aporque se hace cuando las plantas tienen entre 25 y 30 cm de altura (figura 25). En Honduras y con las variedades holandesas (ciclo de 90 días) esta altura se alcanza a los 25-30 días después de la siembra.

Sin embargo, en otros países recomiendan hacer dos aporques cuando se usan variedades tardías (con ciclos de 120 días en adelante). El aporque también ayuda a mantener las plantas erguidas, a controlar las malezas y a mejorar el drenaje de las aguas de lluvia. Esta labor se puede ser hecha manualmente (con el azadón) o con tracción animal, cuidando de no dañar las raíces, los tallos o las hojas, pues esto favorecería la entrada de patógenos a las plantas. Por eso hay que hacer el aporque a tiempo, cuando la planta tiene 25 cm de altura, porque cuanto más grandes las plantas, mayor es el daño físico que se puede producir con el aporque.



Figura 25. Segunda fertilización y aporque de un cultivo de papa.

6.6 El control de las malezas

En general, el cultivo de papa en Honduras no requiere de medidas especiales de control de malezas, ya que por la forma de manejo del cultivo y el rápido crecimiento de las plantas no dan lugar para que las malezas se desarrollen. Cuando se establece la plantación, el campo está recién preparado, así que está libre de malezas, luego, a los 25 o 30 días después de la siembra, se hace el aporque, que sirve también para controlar las malezas. Después y debido al rápido crecimiento de las plantas, en pocos días el cultivo ya ha cubierto totalmente el suelo, reduciendo significativamente el paso de la luz solar e impidiendo con ello el crecimiento de las malezas.

En caso de que la siembra se haga uno o dos meses después de haber preparado el suelo, es recomendable hacer una aplicación de herbicida, antes o inmediatamente después de la siembra, para evitar que las malezas crezcan demasiado antes de llegar al aporque.

6.7 El defoliado (la chapia) de la plantación

Cuando el follaje de las plantas ha madurado (se ha puesto amarillo de forma natural), se acostumbra cortar los tallos a ras de suelo. Esto se hace para agilizar y uniformar la maduración de los tubérculos. De no tomarse esta medida, el follaje continuará deteriorándose hasta secarse, pero llevará más tiempo. En las variedades holandesas sembradas en Honduras, la maduración del follaje tiene lugar 90 días después de la siembra. A veces, los productores de semilla hacen el defoliado antes de que se presente la madurez del cultivo para evitar que los

tubérculos se agranden y poder cosechar una mayor proporción de tubérculos medianos, que es el tamaño ideal para la semilla. El defoliado se hace manualmente, con un machete, pero también se puede hacer aplicando sobre el follaje herbicidas quemantes como el Paraquat. Una vez cortado el follaje, los tubérculos se pueden cosechar en unos 15 días (figura 26).



Figura 26. Izquierda: plantación en estado de desarrollo vegetativo. Centro: la misma plantación con el follaje entrando a estado de senescencia. A la derecha: la misma plantación ya defoliada.

6.8 La cosecha

6.8.1 La maduración de los tubérculos

Los tubérculos estarán listos para ser cosechados cuando su piel se haya endurecido (suberizado), lo que ocurre de 15 a 20 días después del defoliado. Para estar seguros, se podría hacer un muestreo, desenterrando algunos tubérculos y determinando su grado de madurez, frotándolos con los dedos (figura 27). Si la piel no se pela, esto quiere decir que la suberización está completa y se puede proceder a la cosecha. Si la papa se cosecha antes de que la piel se haya endurecido, los tubérculos serán más sensibles a los daños ocasionados por los golpes y la deshidratación, y se verán fácilmente afectados por plagas y enfermedades durante el almacenamiento.



Figura 27. El muestreo de los tubérculos es una práctica regular en las plantaciones de papa y se hace para estimar el rendimiento y para determinar el grado de tuberización después de que las plantaciones han sido defoliadas.

6.8.2 Cosecha y clasificación

En Honduras la cosecha de papa se hace de forma manual, usando azadones para desenterrar los tubérculos (figura 28) o con arados tirados por bueyes. En todo caso, las papas deben desenterrarse con cuidado para no dañarlas y evitando dejar tubérculos enterrados. Para esto, el azadón debe enterrarse por debajo del nivel de los tubérculos y luego tirar de él. No debe cosecharse bajo la lluvia y si la lluvia se presenta en el momento de la cosecha, deben detenerse las labores y continuarlas hasta después de la lluvia. En los días soleados, los tubérculos deben protegerse de la luz directa del sol, llevándolos rápidamente a un lugar sombreado y fresco.



Figura 28. Labores de cosecha y recolección de papa.

Una vez que los tubérculos son desenterrados, se clasifican según su tamaño en primera (las más grandes), segunda (las medianas) y tercera (las más pequeñas) (cuadro 11). En general, la papa de tercera no se comercializa. La papa de segunda se vende a precios que son un tercio o un cuarto de lo que se paga por la de primera, aunque casi siempre los productores la dejan para semilla. A las papas que pesan más de una libra se les denomina “súper” pero normalmente no se paga más por este tamaño. En plantaciones bien manejadas, al menos el 80% del total de la papa cosechada es de primera calidad.

Cuadro 11. Clasificación de los tubérculos de papa en la zona alta de Intibucá.

Categoría	Diámetro (mm)	Mercado
Súper	> 90	Consumo
Primera	55-90	Consumo
Segunda	35-54	Semilla o consumo
Tercera	< 35	No se comercializa

También, durante la cosecha se separan los tubérculos que presentan algún daño. Una vez clasificados, se colocan, sin lavar, en sacos de 100 libras y así quedan listos para ser llevados al mercado. Sin embargo, actualmente va en aumento el mercado de papa lavada y ya hay máquinas lavadoras en las zonas productoras de papa en Honduras. La papa lavada tiene mejor precio en el mercado, aunque los productores saben que con el lavado quedan en evidencia los

tubérculos dañados por plagas o enfermedades o rajados y golpeados durante el proceso de cosecha. Cuando los tubérculos se lavan, es importante que, antes de ser encostalados, se les ponga a la sombra en un lugar ventilado para que se sequen. Las papas humedecidas tienden a dañarse rápidamente porque se activan los patógenos que tienen en la superficie.

6.8.3 Rendimiento, costo y punto de equilibrio

Para asegurar las posibilidades de obtener ganancias con el cultivo de papa en Honduras es necesario hacer dos cultivos a partir de la semilla certificada que se adquiera. De esta forma se reducen los costos, porque para el segundo cultivo no será necesario adquirir semilla. Por ejemplo, en un primer cultivo que haya tenido un costo de L 47,000/mz y un rendimiento de 450 qq/mz de papa comercial, cada quintal de papa comercial tendrá un costo de L 326.60. En un segundo cultivo en el que se usen como semilla tubérculos no comerciales de la primera plantación, con costos de producción de L 55,000/mz y un rendimiento de 350 q/mz (los rendimientos tienden a bajar por infecciones de fitopatógenos), el costo por quintal de papa comercial será de L 157.14, que ya es un precio muy competitivo en el mercado. En los cuadros 12 y 13 se presentan, respectivamente, los costos de producción y el análisis económico para una manzana de cultivo de papa.

6.9 El almacenamiento de papa de consumo fresco

Actualmente en Honduras no se almacena papa para consumo fresco razón por la cual no se dispone de infraestructura de almacenamiento. Esto provoca que los productores tengan que vender sus cosechas al precio del mercado aunque les sea desfavorable. En 2014, el Programa Regional de Innovación e Investigación por Cadenas de Valor (PRIICA), ejecutado por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), validó con éxito una estructura rústica y de bajo costo para el almacenamiento de papa de consumo fresco, que podría ser usada sobre todo por los pequeños productores (figura 29). La estructura mantiene la calidad de los tubérculos por al menos dos meses (Toledo, 2015).

El sistema consiste en amontonar la papa encima de una estructura de ventilación que puede ser de madera u otro material. La estructura de ventilación se pone de cara a los vientos predominantes para que entre el aire. Antes de amontonar la papa, se pone un tubo de PVC agujereado de 2" en forma vertical y al centro, para que sirva de chimenea. Una vez amontonada la papa, se cubre con una capa de zacate seco y encima del zacate, se coloca una capa de tierra. Finalmente, se pone una lámina de plástico encima del bulto para protegerlo de la lluvia.

Es fundamental que solo se almacenen tubérculos sanos y en buen estado; de lo contrario se pueden presentar pérdidas cuantiosas, debido a que esta forma de almacenamiento favorece la multiplicación acelerada de plagas y enfermedades. Hay que considerar que, bajo las condiciones de la zona alta de Intibucá (temperatura promedio de 18 °C y 80% de humedad relativa), los tubérculos almacenados perderán un 3.5 % de su peso al cumplirse dos meses de almacenamiento.



Figura 29. Estructura rústica para almacenamiento de papa de consumo fresco.

7. COSTOS DE PRODUCCIÓN

**Cuadro 12. Costos de producción de 1 mz (7,000 m²) de cultivo de papa.
Rendimiento mínimo esperado: 450 qq/mz de tubérculos de primera.**

Aspecto	Unidad	Cantidad	L unidad	L total
Preparación de suelo				
1. Limpia	jornal	8	120	960
2. Arado y rastra	mz	1	5000	5,000
3. Cal dolomítica	qq	40	110	4,400
4. Gallinaza	qq	150	50	7,500
5. Aplicación al suelo de cal y gallinaza	jornal	9	120	1,080
Subtotal				18,940
Siembra				
1. Semilla certificada	qq	40	1800	72,000
2. Fertilizantes				
12-24-12	qq	9	600	5,400
Cloruro de potasio	qq	4	500	2,000
Nitrato de amonio	qq	3	400	1,200
3. Insecticida Thimet al suelo	Bolsa 33 lbs	1	900	900
4. Surqueado (manualmente)	jornal	15	120	1,800
5. Siembra	jornal	20	120	2,400
Subtotal				94,700
Manejo de la plantación				
Mano de obra				
1. Riegos	jornal	20	120	2,400
2. Aplicación de pesticidas	jornal	30	120	3,600
3. Aporque	jornal	20	120	2,400
4. Defoliado	jornal	5	120	600
Insumos				
1. Fungicidas				
Mancozeb	kg	15	100	1,500
Clorotalonil	l	6	250	1,500
Curzate M 72 (Cymoxanil+Mancozeb)	lb	6	250	1,500
Acrobat	750 gr	4	700	2,800
2. Insecticidas				
Perfektion 400 EC (Dimetoato)	l	4	250	1,000
Monarca (Triacloprid + B-sifirina)	500 cc	4	250	1,000

Aspecto	Unidad	Cantidad	L unidad	L total
Espintor (Spinosad)	l	1	2800	2,800
Muralla (Imidacloprid + Cyfluthrin)	500 cc	4	250	1,000
New Mectin (Abamectina)	250 cc	4	240	960
Insecticida Thimet para el aporque	bolsa 33 lb	1	900	900
Adherente	l	4	100	400
3. Foliares	l	4	200	800
4. Herbicida Paraquat	l	5	120	600
5. Diesel para riegos	gal	80	90	7,200
6. Gasolina y aceite para bomba de aspersión	gal	12	100	1,200
Subtotal				34,160
Cosecha				
1. Mano de obra	jornal	30	120	3,600
2. Sacos de quintal	sacos	400	5	2,000
Subtotal				5,600
Depreciación y mantenimiento del equipo				
1. Bomba de riego				2,000
2. Bomba de motor para aspersiones				600
Subtotal				2,600
			Gran total	147,000

Cuadro 13. Análisis económico para la producción de 1 mz (7000 m²) de cultivo de papa.

Ingresos	Producción (q/mz)	Venta (L/q)	Ingreso total (L)	Costo producción (L)	Ingreso neto (L/mz)
Primer ciclo	450	350	157,500		
Segundo ciclo	350	350	122,500		
Total ingresos			280,000		
Egresos					
Primer ciclo				147,000	
Segundo ciclo				55,000	
Total egresos				202,000	
Ingreso neto					78,000

8. PRÁCTICAS PARA OBTENER SEMILLA ARTESANAL

Aunque para la producción comercial de papa lo recomendable es usar solo semilla certificada, en Honduras los productores generalmente hacen una segunda plantación usando tubérculos de la cosecha obtenida con la semilla certificada. Esta práctica exige un meticuloso proceso para elegir las plantas de las cuales se obtendrán los tubérculos que servirán como semilla. Si no se tienen ciertos cuidados, se podríamos fracasar, ya que muchos de los tubérculos podrían estar infectados con virus, hongos o bacterias. Conviene tener en cuenta lo siguiente:

1. La semilla debe obtenerse de plantas que muestren buen desarrollo y estricta sanidad. Si la plantación presenta una alta tasa de infección con enfermedades transmisibles por semilla se debe eliminar totalmente como fuente de semilla.
2. A partir de los 30 días después de la siembra, se debe comenzar a supervisar el cultivo en busca de plantas que muestren síntomas de enfermedades perjudiciales y transmisibles por semilla, como los virus, las bacterias *Erwinia* y *Ralstonia* y los hongos *Phytophthora* y *Rhizoctonia* (ver más adelante lo relacionado con las plagas y enfermedades). Las plantas con estas enfermedades deben sacarse de la plantación, quemarse o enterrarse, y los espacios donde estaban sembradas deben marcarse con estacas (figura 30). Cuando llegue el momento de la cosecha, solo deberá sacarse semilla de plantas que estén a cinco plantas alrededor del lugar donde estaban las plantas enfermas.



Figura 30. Izquierda y centro: las plantas de papa infectadas con virus, bacterias y hongos transferibles por semilla deben sacarse del campo. **Derecha:** el espacio que ocupaba cada planta infectada debe marcarse con una estaca. Al momento de la cosecha, se debe evitar sacar tubérculos para semilla en un espacio de cinco plantas a cada lado de la marca.

3. Durante la cosecha, se deben escoger tubérculos de tamaño mediano (de 45 a 60 mm de diámetro) y que no presenten daño físico o patológico. Una vez sustraídos del suelo, deben dejarse secar al sol por una hora como máximo y luego deben ser llevados al almacén o a un lugar sombreado. Los tubérculos no se deben lavar ni mojar, pues esto favorece el desarrollo de bacterias y hongos.

4. La semilla debe almacenarse bajo techo, ya sea en la oscuridad o bajo luz difusa (sin luz directa del sol) y en lugares ventilados (figuras 31 y 32). La brotación de todos los tubérculos de forma natural puede tardar hasta 4 meses, aunque puede ser agilizada si la semilla se almacena en la oscuridad o sumergiéndola en una solución de 5 ppm de ácido giberélico en agua (cuadro 14). En general, se considera que la mejor forma de almacenamiento es a la sombra (luz difusa) ya que de esta forma se logra un mayor número de brotes por tubérculo, brotes cortos y gruesos y una menor pérdida de peso (cuadro 15). Además, bajo luz difusa los tubérculos se verdean rápidamente, lo que les proporciona mayor resistencia a las plagas.

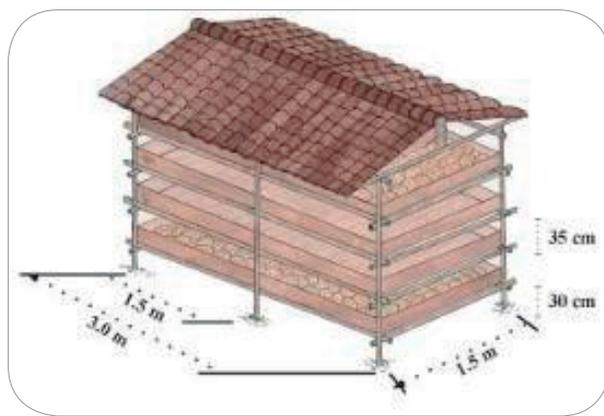


Figura 31. Estructura rústica para el almacenamiento de los tubérculos que serán usados como semilla. Esta estructura mantiene las condiciones de temperatura y ventilación apropiadas para la brotación y el desarrollo de los brotes. Además, facilita la supervisión continua del estado de la semilla y las labores de saneo.



Figura 32. Exterior e interior de una estructura rústica para el almacenamiento de tubérculos-semilla de papa en Intibucá.

Cuadro 14. Efecto de varios tratamientos para acelerar la brotación de tubérculos-semilla en cuatro variedades de papa.

Variedad	Tratamiento	Días después del tratamiento				
		30	45	60	75	90
		Porcentaje acumulado (n= 50 tubérculos)				
Valor	AG ₃ (5 ppm)*	32	60	70	70	70
	Oscuridad	4	4	34	48	50
	Luz difusa	0	6	22	54	64
Argos	AG ₃ (5 ppm)	32	56	68	68	68
	Oscuridad	0	0	0	24	86
	Luz difusa	0	0	0	0	58
Daifla	AG ₃ (5 ppm)	0	12	56	64	64
	Oscuridad	0	2	2	20	78
	Luz difusa	0	0	6	12	50
Atlas	AG ₃ (5 ppm)	2	18	60	80	86
	Oscuridad	0	0	0	2	72
	Luz difusa	0	0	0	0	38

* Ácido giberélico y a luz difusa

Fuente: Tomado de Toledo (2012a).

Cuadro 15. Efecto de dos formas de almacenamiento, con luz difusa (en la sombra) y a la oscuridad sobre la longitud, el número de brotes y la pérdida de peso de los tubérculos-semilla.

Variedad	Forma de almacenamiento*	Largo del brote (cm)	N° de brotes por tubérculo	Pérdida de peso
Mi Perú	Oscuridad	12.1	2.0	12.2
	Luz difusa	1.1	5.0	6.3
Mariva	Oscuridad	33.7	1.2	28.8
	Luz difusa	1.2	5.1	11.2

* Temperatura del ambiente: Máx. = 17.9 °C Mín. = 5.7 °C.

Fuente: Tomado de Malagamba (1999).

- Como ya se ha dicho, el almacén debe ser un lugar sombreado y con buena ventilación; por ejemplo, una galera con paredes de malla antinsectos o malla para gallinas. Dentro del almacén, la semilla debe colocarse a granel en estructuras hechas para este fin (tarimas) y no deben estibarse más de cuatro capas de tubérculos (figura 33). Una vez que los tubérculos han sido ubicados se espolvorean con Malation para prevenir daños por palomilla y con Captán para controlar los hongos.
- De ahí en adelante, la semilla deberá supervisarse continuamente y “sanearse” cada semana; es decir, se deben retirar los tubérculos que presenten daño por enfermedades o plagas y, además, se les debe cortar el brote apical a aquellos tubérculos que lo presenten (figura 33). Una vez que se quita el brote apical, los brotes restantes emergen al cabo de 10-15 días.



Figura 33. Izquierda: diferentes estados del tubérculo. Derecha: corte de la yema apical a un tubérculo-semilla con dominancia apical.

7. Cuando los tubérculos se encuentran en estado óptimo para la siembra; es decir, que tienen al menos tres brotes por tubérculo, deben colocarse cuidadosamente en cajas para ser transportados al lugar de la siembra sin “desbrotarlos” ni golpearlos (figura 34).



Figura 34. Los tubérculos-semilla brotados deben colocarse en cajas para que los brotes no se desprendan durante el transporte.

9. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

9.1 Métodos de control de plagas y enfermedades en los cultivos

Una plaga es todo organismo vivo que causa daño a las plantas cultivadas; pueden ser insectos, ácaros, nematodos, hongos, virus, bacterias y fitoplasmas, entre otros. El hecho de que haya presencia de cualquiera de ellos no significa que debamos tomar medidas de control. Las medidas de control se toman cuando la población de plagas o el daño que están ocasionando sobrepasa cierto nivel o umbral donde las pérdidas se vuelven económicamente significativas. Para las plagas más importantes se han establecido determinados umbrales; sin embargo, hay algunas plagas cuyo umbral se desconoce. Generalmente los umbrales le indican al productor cuándo debe aplicar un pesticida.

Haya varios métodos de control de plagas: control químico, control genético, control biológico, control cultural y control legislativo. El **control químico** se refiere al uso de pesticidas; el **control biológico** consiste en usar organismos vivos, como nematodos y hongos entomopatógenos (producen enfermedad en los insectos) o ácaros e insectos depredadores, para destruir a los organismos que dañan a las plantas; el **control genético** se refiere al uso de variedades resistentes; el **control cultural** se refiere a las medidas que se toman para impedir el desplazamiento o la multiplicación de la plaga o que vuelven a las plantas más resistentes a su ataque; por ejemplo, la rotación de cultivos, el establecimiento de barreras físicas, la aireación, el uso de semillas sanas, la nutrición adecuada, el aporque, el uso de trampas, etc.; y el **control legislativo** que son los reglamentos que se establecen para que los agricultores acaten ciertas medidas que impiden la multiplicación de las plagas. También existe el **control etiológico**, que consiste en el uso de feromonas (sustancias atrayentes) que atraen los insectos dañinos a trampas.

Sin embargo, hasta hoy, el control químico es el que ha dado mejor resultado y a pesar de que actualmente se sabe que el uso de los pesticidas ha dado lugar a nuevos problemas, particularmente sobre el ambiente, sin ellos no sería posible obtener la producción necesaria para alimentar la población mundial. Sin embargo, con los cuidados necesarios, es posible hacer óptimos controles de plagas con el uso de agroquímicos y con mínimas repercusiones sobre el ambiente, sobre todo si se lleva a cabo en conjunto con los demás métodos de control.

Cada pesticida está hecho para controlar un tipo específico de plagas; así, los insecticidas solo controlan insectos, los fungicidas solo controlan hongos y los acaricidas solo controlan ácaros, aunque hay insecticidas que también controlan ácaros. Hasta hoy, aún no existen pesticidas que controlen eficazmente los virus, las bacterias y los fitoplasmas, por lo que su control se basa en el uso de semilla libre de patógenos, en el control de los organismos transmisores

(como insectos, ácaros y nematodos) y en la aplicación de ciertas prácticas culturales, como evitar el exceso de humedad en el suelo o de follaje y la rotación de cultivos.

Por otro lado, los pesticidas tienen solo cierto rango de acción: un insecticida no mata a todos los insectos, un fungicida no mata a todos los hongos. Cada producto está hecho para controlar únicamente ciertas especies. Esta información está escrita en la etiqueta o en el recipiente del producto.

Los pesticidas también tienen diferente movilidad en la planta. Así, tenemos:

- Pesticidas de contacto: Su acción se limita a la superficie de la planta donde ha caído el producto, no tienen movimiento, por lo que los brotes que crecen después de la aplicación quedan desprotegidos. A este tipo de pesticidas también se les llama “protectantes”. En general, a las plagas se les dificulta más desarrollar resistencia a este tipo de productos.
- Pesticidas de acción traslaminar: Estos químicos penetran la hoja pero no tienen movimiento de hoja a hoja o a otros sitios de la planta. Esto significa que las hojas y brotes que se producen después de la aplicación quedan desprotegidos.
- Pesticidas de acción sistémica: Así se denomina a los productos que penetran la planta, ya sea por las hojas o por las raíces, y tienen movilidad por toda la planta. También se les denomina “curativos”. Las plagas tienden a desarrollar resistencia más rápidamente a los productos traslaminares y sistémicos, razón por la cual, este tipo de productos no deben ser aplicados más de cuatro veces por ciclo de cultivo y si se usan más de una vez deben alternarse con productos de contacto.



Figura 35. Aspersión con bomba de motor en un cultivo de papa.

Estos pesticidas también se clasifican como **acropétalos**, que son los que se mueven hacia arriba a partir del lugar donde han sido aplicados, y **basipétalos**, que son los que se mueven hacia abajo (Acuña, 2008).

Para lograr aspersiones foliares de pesticidas de forma efectiva, estas deben hacerse con bombas de motor (figura 35). Las aplicaciones con bombas manuales son muy deficientes.

9.2 Principales plagas que dañan las plantaciones de papa en Honduras

9.2.1 La polilla de la papa (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*)

Este insecto pertenece a la familia de los lepidópteros, al igual que las mariposas. La importancia de este insecto se debe a que en su estado larval (gusano) vive y se alimenta del tubérculo de la papa, tanto en el campo como en almacenamiento, haciendo galerías dentro del tubérculo y dejándolo inservible para ser usado como alimento o como semilla. Hay tres especies de este insecto que afectan el cultivo de la papa: *Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*.

El ciclo de vida de esta polilla pasa por cuatro instares. **Huevo:** mide unos 0.5 mm, es de forma ovalada, de color crema al inicio y amarillento después. Por lo general las hembras depositan los huevos cerca del tallo de las plantas o en los residuos de la cosecha y, a veces, en las hojas de la parte baja de las plantas. En el almacén, los huevos son depositados sobre las papas (Barreto, 005). **Larva:** al inicio mide 1.4 mm de largo pero con el tiempo llega a medir entre 12 y 15 mm, tiene la cabeza de color café y el cuerpo de color blanco, que después se va tornando café (figura 36). Al emerger de los huevos, las larvas se desplazan hacia los tubérculos. **Pupa:** cuando llega el momento, los gusanos salen de los tubérculos y se dirigen a la superficie del suelo buscando un lugar donde empupar. Las pupas son de color café y miden unos 7 mm de largo. En el campo, la mayor proporción de pupas se hallan enterradas en el suelo entre 1 y 5 cm y solo unas pocas se entierran a profundidades de hasta 10 cm (Barreto, 2005). En el almacén, las pupas son encontradas en recipientes, sacos, cajas, en las esquinas del entarimado, en las paredes y a veces hasta en el tubérculo. **Adulto:** son pequeñas mariposas de unos 12 mm de longitud y con una tonalidad de color de café oscuro a café claro.



Figura 36. Izquierda: adulto de la polilla de la papa. Centro: tubérculos dañados por larvas de la polilla de la papa. Derecha: larvas de la polilla de la papa.

La duración del ciclo biológico de las diferentes especies de la palomilla se presenta en el cuadro 16. Hay que considerar que la duración del ciclo de vida está muy relacionado con la temperatura del ambiente (cuadro 17). *Tecia solanivora* puede lograr diez generaciones por año a 25 °C, pero solo dos a 10 °C (Notz, 1996).

Cuadro 16. Ciclo de vida de las especies de la polilla de la papa (en días).

Estadio	<i>P. operculella</i>	<i>S. tangolías</i>	<i>T. solanivora</i>
Huevo	5-15	10-13	7-15
Larva	11-30	28-40	23-34
Pupa	6-30	18-24	14-26
Adulto	10-38	11-38	10-21
Total	32-83	67-115	54-96

Fuente: Tomado de Palacios, 1997.

Cuadro 17. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *T. solanivora*.

Estadio	10 °C	30 °C
Duración del período de oviposición (días)	26	5
Duración del período de larva (días)	56	13
Duración del período de pupa (días)	91	14
Duración del ciclo de vida (días)	197	37
Duración del período de oviposición	66 días a 15 °C	37 días a 20 °C

Fuente: Tomado de Notz (1996).

En estudios llevados a cabo en la zona alta de Intibucá (a 1680 m.s.n.m.) entre 1984 y 1985, se determinó que el 96.5% de los adultos de palomilla capturados pertenecían a *Tecia solanivora* y el restante a *Phthorimaea operculella* (SRN, 1985). En cautiverio, el tiempo de mayor actividad sexual de la palomilla comenzaba a partir de las 6:00 a.m. y se prolongaba hasta cerca del mediodía. Los machos copulaban hasta seis veces, mientras que las hembras solo lo hacían una vez. La proporción de natalidad fue de 55.3 % para las hembras y 44.7 % para los machos. La hora de mayor actividad de los adultos fue entre las 9:00 a.m. y las 10:00 a.m. El tiempo promedio de vida del adulto fue de 16.8 días y el promedio de huevos/hembra/ciclo fue de 277.04 (Kunaga y Ochoa, 1987).

Barreto (2005) reportó que los adultos de *Tecia solanivora* estuvieron más activos de 8:00 a 11:00 a.m. y de 5:30 a 8:00 p.m. No hubo actividad de 11:00 p.m. a 6:00 a.m.

En general, las poblaciones de la polilla de la papa aumentan en la época seca (de diciembre a mayo en Honduras) y disminuyen en la época lluviosa. En lugares donde la papa se siembra todo el año, la mayor presencia de adultos de *Tecia solanivora* se observa durante el período de tuberización y durante la madurez fisiológica del cultivo (Galindo y Española, 2004). En Honduras el período de tuberización del cultivo de papa comienza a partir de los 40 días después de la siembra y la madurez fisiológica se alcanza entre 80 y 90 días después de la siembra en las variedades holandesas.

El control: La experiencia indica que el control de esta plaga solo es posible combinando prácticas culturales junto con el uso de pesticidas. Antes de sembrar se debe preguntar

a los agricultores del lugar el estatus de la plaga, si es dañina o no. Se debe considerar la época de siembra, porque si el cultivo va a estar en el campo en la época seca es de esperar una infestación alta, pero si va a estar en la temporada de lluvias, la infestación debería ser menor. También hay que tener en cuenta la altura del lugar donde se establecerá el cultivo: por encima de los 2000 m s. n. m. es de esperar una menor infestación, ya que a temperaturas bajas el número de ciclos del insecto se reduce significativamente, mientras que a baja altura la temperatura se incrementa y el insecto se reproduce y se desarrolla más rápidamente.

La metodología de manejo de la palomilla, entonces, debe establecerse según estas consideraciones. A continuación se explican qué medidas deben aplicarse para lograr un buen control de este insecto.

En el campo

1. Como los adultos y las pupas se encuentran en el suelo (entre 1 y 10 cm de profundidad), metidos en grietas, debajo de terrones o debajo de malezas, hojas o residuos de plantas (Barreto, 2005), se debe hacer una buena "limpia" durante la preparación del suelo, pasando el arado y haciendo sucesivos pases de rastra. De este modo se destruyen las pupas y los adultos y los que sobrevivan quedarán expuestos al sol y a sus enemigos naturales. Si no hay posibilidad de hacer este trabajo de forma mecanizada, se puede hacer con bueyes o manualmente, con un azadón.
2. Al momento de la siembra, hay que asegurarse de que la semilla quede bien tapada. La capa de tierra impedirá o dificultará la llegada del insecto hasta el tubérculo.
3. Cuando llegue el momento, se debe hacer un aporque alto para que la papa quede al menos 20 cm bajo tierra. Esta capa de suelo evitará que el insecto llegue hasta los tubérculos. Un estudio llevado a cabo en Ecuador, donde se enterraron tubérculos-semilla a diferentes profundidades y luego se pusieron larvas del primer instar en la superficie, indicó que cuando la capa de suelo era de 5 cm, el daño a los tubérculos anduvo cercano al 70 %, a 10 cm de profundidad el daño se redujo a un 29%, a 15 cm el daño fue de un 12 % y a 20 cm de profundidad no se presentaron daños (Gallegos, 2005).
4. Evitar que el suelo se agriete o se raje, ya que estas grietas serán usadas por los adultos para esconderse y para poner los huevos más cerca de los tubérculos. El suelo se agrieta cuando se reseca, por lo que hay que mantener el régimen adecuado de humedad (ni seco ni encharcado).
5. Si se sabe que las poblaciones de palomilla son altas, lo que se puede determinar poniendo trampas con feromonas (dos trampas/mz), se deberá aplicar insecticida al momento del aporque (30 días después de la siembra):

Forato (Thimet 5%). Aplicar a chorro corrido en los surcos en el aporque. Dosis: 25 kg/mz.

Carbofuran (Furadan 106). Aplicarlo igual que el forato a una dosis de 8 kg/mz. El Furadan 480 SL se puede aplicar a través del riego a una dosis de 3 l/mz.

Clorpirifos (Lorsban 48 EC). Aplicar este producto a través del agua en dosis de 3.5 l/mz.

6. Es fundamental para el control de la palomilla que todo residuo del cultivo, ya sea el follaje que queda después del defoliado (la chapia) o al final de la cosecha, se quemé o se entierre. Si dejamos estos residuos del cultivo, las poblaciones del insecto se incrementarán rápidamente y van a afectar en lo sucesivo a los cultivos propios o de la vecindad, ya que la palomilla tendrá muchos lugares donde refugiarse y multiplicarse. Si la palomilla u otros organismos son una plaga importante en la zona, dejar los residuos del cultivo en el campo es un acto de inconsciencia que puede ser penalizado por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA).

En el almacén

1. Antes de almacenar la nueva cosecha se debe limpiar bien el almacén y después se debe asperjar un desinfectante.
2. Poner trampas con feromonas para monitorear la presencia de la palomilla en el almacén.
3. Una vez que los tubérculos son almacenados, es necesario hacer saneamientos semanales, revisando y retirando los tubérculos que presenten daño por palomilla o por otros organismos. Los tubérculos retirados deberán ser enterrados o quemados.
4. Almacenar los tubérculos a luz difusa (bajo la sombra, no a oscuras).
5. Si se considera que los tubérculos almacenados podrían ser infectados por la palomilla se les puede espolvorear Malation encima. Esto debe hacerse inmediatamente después de que los tubérculos se coloquen en el almacén.

9.2.2 La “gallina ciega” (*Phyllophaga obsoleta*)

La “gallina ciega” son insectos que viven en el suelo en forma larval y que se alimentan de las raíces de las plantas (figura 37). En el cultivo de papa afectan negativamente los rendimientos y la calidad de la cosecha. En la zona alta de Intibucá, las poblaciones de *Phyllophaga* son tan altas que no es posible obtener buenos cultivos si esta plaga no se controla.

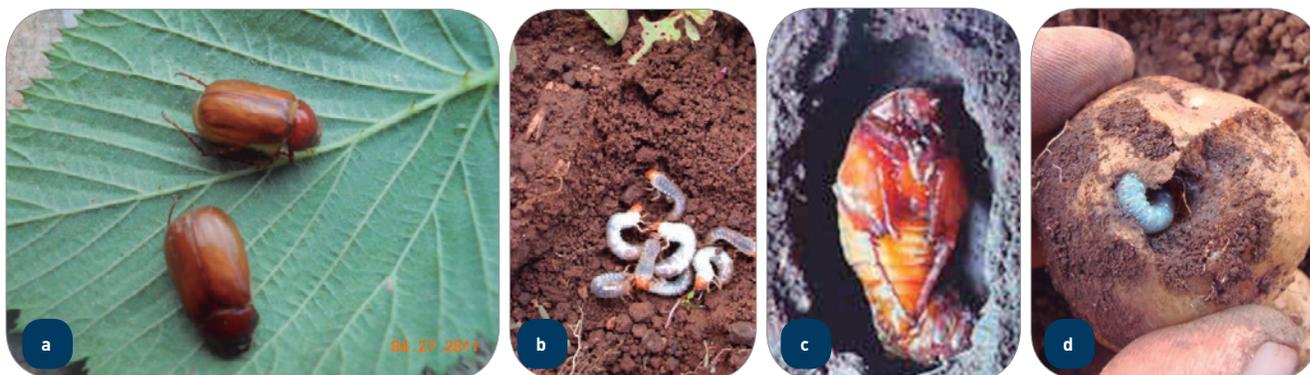
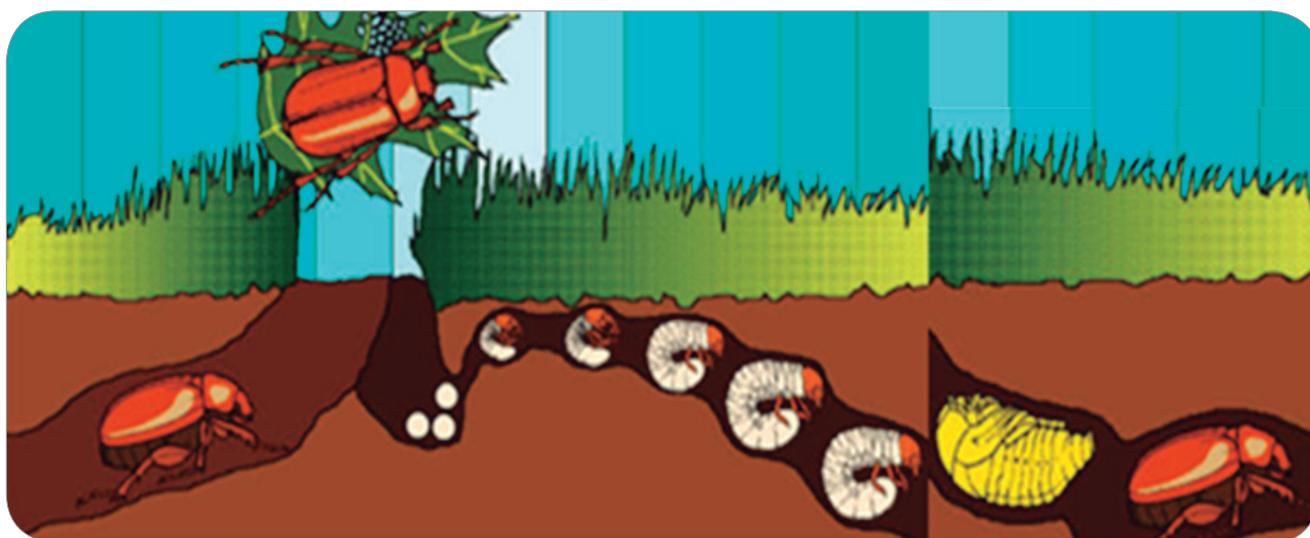


Figura 37. a) adultos, b) larvas y c) pupa de la gallina ciega, *Phyllophaga obsoleta*. d) larva de la gallina ciega dentro de un tubérculo de papa (foto de la pupa obtenida de: CATIE. Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica).

La presencia de los gusanos de la “gallina ciega” se limita a los meses de mayo a noviembre, por lo que solo se deben tomar medidas de control en cultivos cuyo ciclo, o parte de él, se desarrollen en este período (figura 38).



Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
Los adultos están enterrados en el suelo en espera de las primeras lluvias para salir.			Los adultos emergen y ovipositan en el suelo. Las larvas salen de los huevos.			Las larvas han crecido y son muy voraces. Para evitar daños a los cultivos deben tomarse medidas de control.			Las larvas se entierran más profundamente y se transforman en pupas y, después, en adultos, e inician otro ciclo.					
Durante estos meses no se requieren medidas directas de control.			En las zonas altas de Honduras y durante estos meses se deben tomar medidas de control. Voltear y mullir el suelo; aplicar pesticidas.											
												No se requieren medidas directas de control.		

Figura 38. Ciclo de vida de la “gallina ciega” (*Phyllophaga obsoleta*) en las zonas altas de Honduras. Adaptado de: Department of entomology. Universidad de Nebraska-Lincoln <http://entomology.unl.edu/turfent/documnts/maybtls.shtml>

El ciclo biológico de este insecto pasa por cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto. Los **huevos** son pequeños (2 mm), blanco-cremosos, ovalados, son depositados por las hembras en el suelo al pie de las plantas a 2 o 3 cm de profundidad y tienen una duración promedio

de 18 días (cuadro 18). Las **larvas** son gusanos encorvados, de cuerpo blanco-cremoso y de cabeza color café; recién salidos del huevo son muy pequeños (6 mm) pero crecen rápidamente hasta llegar a medir unos 4 cm al final de su desarrollo.

El período larval es largo, unos siete meses y generalmente se divide en tres fases. El primer instar, que se refiere a las larvas de menor tamaño y es uno de los estadios del insecto en que es más propenso a morir. Por lo general las larvas del primer instar no dañan significativamente los cultivos. Las larvas del segundo y tercer instar corresponden a las larvas medianas y más grandes, respectivamente; causan mucho daño a los cultivos y deben ser controladas. Con el tiempo, las larvas alcanzan su mayor desarrollo, adquieren un color amarillento (prepupa), se hunden más en el suelo (a 30 cm o más) y se convierten en pupas (figura 38). El período de **pupa** tiene una duración de 32 días, al cabo de los cuales las pupas se convierten en adultos. El estado de pupa, al igual que el de larvas de primer instar, es el estado en que las *Phyllophaga obsoleta* son más débiles: menos de la mitad de las pupas llegan a convertirse en adultos. Los **adultos** son insectos de color rojizo, de unos 2 cm de largo, con el caparazón duro, voladores y solo están activos de noche. Los adultos viven unos 30 días, tiempo durante el cual se aparean y ovipositan en el suelo. En general, en la zona alta de Intibucá los adultos no causan daño a las especies cultivadas, ya que se alimentan de las hojas de los árboles aledaños a las parcelas cultivadas, como el roble.

Cuadro 18. Duración del ciclo biológico y mortalidad natural de la “gallina ciega” (*Phyllophaga obsoleta*).

Estado de desarrollo	Duración (días)	Mortalidad (%)
Huevo	18.1	19.6
Larva 1 ^{er} instar	30.2	59.4
Larva 2 ^{do} instar	48.2	43.5
Larva 3 ^{er} instar	141.5	2.2
Prepupa	12.2	7.8
Pupa	49.2	67.4
Adulto	32.2	
Total	331.6	

Fuente: Tomado de Vallejo *et al.*, 2007.

Control: A pesar de los esfuerzos que se hacen en todo el mundo para encontrar métodos de control de la “gallina ciega” diferentes a los agroquímicos, hasta hoy el control más efectivo es mediante el uso de pesticidas. Debido a que las larvas del insecto no se presentan de forma uniforme en el terreno, sino de forma agregada y al azar, el uso de umbrales para determinar el momento crítico por sobre el cual se debe hacer el control químico se dificulta. Aun así, algunos autores recomiendan usar el control químico en maíz cuando la población de larvas en el campo sobrepasa las 4 larvas/m². En este caso, para obtener un dato más realista se deben hacer muchos muestreos, unos 40 hoyos de 30x30 cm y al menos 20 cm de profundidad por

manzana. En el caso de la zona alta de Intibucá y para cualquier cultivo hortícola (de pequeño sistema radicular) se deben aplicar pesticidas para controlar las larvas cuando los cultivos están en el campo entre los meses de junio y noviembre, como se ha mostrado en la figura 38. Para el control de la “gallina ciega” se puede usar cualquiera de los siguientes pesticidas:

- Forato (Thimet 5 %) 60 lb/mz
- Carbofurán (Furadan 10 G) 20 lb/mz
- Clorpirifos (Lorsban 48 EC) 5 litros/mz aplicado mediante el riego

El Thimet y el Furadan granulados deben aplicarse en banda al fondo del surco de siembra inmediatamente antes de sembrar o al lado de cada hilera de plantas durante el aporque.

Otros métodos de control:

1. La preparación del suelo mediante el volteo con el arado y sucesivos pasas de rastra para mullirlo ayudan a bajar las poblaciones de larvas en el suelo.
2. Como los adultos de *Phyllophaga* son atraídos por la luz, se puede recomendar el uso de trampas de luz, no obstante, estudios desarrollados en la zona alta de Intibucá indican que las hembras que se capturan en las trampas de luz ya han perdido al menos el 90 % de los huevos (Vásquez, 2003; Espinoza, 2008).
3. Por otro lado, estudios llevados a cabo en laboratorio indican que nematodos de la especie *Heterorhabditis bacteriophora* tienen la capacidad de introducirse en el cuerpo de las larvas de la “gallina ciega” y matarlas. Sin embargo, una evaluación hecha en 2007 en un campo de la zona alta de Intibucá indicó que esta especie (traída de EE. UU.) fue incapaz de controlar las larvas de *Phyllophaga obsoleta* (Espinoza y Toledo, 2007). También, en campos de la zona alta de Intibucá, se han hecho aplicaciones al suelo de hongos entomopatógenos (traídos de Guatemala) para controlar las larvas de la “gallina ciega” pero sin resultados positivos (observación personal). Esto no es raro; en realidad los mejores controles biológicos se consiguen con especies patógenas o depredadores de plagas tomadas del mismo lugar donde se van a usar.
4. Otra forma de control es usando barreras físicas que impidan la oviposición en las parcelas cultivadas. Colocar mallas con aberturas no mayores a medio centímetro o desplegar un plástico por la noche sobre el cultivo durante el período de oviposición de los adultos (abril a julio) es una forma efectiva de controlar a este insecto (cuadro 19). Si la malla deja entrar al menos un 80 % de la luz, se puede dejar permanentemente sobre el cultivo y quitarla solo para las labores de campo. En todo caso, mientras las mallas o el plástico no tengan un precio asequible, esta forma de control solo se podrá usar en parcelas pequeñas o en infraestructuras de protección.

Cuadro 19. Efecto de cubrir un cultivo de fresa durante el periodo de oviposición de *Phyllophaga obsoleta* (Abril – Junio) sobre la población de larvas y daño al cultivo (Toledo, 2002).

Cobertor	No larvas/m ²	Plantas perdidas (%)
Malla anti-insectos	1.6	11
Plástico	1.7	9.1
Sin cobertor	23.7	94.6

* La malla se dejó permanente sobre el cultivo, el plástico se ponía de 4:00 pm a 7:00 am.

9.2.3 Áfidos o pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*)

Es de esperar su presencia en la mayoría de las especies hortofrutícolas que se explotan en la zona alta de Honduras. Forman colonias en el envés de las hojas y en los brotes tiernos de las plantas donde se alimentan succionando savia. También hay especies que viven en el suelo y pueden afectar la parte subterránea de las plantas de papa (Cañedo, 1997).

Estos insectos son importantes, primero, porque en altas poblaciones alimentándose de la planta puede debilitarla considerablemente, y segundo, porque pueden infectar las plantas con diversos tipos de virus.

Los áfidos son insectos pequeños, de unos 2 mm de largo en su estado de mayor desarrollo, alados y sin alas, y generalmente de color verde, aunque algunas especies tienen la capacidad de cambiar de color, por ejemplo a amarillo o negro, para camuflarse (figura 39). Pueden reproducirse sexual y asexualmente; cuando lo hacen de forma asexual (partenogénesis, sin necesidad de aparearse con el macho) la hembra produce ninfas hembras sin alas, más pequeñas que las otras en su estado de mayor desarrollo y que crecen rápidamente. Cuando el alimento empieza a faltar y hay que buscar nuevos hospederos, la hembra produce hembras aladas que se encargan de buscar nuevos espacios donde establecer sus colonias. Estos áfidos alados son capaces de transportarse por muchos kilómetros con ayuda del viento; aunque también hay que considerar que los áfidos pueden pasar de una planta a otra caminando por el suelo. En lugares donde en ciertas épocas del año las condiciones climáticas son adversas para su sobrevivencia (inviernos en las zonas templadas), las hembras ponen huevos de donde emergen machos y hembras con capacidad reproductiva y que al aparearse dan lugar a huevos que pueden invernar. Este insecto es muy prolífero: en condiciones adecuadas pueden multiplicar su población hasta cinco veces en una semana (van der Zaag, 1994).

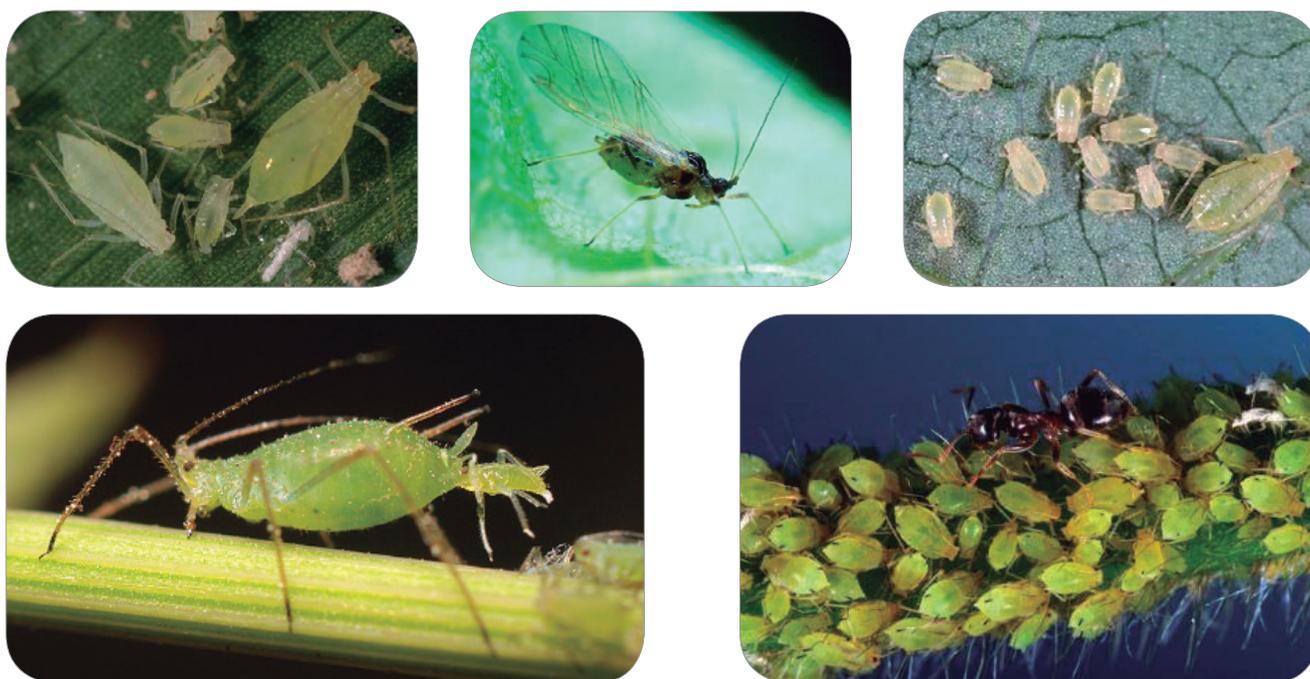


Figura 39. Áfidos o pulgones. Arriba izquierda, *Macrosiphum euphorbiae*; arriba centro, *Myzus persicae*; y arriba derecha, *Myzus persicae* alado. Abajo izquierda, hembra engendrando; abajo derecha, áfidos en convivencia con hormigas (fotos obtenidas de UC IPM Project, de.academic.ru, Wikipedia Commons y Iowa State University).

Control: Se deberán muestrear las plantaciones semanalmente y si en más del 5% de las plantas muestreadas hay presencia del insecto se deberá aplicar químicos. Las trampas pegajosas de color amarillo pueden servir para detectar la presencia de áfidos. Estos insectos tienen una gran capacidad de desarrollar resistencia a los pesticidas por lo que se debe actuar con mucho cuidado, evitando aplicar de forma continua el mismo ingrediente activo.

Insecticidas recomendados:

Insecticida	Dosis*	Modo de acción	Ingreso al insecto
Imidacloprid + Cyflutrin (Muralla)	1 copa/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Metomilo (Lannate)	ver envase	Contacto	Contacto e ingestión
Tiametoxam (Actara, Engeo)	1 copa/bomba	Sistémico	Ingestión
Triacloprid + B-sifirina (Monarca)	1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Dimetoato (Sistemin, Perfecthion)	2 copas/bomba	Sistémico	Ingestión
Fipronil (Regent 20 SC)	¾ a 1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Bifentrina (Talstar 100 EC)	1 a 2 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión

* Copa de 25 ml/bomba de 18 litros.

9.2.4 La mosca blanca (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Trialeurodes abutilonia*)

Este insecto es plaga de un gran número de especies. En la zona alta de Intibucá se ha observado en plantas de papa, tomate, chile y fresa. Los adultos son insectos con el tórax amarillo y las alas blancas (figuras 40, 41 y 42). Son pequeños, las hembras adultas miden alrededor de 1.5 mm y los machos alrededor de 1 mm. Generalmente se posan en el envés de las hojas y si advierten la presencia de alguien, vuelan. Los huevos y las larvas se pueden observar en el envés de las hojas. Su importancia radica más que todo en que son vectores de diferentes tipos de virus, principalmente de la especie *Bemisia tabaci*.



Figura 40. Mosca blanca *Bemisia argentifolii* o genotipo b de *B. tabaci*. En los adultos es visible la separación entre las alas. Las ninfas no presentan filamentos en los bordes (fotos de UC Statewide IPM Program).



Figura 41. Mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. No es visible la separación entre las alas y las ninfas presentan filamentos en los bordes (foto de UC Statewide IPM Program).

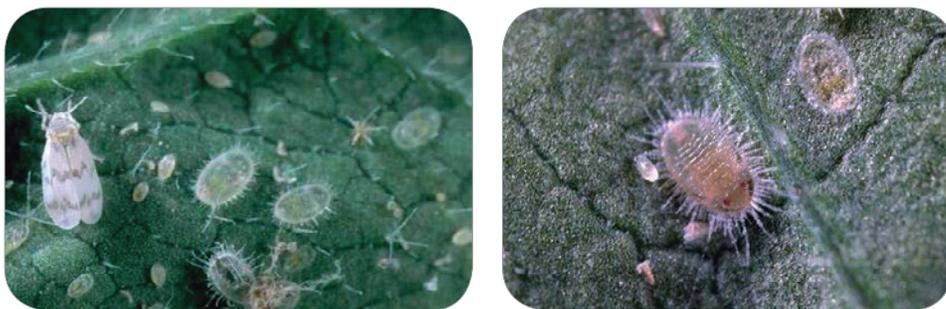


Figura 42. Mosca blanca *Trialeurodes abutilonia*. Los adultos tienen bandas transversales de color negro en las alas. Las ninfas presentan filamentos pero más cortos que los de *T. vaporariorum* (foto de UC Statewide IPM Program).

Control: Se deberán muestrear las plantaciones semanalmente. Se pueden usar trampas de plástico amarillo para monitorear la presencia del insecto, lo mismo que trampas de luz verde (Chu *et al.*, 2004). Solo se deberá hacer uso de pesticidas si se encuentra, en promedio, una ninfa por hoja de 30 hojas muestreadas o 10 adultos por planta de 30 plantas muestreadas. Al igual que con los áfidos, se debe tener cuidado de llevar una adecuada rotación de los diferentes pesticidas.

Insecticidas a aplicar:

Insecticida	Dosis*	Modo de acción	Ingreso al insecto
Imidacloprid + Cyflutrin (Muralla)	1 copa/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Tiametoxam (Actara, Engeo)	1 copa/bomba	Sistémico	Ingestión
Dimetoato (Sistemin, Perfecthion)	2 copas/bomba	Sistémico	Ingestión
Oxamilo (Vydate)	2 copas/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Fenpropatrin (Danitol)	1 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión

* Copa de 25 ml/bomba de 18 litros

9.2.5 La paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

En Honduras, al insecto *Bactericera cockerelli* se le conoce como la “paratrioza”, y es una plaga importante de los cultivos de papa y tomate en Canadá, EE. UU., Nueva Zelandia, México, Guatemala y a partir del año 2012 en Nicaragua (Butler y Trumble, 2012). Desde el año 2008 se ha convertido en la plaga de mayor importancia en la producción de papa en Honduras, causando devastación en muchas zonas productoras, reduciendo en general, el rendimiento y la calidad de la producción, al tiempo que ha incrementado los costos de producción, esto último debido el alto volumen de insecticidas usados para su control.

Este insecto causa dos enfermedades a las plantas de papa; por un lado, intoxicación por una sustancia que posiblemente se encuentre en su saliva y que causa el “amarillamiento del psilido” (Richard, 1933; Munyaneza *et al.*, 2007; Butler y Trumble, 2012) y, por otro, la “papa rayada” (zebra chip) causada por la bacteria ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ que el insecto lleva en su cuerpo e inocular a las plantas mientras se alimenta (Munyaneza *et al.*, 2007; Hansen *et al.*, 2008).

La sintomatología de las plantas afectadas por la paratrioza va desde el amarillamiento generalizado, hojas nuevas achinadas, enrolladas y con los bordes morados, el acortamiento de los entrenudos y la presencia de tubérculos aéreos (figura 43). Además, los tubérculos de las plantas afectadas presentan una coloración parda o café en el tejido vascular, lugar donde se aloja la bacteria, causando la muerte de las células circundantes (Sengoda *et al.*, 2010; Miles *et al.*, 2010; Butler y Trumble, 2012; Munyaneza, 2012). Al cortar transversalmente los tubérculos de las plantas infectadas se puede ver los haces vasculares marcados por pequeños puntos cafés y que en conjunto se observan como una mancha (figura 44). La bacteria transforma los almidones del tubérculo en azúcares, lo que les da a las papas un sabor dulce e impide que se

les pueda cocinar adecuadamente (las papas fritas adquieran un tono rojizo o acaramelado) (figura 44), razones por las cuales se rechaza su uso para la industria y para consumo fresco. Además, los tubérculos afectados no se pueden usar como semilla: los brotes crecen débiles y ahilados, muchos no logran germinar y los que lo hacen mueren prematuramente.



Figura 43. Plantas afectadas por la paratrioza: a) achinamiento y enrollamiento de las hojas, b) coloración morada en las hojas más nuevas, c) tubérculos aéreos y acortamiento de entrenudos.



Figura 44. A la izquierda, tubérculos de papa sin síntoma de "papa rayada" y tubérculos con síntoma; al centro y a la derecha, apariencia de papas afectadas por la enfermedad después de haber sido freídas (fotos del centro y la derecha obtenidas de Munyaneza, 2012).

Bactericera cockerelli es un insecto pequeño, de 2.5 mm de largo en su estado adulto, parecido a las chicharras, que pertenece a la familia Triozidae y al orden Hemiptera (Munyaneza, 2012). Su ciclo de vida pasa por tres estadios: huevo, ninfa y adulto (figura 45). El adulto puede ser visto volando y saltando muy velozmente por debajo o por encima del dosel de los cultivos, mientras que las ninfas y los huevos se encuentran en el envés de las hojas, de preferencia en las hojas apicales jóvenes. Las ninfas pueden moverse, aunque generalmente se les ve quietas. El adulto de la paratrioza es capaz de transportarse a grandes distancias por medio del viento, ya que tiene la capacidad de elevarse a grandes alturas. Hay un reporte de 1939 que indica que adultos de paratrioza fueron capturados en un avión a 1200 m de altura (Butler y Trumble, 2012). El adulto se alimenta de la savia de las plantas insertando su estilete en el floema y muy raramente en el xilema (Butler y Trumble, 2012).

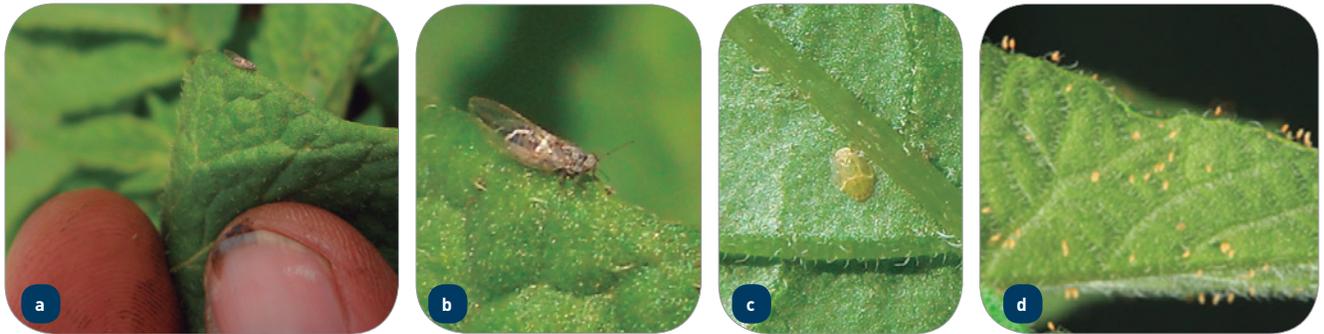


Figura 45. Estadios de la paratrioza (*Bactericera cockerelli*). a y b: adulto, c: ninfa y d: huevos (foto de huevos de paratrioza obtenida de Munyaneza, 2012).

La duración del ciclo de vida de la paratrioza está muy relacionada con la temperatura del ambiente, acentuándose su multiplicación conforme sube la temperatura y reduciéndose conforme esta baja. En el sur de Arizona, EE. UU., Abdullah (2008) determinó en un cultivo de tomate la longevidad de los huevos y ninfas de la paratrioza a una temperatura de 26-27 °C, una humedad relativa de 60-70% y con un fotoperíodo de 12 horas. Se encontró que los huevos tienen una duración de entre 5.7 y 8.2 días (unos 7 días) y las ninfas, de entre 19.1 y 23.8 días (unos 22 días). Los adultos tienen una duración de entre 20 y 60 días; esta amplia variabilidad se debe a que la hembra adulta puede vivir hasta tres veces más que el macho (Munyaneza, 2012). La hembra tiene una fecundidad promedio de 231.8 huevos durante su vida, y los diferentes estadios presentan una capacidad de supervivencia de 62.7% en el caso de los huevos, 47.3% en el caso de las ninfas y 40.6 % en el caso de los adultos (Abdullah, 2008).

La bacteria '*Candidatus Liberibacter solanearum*' mantiene una relación simbiótica con Paratrioza y esta es transmitida a las plantas durante el proceso de alimentación de los adultos y las ninfas de la paratrioza. La bacteria es capaz de causar daño a las plantas de la papa siempre que la temperatura del ambiente no esté por arriba de 32 °C (cuadro 20), lo que no es alentador para los productores de papa considerando que la planta de papa se desarrolla a temperaturas que oscilan entre los 10 y los 24 °C. El insecto puede adquirir la bacteria de forma transovarica (esto es, pasa de la hembra adulta a los huevos) o cuando las ninfas y los adultos se alimentan de plantas infectadas. El daño causado por paratrioza dependerá de la proporción de plantas afectadas dentro del cultivo. En un estudio que se llevó a cabo a finales del año 2010 en Intibucá con la variedad holandesa Caesar, se observó que la cosecha se perdió casi en su totalidad en plantas que presentaron la sintomatología, primero, porque el rendimiento se redujo considerablemente y, segundo, por la presencia de la bacteria en los tubérculos (cuadro 21). También se observó que en las plantas asintomáticas de la misma plantación el 23% de los tubérculos mostraba síntomas de "papa rayada". Esto quiere decir que, antes de que se puedan observar los síntomas en la parte aérea de las plantas, la bacteria ya ha afectado los tubérculos.

Cuadro 20. Efecto de la temperatura ambiental en el desarrollo de los síntomas de la “papa rayada” y en la bacteria que la causa, ‘*Candidatus Liberibacter solaneacearum*’, en plantas de papa.

Temp. del ambiente (°C)	Plantas expuestas	Plantas con “papa rayada”	Plantas que dieron positivo para Liberibacter	Días hasta el inicio de los síntomas	Días hasta la muerte de la planta
12-17	18	18	18	73.7	101
20-25	39	39	39	30	33.3
27-32	39	39	39	20.7	24.5
32-35	30	0	0	0	0
35-40	39	0	0	0	0

Fuente: Tomado de Munyaneza *et al.*, 2011.

Cuadro 21. Comparación del rendimiento y la calidad de la cosecha entre plantas asintomáticas y plantas con síntoma de daño por paratrioza, a partir de los dos meses de edad en la zona alta de Intibucá, Honduras.

Situación de la planta	Tubérculos de primera/planta (g)	Tubérculos con “papa rayada”
Con síntoma de punta morada	331.4	94 %
Sin síntoma	817.2	23 %
Probabilidad	0.01	0.01

Fuente: Toledo, 2011.

El control cultural

1. **Monitoreo.** Unos 30 días antes de plantar, colocar al menos cuatro trampas en cada plantación (hechas de plástico amarillo, 50 x 50 cm, rociadas con un material adherente (aceite), una a cada lado del área de cultivo (figura 46). Esto le dará información al productor de si hay presencia del insecto y por cuál lado están llegando. Las trampas deberán inspeccionarse visualmente por lo menos dos veces por semana. Se debe considerar que la colonización de las plantaciones por paratrioza comienza en los bordes u orillas del cultivo y en la medida en que la densidad del insecto se incremente, se irán moviendo hacia el centro del cultivo. Por tanto, la inspección visual de los cultivos debe comenzar con las plantas que se encuentran en los bordes.



Figura 46. Trampa amarilla para capturar insectos en una parcela de papa.

2. **Identificar y eliminar** (enterrar o quemar) los hospederos alternos, como malezas, plantas voluntarias de papa, tomate, chile u otras solanáceas, que se encuentren dentro de las fincas o alrededor del área de plantación.
3. **Usar semilla certificada** en las nuevas plantaciones. Si se usa semilla artesanal, esta deberá dejarse germinar completamente para que pueda ser caracterizada físicamente. De encontrarse indicios de infección de la bacteria '*Candidatus liberibacter solanacearum*' (brotes ahilados) deberá destruirse. No se deben emplear como semilla tubérculos de la segunda o las siguientes generaciones de plantaciones que tuvieron presencia de paratryza o si se desconoce el estado de la plantación que los originó.
4. **Se recomienda el uso de variedades tolerantes**, aunque actualmente las variedades que se usan actualmente en Honduras no tienen resistencia o tolerancia al daño que causa la paratryza.
5. **Rotación con cultivos diferentes a los solanáceos**. No hacer rotaciones con tomate, chile o cualquier otra solanácea, y se deben eliminar todos los rastrojos de los cultivos de papa u otras solanáceas al final del cultivo.
6. En Colorado, EE. UU., se recomienda usar plantas de chile como cultivo trampa intercándolas entre las hileras del cultivo de papa (Butler y Trumble 2012). No obstante, la efectividad de esta metodología todavía está por validarse. En tomate se encontró que cubrir el suelo con plástico de color aluminio o blanco repele los adultos de paratryza (Demirel y Cranshaw, 2006). Pero, al igual que la metodología anterior, aún está por validarse.

El control químico: De acuerdo con Munyaneza (2012), la transmisión de la bacteria *Liberibacter solanacearum* por paratryza a las plantas hospederas ocurre en un lapso de 2 horas, lo que quiere decir que incluso unos pocos insectos podrían llegar a afectar seriamente a una plantación. Considerando lo anterior, se deben hacer aplicaciones de pesticidas, si hay presencia de ninfas y adultos en las plantaciones. Para obtener una mayor efectividad de los pesticidas, estos se deben aplicar al revés y al derecho de las hojas. Gharalari *et al.* (2009) encontraron que cuando los insecticidas se aplicaron solo por encima de las hojas fueron menos eficaces que cuando la aplicación se hizo a ambos lados.

Insecticidas recomendados:

Nombre comercial (ingrediente activo)	Dosis	Modo de acción	Ingreso al insecto
Tiametoxam (Actara)	1 copa/bomba*	Sistémico	Ingestión
Abamectina (Vertimec, New Mectin, Verlaq)	½ copa/bomba	Traslaminar	Ingestión
Bifentrina (Talstar 100 EC)	1 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Spinosad (Spintor)	½ copa/bomba	Traslaminar	Contacto e ingestión
Spirotetramat (Movento)	¾ copa/bomba	Sistémico	Ingestión

*Copa de 25 ml/bomba de 18 litros.

9.2.6 Mosca minadora de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*)

La mosca minadora, *Liriomyza*, causa daño a las plantas porque en su estado larval se alimenta del interior de las hojas (mesófilo), haciendo galerías que ocasionan la pérdida del área fotosintética. *Liriomyza* es una pequeña mosca de alrededor de 2 mm de largo, con tórax de colores negro y amarillo y patas de color amarillo (figura 47), que se muestra activa durante el día. Las hembras pueden producir entre 62 y 107 huevos a lo largo de su vida, los cuales son depositados en las hojas de las plantas (Palacios, 1997). En estado larval son gusanos de alrededor de 3 mm de largo, de color que va de crema a amarillo cuando están en su mayor desarrollo (figura 47) y se les encuentra en el interior de las hojas. Los huevos tienen forma de riñón, son blancuzcos y miden alrededor de 0.20 mm. Los huevos son depositados debajo de la epidermis de las hojas. Al madurar, las larvas salen del interior de la hoja y empupan ya sea en el suelo o sobre las hojas (figura 47). Las pupas son de amarillo a café oscuro. El ciclo de vida de *Liriomyza* oscila entre 24 y 34 días dependiendo de la temperatura del ambiente (Palacios, 1997). El adulto tiene una duración de entre 11 y 12 días.

Este insecto tiene un gran número de hospederos, entre los que se encuentran muchos cultivos. En las zonas altas de Honduras es una plaga importante del cultivo de la papa. Otros cultivos sensibles al ataque de *Liriomyza* son el tomate, el apio, la arveja, la espinaca, la lechuga, el chile y la remolacha, entre otros.

Control: Debido a la gran cantidad de hospederos alternos que tiene este insecto, se debe evitar el crecimiento de malezas dentro de los cultivos. Las trampas amarillas pueden servir para monitorear la presencia de la mosca en las plantaciones y deben supervisarse continuamente. Los adultos de *Liriomyza* se mueven saltando y volando encima del dosel de los cultivos. El primer síntoma de daño son los puntos blancos que deja en las hojas al alimentarse y al ovipositar, como se muestra en la figura 47.

Un efectivo control se puede obtener usando la trampa pegante móvil que se muestra en la figura 48. La trampa debe ser pasada sobre las plantas todas las veces que sea necesario hasta que ya no haya más capturas del insecto. El uso de esta trampa permite reducir el costo del control de *Liriomyza* hasta en ocho veces en comparación con el control químico (Toledo, 2014). Una vez que el plástico pegajoso de la trampa móvil se satura de insectos, este debe ser lavado para impregnarlo con aceite nuevamente y seguir pasando la trampa.



Figura 47. Arriba: Adulto de la mosca minadora *Liriomyza*. Estos insectos permanecen activos durante el día, principalmente del mediodía en adelante. Se les puede ver volando encima del dosel de los cultivos.

En medio: Larva y pupa de *Liriomyza* (foto de UC IPM Project).

Abajo: A la derecha se observan los puntos blancos que resultan del proceso de alimentación de la mosca. A la izquierda se ven las galerías que dejan las larvas de *Liriomyza* en las hojas.



Figura 48. Trampa pegante móvil para control de la mosca minadora (*Liriomyza*) en el cultivo de papa. La trampa consiste de una estructura de soporte hecha con tubos y accesorios de PVC de 1" o 2" para drenaje y sobre la cual se coloca una lámina de plástico cuyas caras internas se rocían con alguna sustancia pegante, como aceite de cocina o de motor, nuevo o quemado.

Los siguientes pesticidas pueden ser usados para el control de *Liriomyza*:

Insecticida	Dosis	Modo de acción	Ingreso al insecto
Ciromazina (Trigard 75 WP)	½ copa/bomba*	Sistémico	Contacto e ingestión
Abamectina (Vertimec, New Mectin, Verlaq)	½ copa/bomba	Traslaminar	Ingestión
Imidacloprid (Confidor)	1.5 copas/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Oxamilo (Vydate)	2 copas/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Spinosad (Spintor 12 SC)	0.5 copa/bomba	Traslaminar	Contacto e ingestión

* Copa de 25 ml/bomba de 18 litros.

9.2.7 Pulga saltadora de la papa (*Epitrix* sp.)

A pesar de que esta plaga es muy común en Honduras, los productores no le dan la importancia debida.



Figura 49. Adulto de *Epitrix* sp. sobre una hoja de papa.

Los adultos son insectos con caparazón que miden de 1.5 a 2 mm de largo (figura 49). Los huevos son muy pequeños, de 0.2 a 0.4 mm de largo, y son puestos por la hembra en el suelo, al pie de las plantas. Las larvas son gusanos blanco-cremosos, con cabeza marrón y llegan a medir unos 5 mm al final de su estadio. Posteriormente, las larvas se convierten en pupa, siempre dentro del suelo. Las pupas son blancas y tienen una longitud de 0.6 a 0.8 mm.

Este insecto en su forma adulta se alimenta de las hojas de la planta de papa y en su estado larval se alimenta de las raíces y los tubérculos (figura 50).



Figura 50. Daño causado a la hoja de papa por adultos de *Epitrix* y daño causado al tubérculo por las larvas (foto tomada de www.forestryimages.org).

Control

- Eliminación de “papa voluntaria”.
- Rotación del cultivo.
- Buena preparación del suelo.
- Buen manejo del riego para evitar que se formen rajaduras en el suelo, ya que esto permitirá que las hembras pongan sus huevos más cerca de las raíces y los tubérculos.
- Aporque temprano y alto, por la misma razón anterior.
- Control químico: aplicar pesticidas, si hay más de 1 pulgón por hoja o más de 5 agujeros por cm² de hoja (Ormeño y Rosales, 2008).

Insecticidas recomendados:

Insecticida	Dosis	Modo de acción	Ingreso al insecto
Fenpropatrin (Danitol)	1 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Lambda-cihalotrina (Karate)	1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
triacloprid + B-sifirina (Monarca)	1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión

*Copa de 25 ml/bomba de 18 litros

De acuerdo con Ormeño y Rosales (2008), un buen control de este insecto se obtiene asperjando las plantas con una solución de ruda. Para preparar la solución, se pone ½ kg de hojas picadas de ruda en 6 litros de agua y se dejan en remojo de 10 a 15 días. La solución debe removerse diariamente. Al final, se filtra el contenido para obtener unos 5 litros de concentrado. Para aplicarla al cultivo, se agregan 2 litros del concentrado a 18 litros de agua y se aplica con una bomba aspersora. Sin embargo, esta recomendación aún debe validarse en el país.

9.2.8 Gusano alambre (*Agriotes* spp., *Aeolus* spp., *Conoderus* sp. y *Melanotos* sp.)

El “gusano alambre” habita en el suelo y es importante porque se alimenta de los tubérculos de papa, barrenándoles una gran cantidad de cavidades superficiales y, a veces, minándoles el interior (figura 51). Además de afectar directamente la calidad y la apariencia de los tubérculos, los hoyos y minas pueden servir de entrada a patógenos del suelo, como las bacterias y los hongos (p.ej. *Rhizoctonia*). Son varias las especies de insectos que presentan estados larvales como gusano alambre y debido a esto puede haber diferencias en el tamaño y en la coloración del gusano y en la duración del ciclo biológico. Se desconoce cuáles son las especies presentes en las zonas paperas de Honduras.



Figura 51. Izquierda: daño causado por el “gusano alambre”. **Derecha:** larva y adulto de dos especies de “gusano alambre”; **arriba:** *Limonius conus* y **abajo:** *Agriotes obscurus*.

Fuente: Agriculture and Agri-Food Canada, 2011. (fotos: R. S. Vernon y W. van Herk).

En general, los gusanos son de color amarillo o amarillo-café y su tamaño oscila en unos 2.5 mm de largo (figura 51) (van der Zaag, 1994). De acuerdo con King y Saunders (1984), los huevos son depositados en el suelo por las hembras y tardan entre 7 y 30 días en eclosionar, dependiendo de la especie.

El estado larval puede durar entre un mes y un año. Las pupas son de color blanco o amarillo pálido, y empupan en el suelo por un periodo de 6 a 14 días. Los adultos son insectos con caparazón y miden de 3 a 10 mm de largo.

Control

Se recomienda preparar bien el suelo, eliminar la “papa voluntaria” y si se usa riego por goteo, aplicar insecticidas eficaces al suelo.

Control químico: Si hay antecedentes de daño por este insecto, aplicar insecticidas granulados, como Thimet (Forato), Volaton (Foxim) o Brigadier (Bifentrina) en dosis de 30 lb/mz, al fondo del surco al momento de la siembra. Si se tiene un sistema de riego por goteo, se pueden aplicar insecticidas como Talstar (Bifentrina) y Diazinon.

9.2.9 Diabrotica (*Diabrotica* sp.)

Son insectos masticadores con caparazón dura y comportamiento muy parecido al del pulgón. Al igual que pasa con el pulgón, el productor no le da la importancia, hasta que el daño es visible y por lo tanto irreversible. La diabrotica es una plaga generalizada que cubre una gran cantidad de especies y que puede dañar grandemente los cultivos de papa.



Figura 52. *Diabrotica variegata* y *Diabrotica porracea*. (Fotos: idtools.org)

Los adultos miden aproximadamente 5 mm de largo y presentan una variada gama de colores. En la figura 52 se presentan dos especies de diabrotica que afectan cultivos hortícolas de altura. Las hembras adultas ponen huevos anaranjados-amarillos alrededor de la base de la papa u otras plantas hospederas. Al salir del cascarón las larvas, que son blancas con cabeza negra, hacen una madriguera en el suelo para alimentarse de raíces y tallos bajo la tierra. Allí empupan antes de surgir como adultos.

Control: Una buena preparación del terreno antes de la siembra destruye los huevos y las larvas o los expone a la acción de los depredadores, aunque esto no es suficiente para controlar la plaga. Los adultos pueden inmigrar de otros lotes. Los predadores naturales como las chinches benéficas reducen el número de adultos, huevos y larvas. Algunos autores recomiendan el control biológico con el hongo *Metarhizium anisopliae*, aunque esto debe ser validado en el país. Si es necesario utilizar un agroquímico, es de suma importancia seleccionar el producto correcto para su control.

9.3 Principales fitopatógenos que afectan el cultivo de papa en Honduras

9.3.1 Enfermedades causadas por oomicetos y hongos

9.3.1.1 El tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

En Honduras y alrededor el mundo entero, el “tizón tardío” es la plaga de mayor importancia del cultivo de papa debido a su agresividad y rapidez con que afecta las plantaciones. Esta enfermedad es causada por el oomiceto *Phytophthora infestans*, y el síntoma más característico son manchas pardas o negras en hojas y tallos rodeadas de un micelio gris o blanco (figura 53).



Figura 53. Síntoma del tizón tardío en hojas y tallos de plantas de papa.

Phytophthora es más infectivo a temperaturas inferiores a 15 °C y a una humedad relativa superior a 80% (Agrios, 1985; Pérez y Forbes, 2008), condición prevalente en las noches de las zonas altas en Honduras. En los días de verano, con temperaturas arriba de 20 °C y una humedad menor a 80% en el día, el proceso de infección del oomiceto es más lento, pues las condiciones óptimas se limitan a la noche. Pero en los días lluviosos o cuando hay frentes fríos, la velocidad de infección se multiplica. El tizón tardío produce unas estructuras microscópicas en forma de huevo o de limón, que se denominan esporangios. Dentro del esporangio se desarrollan las zoosporas, que son las estructuras de multiplicación de este organismo.

Cuando las temperaturas son inferiores a 15 °C y la humedad del ambiente es mayor a 80%, las zoosporas se liberan e infectan los tejidos de las plantas. Sin embargo, cuando la temperatura del ambiente no es la adecuada para que las zoosporas logren la infección, los esporangios infectan directamente las plantas (Agrios, 1985). En condiciones climáticas adecuadas, se produce una nueva infección cada cuatro días. Como la germinación de las zoosporas y los esporangios tarda alrededor de tres horas, y la penetración del tejido, entre dos y tres horas, la infección solo ocurre cuando las hojas y los tallos se mantienen húmedos por más de cinco horas (van der Zaag, 1994). Los esporangios pierden su viabilidad al cabo de tres a seis horas cuando la humedad ambiental es menor a 80%. La tasa de multiplicación de *Phytophthora* se desacelera a temperaturas mayores a 25 °C (van der Zaag, 1994).

Control

El control del tizón tardío se basa principalmente en el uso de fungicidas y en algunas prácticas culturales que ayudan a entorpecer el desarrollo de la enfermedad. Actualmente en Honduras y con las variedades que se usan (holandesas), poco tolerantes al fitoparásito, no es posible lograr un buen cultivo de papa sin el uso de pesticidas.

Prácticas culturales

1. Si las plantaciones son regadas por aspersión, tratar de no regar por más de tres horas para evitar que *Phytophthora* se movilice y se produzca la infección. Si hay presencia del tizón en la plantación, evitar regar en exceso al final del ciclo de cultivo debido a que los tubérculos podrían contaminarse.
2. Usar variedades resistentes. Esta es una recomendación que se hace en todo el mundo; sin embargo, las variedades holandesas, estadounidenses y francesas que se usan actualmente en Honduras no tienen resistencia a esta enfermedad.
3. Antes de sembrar, eliminar las toxicidades de manganeso y aluminio, muy generalizadas en las zonas altas de Honduras, y llevar los niveles de fósforo, calcio y magnesio de los suelos a una concentración óptima para el desarrollo de los cultivos. Si esto no se hace,

los cultivos crecen intoxicados, con deficiencias nutricionales y bajo desarrollo de raíces, lo que incrementa su susceptibilidad a esta y a otras enfermedades.

4. Erradicar las plantas voluntarias y los tubérculos desechados al menos 100 metros alrededor del lugar donde se establecerá la plantación. No usar distancias de siembra muy cercanas (menos de un metro entre hileras), ya que cuando las plantas crezcan se tupirán, reduciendo la entrada del aire y creando un microclima de alta humedad debajo del dosel, lo que dará lugar a una mayor multiplicación de *Phytophthora*. Si la pendiente lo permite, establecer las hileras en el sentido de los vientos predominantes para mejorar la aireación debajo del dosel.
5. Los cultivos de papa que van a estar en el campo en los meses en que Honduras es azotada por frentes fríos (octubre a marzo) deben establecerse en lugares protegidos de los vientos predominantes.
6. Al terminar la cosecha, se debe recoger todo residuo del cultivo y quemarse o enterrarse para impedir que el tizón tardío sobreviva por más tiempo en el campo. Además, se debe rotar la parcela con cultivos que no son hospederos de *P. infestan*, como el maíz.

Control químico

Es de conocimiento general que el tizón tardío tiene gran capacidad para desarrollar resistencia a los fungicidas, en especial a los de un grupo denominado las fenilamidas, donde se incluye el ingrediente activo metalaxil (Ridomil) (Pérez y Forbes, 2008). Debido a eso, el plan de control químico debe incluir la rotación de productos de contacto y productos traslaminares o sistémicos. Debido a la susceptibilidad de las variedades que se usan actualmente y a la condición climática de las zonas altas de Honduras, propicio para el desarrollo de la enfermedad, las aplicaciones deben hacerse desde las etapas iniciales del cultivo, haciendo una rotación de productos sistémicos y de contacto. En la época seca (y si no hay presencia de frentes fríos) se deben hacer aplicaciones semanales de fungicidas, comenzando una vez que todas las plantas hayan brotado (de 12 a 15 días después de la siembra). En la época de lluvias se deben hacer al menos dos aplicaciones semanales. Como los cuerpos fructíferos de *Phytophthora* se encuentran en el envés de las hojas, las aspersiones deberán dirigirse hacia ese lugar. Por eso es recomendable hacer las aplicaciones con bomba de motor y siempre hay que agregar adherente al caldo.

A continuación se presentan los fungicidas de mayor uso para el control del tizón tardío. Recordar que el programa de aplicación debe incluir la rotación de diferentes ingredientes activos, no de marcas comerciales. Por ejemplo, la rotación de Manzate con Dithane y Mancozin no tiene sentido, ya que los tres tienen el mismo ingrediente activo, mancozeb.

Los siguientes fungicidas se pueden usar para controlar el tizón tardío:

Fungicidas	Dosis
Fungicidas de acción por contacto	
Clorotalonil (Daconil, Bravo, Talonil)	2 a 3 copas/bomba*
Mancozeb (Dithane, Manzate)	3 a 6 copas/bomba
Propineb (Antracol)	6 a 8 copas/bomba
Fungicidas traslaminares y sistémicos	
Dimetomorf+Mancozeb (Acrobat MZ 69)	5 copas/bomba
Cymoxanil+Mancozeb (Curzate M 72)	6 copas/bomba
Propamocarb (Previcur N 72)	2 copa/bomba*
Iprovalicarb+propineb (Positron)	1 copa/bomba
Azosxistrobin (mistar 50)	½ copa/bomba
Famoxadona+Cymoxanil (Equation Pro 52.5)	2 copas/bomba
Famoxadona+Mancozeb (Equation Contac 68.75)	5 copas/bomba

*Copa de 25 ml/bomba de 18 litros.

9.3.1.2 El tizón temprano (*Alternaria solani*)

El hongo *Alternaria solani* produce la enfermedad de la papa llamada “tizón temprano” y contrario a su nombre, en Honduras suele aparecer al final del ciclo del cultivo. Esta enfermedad se desarrolla principalmente sobre las hojas, donde ocasiona lesiones en forma de manchas secas y oscuras, y de un tamaño que va desde 1 mm hasta 2 cm de diámetro (van der Zaag, 1994). Inicialmente las manchas son angulares y bordeadas por las venas, aunque después se pueden volver redondeadas y presentar un halo amarillo alrededor (figura 54).

Frecuentemente, las manchas desarrollan anillos concéntricos, lo que es un signo muy característico de este hongo. Por lo general, la infección comienza en las hojas de abajo, pero, a medida que se incrementa la presión del hongo o la edad de la planta, la infección se va extendiendo paulatinamente a las hojas de arriba.

Cuando la infección es severa, las manchas crecen y se unen, lo que, de inicio, reduce sustancialmente el área fotosintética de las hojas, y, en los casos más extremos, conduce a la defoliación.



Figura 54. Hojas y tubérculo de papa con síntomas de infección con *Alternaria solani* o tizón temprano.

La infección comienza cuando las esporas del hongo infectan la planta a partir de residuos de cosecha que se encuentran depositados sobre el suelo y que están contaminados con el hongo, o a través de esporas diseminadas por el viento desde otros campos cultivados (Kemmit, 2002; van der Zaag, 1994). El tizón temprano puede desarrollarse sobre el tejido a temperaturas de entre 10 y 35 oC, siempre y cuando la de humedad sobrepase el 90% (Kemmit, 2002; van der Zaag, 1994). La formación de esporas se lleva a cabo en la oscuridad a temperaturas de entre 5 y 30oC, siendo 20 °C la temperatura ideal, y siempre en condiciones de alta humedad (Kemmit, 2002). Los tubérculos solo pueden quedar infectados después de la cosecha y solo si presentan daños mecánicos o si están inmaduros. *Alternaria solani* no percola dentro del suelo y no penetra la piel de los tubérculos maduros (Kemmit, 2002; van der Zaag, 1994).

En el altiplano de Intibucá, el tizón temprano no es considerado el problema número uno en cuanto a limitar la producción. Típicamente esta enfermedad se presenta después de los dos meses de edad de las plantaciones y si su presencia es baja no es necesario hacer control químico. Cuando se presenta antes de los dos meses, generalmente se debe a otros factores que están causando debilidad en las plantas, como encharcamientos, toxicidades del suelo o mala nutrición de las plantas.

Control

Al igual que otros hongos, la humedad en el follaje es determinante para que se produzca la infección, por lo que una primera medida de control es reducir la humedad en la parte aérea de las plantas. Generalmente se recomienda hacer control químico solo si la enfermedad ataca en las etapas iniciales del cultivo. Los siguientes fungicidas se pueden rotar para el control del tizón temprano:

1. Clorotalonil (Daconil, Bravo, Talonil). Contacto	2 copas/bomba de 18 litro
2. Azoxistrobin (Amistar). Sistémico	0.5 copas/bomba
3. Mancozeb (Dithane, Manzate). Contacto	3 a 6 copas/bomba
4. Iprodione (Rovral). Contacto	6 copas/bomba

9.3.1.3 *Rhizoctonia solani*

Rhizoctonia solani es un hongo del suelo que se encuentra en todo el mundo y que causa enfermedad a muchos cultivos (Agrios, 1985). En las plantas de papa, el hongo causa ahogamiento en los tallos jóvenes al nivel del suelo. Cuando las condiciones son propicias para el desarrollo del hongo, este llega a dañar la mayor parte de las raíces e incluso el follaje que está en contacto o cerca del suelo (Agrios, 1985).

En los tubérculos infectados se observan estructuras del hongo de color negro (figura 55) y a veces puede aparecer un micelio blanco en los tallos a nivel del suelo (van der Zaag, 1994). Cuando las infecciones en el tallo se presentan en las plantas adultas, puede ocurrir rosetamiento y las hojas más nuevas se tornan se rojizas o amarillentas. Debido al ahogamiento que provoca en los tallos, la planta no puede transferir carbohidratos a los estolones, por lo que esta tiende a producir tubérculos aéreos de coloración rojiza o púrpura y en forma de botella (van der Zaag, 1994).

La condición óptima para el desarrollo del hongo se presenta en suelos con humedad a capacidad de campo y a temperaturas cercanas a los 18 °C (Torres 1997).

Un mayor daño se puede dar en días con temperaturas del ambiente menores a 10 °C en plantaciones recién sembradas debido a que los brotes tardan en emerger y eso le da al hongo más tiempo para causar la infección. La susceptibilidad de la planta a *R. solani* disminuye rápidamente cuando los tallos se tornan verdes (van der Zaag, 1994), por tanto, cuando se siembra en suelos con presencia de *R. Solani*, es mejor no enterrar muy profundo la semilla para que los brotes salgan a la superficie lo más pronto posible y se tornen verdes.



Figura 55. Sintomatología de la infección por *Rhizoctonia solani* en plantas de papa. (Fotos de: <http://www.agroancash.gov.pe/>, CIP, 2006. <http://www.flickr.com>).

Rhizoctonia se propaga a través del agua de lluvia, por el riego por aspersión o por inundación y por la semilla contaminada. Los corpúsculos ("sclerotia") de *R. Solani*, a falta de hospederos en el campo, sobreviven en tubérculos almacenados o en residuos de plantas hospederas.

Control

Se debe usar semilla que esté libre de este patógeno (semilla certificada) y rotar el suelo por lo menos tres años. Se debe evitar sembrar en suelos con drenaje deficiente (pesados y sin pendiente) y si se hace, se deben levantar camas de siembra de al menos 30 cm de altura para mejorar el drenaje y la aireación. Cuando se requiere esterilizar pequeñas cantidades de suelo o sustrato, se puede recurrir a la desinfección térmica sometiendo el suelo o el sustrato a temperaturas de 60 °C por 30 minutos (Parmeter, 1970). Cuando se esteriliza el suelo hay que tener cuidado de no reinfestar de nuevo ya que el hongo se multiplicaría libremente al no haber competidores.

9.3.2 Enfermedades causadas por bacterias

Las bacterias son organismos microscópicos, traslúcidos y que se multiplican asexualmente dividiéndose cada una en dos (fisión binaria). Debido a eso, las bacterias tienen una alta capacidad de multiplicación que solo se detiene cuando ya no hay alimento. En condiciones favorables, a partir de una sola bacteria se pueden llegar a formar hasta 1 millón en 10 horas (Agrios, 1985). Estos organismos pueden crecer en un amplio rango de temperaturas, desde 5 °C hasta 37 °C. Las bacterias mueren a temperaturas de 50 °C (Agrios, 1985). Algunas solo pueden desarrollarse en plantas hospederas vivas, pero, a falta de ellas, pueden sobrevivir quiescentes en el suelo, en yemas, en semillas o en el interior de organismos como los insectos, a la espera de encontrar nuevas plantas hospederas. Otras pueden vivir tanto en plantas hospederas como en el suelo, consumiendo materia orgánica.

Las bacterias se diseminan principalmente a través del agua, llevadas por la corriente o la salpicadura de la lluvia, del riego por aspersión o del riego por gravedad. También algunas pueden ser llevadas de un lugar a otro mediante insectos o por la acción de los seres humanos, cuando acarrean semilla o partes de plantas infectadas, por los instrumentos de trabajo o por las manos (cuando se manipulan las plantas).

Son varias las bacterias que dañan las plantas de papa, sin embargo, en Honduras las más importantes son *Ralstonia solanacearum* y las *Pectobacterium*.

9.3.2.1 Pudrición blanda de los tubérculos y los tallos

La "pudrición blanda" es causada principalmente por las bacterias *Pectobacterium atrosepticum* (*syn. Erwinia carotovora subsp. atroseptica*), *P. carotovorum subsp. carotovorum* (*syn. E. carotovora subsp. carotovora*) y *Dickeya chrysanthemi* (*E. chrysanthemi*). Estas bacterias habitan los suelos y su característica principal es que producen pudriciones blandas a las plantas infectadas. Muchas veces los tejidos dañados presentan mal olor, causado por infecciones secundarias

de microorganismos diferentes. Estas bacterias infectan los tubérculos a través de las lenticelas (aberturas naturales del tubérculo), por heridas causadas por otros organismos (hongos, insectos o nematodos) o por daños causados por las herramientas de trabajo durante la cosecha. El daño comienza como una pequeña mancha oscura en la superficie del tubérculo. Una vez que se produce la infección, la enfermedad progresa con mucha rapidez hasta podrir totalmente el tubérculo, volviendolo una masa de tejidos descompuestos.

Una vez que el tubérculo-semilla sufre daño significativo, los tallos se marchitan. En condiciones de clima seco, antes de presentarse la marchitez, las hojas se ponen cloróticas o amarillentas y se observan quemaduras en los bordes. Cuando el clima es húmedo se observa achaparramiento y marchitez de hojas y tallos y puede ser que no se presenten ni amarillamientos ni quemaduras de las hojas (figura 56). Muchas veces la marchitez se presenta solo en uno o algunos de los tallos de una misma planta, aunque eventualmente todos se marchitarán. Si los tubérculos usados como semilla se encontraban en estado avanzado de infección al momento de la siembra, la bacteria mata los brotes antes de que salgan a la superficie. A veces la infección inicial se produce en los tallos, por encima del nivel del suelo, haciendo que estos se pudran, dando lugar a lo que se llama la enfermedad del tallo hueco. Los tallos afectados toman una coloración oscura y, con el tiempo, cuando la pudrición ha avanzado, se doblan y caen al suelo.



Figura 56. a) y b) plantas y tubérculos de papa afectados por bacterias del género *Pectobacterium*; c) oscurecimiento de la base del tallo, síntoma característico de la enfermedad del tallo hueco ocasionada por las *Pectobacterium*.

Control

Aunque las bacterias que producen esta enfermedad se encuentren en el suelo o en los tubérculos, la infección solo se produce si hay humedad y será más intensa si, además, hay falta de oxígeno en el medio. El control de esta bacteria se basa sobre todo en prácticas de manejo que impidan la humedad excesiva y condiciones anaeróbicas en el campo y durante el almacenamiento.

Durante el transporte: Cuando los tubérculos-semilla son desembarcados en el puerto se debe continuar la cadena de frío y evitar que los tubérculos pasen de las bajas temperaturas en el barco (4 °C) a las altas temperaturas del puerto (más de 30 °C). Cuando esto pasa, se produce humedad en los tubérculos (por condensación), lo que hace que las *Pectobacterium* y otros microorganismos produzcan infección. Para evitar esto se debe ir incrementando la temperatura de forma gradual durante el recorrido desde el puerto hasta su destino final. Por ejemplo, si la semilla tiene como destino final la zona alta de Intibucá (a una distancia de siete horas desde el puerto y con 20 °C de temperatura ambiental en el día), durante el recorrido se deberá ir incrementando la temperatura 3 °C cada hora para que cuando llegue a Intibucá la temperatura dentro del contenedor sea igual a la temperatura ambiental.

En almacenamiento: Otra situación que provoca infección por *Pectobacterium* en tubérculos es cuando estos se almacenan amontonados y sin aireación. El amontonamiento impide la entrada de aire, condición necesaria para que el ambiente se ventile y se lleve la humedad que desprenden los mismos tubérculos. Para evitar esto, los sacos con tubérculos deben colocarse de manera que se favorezca la ventilación.

Durante la cosecha: Se debe evitar golpear o lesionar los tubérculos, y descartar los que se observen enfermos. Los residuos de plantas infectadas deben sacarse del campo y quemarse o enterrarse. Antes de llevar los tubérculos al almacén, este debe desinfectarse y, una vez que los tubérculos son almacenados, deben hacerse supervisiones semanales para buscar tubérculos infectados.

Plantaciones en campos con drenaje deficiente: Cuando llueve mucho o se riega en exceso y el terreno cultivado no tiene buen drenaje (suelos planos, de poca profundidad y estructura pesada) se dan condiciones de falta de oxígeno (encharcamiento) y exceso de humedad en el suelo, lo que es aprovechado por estas bacterias para infectar la planta y desarrollarse velozmente. Antes de sembrar y durante la preparación del suelo se deben tomar medidas que permitan que el agua de lluvia o de riego drene rápidamente. Si el campo es plano y de estructura pesada, se debe considerar la opción de sembrar en camas de unos 30 cm de alto para permitir un drenaje rápido y una mayor aireación del suelo.

Los fertilizantes: Abo-Elyousr *et al.* (2010) reportaron que la aplicación a plantas de papa de altas tasas de fertilizantes nitrogenados, como urea, nitrato de amonio o sulfato de amonio, incrementaron la susceptibilidad de los tubérculos a la infección por *Pectobacterium*. Aplicaciones de fósforo redujeron la infección, mientras que el potasio no tuvo ningún efecto. Antes, en estudios de laboratorio realizados en 1989, Pagel y Heitefuss encontraron que las paredes celulares de cultivares de papa menos sensibles a *Pectobacterium* presentaron un mayor contenido de calcio que los cultivares sensibles al daño de la bacteria. Esto es interesante porque la mayoría de los suelos de las zonas altas de Honduras son deficientes en calcio. Un suplemento adecuado de este nutriente podría darle a las plantas un poco de resistencia a esta bacteria.

El control químico. En general se considera que actualmente no existe ningún producto químico que permita controlar las bacterias efectivamente, por lo que su control debe basarse en prácticas culturales. A pesar de que varios autores mencionan algunas sustancias bactericidas como efectivas para el control de bacterias fitopatógenas en plantas (Bucio *et al.*, 2008; Gracia-Garza *et al.*, (2002); Guevara *et al.*, 2002; Sharga y Lyon, 1998), estudios llevados a cabo en Intibucá en plantas de papa cultivadas en suelos altamente contaminados por *Pectobacterium* y *Ralstonia* indican que productos como la oxitetraciclina, el *Basillus subtilis* (Serenade) y el Cuprimicin (sulfato de estreptomycin + oxitetraciclina + sulfato tribásico de cobre) aplicados al follaje no tienen efecto bactericida sobre estos patógenos (Toledo, 2012b).

Respecto a la desinfección de tubérculos, en Uruguay se encontró que el lavado de tubérculos contaminados por *Pectobacterium* con una solución que contenía 150 ml/100 litros de agua del desinfectante Sporokill (Didecil dimetil cloruro de amonio) fue efectivo para el control de la bacteria (Serfontein *et al.*, 2004). En ese mismo año, Medina y colaboradores encontraron que el Naphthaserin fue efectivo para el control de *Pectobacterium* en tubérculos de papa. En 2008, en Bélgica, la desinfección de los tubérculos con dióxido de cobre, ácido fosfórico y un producto cúprico no tuvieron control sobre *Pectobacterium* (Dupuis *et al.*, 2008). En Intibucá, una desinfección efectiva de tubérculos se obtuvo con amonio cuaternario a una dosis de 2 ml/l (Toledo, 2012). Sin embargo, esta dosis causó quemaduras en tubérculos tajados, por lo que en estos casos se deberá reducir la dosis.

9.3.2.2 Marchitez bacterial causada por *Ralstonia solanacearum*

El principal síntoma de esta enfermedad es la marchitez de la planta o de los tallos afectados (figura 57). Esto se debe a que esta bacteria ataca los haces vasculares (por donde transita el agua, los fotoasimilados y los nutrientes) cortando el paso del agua. Además de la papa, esta bacteria también afecta a otros cultivos como el tabaco, el tomate, la berenjena, el plátano, el cacahuate y la soya (Agrios, 1985). La humedad del suelo y temperaturas superiores a 21 °C son ideales para el desarrollo de la enfermedad.



Figura 57. Izquierda: plantas de papa afectadas por *Ralstonia solanacearum* (foto obtenida de INTA, Argentina 2002). **Derecha:** marchitez de los folíolos de un lado de la hoja, síntoma temprano característico de infección por *Ralstonia*.

En estados avanzados de la enfermedad, si se hace un corte transversal del tubérculo o del tallo de la planta infectada y se aprieta, se verá que sale una sustancia cremosa de los haces vasculares. Esta sustancia también se puede observar en los “ojos” de los tubérculos y hace que la tierra se adhiera a ellos (figura 58). También, cuando el estado de daño es avanzado, los haces vasculares adquieren un color pardo o negro.

Si se sumerge en agua limpia uno de los extremos de un trozo de tallo (3 cm) tomado de la base de un tallo con marchitez, después de unos minutos se verá una sustancia blanca y viscosa saliendo del extremo sumergido del tallo. Esto es indicativo de la presencia de *Ralstonia*.

La enfermedad puede afectar las plantas a cualquier edad. Cuando la semilla que se siembra está infectada, el daño puede darse después de la germinación de las plantas o en los estados iniciales de crecimiento. Cuando las plantas se infectan a partir del inóculo del suelo la marchitez se presenta en las plantas adultas (van der Zaag, 1994).

La marchitez bacterial causada por *Ralstonia solanacearum* se transmite a través de semilla contaminada. También por maquinaria, herramientas, zapatos y agua de riego que contiene suelo contaminado. Ante la falta de hospederos, la bacteria puede sobrevivir en el suelo, en residuos de plantas y en el agua por mucho tiempo.



Figura 58. Diferencia entre los síntomas de *Ralstonia* y de *Pectobacterium* en tubérculos. A la izquierda, una sustancia lechosa mana de las yemas (“ojos”) de la papa, síntoma típico de *Ralstonia*. A la derecha, en cambio, los tubérculos adquieren una coloración negruzca y de los tejidos rotos brota espuma, señal de daño por *Pectobacterium*.

Control

El control de esta bacteria se basa totalmente en medidas que eviten su entrada a las parcelas de producción. Se recomienda:

1. Usar semilla certificada obtenida de compañías de prestigio. La semilla de segunda generación solo debe usarse si se está seguro de la que plantación no fue contaminada por la bacteria.

2. Si la bacteria se presenta en las parcelas de producción, estas deberán cultivarse en lo sucesivo y por lo menos por ocho años, con especies que no son afectadas por esta enfermedad, como pastos, maíz, arveja, cebolla, ajo, repollo, coliflor, brócoli, antes de volver a sembrar papa. En Nepal, Pradhanang *et al.* (1998) reportaron que año y medio sin cultivo no fue suficiente para reducir la enfermedad en un suelo contaminado por *Ralstonia*.
3. Lavar la maquinaria y las herramientas que se han usado en parcelas contaminadas con *Ralstonia* con medio litro de cloro o lejía comercial (5%) disuelto en 5 o 10 litros de agua o bien usar amonio cuaternario en dosis de 5 ml por litro. Los trabajadores deben limpiarse las manos y limpiar, también, los guantes y el calzado con esta solución de cloro, para quitar los residuos de suelo que se les hayan pegado, antes de entrar a las parcelas de papa.
4. Se deben controlar eficazmente todos los organismos que causan heridas a la planta y a los tubérculos en el suelo, por ejemplo, los nematodos, la polilla (*Phthorimaea*) y la gallina ciega (*Phyllophaga*), ya que la bacteria infectará más fácilmente a las plantas que presentan heridas en las partes subterráneas.
5. Una vez que la plantación ha sido defoliada o “chapeada”, todos los rastrojos deben enterrarse o quemarse inmediatamente. Al final de la cosecha, todos los residuos deben recogerse y enterrarse o quemarse. Estas prácticas ayudarán a reducir el inóculo de la bacteria, ya que *Ralstonia* sobrevive más tiempo cuando hay residuos de plantas hospederas.
6. Se deben evitar condiciones de humedad excesiva. Antes de sembrar se deben realizar procedimientos para lograr una salida rápida del exceso de agua de las parcelas cultivadas y para mejorar la ventilación.

El control químico: No existe un control químico eficiente para *Ralstonia*. Como se indicó antes, estudios en Intibucá indican que la aplicación de productos como la oxitetraciclina, el *Bacillus subtilis* (Serenade) y el Cuprimicin al follaje de las plantas de papa no tienen efecto sobre las bacterias de los géneros *Pectobacterium* y *Ralstonia*. Igual sucedió cuando se aplicó ácido nítrico (Regain) y *Bacillus subtilis* (Serenade) al suelo.

Algunos autores señalan que ciertas sustancias pueden controlar a *Ralstonia*. Por ejemplo, Lwini y Ranamukhaarachchi (2006) en Tailandia encontraron que el bocashi y algunos productos comerciales de microorganismos efectivos aplicados al suelo inhibieron el desarrollo de *Ralstonia*. Gonzáles et al. (2009) mencionan ejemplos de sustancias que aplicadas a plantas susceptibles inducen resistencia a *Ralstonia*, como la acibenzolar-s-methyl (Actigar 50 WG de Singenta) que aplicada al follaje (25 mg/l) junto con timol (inductor de las defensas naturales de las plantas) al suelo (73 kg/ha) inhibió el desarrollo de *Ralstonia*. Los mismos autores señalan que hongos micorrizos, en especial *Glomus versiforme*, aplicados al suelo, indujeron, en plantas de tomate, la producción de cierto tipo de fenoles que les otorgaron resistencia frente al ataque de *Ralstonia*.

9.3.2.3 Sarna o roña

Sarna o roña es el nombre con que se conoce una enfermedad que daña las partes subterráneas de la planta de papa, en especial los tubérculos, y que puede ser causada por bacterias del género *Streptomyces* o por el hongo *Spongospora subterranea*.



Figura 59. Tubérculos de papa con sarna o roña.

El síntoma más característico se presenta en la superficie de los tubérculos como hundimientos o verrugas de forma irregular y de coloración parda (figura 59). Aunque existen diferencias en las lesiones de acuerdo al patógeno causal, a veces no es posible distinguirlos. A pesar de que en Honduras esta enfermedad está muy difundida en las zonas productoras de papa, se desconoce cuál de los patógenos (o si los dos) es el causante de la enfermedad.

De acuerdo con van der Zaag (1994), cuando la enfermedad es causada por el hongo *Spongospora* se forman de verrugas que al romperse liberan los corpúsculos de multiplicación del hongo (las zoosporas), dejando cicatrices por todo el tubérculo. En las raíces, el hongo forma unos abultamientos de tejido de 2 a 10 mm de diámetro que se denominan agallas. Cuando el número de agallas en las raíces es alto la planta puede llegar a marchitarse, aunque generalmente esto no llega a suceder. Las zoosporas pueden sobrevivir en el suelo hasta por seis años, lo que indica que las rotaciones deben durar esta misma cantidad de tiempo, si es que hay presencia de este hongo en los suelos. Además, *Spongospora* puede sobrevivir en el tracto digestivo de animales (cerdos y aves) que se han alimentado de papa u otro alimento infectado con el hongo.

Cuando la enfermedad es causada por la bacteria *Streptomyces*, en la mayoría de los casos los tubérculos presentan hundimientos (en forma de cráteres y a veces en forma de red) de apariencia corchosa.

Control

Primero se debe hacer un diagnóstico correcto para detectar el agente causal y de acuerdo a esto determinar las medidas de control. Hay una amplia literatura respecto a métodos de control para cada uno de los patógenos. Entre las medidas generales que se pueden tomar están el uso de semilla certificada, plantar suelos que no han sido cultivados con papa por al menos ocho años, y no aplicar al suelo estiércol de animales que hayan sido alimentados con papa u otros alimentos infectados con el hongo o la bacteria.

9.3.3 Enfermedades causadas por virus

Los virus son organismos simples y diminutos (100 veces más pequeños que las bacterias), algunos de los cuales causan enfermedades a las plantas de papa. Los virus no tienen la capacidad de moverse o de multiplicarse por sí mismos. Para que se produzca infección, los virus deben entrar en contacto directo con el jugo de alguna célula. Una vez que se ha multiplicado lo suficiente, el virus pasa a otras células, a través de los conductos que unen y permiten el intercambio de materiales entre células, denominados plasmodemos, hasta llegar a los vasos del floema, desde donde infectan a toda la planta.



Figura 60. Síntoma del virus X de la papa. [foto: Jack Clark IPM Proyect, UC. 2000].



Figura 61. Virus Mop Top de la papa. Foto: Cornell University. 2005).



Figura 62. Virus del enrollamiento de las hojas. (Foto: Burrow y Zitter Virus Problems of potatoes Cornell University. 2005).

Aunque algunas especies de plantas no muestran la sintomatología de la infección de algunos virus, en general las plantas infectadas presentarán achaparramiento o enanismo, enrollamiento de las hojas y mosaicos (contraste de color en las hojas entre un verde claro o amarillo y el verde natural de la hoja). Los virus disminuyen la capacidad de fotosíntesis de la planta; disminuyen el contenido de los reguladores del crecimiento o inducen una mayor producción de inhibidores del crecimiento; disminuyen el contenido de nitrógeno soluble y de carbohidratos en la planta, e incrementan la respiración (Agrios, 1985). Todo en conjunto conduce a una reducción significativa del rendimiento de las plantas infectadas.

En general, los virus que infectan las plantas se transmiten a través de métodos de propagación vegetativa (injertos, estolones, tubérculos, bulbos, cormos), por daño mecánico causado con las manos o con herramientas contaminadas, por el roce de hojas de plantas infectadas con hojas de plantas sanas (cuando soplan vientos fuertes) y por organismos vectores como los insectos, los ácaros, los nematodos y los hongos (Salazar, 1995). Aunque en menor proporción, los virus también pueden infectar las plantas a través de la semilla sexual y el polen (Agrios, 1985).



Figura 63. Planta de papa con virus Y de la papa.



Figura 64. Planta de papa infectada con varios virus. [De Burrow y Zitter, Virus Problems of potatoes. Cornell University,

La forma más importante de transmisión de los virus en la agricultura es a través de los insectos, en especial los del orden homóptera, que comprenden los áfidos, las chicharritas, la mosca blanca, los periquitos y las escamas. También transmiten virus las chinches, los trips, los escarabajos y los saltamontes. En el caso de los ácaros, se sabe que la araña roja (*Tetranychus urticae*) puede transmitir el virus Y de la papa.

Los virus más importantes que afectan al cultivo de la papa alrededor del mundo son el virus Y y el virus del enrollamiento de las hojas de la papa (Bonierbale *et al.*, 2010) (figuras 60 al 64).

Además de la semilla contaminada y la propagación vegetativa, el virus del enrollamiento de las hojas es transmitido por áfidos, especialmente por *Mizus persicae* (Bonierbale *et al.*, 2010). El virus entra al cuerpo de los insectos, cuando estos se alimentan de plantas infectadas, y se mantiene ahí toda su vida. Esto significa que el insecto que ha adquirido el virus puede infectar plantas por el resto de su vida (forma de infección persistente). Sin embargo, tiene que pasar algún tiempo (horas) después de que el áfido se ha infectado para que lo pueda transmitir a las plantas sanas.

El virus Y se transmite a través de la semilla, por métodos de propagación vegetativa y por el uso de herramientas contaminadas. En el campo es transmitido mayormente por áfidos, en especial por *Myzus persicae*. En este caso, el virus solo infecta el estilete (parte bucal del insecto) y no se mantiene de forma persistente, sino que se libera del insecto cada vez que éste introduce el estilete en una planta. En este caso, el áfido tendría que alimentarse de nuevo en una planta virótica para seguir transmitiendo el virus (forma de infección no persistentes).

Control

Hasta hoy no hay pesticidas que aplicados a las plantas maten los virus. La única forma de control es evitar la entrada del virus a la plantación, erradicar las plantas sintomáticas y controlar a los insectos vectores.

Se recomienda:

1. Sembrar semilla libre de virus, obtenida de compañías de prestigio.
2. Tener un estricto control sobre los áfidos, la mosca blanca, los nematodos y demás organismos que son vectores de virus.
3. Estar pendientes de cualquier planta que presente síntomas de infección por virus. De identificarse alguna, hay que sacarla de la plantación y quemarla o enterrarla.
4. Evitar causar cortes o heridas a las plantas.

9.3.4 Enfermedades causadas por nematodos

Los nematodos que provocan enfermedades en las plantas son organismos que en general viven en los suelos. Son muy pequeños por lo que difícilmente se pueden ver a simple vista, muchos tienen forma de gusano y son transparentes. Se desplazan en el suelo a través del agua y pueden ser transportados a lugares distantes por medio de actividades humanas, a través de las plantas, de material vegetativo, de herramientas y equipo, y de todo lo que lleve suelo. Algunos nematodos que afectan la parte aérea de las plantas son diseminados más rápidamente por la salpicadura de las gotas de agua de lluvia o de riego.



Figura 65. Nematodo dorado o nematodo del quiste de la papa (*Globodera rostochiensis*). La figura muestra los quistes en forma de globo adheridos a las raíces. Inicialmente estos quistes son de color blanco. La medida de este nematodo es la rotación de cultivos (foto de www.bayercropscience.cl).



Figura 66. Nódulos en raíces ocasionados por el nematodo del nódulo de la raíz (*Nacobbus aberrans*) (foto: angenpapa.com.ar).

Las plantas dañadas por los nematodos presentan enanismo, raquitismo, clorosis, quemado de los bordes de las hojas y marchitez en las horas más calientes del día. Las raíces se acortan y engrosan y, lo más característico es que presentan nódulos o agallas (Cataño-Zapata y del Río, 1994). Los nematodos causan daño directo a las plantas debido a que se alimentan del contenido de sus células, causándoles la muerte. Además, estos organismos abren camino para la entrada de otros patógenos como los hongos, las bacterias y los virus (Agris, 1985).

Los nematodos más importantes en la producción de papa son el “nematodo del quiste de la papa” (*Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*), el “nemátodo del nódulo de la raíz” (*Meloidogyne* sp.) y el “falso nematodo del nódulo de la raíz” (*Nacobbus aberrans*) (figuras 65, 66 y 67).

Se recomienda:

1. Usar semilla libre de nematodos. Cuando se sabe que la semilla tiene nematodos, esta se puede desinfectar colocándola en agua a una temperatura de entre 46 y 47 °C durante 129 minutos.
2. Rotación de cultivos. No sembrar papa de forma continua, ni tomate o berenjena y no permitir el desarrollo de plantas voluntarias de estas especies en los campos de cultivo. En el caso de *Nacobbus aberrans*, que tiene un mayor número de hospederos, se debe rotar con maíz, frijol, lechuga y arveja (González y Franco, 1997).
3. Limpieza de herramientas, maquinaria, guantes y zapatos, cuando se ha trabajado en suelos con presencia alta de nematodos.
4. Usar nematicidas aplicados al suelo como:

Forato (Thimet 5 %)	60 lb/mz
Carbofuran (Furadan 10 G)	20 lb/mz
Ethoprop (Mocap)	6 lt/mz aplicado por riego
Oxamilo (Vydate)	6 lt/mz aplicado por riego

10. LITERATURA CITADA

- Abdullah, N.M.M. 2008. Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* in controlled environment in Arizona. African Journal of Agricultural Research. 3(1):60-67.
- Abo-Elyousr, K.; Sallam, M.; Hassan, M.; Allan, A. 2010. Effect of certain cultural practices on susceptibility of potato tubers to soft rot disease caused by *Erwinia carotovora* pv. Carotovora. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 43(16):1625-1635.
- Acuña, I. 2008. Manejo integrado del tizón tardío y estrategia de control químico. Chile, INIA. Informativo n.º 62.
- Agriculture and Agri-Food Canada. 2011. Archived content - Reduced-risk Wireworm Management in Potato. <http://www.agr.gc.ca/eng/about-us/offices-and-locations/agricultural-pest-management/agricultural-pest-management-resources/sustainable-crop-protection-factsheet-series/archived-content-reduced-risk-wireworm-management-in-potato/?id=1281983357068>
- Agrios, J. 1985. Fitopatología. Ciudad de México, México, Limusa.
- Aksenova, N.P.; Konstantinova, T.N.; Lozhnikova, V.N.; Golyanovskaya, S.A.; Sergeeva, L.I. 2009. Interaction between day length and phytohormones in the control of potato tuberization in the *in vitro* culture. Russian Journal of Plant Physiology 56(4):454-461.
- Arce, F.A. 2002. El cultivo de la patata. Madrid, España, Mundi-Prensa. 495 p.
- Baniuniene A. y Zekaite V. 2008. The effect of mineral and organic fertilizer on potato tuber yield and quality. AGRONOMIJAS VĒSTIS (Latvian Journal of Agronomy), No.11, LLU, 2008
- Barreto, N. 2005. Estudios bioecológicos de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelchiidae) en el altiplano cundiboyacense colombiano. In Taller Internacional sobre la Polilla Guatemalteca de la Papa, *Tecia solanivora* (3, 2003, Cartagena de Indias, Colombia). Memorias. Lima, Perú, CORPOICA, CIP. p. 95-105.
- Bonierbale, M.; de Haan, S.; Forbes, A.; Bastos, C. 2010. Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa: guía para cooperadores internacionales. Lima, Perú, CIP.
- Bucio, C.M.; Martínez, O.A.; Torres, J.J. 2008. Control químico de *Erwinia* sp. causante de pudriciones en bulbos de ajo almacenado. Revista Salud Pública y Nutrición, ed. esp. n.º 8. Instituto de Ciencias Agrícolas y EPI de la Universidad de Guanajuato.
- Butler, CD; Byrne, FR; Keremane, ML; Lee, RF; Trumble, JT. 2011. Effects of insecticides on behavior of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and transmission of Candidatus Liberibacter psyllae. Journal of Economic Entomology 104(2):586-94.
- Butler, CD; Trumble, J. 2012. The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): Life history, relationship to plant diseases and management strategies. Terrestrial Arthropod Reviews 5:87-111.

- Calderón Rodríguez, A. 2010. Conceptos básicos de la fisiología de la papa. Curso Internacional en Producción de Semilla de Papa. Lima, Perú, CIP.
- Cañedo, V. 1997. Áfidos vectores de virus importantes en la producción de tubérculos-semillas. *In* Hidalgo, O (ed.). Producción de tubérculos-semilla de papa: manual de capacitación. Lima, Perú, CIP. Fascículo 3.8.
- Castaño-Zapata, J.; del Río, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. 3 ed. El Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press.
- Dampney, P.; Wale, S.; Sinclair, A. 2011. Review Potash Requirements of Potatoes. Agriculture and Horticulture Development Board. Reino Unido. 35 p.
- Demirel, M.; Cranshaw, W. 2006. Relative effect of color mulches to potato/tomato psyllid on garden tomato plants. *Journal of Entomology* 3:189-193.
- Díaz-Montano, J.; Trumble, J. 2013. Behavioral responses of the potato psyllid to volatiles from dimethyl disulfide and plant essential oils. *Journal of Insect Behavior* 26(3):336-351.
- Dupuis, B; García, N; Boels, G. 2008. Efficacy of potato seed disinfection products to control *Erwinia* spp. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 73(2):343-8.
- Espinoza, H. 2008. Avances en el estudio de la biología y hábitos de la gallina ciega (*Phyllophaga obsoleta*) en Honduras. La Lima, Honduras, FHIA. Hoja técnica n.3.
- Espinoza, H.; Toledo, M. 2007. Evaluación del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para control de la gallina ciega *Phyllophaga obsoleta* en el altiplano de Intibucá. *In* Proyecto FHIA La Esperanza. Informe técnico anual 2007. La Lima, Honduras, FHIA. P. 80-83.
- FAOSTAT. 2014. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Galindo, J.R.; Española, J.A. 2004. Dinámica de la captura de *Premnotrypes vorax* y la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) en trampas con diferentes tipos de atrayentes en un cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*). *Revista Colombiana Entomología* 30(1):57-64.
- Gallegos, P. 2005. Problemática de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* en el Ecuador: antecedentes, desarrollos y perspectivas. *In* Taller Internacional sobre la Polilla Guatemalteca de la Papa, *Tecia solanivora* (3, 2003, Cartagena de Indias, Colombia). Memorias. Lima, Perú, CORPOICA, CIP. p. 25-36.
- Gharalari, A; Wansen, C; Lawsen, D; Gilley, J; Munyaneza, J; Vaughn, K. 2009. Knockdown mortality, repellence, and residual effects of insecticides for control of adult of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology* 102(3):1032-8.
- Gonzáles, A; Franco, J. 1997. Los nematodos en la producción de semilla de papa. *In* Hidalgo, O (ed.). Producción de tubérculos-semilla de papa. Manual de capacitación CIP. Lima, Perú CIP. Fascículo 3.9.
- Gonzáles, I; Arias, Y; Peteira, B. 2009. Interacción planta-bacterias fitopatógenas: caso de estudio *Ralstonia solanacearum*-plantas hospedante. *Revista Protección Vegetal* 24(2):69-80.

- Gracia-Garza, J.A.; Allen, W.; Blom, T.J.; Brown, W. 2002. Pre- and post-plant applications of copper-based compounds to control *Erwinia* soft rot of calla lilies. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 24(3):274-280.
- Guevara, Y.; Moselli, A.; Mireles, M.; Figueroa, R.; Marcano, M.; Rondón A. 2002. Evaluación de cuatro productos para el control de la bacteriosis (*Erwinia* spp.) en frutos de mango (*Mangifera indica* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología* 20(1):110-113.
- Hansen, A.; Trumble, J.; Stouthamer, R.; Paine, T. 2008. A new Huanglongbing species, "*Candidatus* Liberibacter Psyllaurous" found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied and Environmental Microbiology* 74(18):5862-5865.
- Hijmans, R.; Spooner, D. 2001. Geographical distribution of wild potato species. *American Journal Botany* 88(11):2101-2112.
- Iritani, W.M.; Thornton, R.; Weller, L.; O'Leary, G. 1972. Relationships of seed size, spacing, stem numbers to yield of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal* 49:463-469.
- Jackson, S.D. 1999. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. *Plant Physiology* 19(1):1-8.
- Kemmitt, G. 2002. Early blight of potato and tomato. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/pages/potatotomato.aspx>
- King, A.B.S.; Saunders, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. Londres, Reino Unido, Overseas Development Administration.
- Krauss, A. 1985. Interaction of nitrogen nutrition, phytohormones, and tuberization. In: Li, P. H. (Ed.) *Potato Physiology*. Academic Press, Inc. p. 209-230
- Kunaga, Y.; Ochoa, R. 1987. Estudio de dinámica reproductiva en la palomilla de la papa *Scrobipalopsis solanivora* y relación natalidad/mortalidad para *S. solanivora* y *Phthorimaea operculella*. In Reunión ALAP (13, 1987, Panamá). Memorias. Panamá, Asociación Latinoamericana de la Papa. p. 402-421.
- Litaladio, N.; Castaldi L. 2009. Potato: the hidden treasure. *Journal of Food Composition and Analysis* 22(6):491-493.
- Lwini, M.; Ranamukhaarachchi, S.L. 2006. Development of biological control of *Ralstonia solanacearum* through antagonistic microbial populations. *International Journal of Agriculture & Biology* 8(5):657-660.
- Malagamba, P. 1999. Fisiología y manejo de tubérculos-semilla de papa. In Hidalgo, O (ed.). *Producción de tubérculos-semilla de papa: manual de capacitación*. Lima, Perú, CIP. Fascículo 2.2.
- Medina, L.F.; Stefani, V.; Brandelli, A. 2004. Use of 1,4 naphthoquinones for control of *Erwinia carotovora*. *Canadian Journal of Microbiology* 50(11):951-956.
- Miles, G.P.; Samuel, M.A.; Chen, J.; Civerolo, E.L.; Munyaneza, J.E. 2010. Evidence that cell death is associated with zebra chip disease in potato tubers. *American Journal of Potato Research* 87(4):337-349.

- Munyaneza J.E.; Crosslin, J.M.; Upton, J.E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip," a New Potato Disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology* 100(3): 656-663 (2007)
- Munyaneza, J.E.; Sengoda, V.G.; Buchman, J.L.; Fisher, T.W. 2011. Effects of temperature on '*Candidatus* *Liberibacter solanacearum*' and zebra chip potato disease symptom development. *Plant Disease* 96(1):18-23.
- Munyaneza J.E. 2012. Zebra chip disease of potato: biology, epidemiology, and management. *American Journal of Potato Research* 89:329-350.
- Nolte, P.; Bertram, M.; Batemas, M.; McIntosh, C.S. 2003. Comparative effects of cut and treated seed tubers vs. untreated whole seed tubers on seed decay, *Rhizoctonia* stem canker, growth, and yield of Russet Burbank potatoes. *American Journal of Potato Research* 80(1):1-8.
- Notz, A. 1995. Influencia de la temperatura sobre la biología de *Tecia solanivora* (Povolni) (Lepidoptera: Gelechiidae) criadas en tubérculos de papa *Solanum tuberosum* L. *Boletín de Entomología Venezolana* 11(1):49-54.
- Ormeño, M.A.; Rosales, R. 2008. Control eficiente de la pulguilla saltona (*Epitrix* spp.) con repelente a base de ruda (*Ruta graveolens* L.). *Aspectos Fitosanitarios, INIA Divulga* 11:49-50.
- Pagel, W.; Heitefuss, R. 1989. Calcium content and cell wall polygalacturonans in potato tuber of cultivars with different susceptibilities to *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 35(1):11-21.
- Painter, C.G.; Augustin, J. 1976. The effect of soil moisture and nitrogen on yield and quality of the Russet Burbank potato. *American Potato Journal* 53(8):275-284.
- Palacios, M. 1997. Principales plagas de la papa: la polilla de la papa y la mosca minadora. *In* Hidalgo, O (ed.). *Producción de tubérculos-semilla de papa. Manual de capacitación CIP. Lima, Perú, CIP. Fascículo 3.7.*
- Parmeter Junior, J.R. (ed.) 1970. *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. Berkeley, Estados Unidos, University of California Press 255 p.
- Pérez, W.; Forbes, G. 2008. El tizón tardío de la papa. *Manual Técnico. Lima, Perú, CIP. 39 p.*
- Pozo C, M. 1997. Tuberización, tamaño y corte de tubérculos. *In* Hidalgo, O (ed.). *Producción de tubérculos-semilla de papa. Manual de capacitación. Lima, Perú, CIP. Fascículo 2.3.*
- Pradhanang, P.M.; Elphinstone, J.G.; Fox, T.V. 1998. Relative importance of later tuber infection and soil infestation by *R. solanacearum* on the incidence of bacterial wilt of potato. *In* Prior, P.; Allen, C.; Elphinstone, J. (eds.). *Bacterial wilt disease: molecular and ecological aspects. Berlín, Alemania, Springer.*
- Pronagro/SAG (2016) Estadísticas del Comercio de Hortalizas de Honduras. Página web <http://www.agronegocioshonduras.org/category/cadenas/hortalizas/papa/>
- Richards, B. 1933. Psyllid Yellows of the Potato. *Journal of Agricultural Research* 46(3):189-216.

- Rodríguez, L.E. 2010. Origen y evolución de la papa cultivada: una revisión. *Agronomía Colombiana* 28(1):9-17.
- Salazar, L. 1995. Los virus de la papa y su control. Lima, Perú, CIP. 226 p.
- Sengoda, V.G.; Munyaneza, J.E.; Crossling, J.M.; Buchman, J.L.; Pappu, H.R. 2010. Phenotypic and etiological differences between psyllid yellows and zebra chip disease of potato. *American Journal of Potato Research* 87(1):41-49.
- Serfontein, J.; Swart, S.H.; Baloyi, G.E. 2004. Registration trial: evaluation of the efficacy of Sporokill for the control of water borne *Erwinia carotovora* Subsp. *Carotovora* causal agent of bacterial soft rot of table and seed potatoes. Letsitele, Suráfrica, QMS Agri Science Facilities.
- Sharga, B.M.; Lyon, G.D. 1998. *Bacillus subtilis* Bs 107 as an antagonist of potato blackleg and soft rot bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 44:777-783.
- Sierra, C; Santos Rojas, J.; Kalazich, J. 2002. Manual de fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. Boletín INIA n.º76. Santiago, Chile, INIA.
- SRN (Secretaría de Recursos Naturales, Honduras) 1985. Informes de Investigación Agrícola en el Departamento de Intibucá y en la Subestación Marcala.
- Stallknecht, G. F. (1985) Tuber Initiation in *Solanum tuberosum*. Effect of phytohormones and induced changes in nucleotid acid and protein metabolism. En: Li, P. H. (1985) *Potato Physiology*. Academic Press.586 p.
- Stevenson, W.R.; Loria, R.; Franc, G.D.; Weingartner D.P. (eds.). 2011. Compendium of potatoes diseases. 2 ed. St. Paul, Estados Unidos de America, APS Press.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. Castelló de la Plana, España, Universitat Jaume. Traducción de: *Plant physiology*, 3 ed.
- Tindall, T.A.; Westermann, D.T.; Stark, J.C.; Ojala, J.C.; Kleinkopf, G. 1993. Phosphorus nutrition of potatoes. *Curren Information Series* n. 903. Moscow, Idaho, Estados Unidos, University of Idaho, College of Agriculture. 4 p.
- Toledo, M. 2002. Uso de barreras para evitar la oviposición de la gallina ciega *Phyllophaga* spp. en el cultivo de fresa. *Agronomía Mesoamericana* 13(1):55-58.
- Toledo, M. 2007a. Efecto de niveles de encalado en tres suelos de la zona alta de Intibucá a 30 días después de la aplicación. *In* Proyecto FHIA La Esperanza. Informe Técnico Anual, 2007. La Lima, Honduras, FHIA.
- Toledo, M. 2007b. Efecto de dos enmiendas orgánicas sobre la producción de coliflor en un suelo con concentraciones altas de Al+3 y Mn+2. *In* Proyecto FHIA La Esperanza. Informe Técnico Anual, 2007. La Lima, Honduras, FHIA.
- Toledo, M. 2011. Efecto de dos dosis de gallinaza al suelo sobre el crecimiento y producción de plantas de papa crecidas en un suelo ácido y alto en manganeso. Informe Técnico 2011 del Programa Nacional de Producción de Semilla de Papa. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras, SAG.

- Toledo, M. 2012a. Efecto del ácido giberélico sobre la brotación de tubérculos semilla de papa de las variedades Argos, Valor, Daifla y Atlas. Informe Técnico 2012 del Programa Nacional de Producción de Semilla de Papa. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras, SAG.
- Toledo, M. 2012b. Efecto de la aplicación foliar de bactericidas a plantas de papa sobre el control de bacterias fitopatógenas del suelo y evaluación de la capacidad desinfectante del cloro y amonio cuaternario en el lavado de la papa. Informe Técnico 2012 del Programa Nacional de Producción de Semilla de Papa. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras, SAG.
- Toledo, M. 2014. Validación de una trampa pegante para control de la mosca minadora de la papa (*Liriomyza* sp.) como alternativa para productores de escasos recursos en Honduras. Informe Técnico 2014 del Programa Nacional de Producción de Semilla de Papa. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras, SAG.
- Toledo, M. 2015. Validación de un método rústico para el almacenamiento de papa de consumo que permita que los pequeños productores de papa puedan almacenar sus cosechas en períodos de precios bajos. Informe Técnico 2015 del Programa Nacional de Producción de Semilla de Papa. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Tegucigalpa, Honduras, SAG.
- Torres, H. 1997. Principales enfermedades fungosas de la papa relacionadas con la producción de tubérculos-semilla. *In* Hidalgo, O (ed.). Producción de tubérculos-semilla de papa. Manual de capacitación. Lima, Perú, CIP. Fascículo 3.3.
- Vallejo, F; Morón, M.A.; Orduz, S. 2007. Biología de *Phyllophaga obsoleta* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae), especie rizófaga del complejo "chisa" de Colombia. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 11(1):188-204.
- van der Zaag, D.E. 1993. La patata y su cultivo en los países bajos. La Haya, Países Bajos, NIVAA
- van der Zaag, D.E. 1994. Potato diseases: diseases, pest and defects. La Haya, Países Bajos, NIVAA.
- Vásquez, L. 2003. Evaluación de la fecundidad de hembras de *Phyllophaga obsoleta* Blanchard capturadas con trampas de luz en La Esperanza, Intibucá, Honduras. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 69:62-65.
- Westermann, D.T.; Kleinkopf, G.E.; Porter, L.K. 1988. Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes. American Potato Journal. 65:377-386.



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DE HONDURAS



SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA)



UNIÓN EUROPEA



CONTÁCTENOS

Unidad Coordinadora del PRIICA (UCP)
Instituto Interamericano de Cooperación para la
Agricultura (IICA)

Sede Central. San José, Vásquez de Coronado,
San Isidro 11101-Costa Rica, América Central
Apartado 55-2200

Teléfonos: (506) 2216-0313 / 0320

Fax: (506) 2216-0233

Correo electrónico: infopriica@iica.int

www.iica.int

www.priica.sictanet.org