

**Secretaría de Agricultura y Ganadería
Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria**



El cultivo de la papa en Honduras

Por Milton Toledo

La Esperanza, Intibucá, Honduras

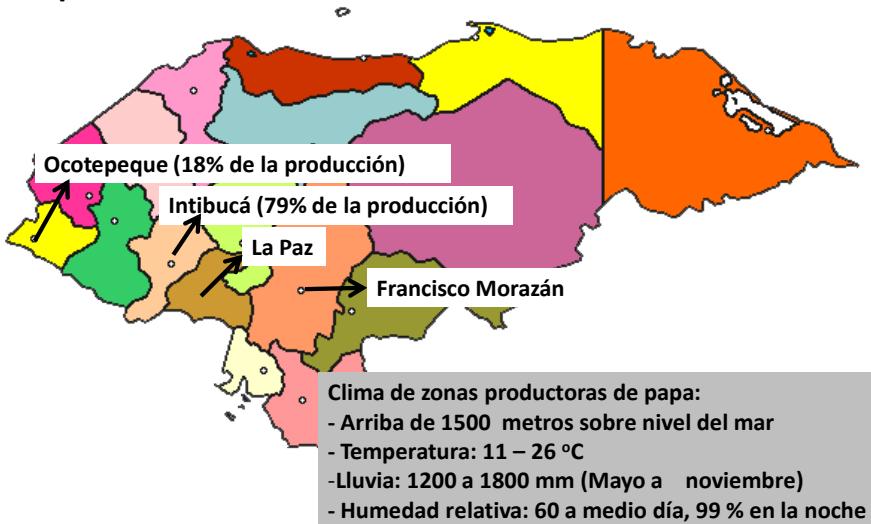
Noviembre del 2013

Índice

Estadísticas del cultivo de la papa en Honduras -----	3
Origen, clasificación y contenido nutricional -----	6
Morfología de la planta	
Estructura aérea -----	7
Estructura subterránea -----	9
Fisiología de la planta	
El fotoperíodo y la temperatura -----	11
La fotosíntesis y la respiración -----	13
Los componentes del rendimiento -----	15
Desarrollo, crecimiento y ciclo del cultivo -----	16
Que se necesita para cultivar papa -----	18
Métodos de cultivo	
Preparación del suelo -----	22
Siembra -----	24
El riego -----	25
La fertilización -----	26
El aporque -----	31
Control de malezas -----	31
El defoliado -----	31
La cosecha, producción y rendimiento -----	32
Prácticas para obtener semilla Artesanal -----	34
Costos de Producción -----	38
Manejo de plagas y enfermedades más importantes -----	40
La polilla de la papa -----	43
La gallina ciega -----	46
Áfidos -----	49
Mosca blanca -----	50
Paratrioza -----	52
Mosca minadora -----	56
Pulga saltadora -----	59
Gusano alambre -----	60
Diabrotíca -----	60
Enfermedades ocasionadas por hongos	
El tizón tardío -----	61
El tizón temprano -----	64
<i>Rhizoctonia</i> -----	65
La Roña -----	67
Enfermedades ocasionadas por bacterias	
Pudrición blanda de los tubérculos y pierna negra -----	68
Marchitez bacterial -----	70
Enfermedades ocasionadas por virus -----	73
Enfermedades ocasionadas por nematodos -----	75
Literatura citada -----	77

1. Estadísticas del cultivo de la Papa en Honduras

Figura 1. Zonas Productoras de Papa en Honduras



El cultivo de la papa en Honduras tiene un fuerte impacto social ya que da sostén a unos 4,000 productores y sus familias, genera unos 5,800 empleos permanentes y es la principal fuente de riqueza de las comunidades donde se desarrolla el cultivo.

Debido al fuerte daño provocado por el insecto Paratrioza (*Bactericera cockerelli*) a las plantaciones de papa en 2009 y 2010, donde se perdió al menos la mitad de estas, la información sobre área sembrada desde entonces no representa lo que ha sido la situación real del cultivo en Honduras, ya que todavía se está en el proceso de recuperación. De acuerdo a SwissContact, en 2008 Honduras tuvo un área sembrada de unas 2,900 manzanas (Mz= 7,000 m²) cultivadas por unos 4,000 productores. Las zonas productoras se concentran básicamente en el altiplano del departamento de Intibucá y en las zonas altas del departamento de Ocotepeque, como se puede ver en la Figura 1 y Cuadro 1.

Para el 2012, la FAO reportó una producción nacional de 25,500 tm a un rendimiento de 16.1 tm/ha; mientras que, para el 2011, el Banco Central reportó 14,133 tm de papa importada, en su mayoría para uso industrial. (Cuadro 2). Esto totaliza 39,633 tm de papa.

Las importaciones de papa del 2011 tuvieron un costo CIP (Puesto en el puerto) de más de US\$ 13

Cuadro 1. Área sembrada y Número de productores dedicados al cultivo de la papa en Honduras. (SwissContact, 2009)

Lugar	Manzanas	No productores
Intibucá	2,305	2,970
Ocotepeque	532	480
La Paz	55	445
Resto	8	145
Total	2,900	4,040

Cuadro 2. Producción e importaciones de papa en Honduras.

	Tm	Precio US\$/kg
Producción nacional 2012*		
Consumo fresco	25,500	
Importaciones 2011		
Semilla Certificada***	1,721	0.97
Preparada congelada	10,421	0.65
Preparada sin congelar	1,441	3.33
Fresca de consumo	550	0.59
Total	39,633	

* <http://faostat.fao.org>

** Banco Central, 2012

*** Precio CIF

millones, lo que significa que aún hay espacio en el mercado nacional para crecer en área sembrada, especialmente para suplir papa para la industria y para semilla.

En promedio del total de las cosechas, el 60 % es comercializable como papa de primera calidad (la más grande) y el restante 35 % es de segunda y tercera calidad (menor tamaño). Aunque, plantaciones hechas con semilla certificada y bien manejadas, producen al menos un 80% de papa de primera. De la papa de segunda, una parte se deja para ser usada como semilla para la siguiente plantación (Cuadro 3). Generalmente, los productores hacen dos plantaciones a partir de la semilla certificada que adquieren.

La mitad de la papa para consumo se vende en los mercados populares y un 16 % se vende en supermercados (Cuadro 4).

Actualmente el costo de producción de una manzana del cultivo oscila en Lps 129,000, cuando se siembra con semilla certificada, y de unos Lps 80,000, cuando se siembra con tubérculos de la cosecha de las plantaciones establecidas con semilla certificada (Semilla de segunda). Sin embargo, en este último caso es posible que se presente de un 20 a 30 % menor rendimiento por degeneración de la semilla por virus o infección por enfermedades bacteriales.

Cuadro 3. Calidad de la producción de papa en Honduras (SwissContact, 2009)

Clasificación	%	Diámetro (mm)
Primera	61	> 65
Segunda	23	45 - 65
Tercera	5	< 65

Cuadro 4. Mercados de la papa en Honduras (SwissContact, 2009)

Mercado	%
Locatarios de mercados populares	52
Supermercados	17
Ventas parlantes	31

Cuadro 5. Estructura de costos del cultivo de papa en Honduras. Dicta 2013

Aspecto	%
Semilla	42
Fertilizantes	24
Plaguicidas	10
Servicios	3
Materiales	8
Mano de obra	13

*Costo: Lps 129,065.00/mz

Del total de los costos de producción, la semilla certificada es el insumo de mayor costo (Cuadro 5). A raíz de esto, en 2010 la SAG ha establecido el Centro Nacional de Producción de Semilla de Papa en Santa Cruz de Opotoro en el departamento de La Paz y que actualmente es manejado por la Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural (FUNDER), con el apoyo de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). El objetivo es producir semilla de primera calidad a un costo significativamente menor al de la importada. En 2013 se espera que el Centro produzca al menos unos 3,000 qq de semilla. Sin embargo, la capacidad actual de producción de este centro es muy inferior en relación a la demanda, unos 6,000 qq/año, quedándose muy corto si consideramos que la necesidad nacional de semilla certificada es de al menos 30,000 qq/año. Sin embargo, actualmente la DICTA gestiona recursos para incrementar la capacidad productiva del Centro.

Hasta hoy, prácticamente toda la semilla certificada que se requiere en el país se ha comprado a las compañías holandesas HZPC y AGRICO. En 2013, esta semilla tuvo un costo para el productor de entre 1,400 y 1,500 Lempiras/qq. Las variedades que se han comercializado con mayor éxito en los últimos años son las holandesas Bellini, Arnova, Caesar y Provento. Sin embargo, actualmente está en proceso la evaluación de materiales genéticos de origen sudamericano con el objetivo de encontrar variedades resistentes o tolerantes a las principales plagas y enfermedades del cultivo en el país.

En el contexto regional, desde los inicios de la producción comercial de papa en Honduras, las diferencias en área sembrada y rendimiento con el resto de países centroamericanos se mantienen, con Guatemala liderando, seguido de Costa Rica y luego el resto de los países (Cuadros 6, 7 y 8). Igualas diferencias se manifiestan en las exportaciones e importaciones de papa entre los países, con Guatemala y Costa Rica como los únicos países cuyas exportaciones superan las importaciones de papa (Cuadro 9). El resto de países aún no logran al menos cubrir su demanda

interna, siendo El Salvador el país que más depende de las importaciones para cubrir su demanda. En lo que respecta a los rendimientos, la región aun está muy por debajo de países líderes en la producción de papa, como Los Estados Unidos de América y Holanda (Cuadro 10).

Cuadro 6. Producción de papa de los países centroamericanos (TM)

	1961	2008	2009	2010	2011	2012
Honduras	2,179	29,326	22,615	23,800	25,000	25,500
Guatemala	16,493	449,181	460,429	480,912	492,935	500,000
Costa Rica	15,803	66,126	74,608	55,771	59,958	60,316
El Salvador	3,600	5,748	5,326	5,326	3,730	5,234
Nicaragua	1,400	33,000	34,000	27,000	28,000	30,000
Panamá	6800	22,314	25,764	23,493	24,590	24,590

Fuente: <http://faostat.fao.org>

Cuadro 7. Área cosechada del cultivo de la papa en los países centroamericanos (Ha)

	1961	2008	2009	2010	2011	2012
Honduras	478	1,391	1,357	1,588	1,500	1,580
Guatemala	3,318	17,398	17,468	19,076	19,382	20,000
Costa Rica	1,600	2,690	2,983	2,233	2,674	2,740
El Salvador	630	263	211	211	190	177
Nicaragua	400	2,400	2,500	2,000	2,100	2,200
Panamá	680	868	1,104	1,032	1,156	1,156

Fuente: <http://faostat.fao.org>

Cuadro 8. Rendimientos del cultivo de la papa en los países centroamericanos (Tm/ha)

	1961	2008	2009	2010	2011	2012
Honduras	4.6	21.1	16.7	15.0	16.7	16.1
Guatemala	5.0	25.8	26.4	25.2	25.4	25.0
Costa Rica	9.8	24.6	25.0	25.0	22.4	25.3
El Salvador	5.7	25.3	25.3	25.3	19.6	29.5
Nicaragua	3.5	13.8	13.6	13.5	13.3	13.6
Panamá	10	25.7	23.3	22.8	21.3	21.3

Fuente: <http://faostat.fao.org>

Cuadro 9. Valor de las importaciones y exportaciones de papa de los países centroamericanos (En US\$) (Fuente: <http://faostat.fao.org>)

		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	-	-	-

Cuadro 10. Estadísticas del cultivo de papa en algunas regiones del mundo en 2009

Región	Rendimiento Tm/ha	Producción Tm
Mundo	17,9	329,556,911
África	11,8	20,163,389
Sudamérica	15,8	13,872,726
Asia	16,4	143,259,252
Europa	19,7	123,817694
Estados Unidos de América	46,3	19,569,109
Holanda	46,3	7,181,000

Fuente: <http://faostat.fao.org>

2. Origen, clasificación y contenido nutricional

El nombre científico de la papa es *Solanum tuberosum*, nombre dado por el botánico europeo Luizo Gaspond Baukin en 1596 (Arce, 2002). Perteneces a la familia de las solanáceas junto con el tomate, chile, berenjena, tabaco y alrededor de 2700 especies más.

La papa es originaria de las montañas de los Andes en Sudamérica, presentándose una mayor concentración de especies en la región que va desde el Perú hasta Chile. La papa ya era producida y consumida por los habitantes de los Andes mucho antes de la llegada de los europeos al continente americano (Latalodio 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 llevados a Europa y aunque inicialmente fue vista con recelo y desconfianza (se creía que los tubérculos eran venenosos o usados para la hechicería), ya para los años 1700 la planta era cultivada por toda Europa.

Debido a las diferencias climáticas entre Europa y el centro de origen de la papa, estas especies sudamericanas producían poco en suelo europeo y fue necesario desde entonces montar programas de mejoramiento para desarrollar variedades mejor adaptadas. Gracias a esto, actualmente Europa es la región líder en rendimiento en el mundo y debido a la importancia de sus variedades en la producción mundial, estas han sido agrupadas en una subespecie llamada *Tuberosum* (*Solanum tuberosum* subespecie *Tuberosum*), al igual que las variedades sudamericanas que han sido agrupadas en una subespecie llamada *Andígena* (*Solanum tuberosum* subespecie *Andígena*).

Desde sus inicios hasta hoy, la producción comercial de papa en Honduras está basada en las variedades europeas (*Tuberosum*), específicamente, las originarias de Holanda. Sin embargo, en los años siguientes se espera el ingreso al país de variedades originarias de otros lugares diferentes a Holanda, como Francia, Canadá, Estados Unidos de América y Sur América.

Contenido nutricional de la papa

Como Latalodio y Castaldi (2009) lo indican, La planta de papa provee alimento nutritivo más rápidamente que cualquier otro cultivo. El 85 % de la planta es alimento para el hombre. La papa es rica en carbohidratos, baja en grasa y, si se consume con todo y piel, es buena fuente de vitaminas C, B1, B3, B6; hierro, potasio, fósforo, magnesio, folato, ácido pantotérico, riboflavina y

antioxidantes. 150 gr de papa con todo y piel provee cerca de la mitad del requerimiento de vitamina C de un adulto.

3. Morfología de la planta de papa

3.1 Estructura aérea

Si dejamos bajo tierra un tubérculo de papa, con el tiempo emergerán de él brotes que crecerán hacia la superficie del suelo dando lugar a tallos. Los tallos son herbáceos, erectos o semi-erectos, circulares o triangulares y de coloración morada o verde. En el caso de las variedades usadas en Honduras, de tipo europeo, estos tallos llegarán a crecer hasta 1 m de altura (Figura 2 y 3). Debido a que la planta de papa también produce tallos subterráneos, a estos tallos se les denomina “tallos aéreos” y se consideran tallos aéreos principales a los que vienen directamente del tubérculo. Los tallos aéreos que crecen a partir de los tallos principales se les llaman “Tallos aéreos secundarios”.

A partir de yemas ubicadas en los nudos de los tallos se desarrollan **las hojas** en orden alterno. Cada hoja de la planta de papa está compuesta de entre siete y nueve hojas pequeñas llamadas foliolos (Figura 4). Debido a esto, ha este tipo de hojas se les llama “Compuestas”.

Si se hace un acercamiento a una de las hojas con un lente 10 X veremos que su superficie (por arriba y por abajo) está recubierta de pelos llamados tricomas (Figura 5). Los tricomas, que también están presentes en los tallos, protegen la superficie de las hojas de daños mecánicos, como los provocados por la rozadura con otras hojas o por algunos insectos y pueden proveer un microclima más amigable para las hojas al sombrearlas y 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 por los tricomas sin llegar a tocar la superficie foliar, ocasionando que la aplicación sea deficiente.



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



Figura 3. Tallo aéreo de la planta de papa

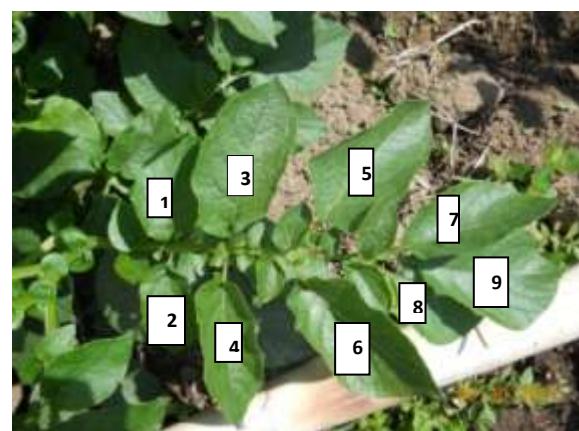


Figura 4. Hoja de papa conteniendo nueve foliolos

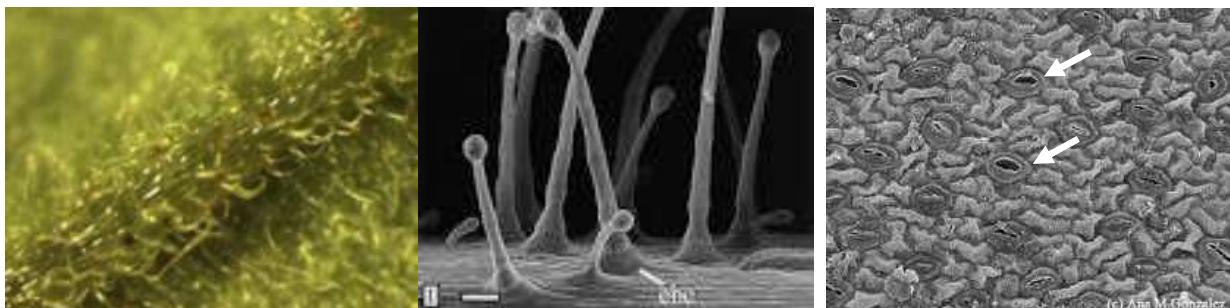


Figura 5. **Izquierda:** Tricomas en una hoja; **Centro:** Vista de tricomas en microscopio; **Derecha:** Estomas en la superficie de una hoja. (Fotos de: valleyadvocate.com, Crop Science Society of America y www.hiperbiologia.net, respectivamente).

También, en ambas superficies de la hoja de papa se encuentran un gran número de finísimas aberturas naturales llamadas **estomas** y que solo pueden ser vistas con microscopio (Figura 5). Gracias a los estomas es posible el intercambio gaseoso entre el interior y exterior de las hojas, permitiendo el ingreso de CO₂ desde el aire y la salida del oxígeno y vapor de agua. Cuando hay falta de humedad en el suelo los estomas se cierran para reducir la perdida de agua por las hojas.

Si esta condición se mantiene, se podría reducir el ingreso del CO₂ y con ello el crecimiento y desarrollo de la planta, ya que el CO₂ del aire es la fuente del carbono, componente de toda la estructura de la planta. Hay más estomas en la superficie inferior de la hoja que en la superficie superior.

Una vez que el tallo cesa su crecimiento, en su punta se desarrollan **las inflorescencias** (Figura 6), lo que sucede entre los 40 o 60 días después de la siembra. Las inflorescencias están compuestas por un número variable de flores, de 1 a 30, dependiendo de la especie o variedad, lo mismo que los colores.

Las flores tienen un diámetro de unos cuatro centímetros y en el centro sobresalen cinco estambres (órgano masculino de la planta) unidos y rodeando el pistilo (órgano femenino de la planta). Los estambres sueltan el polen que cae en los pistilos dando 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 mucho más pequeños, de uno a tres centímetros de diámetro (Figura 7). Dentro de los frutos se pueden encontrar un número variable de semillas, 200 a 400, dependiendo del cultivar. Esta semilla sexual es viable y si se siembran y se les cuida dan lugar a una nueva planta. Sin embargo, si el cultivar de interés es un híbrido (como la mayoría de variedades usadas actualmente), no se recomienda el uso de la semilla sexual para hacer nuevas plantaciones, ya que



Figura 6. Inflorescencia de una planta de papa

esta semilla dará lugar a plantas diferentes a la planta madre. En realidad, actualmente, la semilla sexual se utiliza 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

Cuando sembramos un tubérculo de papa, a partir de él se desarrollará toda la estructura aérea de la planta, como ya se mencionó antes, y también se desarrollará toda la estructura subterránea de la planta. Una vez que los brotes se desarrollan, para eventualmente convertirse en tallos aéreos, a partir de yemas en su base se van desarrollando rápidamente las raíces (Figura 8). Estas raíces son del tipo adventicias, que crecen superficialmente y a una profundidad relativamente corta, de unos 60 cm. Dada la poca profundidad de sus raíces, las plantas de papa originadas a partir de tubérculos tienden a quedarse sin agua en poco tiempo. Debido a esto, los riegos al cultivo deben ser ligeros (una o dos horas) pero frecuentes (diarios o a días de por medio).



Figura 8. Tallos en crecimiento. Se puede ver que de la base emergen las raíces. Cada tallo forma sus propias raíces.

De yemas que se encuentran en las raíces y nudos de la parte del tallo que está dentro del suelo, se originan unas estructuras blancas y alargadas, en forma de látigo denominados **tallos subterráneos, estolones o rizomas**. 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 a los lados, y en su mayoría cada uno dará lugar a un tubérculo. Algunos estolones que crecen muy cerca de la superficie del suelo en vez de tubérculos pueden llegar a formar tallos aéreos. Una de las importancias del aporque (echar tierra al pie de las plantas) es evitar eso.



Figura 9. Estolones o rizomas desarrollados a partir de yemas ubicadas en la raíz y en la base de los tallos aéreos con papas ya formadas o en formación.

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

En la superficie del tubérculo se pueden observar hundimientos (Figura 10), unos más profundos que otros, dependiendo de la especie o cultivar, denominados “ojos” y que son los lugares donde están las yemas vegetativas que después darán lugar a los brotes (y estos a los tallos aéreos). Cuando estas yemas están en estado de 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.

En la superficie del tubérculo existen pequeñas aberturas denominadas lenticelas por medio de las cuales se lleva a cabo 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 excesos de humedad, las lenticelas se atrofian formando unas protuberancias blancas de 0.5 mm de diámetro (Figura 11). Esta situación debe evitarse por que se facilita la entrada de fitopatógenos al tubérculo y desmejora la presentación de los tubérculos.

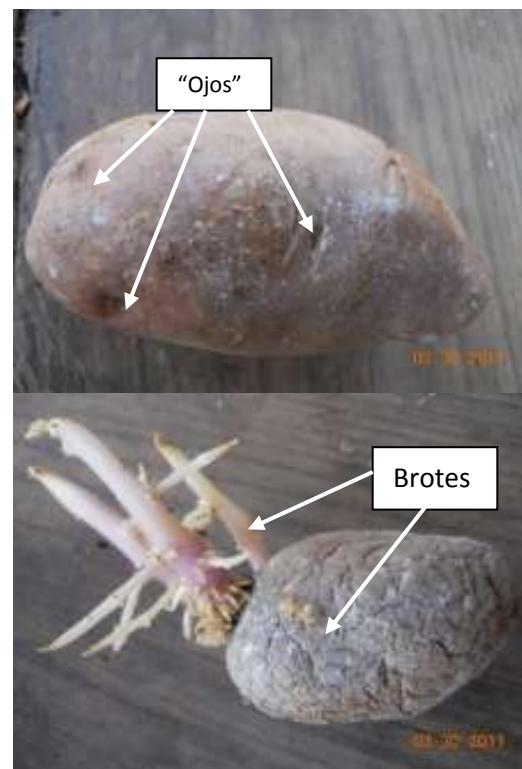


Figura 10. **Arriba:** Tubérculo con las yemas dormantes. **Abajo:** Tubérculo brotado

Figura 11.
Tubérculo
mostrando las
lenticelas
atrofiadas.
(Foto de: van
der Zaag, 1994)



Los tubérculos varían en su forma y color. Habiendo alargados, oblongos, redondos y de coloraciones que van desde blancos, amarillos, negros, rojos, anaranjados y morados (Figura 12). En el caso del mercado de la papa en Honduras, se prefieren los tubérculos grandes, de piel amarilla y oblongos ó alargados.

4. Fisiología de la planta de papa

4.1 El fotoperíodo y la temperatura

La planta de papa se puede considerar perenne, aun cuando todos sus órganos tienen solo cierto tiempo de vida. La condición climática del lugar de origen de la planta de papa (desde el Perú hasta Chile) no siempre es adecuada para su crecimiento y desarrollo, existiendo períodos de frío extremo que la matarían. Para lograr sobrevivir a esta condición, la planta se las ha arreglado desarrollando un mecanismo de sobrevivencia que le ha permitido franquear el problema y de esa forma mantenerse en el planeta hasta hoy. El centro de este mecanismo es el tubérculo.

Bajo condición natural, cuando se acerca la temporada del frío extremo, la planta transporta todo el alimento que ha logrado sintetizar hacia los tubérculos. Una vez que esto ocurre, las hojas y tallos aéreos paulatinamente se van amarillando hasta morir, las raíces también mueren y el tubérculo, dentro del suelo, entra en dormancia. Este estado le permite al tubérculo sobrevivir al frío invernal por meses. Una vez que la condición climática vuelve a ser benigna, el tubérculo rompe la dormancia y las yemas vegetativas entran en actividad dando lugar a los brotes, mismos que después se convertirán en tallos. El tubérculo se irá consumiendo en la medida que el alimento almacenado en su interior sea usado por la planta recién formada hasta desaparecer.

Los factores ambientales que le indican a la planta que el invierno se acerca es el acortamiento del fotoperíodo (O dicho de otro modo, el alargamiento del período de oscuridad en la noche) junto con un descenso de la temperatura, fenómeno típico cuando se acerca el invierno en las regiones más cercanas a los polos del planeta. Cuando esto ocurre, la señal es percibida por las hojas, lo que provoca cambios en las proporciones de reguladores del crecimiento en su interior y que terminan desencadenando los procesos que llevan a la planta a prepararse para el invierno.

Ha quedado demostrado que las sustancias que incentivan la tuberización son de naturaleza hormonal (Rouselle et al, 1998). Se asocia la inducción a la tuberización de la planta de papa con el ácido giberelico, ya que 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).



Figura 12. Papas de diferentes colores y formas expuestas en un mercado popular en Perú

El efecto del fotoperiodo y temperatura sobre la inducción de la tuberización se mantiene hasta hoy en las variedades modernas del cultivo de la papa. En el caso de las variedades que crecen en Sudamérica, la inducción a la tuberización se logra cuando los días se acortan a 12 horas o menos. En este caso el punto crítico de fotoperiodo en estas variedades es 12 horas, por encima de las cuales se inhibe la tuberización. Si estas variedades se crecen en épocas en que el fotoperiodo es mayor a las doce horas, la inducción a la tuberización se tarda y la producción de tubérculos es pobre. Esto es lo que ocurre cuando estas variedades son llevadas a Europa o Los Estados Unidos de América ó Canadá. A raíz de esto, en estos países se han desarrollado variedades que logran la inducción a la tuberización con longitudes de fotoperiodo de hasta 18 horas ó menos (Rouselle *et al.*, 1998). Obviamente que cuando esta variedades se traen a lugares con fotoperiodo más corto, como los países tropicales (alrededor de 12 horas de fotoperiodo), tuberizarán muy bien.

Pero la tuberización también es afectada por la temperatura. Por eso, además del fotoperiodo 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 que la temperatura se aleja por arriba de este rango hasta casi ser nula a 29 °C (Jackson, 1999, Contreras, 2010).

Honduras tiene una longitud de fotoperiodo corto, oscilando entre 11 (en diciembre) y un poco más de 12 horas (en junio). Esto indica que en Honduras se pueden cultivar tanto las variedades de papa de Sudamérica como las de países de clima templado como, por ejemplo, las europeas, las estadounidenses o las canadienses. 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 los 1500 msnm. En estos lugares la papa puede ser cultivada en cualquier época del año ya que en general no existen extremos de temperatura que lleguen a limitar el desarrollo del cultivo en algún período del año. En los cuadros 11 y 12 se presentan datos de temperaturas en un sector de la zona alta de Intibucá.

Cuadro 11. Temperaturas máximas reportadas por mes en La Esperanza Intibucá (1700 msnm), según la Dirección General de Aeronáutica Civil. (°C).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2007	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
2008	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
2009	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
Prom.	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

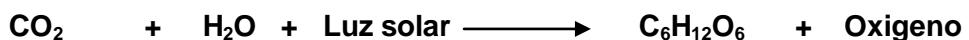
Cuadro 12. Temperaturas mínimas reportadas por mes en La Esperanza Intibucá (1700 msnm), según la Dirección General de Aeronáutica Civil. (°C).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2007	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	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	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
Promedio	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

4.2 La fotosíntesis y la respiración

Se le denomina **fotosíntesis** a la acción de las plantas de producir compuestos orgánicos a partir del dióxido de carbono del aire (CO_2), agua y usando como energía a la luz del sol. La fotosíntesis se lleva a cabo en las hojas y en algunas especies, como la papa, también en los tallos. Mediante este mecanismo la planta produce azúcares simples que unidos en largas cadenas producen compuestos que dan soporte a la planta, como la pared de las células (celulosa) o sustancias que dan protección a la epidermis (ceras, lignina) o sustancias de almacenamiento energético como el almidón. Estos mismos azúcares simples junto con nutrientes, como por ejemplo el nitrógeno, hierro y el azufre, dan lugar a los aminoácidos. Largas cadenas de aminoácidos forman las proteínas. La suma de muchas proteínas da lugar a tejidos con los cuales se les da forma a los diferentes órganos de las células, también da lugar a la síntesis de los compuestos reguladores de crecimiento, a los activadores de las reacciones químicas, como las enzimas y vitaminas, y da lugar a la síntesis del material genético. Cuando las plantas logran llenar sus necesidades de compuestos de la fotosíntesis, también llamados fotosintetizados, el resto es acumulado en sus órganos de almacenamiento, como los frutos o tubérculos. Entonces, a más fotosíntesis mayor rendimiento de las plantas.

Fórmula resumida de la fotosíntesis:



Dióxido de Carbono Obtenido por las plantas del aire a través de las hojas	Agua Obtenida por las raíces	Azúcares	Liberación de Oxígeno por las hojas
---	------------------------------------	----------	--

La respiración es un proceso inverso a la fotosíntesis. Mediante la respiración la planta gasta la energía obtenida mediante la fotosíntesis para llevar a cabo los procesos metabólicos necesarios para su propio desarrollo.

Formula resumida de la respiración en las plantas:



Azúcares	Dióxido de Carbono	Agua	Energía requerida por la planta para llevar a cabo su metabolismo
----------	--------------------	------	--

Para lograr el mayor potencial productivo de las plantas de papa es necesario mantenerlas en condiciones que le permitan desarrollar toda su capacidad fotosintética junto con una reducida respiración.

Como logramos esto:

1. Las plantas deben estar en contacto directo con la luz del sol todo el día y durante todo su ciclo para lograr todo su potencial fotosintético. El rango de intensidad de la luz del sol en el cual la planta de papa logra su mayor capacidad de fotosíntesis ha sido medida y oscila entre los 40,000 y 60,000 lux (Calderón, 2010). En el campo de cultivo, cuando la luz del sol es obstaculizada por las nubes o arboles o cualquier otro estorbo la fotosíntesis en las plantas disminuirá.

2. A mayor cantidad de hojas habrá mayor trabajo fotosintético en las plantas y por tanto mayor acumulación de material de reserva en los tubérculos. En este sentido, para obtener mayores rendimientos es necesario lograr que las plantas cubran todo el campo de cultivo lo más temprano posible, a los 40 días después de la siembra (Figura 13). Esto se consigue estableciendo el cultivo en suelos fértiles y drenados, adecuada irrigación, adecuada nutrición de las plantas y un eficiente control de enfermedades y plagas.



Figura 13. Para una mayor fotosíntesis es necesario que el cultivo cubra totalmente el campo de cultivo a los 40 días después de la

3. Bajo condiciones normales, la fotosíntesis se lleva a cabo durante el día y la respiración durante la noche. Sin embargo, cuando se presentan situaciones estresantes para el cultivo, la respiración puede darse también durante el día y en cuyo caso se le llama foto respiración. La foto respiración en el cultivo de papa debe ser evitada a toda costa ya que es una condición que gasta mucha energía en detrimento de los rendimientos. Para comenzar se debe sembrar el cultivo en zonas que presenten rangos de temperatura óptimos para la planta de la papa. El rango de temperatura en el que hay mayor capacidad de producir fotosíntesis y una reducida respiración es entre 15 y 20 °C. A medida que la temperatura del ambiente sube por arriba de los 20 °C la foto respiración se incrementa y cuando la temperatura llega a los 35 °C la capacidad acumulación por la planta de los productos derivados de la fotosíntesis es cero (Calderón, 2010). Sin embargo, los estudios indican que más importante que la temperatura imperante durante el día es la diferencia entre la máxima del día y la mínima en la noche. En general, una máxima en el día de entre 15 y 25 °C y una mínima en la noche entre 8 y 13 es ideal para obtener altos rendimientos en el cultivo de la papa (Calderón, 2010).

4. Para lograr obtener la mayor ganancia de la fotosíntesis es necesario que la planta de papa absorba a través de sus hojas todo el CO₂ del aire que pueda absorber. Al faltar el CO₂ la planta no producirá azúcares lo que dará lugar a un crecimiento deficiente de las plantas además del hecho de que la falta de CO₂ provocará el incremento de la foto respiración (Calderón, 2010). En condiciones de campo la principal limitante del ingreso del CO₂ al interior de las hojas es el cierre de los estomas. El cierre de los estomas se producirá cuando hay falta de humedad en el suelo. Por tanto, para obtener altos rendimientos es esencial que las plantas no sufran por falta de agua. Hay que considerar que las plantas de papa tienen altas tasas de transpiración (pérdida del agua a través de las hojas) y un reducido sistema radicular lo que lo hace altamente sensible a la falta de agua por lo que antes de plantar un cultivo de papa se debe asegurar el agua para irrigación. Otra situación que puede llevar a descensos en la concentración del CO₂ en el aire es dentro de invernaderos totalmente

sellados con plástico o vidrio. En estos casos hay que “inyectar” CO₂ en el interior de los invernaderos, lo que se consigue quemando petróleo.

4.3 Los componentes del rendimiento del cultivo de la papa

Los aspectos que afectan más directamente los rendimientos del cultivo de la papa han sido estudiados, principalmente por los holandeses. En Rouselle *et al* (1998), una ecuación del rendimiento potencial se expresa de la siguiente manera:

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

La longitud del período de engrosamiento dependerá de la longitud del ciclo vegetativo, por lo que a mayor duración del follaje verde de la plantación habrá mayor acumulación de productos de la fotosíntesis en los tubérculos. Aspectos como el uso de semilla fisiológicamente vieja y condiciones estresantes para el cultivo, como altas temperaturas del ambiente, llevan a que el cultivo acorte su período vegetativo.

La velocidad de engrosamiento diario de los tubérculo dependerá, además de un buen volumen del 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, a mayor número de tallos por planta o por área, el número de tubérculos se incrementa al igual que el rendimiento total, pero se disminuye el tamaño de los tubérculos, como se muestra en los Cuadros 13 y 14. Esto se debe a que habrá más competencia por espacio y nutrientes del suelo. En Honduras, con las variedades holandesas, tubérculos-semilla de 45 y 65 mm de diámetro contenido tres brotes y sembrados a un distanciamiento de 90 cm entre surcos y 0.25 cm entre tubérculos-semilla (31,000 plantas/ manzana) se obtiene buen rendimiento con mayor calidad de la cosecha.

Cuadro 13. Efecto del número de tallos por tubérculo sobre componentes de rendimiento

No tallos	Área foliar cm ² /planta	No de tubérculos por planta	Peso promedio de Tubérculo (gr)	Rendimiento gr/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

Cuadro 14. Efecto de la densidad de tallos sobre el rendimiento de la papa (Var. Cosima) 84 días después de la siembra en Filipinas.

Distancia entre tubérculos (cm)	Tallos por planta	Tallos por m ²	Rend. por tallo (gr)	Tubér. por tallo	Rend. Total (Tm/ha)	Peso prom. tubér. (gr)	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

5. Desarrollo, crecimiento y ciclo del cultivo

Prácticamente la totalidad de las plantaciones de papa alrededor del mundo son desarrolladas usando como semilla los tubérculos. A los tubérculos usados como semilla se les denomina “tubérculo-semilla”. Esta es una forma vegetativa o asexual de propagación y se caracteriza por que la planta generada es igual a la planta madre. La diferencia principal entre los tubérculos usados para alimento humano y los usados para semilla está en que los primeros están en dormancia, mientras que los usados para semilla ya han roto la dormancia, después de meses en almacenamiento, y sus yemas ya han dado lugar a los brotes.

La semilla verdadera, denominada también sexual o botánica, es perfectamente capaz de desarrollar una planta de papa, sin embargo y debido a la heterogeneidad de la progenie (las plantas generadas no se parecen a la planta madre), esta forma de propagación está limitada a los trabajos de mejoramiento y generación de variedades comerciales.

5.1 Fases del desarrollo de la planta de papa

5.1.1 Brotación de las yemas de los tubérculos.

1. Estado de crecimiento con dominancia apical. Como ya se indicó, cuando los tubérculos son cosechados están en estado de latencia ó reposo y éste termina dos a cuatro meses después, cuando se inicia el brotamiento de sus yemas. Inicialmente el brotamiento no se da en todas las yemas, sino que emerge con mucho vigor una sola (Figura 14). A esto se le llama dominancia apical. No se aconseja sembrar los tubérculos semilla en este estado ya que dará lugar a un número muy reducido de tallos por planta lo que incidirá negativamente en los rendimientos. Hasta cierto punto, un mayor número de tallos por planta dan un mayor rendimiento.

2. Estado de crecimiento múltiple. Después de un tiempo, la dominancia apical se va perdiendo dando lugar al brotamiento del resto de las yemas, proceso denominado “brotación múltiple”. Es posible que este retraso en el brotamiento de algunas yemas sea una medida de defensa ante un alargamiento del invierno en el centro de origen de la papa. Si todas las yemas brotan al mismo tiempo y el invierno aún no ha terminado estas morirían. Cuando los tubérculos serán usados como semilla éste es el estado idóneo para la siembra, ya que se logrará un mayor número de tallos por planta. Una semilla idónea para la siembra debe contener al menos tres brotes.

3. Vejez fisiológica. Con el paso del tiempo, si los tubérculos no son sembrados, estos se irán arrugando debido a la deshidratación y a la pérdida de sustancia provocada por la respiración, hasta quedar inservibles. Tubérculos en este estado no deben ser sembrados.



Figura 14. Tubérculos de papa en varios estados de desarrollo

5.1.2 Emergencia de tallos y crecimiento del follaje

Una vez que los brotes de la semilla sembrada emergen a la superficie, estos 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. Después de un número determinado de hojas, el crecimiento de los tallos se detiene dando lugar a la floración (Aunque algunas variedades no florecen). Al detenerse el crecimiento de los tallos aéreos principales, yemas en la axila de las hojas dan lugar a tallos secundarios, los que eventualmente detendrán también su crecimiento para dar lugar en sus ápices a más flores.

5.1.3 Tuberización

Al momento que cesa el crecimiento de los tallos aéreos principales, de yemas ubicadas en la raíz y en la parte del tallo que está enterrado en el suelo, brotan los estolones o rizomas. Estos crecen hacia los lados hasta que reciben el estímulo para iniciar la tuberización. En Honduras y con las variedades holandesas la tuberización comienza a los 30 ó 40 días después de la siembra. A manera de estimular una mayor producción de estolones, las plantas deben ser aporcadas, amontonando una capa de suelo al pie de los tallos aéreos, unos días antes o al momento de iniciarse la tuberización. Una vez que la tuberización se ha iniciado, la punta de los estolones se va ensanchando y dando forma al tubérculo. En la medida que los fotoasimilados son traídos desde las hojas, el tubérculo se hace cada vez más grande. Este proceso es continuo mientras el follaje de la planta permanece verde y solo cesa cuando el follaje muere.

5.1.4 Senescencia del follaje

A partir del momento en que se inicia la formación de tubérculos, alrededor de los 40 días después de la siembra con las variedades holandesas, la planta envía todos los fotoasimilados que le sobran al tubérculo, proceso que se intensifica a partir de los 75 u 80 días después de la siembra, cuando el ciclo de del cultivo está por finalizar. En este punto y en la medida que los últimos compuestos de reserva son llevados hasta el tubérculo, el follaje comienza gradualmente a amarillarse hasta que finalmente muere. En variedades de ciclo largo, como las sudamericanas, el tiempo a la senescencia del follaje es mayor, de 100 a 120 días después de siembra.

5.1.5 Suberización de los tubérculos

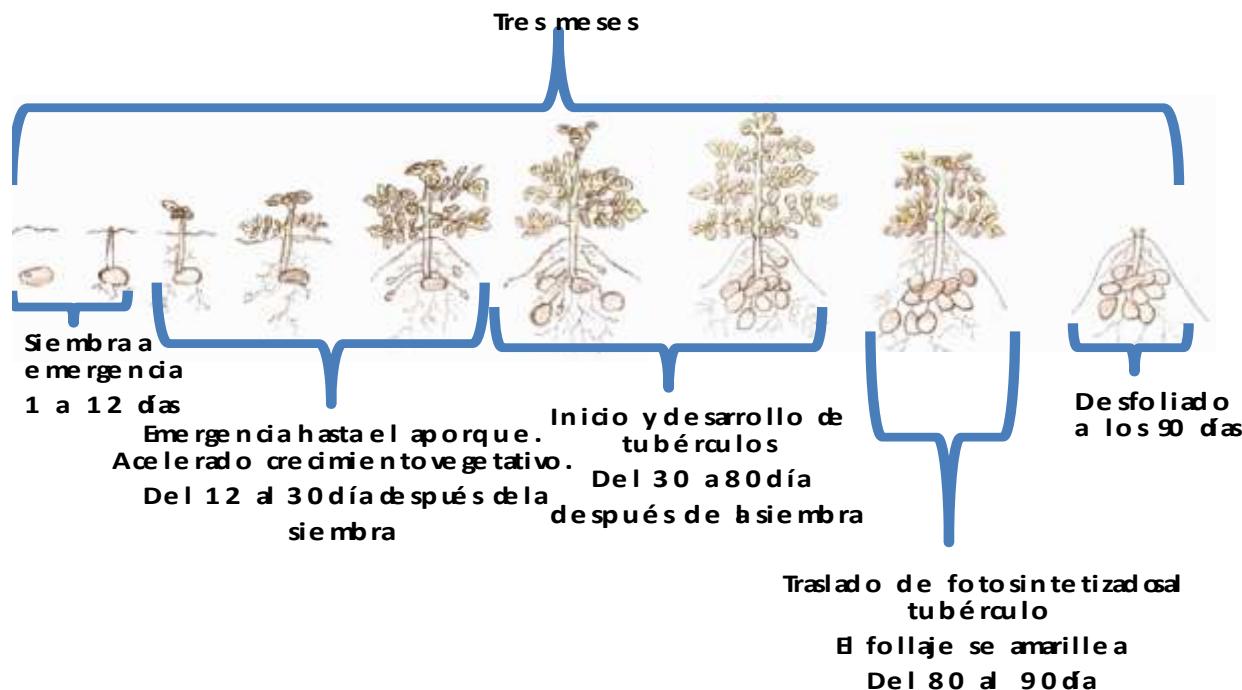
Cuando el follaje de la planta de papa recién muere, los tubérculos dentro del suelo aun no están listos para ser cosechados debido a que su piel aun no se ha endurecido. Al proceso de endurecimiento de la piel del tubérculo se le llama suberización y se logra alrededor de 15 días después de que el follaje de la planta muere. Para determinar el grado de suberización de las papas se deben hacer muestreos, desenterrando algunos tubérculos y rozándolos fuerte con la yema de los dedos; si esta no se pela es que ya está suberizada y puede llevarse a cabo la cosecha.

5.2 Ciclo de los cultivos comerciales

En Honduras, con las variedades holandesas, el período que va desde la siembra de los tubérculos-semilla, ya brotados, hasta el momento de la cosecha tiene una duración de unos 90 días. En el caso de las variedades sudamericanas este periodo se alarga, oscilando entre cuatro o cinco meses. Hay que mencionar que esta duración del ciclo del cultivo parte desde que los tubérculos-semilla ya están

brotados y listos para ser sembrados. Sin embargo, el período que va desde la cosecha hasta el momento en que los tubérculos- semilla están aptos para siembra (ya brotados) llevará otro tiempo, variable, dependiendo de la variedad y condición de almacenamiento, que va de dos a cuatro meses.

Ciclo del cultivo de papa en Honduras con las variedades holandesas:



6. Qué se necesita para la producción de papa

6.1 Lugares con alturas por arriba de 1500 msnm. A estas alturas se obtienen las condiciones de temperatura adecuadas para el buen desarrollo y producción de las plantas de la papa en Honduras.

6.2 Suelo agrícola. Que tenga una profundidad efectiva mínima de 60 cm, de preferencia que sean sueltos, pH entre 6.0 y 6.5 y sin presencia de excesos tóxicos de algunos elementos como el aluminio y el manganeso. En la medida 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* y el hongo *Rhizoctonia* ya que estas enfermedades no tienen control y pueden acabar con la plantación antes de llegar la cosecha o reducir fuertemente el número de plantas. Cuando se alquilan o se prestan terrenos, generalmente los dueños no dan información relacionada con los aspectos sanitarios y de fertilidad. Si se desconoce la calidad del terreno a sembrar, se debe investigar con productores vecinos o productores que en el pasado han sembrado el terreno. Es mejor sembrar aquellos terrenos que no han sido cultivados con papa al menos cuatro años, ya que para este tiempo la densidad de los patógenos se ha reducido significativamente. Si la siembra se hará en la temporada de lluvias, evite sembrar suelos planos, pesados (se rajan al secarse) y poco profundos (una capa dura de arcilla a 30 cm) ya que estos suelos tienen un deficiente drenaje por lo que el agua de lluvia se empantanará afectando duramente el cultivo (Figura 15).



Figura 15.

Suelos sueltos: Buenos para el cultivo de la papa

- Menor contenido de arcilla
- Mayor contenido de materia orgánica
- Menos compactación
- No se rajan al secarse

Suelos Pesados: No son adecuados para el cultivo de la papa

- Tienen alto contenido de arcilla
- Bajo contenido de materia orgánica
- Se compactan fácilmente
- Se rajan cuando se secan

6.3 Agua para irrigación y un sistema efectivo de irrigación. Se había dicho antes que la planta de papa es muy sensible a la falta de agua por lo que antes de plantar hay que asegurarse de tener agua para riego en la cantidad adecuada. Una fuente con un caudal de 15 galones/minuto es suficiente para irrigar por goteo una manzana del cultivo de papa. La medida del agua debe hacerse a finales de la época seca (Marzo-abril). Si el riego será por aspersión ó por inundación, se requerirá el doble de agua.

6.4 Si la siembra se hace entre noviembre y marzo hay que buscar lugares protegidos de los vientos predominantes. La planta de papa es altamente sensible a quebrarse y en este período son frecuentes los frentes fríos acompañados por fuertes vientos.

6.5 Semilla de calidad. De acuerdo a su origen hay dos tipos de semilla de papa, la certificada y la “de segunda” ó artesanal. Se le denomina Certificada a la semilla que viene de centros especializados en producción de semilla, con estándares altos en calidad fisiológica y sanitaria. La semilla “de segunda” es la que se obtiene de la cosecha de las plantaciones hechas con semilla certificada. Esta semilla es también adecuada, siempre que las plantaciones hayan sido crecidas en buenas condiciones fitosanitarias. La semilla de papa pierde su calidad cuando las plantaciones de donde es obtenida fueron infestadas con enfermedades bacteriales y por insectos como los áfidos y Paratrioza (transmiten virus y bacterias) ya que estos dejan los tubérculos inservibles para ser usada como semilla. Cuando se va a comprar semilla es necesario asegurarse 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 son de tamaño entre 45 y 60 mm de diámetro. En general se usan al entre 32 y 40 qq/manzana. Se debe tener mucho cuidado al manipular y transportar la semilla de papa cuando ésta ya está brotada debido a que 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 sea puesta en cajas plásticas o de madera y en lo sucesivo transportarse en las cajas.

Los estudios indican que el número de tallos/tubérculo, el tamaño de la planta y el rendimiento es más alto en la medida que el tamaño del tubérculo-semilla es mayor hasta cierto punto (Iritani, 1972). En este sentido, la mejor semilla es la que tiene un diámetro entre 45 y 60 mm. Cuando los tubérculos-semilla son muy grandes, una opción es pedacearlos. Un estudio desarrollado por Nolte (2003) por varios años en USA encontró que el rendimiento entre pedazos de tubérculos y enteros fueron similares. Sin embargo, hay que considerar que se requiere mucha mano de obra para pedacear los tubérculos y para espolvorear un pesticida en la parte del corte. En este caso, cada pedazo de tubérculo debe llevar al menos dos brotes.



Figura 16. **Izquierda:** Semilla con brotación múltiple y buena apariencia, ideal para la siembra. **Centro:** Sacos con semilla puesta sobre el suelo y mal estibados, se debe desconfiar de su calidad. **Derecha:** Tubérculos-semilla de papa tajados.

Selección de la semilla

La selección de la semilla es un factor clave para obtener buenos rendimientos en el cultivo. La semilla debe ser de una variedad bien aceptada en el mercado. Lo más importante es que la semilla esté libre de plagas y enfermedades, ya que muchas de las peores enfermedades son transmitidas por semillas.

Cuando se compra semilla en el mercado local no se sabe si la semilla está infectada por enfermedades. Lo mejor es comprar semilla certificada para el primer ciclo. De esta manera el agricultor puede asegurar la pureza, origen, uniformidad, sanidad, brotamiento y edad de la semilla, además de un cultivo libre de enfermedades para uno o dos ciclos. Luego el agricultor puede volver a comprar la semilla certificada para cultivar otros dos a tres ciclos. En Honduras, la mayoría de la semilla certificada de papa proviene de Holanda y, en segundo lugar, de Estados Unidos. También se han venido haciendo importaciones de semilla de Chile. Se puede continuar utilizando la semilla certificada mientras se mantenga sana de una generación a otra, ya que al ser la reproducción asexual, un tubérculo dará una planta igual a este y su degeneración depende de la contaminación por hongos, virus, bacterias y plagas, que se tenga durante el ciclo de vida. Lo ideal sería sembrar lotes exclusivos para obtener semilla, pero como esta no es una práctica que adoptaría el productor a

corto o mediano plazo, el objetivo es mejorar el manejo dentro del sistema común de obtención de semilla, que es dejar semilla del mismo lote que se sembró para venta comercial (Prácticas para obtener semilla de segunda de buena calidad se dan más adelante, pág. 34).

6.6 Una variedad adaptada al lugar. La papa preferida por el mercado hondureño es la de piel amarilla y oblonga. Si se planea sembrar una variedad de papa diferente, especialmente en color, primero se debe sondear el mercado para asegurarse que la comprarán. No hay una variedad que sea adecuada para todos los lugares y ya sea por aspectos climáticos o de suelo hay variación en el comportamiento de las variedades, como se puede ver en el Cuadro 15.

Actualmente las variedades más sembradas en la zona alta de Intibucá son las holandesas Bellini, Arnova, Provento, Caesar. Antes de adquirir la semilla se debe averiguar con los productores vecinos cual es la variedad que mejor se comporta en el lugar. En 2012, Dicta dio el visto bueno para el ingreso al país de las variedades francesas Daifla y Atlas (De la compañía Germicopa), lo mismo que las variedades Argos, Valor, Shepody, Kennebec y Marcy (De la compañía “Potatoes Canada”), ya que en evaluaciones llevadas a cabo en varios lugares de las zonas altas de Honduras sobresalieron por sus altos rendimientos (Toledo, 2012) (Figura 17). Exceptuando a Kennebec y Marcy, todas estas variedades son idóneas para el mercado de consumo fresco y solo Kennebec y Marcy presentaron características de calidad que la hacen, además, adecuadas para el mercado de procesamiento.

Cuadro 15. Rendimiento de primera (qq/mz) de siete variedades de papa evaluadas en las zonas productoras de papa de Honduras. Dicta. 2012

Variedades	Santa Catarina, Intibucá	Buena Vista, Intibucá	Azacualpa, Francisco Morazán
Argos	684.7	589.7	621.2
Valor	600.7	549.5	499.1
Provento	600.7	-	204.1
Shepody	589.8	452.4	No
Marcy	579.3	496.2	493.5
Satina	549.1	536.4	350.0
Kennebec	477.0	349.2	385.0
Nadine	469.4	344.7	223.6



Figura 17. Características de lagunas de las variedades evaluadas en 2012 en Honduras

6.7 Capital: Actualmente la producción de 1 manzana del cultivo de la papa tiene un costo de unos Lps 129,000.00; requiriéndose Lps 27,000.00 para la preparación del suelo, Lps 63,000.00 para la siembra y unos Lps 29,000.00 para el manejo de la plantación.

6.7 Mano de obra: Se requerirán unos 25 jornales para la siembra de una manzana del cultivo e igual cantidad durante la cosecha.

7. Métodos de Cultivo

7.1 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, calcio y magnesio, además de presentar concentraciones tóxicas de aluminio y manganeso. Plantaciones de papa establecidas en estos suelos pueden reducir el rendimiento hasta en un 30%. Sin embargo, esta condición puede ser revertida si se toman acciones 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.

I) Hacer el análisis químico del suelo

Obtención de la muestra: El análisis de suelo debe hacerse al menos tres meses antes de la siembra. Para que los resultados sean realistas se deben tomar suficientes muestras y estas deben ser representativas del terreno 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, cuidando 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 han sido obtenidas 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 enviar al laboratorio. Esta muestra debe ser puesta en una bolsa plástica limpia y enviada al laboratorio junto con información sobre el nombre del que envía la muestra, el lugar, la fecha de recolección de la muestra, el tipo de análisis requerido y el cultivo a sembrar.

Tipo de análisis: El análisis debe incluir al menos el pH, Materia Orgánica, contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Acidez intercambiable (Aluminio), Boro y Azufre. Hasta junio del 2013 este análisis tiene un valor de Lps 920.00 en el laboratorio de suelos de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, en La Lima, Cortes y los resultados se entregan de 15 a 30 días después de recibida la muestra. También se hacen análisis de suelo en la Escuela Agrícola Panamericana en Zamorano, Francisco. Morazán.

La información del análisis de suelo permitirá tomar decisiones más acertadas respecto al manejo del suelo y fertilización.

II) Aplicación de enmiendas al suelo para corregir desequilibrios químicos

Neutralización del exceso de aluminio: Si el pH del suelo está por debajo de 5.8 y el aluminio es excesivo [Arriba de 1 cmoles(+)/kg (KCl 1N)] se debe aplicar cal dolomítica al suelo. En las zonas altas de Honduras, donde la mayoría de suelos presentan esta condición se recomienda aplicar 40 qq de cal dolomítica/mzo. La cal dolomítica neutralizará el aluminio a la vez que incrementará 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 estas cales es que no proporcionan magnesio y si se aplica desmedidamente causará desbalance entre las bases intercambiables, y se desfavorecerá la absorción del magnesio por las plantas. Algunas cales traídas de Guatemala tienen contenidos de

calcio y magnesio pero se venden al doble del costo que la dolomítica. Los vendedores argumentan que estas cales son mejores que la dolomítica hondureña, lo cual no es cierto.

Para neutralizar el exceso de manganeso: Si el suelo es alto en manganeso [Arriba de 20 ppm (DTPA, pH 7.3)], se deberá aplicar de 150 a 300 qq por manzana de gallinaza o cualquier otro estiércol de animal. La gallinaza también ayudará a neutralizar el aluminio y ayudará a incrementar el pH (Toledo, 2007b). Si el suelo es suelto y profundo aplicar 150 qq/mz y se es pesado o poco profundo aplicar 300 qq/mz. Inicialmente el estiércol hará que el pH del suelo se incremente rápidamente (aunque después baje) lo que transformará el manganeso a formas que no son absorbibles por las plantas. Además, el estiércol también mejorará las propiedades físicas del suelo, volviéndolo más suelto; habrá una mayor multiplicación de los microorganismos benéficos y se incrementará el nivel de nutrientes del suelo. Estudios desarrollados en Intibucá sobre suelos altos en manganeso indican incrementos en la producción de papa de primera de hasta 33% cuando los suelos son enmendados con la gallinaza (Toledo, 2011).

Estas altas dosis de cal y gallinaza solo se aplicarán la primera vez, ya que son para corregir el desbalance químico actual de los suelos. Después de esto y en lo sucesivo se deberán 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 la erosión, perdidos por percolación y extraídos del suelo por las cosechas.

Si los suelos son orgánicos, como los denominados localmente “polvosos” o “limosos” (tienen entre 10 y 20 % de materia orgánica), no se debe aplicar más materia orgánica. En este caso solo se debe aplicar cal dolomítica en una dosis inicial o correctiva de 40 qq/mz y una dosis de mantenimiento anual de 15 qq/mz. Además, será necesario hacer aplicaciones foliares de manganeso por todo el ciclo del cultivo, ya que estos suelos, a diferencia del resto, son deficientes en este nutriente.

Luego del chapeado y limpia del monte, las enmiendas deben ser aplicadas al voleo y uniformemente en todo el terreno de siembra para, a continuación, hacer un pase de arado y varios pasos de rastra. Si la enmienda es aplicada después del pase del arado y la rastra, ésta debe ser incorporada mediante un nuevo pase de la rastra o mediante un motocultor o picando el suelo con azadón (Figura 18). Después de aplicadas las enmiendas, se debe dar un tiempo antes de sembrar para permitir que éstas 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 se debe dar mínimo dos meses.

Para el buen desempeño de las enmiendas es necesario que haya humedad en el suelo por lo que si no llueve habrá que hacer al menos un riego por semana.



Figura 18. Proceso de aplicación e incorporación al suelo de la cal y la gallinaza. La siembra debe hacerse un mes después de la aplicación de la cal y dos meses después de la aplicación de la gallinaza.

7.2 Siembra

1. Una vez que el suelo ha sido preparado, se deben abrir surcos de unos 10 cm de profundidad cada 90 cm, si el terreno es plano, y cada 100 cm, si el terreno tiene pendiente. Esta labor se puede hacer manualmente usando azadón o con un arado halado por bueyes (Figura 19). En este último caso, siempre que la pendiente lo permita. Si el terreno es inclinado los surcos deben hacerse en curvas a nivel.

2. Seguidamente y si no ha llovido, se debe hacer un riego profundo (Al menos 6 horas en el caso de riego por goteo). Aunque también se puede sembrar primero y después dar un riego profundo.

3. Se deberá aplicar el fertilizante y pesticida a chorro corrido al fondo de los surcos. El plan de fertilización debe elaborarse de acuerdo a los datos del análisis de suelo y de acuerdo a la extracción de nutrientes del cultivo (Ver lo relacionada a la fertilización más adelante). Una vez aplicado el fertilizante este debe ser cubierto con una capa de tierra, para evitar que “queme” la semilla. Si se espera la presencia de alguna plaga del suelo en los próximos 30 días, como la palomilla y la “gallina ciega”, este es el momento de aplicar el pesticida (Ver lo relacionado a plagas y enfermedades más adelante). En la zona alta de Intibucá y en lo que va de junio a noviembre, la presencia de la gallina ciega es alta por lo que cualquier cultivo que estará en el campo durante este período o parte de él deberán protegerse aplicando un insecticida. El insecticida debe ser aplicado a chorro corrido al fondo del surco entes de poner la semilla.

4. Se deberá proceder con la siembra, para lo cual se pone la semilla dentro del surco a una distancia de 25 cm, si es una variedad de la subespecie *Tuberosum*, como las holandesas. Si es una variedad de la subespecie *Andigena* (sudamericanas), la distancia entre hileras y plantas debe ser mayor, 1 m entre hileras y 30 cm entre tubérculo-semilla, esto debido a que las variedades *Andigenas* crecen más que las europeas. Seguidamente, la semilla deberá cubrirse con una capa de suelo (no debe dejarse expuesta al sol mucho tiempo) a manera que quede enterrada dos veces su tamaño (Figura 19).



Figura 19. Proceso de siembra



Figura 20. La foto muestra tubérculos cuyos brotes se han desprendido durante el manipuleo de la semilla. Cada brote significa un tallo y si se quiebran dará lugar a plantaciones con área foliar desuniforme. Se debe tener mucho cuidado de no dañar los brotes cuando se transporta ó manipula la semilla y no se deben sembrar tubérculos sin brotes.

7.3 El riego

La planta de papa es muy sensible a la falta de agua por lo que presentará signos de marchitez en unos pocos días después del último riego o lluvia (Figura 1). El constante stress por la falta de agua causa disminuciones en los rendimientos y cuando estos ocurren en el período de formación de los tubérculos causa que muchos de estos desarrollen 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 la papa. La limitante 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 se usan altos volúmenes de agua (la mayor parte desperdiciada), causa erosión del suelo y disemina patógenos del suelo que causan enfermedades dañinas a las plantas (como las bacterias y hongos). En este sentido, la mejor forma de riego es por goteo.



Figura 21. A la izquierda se presenta una plantación mostrando marchitez 5 días después del último riego; en el centro y derecho se presentan plantaciones de papa regadas por goteo y por inundación, respectivamente.

La frecuencia y tiempo de riego variará de acuerdo a las condiciones climáticas y de suelo de cada lugar por lo que estos aspectos deben ser determinados por el agricultor. Para esto será necesario hacer muestreos continuos de la humedad del suelo en los días siguientes a la siembra (escarbando y tocando el suelo con los dedos). Estos muestreos permitirán determinar cuántas horas de riego deben darse y cada cuanto. En general, cuando los suelos son pesados (arcillosos, retienen más tiempo la humedad) los riegos pueden consistir de tres horas y día de por medio; si son sueltos (arenosos o altos en materia orgánica) los riegos deben ser más ligeros y más frecuentes, por ejemplo, una hora de riego por la mañana y una hora de riego por la tarde todos los días.

El establecimiento del sistema de riego.

El sistema de riego por goteo es simple y fácil de armar. Sin embargo, el éxito del sistema depende de dos factores,

1) El agua a utilizar debe ser filtrada para impedir que los goteros sean taponados por diversos sucios del agua de riego. Si el agua es de pozo (un agujero hecho para sacar agua de pozos subterráneos) se pueden usar filtros de malla o de anillos. Si la fuente del agua de riego es superficial (río, quebrada, laguna, lago) se deben usar filtro de arena. En este último caso, para mejorar la eficiencia del filtrado, se puede poner un filtro de malla o anillos después del filtro de arena. Los filtros de anillo pueden ser usados también para aguas superficiales, pero deben ser de al menos 180 mesh (agujeros por pulgada) y deben ser desarmados continuamente para limpiarlos (Figura 22).

2) El sistema debe tener un mínimo de presión del agua para funcionar. Las cintas de riego trabajan bien cuando la presión al final de la cinta oscila entre 8 y 12 psi (libras/pulgada cuadrada). Sin embargo, a esto hay que sumar la pérdida de presión por el filtro, tuberías y válvulas. En general, se necesitará al menos 15 a 20 psi medidos en el filtro para que el sistema funcione bien. Cuando el agua se trae por gravedad mediante tubería, se necesitará que la fuente esté al menos 10 metros arriba del nivel más alto del terreno cultivado para lograr una presión adecuada. Si la fuente del agua está por abajo o a nivel del cultivo se deberá hacer uso de una bomba de riego. Para la compra de una bomba de riego, los datos de distancia de la fuente hasta el cultivo y el grado de pendiente deberán ser dados al vendedor para que ellos establezcan el grado idóneo de potencia de la bomba. Cuando la presión no es lo suficientemente alta se debe probar reduciendo la parcela de riego; por ejemplo, si inicialmente se establece el sistema para irrigar una manzana se deberá probar dividiendo el sistema en dos parcelas de media manzana.



Figura 22. **Izquierda:** Filtros de disco; **Centro:** y filtros de arena para limpiar aguas de riego. **Derecha:** se presenta un manómetro para medir la presión del agua en el sistema.

7.4 La fertilización

Como se había dicho antes, actualmente los suelos de las zonas altas de Honduras son en general muy pobres en nutrientes como el fósforo, calcio y magnesio. Esto, junto al hecho de que la planta de papa tiene un restringido sistema radicular que no le permite explorar el suelo en busca de más nutrientes (Cuadro 16), deja claro que un adecuado plan de fertilización es necesario para lograr óptimos rendimientos.

Cuadro 16. Densidad radicular de algunos cultivos (Obtenido de Sierra et al, 2002)

Cultivo	Cm de raíz por cm ³ de suelo
Alfalfa	15
Trigo	5
Maíz	3
Papa	1,7
Remolacha	1,5
Cebolla	0,5

Consideraciones a tomar en cuenta:

1. En general, el nitrógeno y el potasio tienden a incrementar el tamaño del tubérculo y el fósforo incrementa el número de tubérculos (Rouselle, 1998).
2. Demasiado Nitrógeno promueve un excesivo crecimiento aéreo y alargue del período vegetativo con menor transporte de fotoasimilados hacia el tubérculo desfavoreciendo la tuberización (Rouselle, 1998; Roberts *et al*, s.a.), además de incrementar el número de tubérculos mal formados (Painter y Augustin, 1976).
3. La fertilización con nitrógeno dividida en dos aplicaciones, una a la siembra y otra al inicio de la tuberización, fue mejor que una sola aplicación a la siembra (Painter y Augustin, 1976); o una aplicación a la siembra y entre cuatro y cinco aplicaciones durante el ciclo del cultivo resultaron, también, mejor que una sola aplicación al momento de la siembra (Westermam, *et al*, 1988)
4. El fósforo es usado por la planta durante todo el período de crecimiento por lo que éste debe estar en cantidad suficiente en el suelo. Un significativo y constante incremento en la absorción del fósforo se da desde el inicio de la tuberización (40 días después de la siembra con las variedades holandesas en Honduras) hasta el fin del cultivo (Tindall *et al*, s.a.). Por lo que más fósforo debe ser aplicado en este período. Los 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.
5. En cultivo hidropónico de papa se encontró que el amonio fue más absorbido al inicio del crecimiento que el nitrato, no hubo diferencias entre ambos tipos de nitrógeno entre los 28 y 49 días después de la siembra y fue más absorbido el nitrato a partir de los 56 días (formación de tubérculos) (Coraspe y otros, 2009).
6. Se considera que para obtener 38 tm/ha de tubérculo el cultivo de la papa extrae 224 kg/ha de nitrógeno, 67 kg/ha de fósforo (P_2O_5) y 336 kg/ha de potasio (K_2O) (Sierra y otros, 2002). Sin embargo, a esto hay que agregar la proporción de fertilizante que se pierde. En general se considera que del total de los fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos aplicados al suelo solo alrededor del 60, 20 y 60 %, son aprovechados por las plantas.
7. En un estudio sobre fraccionamiento del fertilizante en el cultivo de papa en la zona alta de Intibucá, aplicando la mitad del nitrógeno a la siembra y la otra mitad a los 30 días después de la siembra, se encontró que el contenido de nitrógeno en hojas a través del ciclo estuvo cercano a lo normal (Figura 23). En el caso del fósforo, éste fue aplicado totalmente al momento de la siembra y fuertes deficiencias del nutriente en hojas fueron detectadas a partir de los 60 días lo que indica que esta forma de aplicación del fósforo no es la adecuada y que por lo menos debe fraccionarse a dos aplicaciones, una a la siembra y otra a los 30 días después de siembra (Figura 24). En el caso del potasio, éste se aplicó el 33 % a la siembra y el resto a los 30 días. En este caso se observó un bajo contenido de potasio a los 30 días y normal durante el resto del ciclo, lo que indicaría que más potasio era necesario al momento de la siembra (Figura 25).

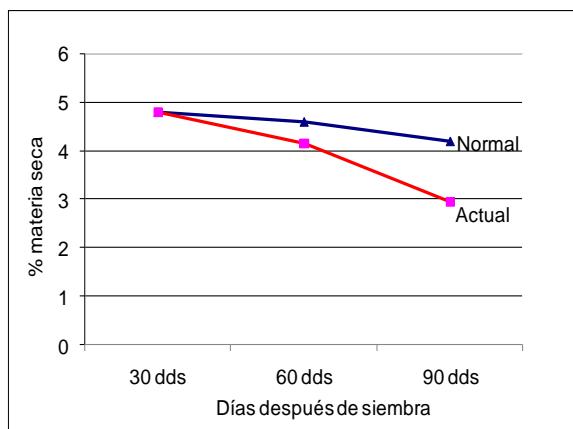


Figura 23. Contenido actual de nitrógeno en hojas de papa (var. Provento) a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, comparado con valores considerados normales. Las plantas fueron fertilizadas con 125 kg/ha de N a la siembra y 125 kg/ha a los 30 días después de la siembra. El contenido de nitrógeno total en el suelo era bajo, 0.191 %. El resultado indica que a pesar de que el nivel de nitrógeno a partir de los 60 días estuvo un poco debajo de lo normal, el comportamiento de la curva actual fue similar a lo considerado normal por lo que se concluyó que el fraccionamiento fue correcto (Herrera, 2004)

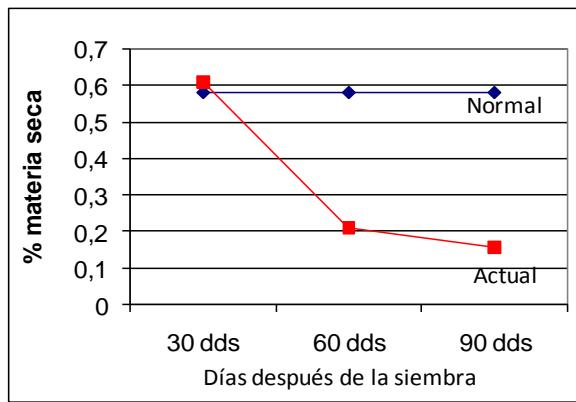


Figura 24. Contenido actual de fósforo en hojas de papa (var. Provento) a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, comparado con valores considerados normales. Las plantas fueron fertilizadas con 250 kg/ha de fósforo (P_2O_5) a una sola dosis al momento de la siembra. El suelo presentó un muy bajo contenido de fósforo, 3 ppm (Extraído con NH_4OAc 1 N a pH de 4.8). Se puede observar que a partir de los 60 días la concentración de este elemento en las hojas se redujo fuertemente por lo que se concluyó que este elemento debe ser fraccionado a 75 % al inicio y 25% al aporque (Herrera, 2004)

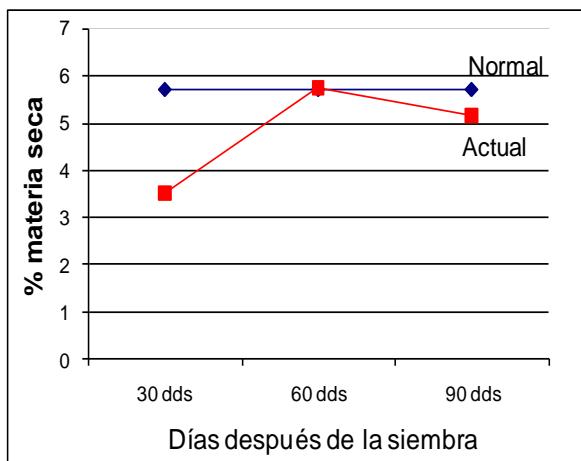


Figura 25. Contenido de potasio en hojas de papa (var. Provento) a los 30, 60 y 90 días después de la siembra comparado con valores considerados normales. Las plantas fueron fertilizadas con potasio (K_2O) en dosis de 125 kg/ha a la siembra y 250 kg/ha a los 30 días después de la siembra. Antes de siembra, el suelo presentó bajo contenido de potasio, 116 ppm (NH_4OAc 1 N a pH de 4.8). Aunque en este estudio se concluyó que la dosis y fraccionamiento fueron adecuados (Herrera. 2004), se puede observar que era necesario un poco más de potasio al momento de la siembra para evitar el bajo contenido en hojas a los 30 días después de la siembra.

8. Una idea de cómo fraccionar el fertilizante los da los datos del Cuadro 17. En el se puede observar como un cultivo de papa logró entre el 30 y 40 % de su desarrollo foliar en los primeros 30 días después de la siembra y entre el 60 a 70 % en el resto del período. De acuerdo a esto podemos

considerar que la proporción del fertilizante a aplicar podrían seguir esta proporción, 40 % al momento de la siembra y el resto a partir de los 30 días después de la siembra.

Cuadro 17. Ganancia en área foliar de un cultivo de papa (Var. Provento) en diferentes períodos del ciclo y bajo diferentes niveles de gallinaza en Sta. Catarina, La Esperanza, Intibucá. 3 de febrero a 13 abril del 2011 (Toledo, 2011)

Período	Sin Enmienda		10 tm/ha de Gallinaza		20 tm/ha de Gallinaza	
	Cm ² /planta	%	Cm ² /planta	%	Cm ² /planta	%
Primeros 28 días	1496	39	2074	31	2078	27
30 a 45 días	1201	31	2985	45	4260	56
45 a 68 días	1142	30	1582	24	1261	17
Total	3839		6641		7599	

Estrategia de fertilización

Con la aplicación de cal dolomítica y la gallinaza, en el momento de preparación del suelo, lograremos incrementar el nivel del calcio y magnesio y demás nutrientes, además de reducir el exceso de aluminio y manganeso. En la medida que el pH del suelo suba a un nivel de 6.0 a 6.5, la eficiencia del fertilizante fosfórico se incrementará significativamente, de tal forma que se reducirá mucho el costo la fertilización fosforada.

Nitrógeno: Si no se aplican las enmiendas, usaremos una dosis de 250 kg/ha, tal como aplicó Herrera. Si se aplican las enmiendas en los niveles indicados, usaremos una dosis de nitrógeno de 200 kg/ha. Consideramos que estos niveles son adecuados para las necesidades del cultivo sin llegar a ser excesivo. Se aplicará el 40 % a la siembra y el resto a partir de los 30 días usando como fuente el fertilizante 12-24-12 ó 18-46-0 y nitrato de amonio.

Fósforo: Debido a que este nutriente es en general muy bajo en los suelos de las zonas paperas de Honduras (entre 2 y 5 ppm si extraído mediante NH₄OAc 1 N a pH de 4.8), consideraremos una dosis de 300 kg/ha como P₂O₅, si se ha aplicado al suelo la cal y gallinaza en las cantidades antes señaladas. Si no, la dosis de fósforo deberá ser incrementada a 500 kg/ha. En los casos en que los suelos sean enmendados, el fósforo se aplicará todo a la siembra. Esto se debe a que un reciente estudio desarrollado por Dicta en Intibucá (Toledo, 2011) indicó que, cuando las enmiendas fueron aplicadas antes de la siembra, no hubo diferencia significativa entre aplicar todo el fósforo a la siembra ó dividido en dos, a la siembra y al aporque, siempre que se usen fuentes granuladas, como el 12-24-12 ó el 18-46-0. Si no se aplica la enmienda, la dosis de fósforo deberá ser divididas en dos, un 40% a la siembra y 60% al aporque.

Potasio: Como ya es de conocimiento, el potasio es el nutriente más requerido por la planta de papa, especialmente durante el período de la formación y crecimiento del tubérculo. Debido a esto se aplicará; Con enmienda: 200 kg/ha de K₂O, Sin enmienda: 350 kg/ha. La dosis se repartirá con 40 % a la siembra y el resto a partir de los 30 días.

Plan de Fertilización del cultivo de papa para Honduras:

Aquí se presentan las dosis de fertilizantes necesarias por el cultivo tomando en cuenta las consideraciones anteriores.

1. Plan de fertilización en suelos donde se aplicó 40 qq de cal dolomítica/mz (2.5 qq/Tarea) + 150 qq de gallinaza/mz (9 qq/tarea), como dosis de corrección y, anualmente, 16 qq de cal dolomítica + 50 qq de gallinaza por manzana como dosis de mantenimiento:

Usando el fertilizante 12-24-12 como fuente de fósforo		
Época	Cantidad/mz*	Cantidad/Tarea
A la siembra	13 qq/de 12-24-12	80 lb
A los 30 días (Aporque)	5 qq de Nitrato de Amonio 3 qq de KCl	30 lb 20 lb
Usando el fertilizante 18-46-0 como fuente de fósforo		
A la siembra	7 qq de 18-46-0 1 qq de Nitrato de amonio 3 qq de KCl	44 lb 6 lb 20 lb
A los 30 días (Aporque)	5 qq de Nitrato de amonio 3 qq de KCl	31 lb 20 lb

*Nivel en Kg/ha: 200 N - 300 P₂O₅ y 200 de K₂O

2. Plan de fertilización si no aplica cal y gallinaza al suelo en las dosis recomendadas:

Usando el fertilizante 12-24-12 como fuente de fósforo		
Época	Cantidad/mz**	Cantidad/Tarea
A la siembra	16 qq 12-24-12 1 qq KCl	100 lb 6 lb
A los 30 días (Aporque)	16 qq de 12-24-12 1 qq/mz de KCl	100 lb 6 lb
Usando el fertilizante 18-46-0 como fuente de fósforo		
A la siembra	8 qq de 18-46-0 1.25 qq Nitrato de Amonio 4.5 qq de KCl	50 lb 8 lb 28 lb
A los 30 días (Aporque)	8 qq de 18-46-0 1.25 qq Nitrato de amonio 5 qq KCl	50 lb 8 lb 28 lb

**Nivel en Kg/ha: 250 N - 500 P₂O₅ y 350 de K₂O

7.5 El Aporque

Esta práctica consiste en amontonar suelo al pie de las plantas con el objetivo de inducirlas a echar más raíces y estolones y para evitar que los tubérculos se verdean por la exposición a la luz. También sirve como barrera para insectos y enfermedades que afectan los tubérculos. El aporque se realiza cuando las plantas tienen entre 25 y 30 cm de altura (Figura 26). En Honduras y con las variedades holandesas (ciclo de 90 días) esta altura se alcanza entre los 27 y 30 días después de la siembra.

Sin embargo en otros países recomiendan hacer dos aporques cuando se usan variedades tardías (con ciclo de 120 días en adelante). El aporque también ayuda a mantener las plantas erguidas, controlar las malezas y a mejorar el drenaje de las aguas de lluvia. Esta labor puede ser hecha manualmente usando azadón o con tracción animal, cuidando de no causar daño físico a las raíces, tallos y hojas ya que esto dará lugar a la entrada de patógenos a las plantas. Para evitar esto hay que hacer el aporque a tiempo, cuando la planta tiene 25 cm de altura, porque en la medida que las plantas sean más grandes el daño físico por el aporque se incrementará.



Figura 26. Aporque de un cultivo de papa.

7.6 El control de maleza

En general el cultivo de papa en Honduras no requiere medidas especiales de control de maleza, ya que el sistema de manejo y el rápido crecimiento de las plantas no dan lugar para su crecimiento. Cuando se establece la plantación, el campo está recién preparado, por lo que no hay presencia de malezas, luego, a los 25 ó 30 días después de la siembra, se lleva a cabo el aporque. El aporque consiste en remover suelo de los entre surcos para amontonarlo al pie de las plantas. Esta acción permite, además, el control de malezas. Después y debido al rápido crecimiento de las plantas, en pocos días el cultivo cubra totalmente el suelo, reduciendo significativamente el paso de la luz solar por debajo del dosel, esto impide el crecimiento de las malezas.

7.7 El desfoliado (Chapia) de la plantación

Cuando el follaje de las plantas ha madurado, esto es, se ha puesto amarillo de forma natural, se acostumbra a cortar los tallos a ras de suelo. Esto se hace para agilizar y uniformizar la maduración de los tubérculos. Si el follaje se deja, éste de forma natural continuará deteriorándose hasta secarse, pero llevará más tiempo. En las variedades holandesas sembradas en Honduras, la maduración del follaje se da entre los 80 y 90 días después de la siembra. A veces, los productores de semilla, hacen el defoliado antes de que se presente la madurez del cultivo, en este caso lo hacen 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 mediante el uso de machete, pero también se puede hacer aplicando sobre el follaje herbicidas quemantes como el Paraquat. Una vez cortado el follaje, los tubérculos estarán de cosecha en unos 15 días (Figura 27).



Figura 27. Izquierda: Plantación en estado de desarrollo vegetativo. Centro: la misma plantación cuyo follaje se ha amarillado. A la derecha: Misma plantación ya desfoliada.

7.8 Cosecha, rendimiento y almacenamiento

Cuándo cosechar: Si la papa se cosecha antes de que se presente la madurez del cultivo, los tubérculos tendrán una cascara delgada por lo que serán muy sensibles al daño por golpes, deshidratación y serán fácilmente afectadas por plagas y enfermedades durante el almacenamiento. Cuando los tubérculos se cosechan de esta forma es mejor consumirlos rápidamente. Una vez que se ha desfoliado la plantación, eventualmente se debe monitorear la dureza o firmeza de la piel de los tubérculos (índice de madurez física). Para esto se toman muestras de tubérculos al azar, frotando su superficie con los dedos, si la piel del tubérculo no se pella es el indicativo de que ya está de cosecha (Figura 28).



Figura 28. El muestreo de los tubérculos es una práctica regular en las plantaciones de papa y se hace con el objetivo de darse una idea del rendimiento del cultivo ó para determinar el grado de tuberización de los tubérculos después de que las plantaciones han sido desfoliadas.

Antes de la cosecha se debe tratar la venta de los tubérculos con intermediarios o directamente con los vendedores minoristas. En general los productores les venden la cosecha a los intermediarios y casi siempre los intermediarios se encargan de transportarla desde las parcelas de producción hasta sus bodegas.

No debe cosecharse bajo 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.

Cosecha, clasificación y rendimiento: En Honduras la cosecha de la papa se hace de forma manual usando azadones para desenterrar los tubérculos (Figura 29), aunque esta es una labor que también puede hacerse mediante animales de tiro, como los bueyes. En todo caso las papas deben

ser desenterradas cuidando de no dañarlas y no dejar tubérculos enterrados. Para esto, el azadón debe enterrarse por debajo del nivel de los tubérculos y halar.



Figura 29. Labores de cosecha de papa y recolección de papa

Una vez que los tubérculos son desenterrados, se clasifican de acuerdo a su tamaño en papa de primera (las más grandes), segunda (las medianas) y tercera (las más pequeñas) (Cuadro 18). En general, la papa de tercera no se comercializa. La papa de segunda se vende a precios que son un tercio ó un cuarto de lo que se paga por la de primera, aunque casi siempre los productores la dejan para semilla. A las papas con peso arriba de una libra se les denomina "Super" pero en general 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 18. Clasificación de los tubérculos de papa en la zona alta de Intibucá

Categoría	Diámetro mm	Peso en Onzas	Mercado
Súper	>90		Consumo
Primera	65-90	> 4	Consumo
Segunda	45-64	1 a 4	Semilla o consumo
Tercera	< 45		No se comercializa

También, durante la cosecha se separan los tubérculos que presentan cualquier tipo de daño. Una vez clasificados, los tubérculos son puestos en sacos con peso de 100 libras, sin lavar, y así quedan listos para llevarse al mercado. Sin embargo, actualmente va en aumento el mercado de papa lavada y ya existen maquinas lavadoras en las zonas productoras de papa en Honduras. El mercado paga un poco mejor si la papa es lavada, aunque a muchos productores no les gusta ya que queda en evidencia tubérculos dañados por plagas ó enfermedades ó rajados y golpeados durante el proceso de cosecha. Cuando los tubérculos son lavados, es importante que antes de ser encostalados estos sean puestos bajo sombra en lugares ventilados para que se sequen. Las papas humedecidas tienden a dañarse rápidamente debido a que se activan patógenos que están en la superficie de los tubérculos.

El precio que se paga por la papa en el mercado es muy variable, pudiendo un día subir a Lps 700.00/qq y en una semana bajar hasta Lps 200/qq. Esta es una de las causas principales del bajo ingreso de los agricultores. Una forma de evitar esto es haciendo contratos con algunos segmentos del mercado, como los supermercados, donde se pueden obtener precios más favorables. Sin embargo, a cambio ellos pedirán que se les supla permanentemente.

Rendimiento, Costo y Punto de equilibrio: Considerando la producción de dos ciclos del cultivo; el primero establecido con semilla certificada, con un rendimiento de primera de 500 qq/mz y un costo

de Lps 129,065.00/mz; y el segundo ciclo establecido con semilla de segunda, obtenida de la primera plantación (Por lo que no se considera el costo de la semilla), un rendimiento de primera de 350 qq/mz y un costo de Lps 78,665.00 (Cuadro 21), el punto equilibrio es de Lps 245.00/qq. Ventas a precios por debajo de este punto de equilibrio lleva a la pérdida.

7.9 Almacenamiento de papa de consumo fresco: Hasta el 2013 en Honduras no se almacena papa para consumo fresco, razón por la cuál no existe infraestructura de almacenamiento. Esto provoca que los productores tengan que vender su cosecha al precio del mercado aunque éste les sea desfavorable. En 2012, Dicta validó una estructura rústica y de bajo costo para el almacenamiento de papa de consumo fresco desarrollada por el Centro Internacional de la Papa y que podría ser usada, especialmente, por los pequeños productores (Figura 30). La estructura mantiene los tubérculos con buena calidad por al menos dos meses.

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 en el sentido de los vientos predominantes, a manera que al aire entre a través de él. Antes de amontonar la papa, se pone un tubo de pvc agujereado, 2" drenaje, de forma vertical y al centro para que sirva de chimenea. Una vez amontonada la papa, esta se cubre con una capa de zacate seco y, encima del zacate, una capa de tierra. Finalmente, se pone una lama de plástico encima del bulto para protegerlo de la lluvia.



Figura 30. Estructura rústica para el almacenamiento de papa de consumo

7. 10 Prácticas para obtener una mejor semilla de segunda ó artesanal

1. Aunque lo recomendable es usar solo semilla certificada para la producción comercial de papa, en general los productores en Honduras hacen una segunda plantación usando tubérculos de la cosecha obtenida con la semilla certificada. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un meticuloso proceso para elegir las plantas de las cuales se obtendrán los tubérculos que servirán como semilla. Si no se tienen ciertos cuidados al elegir los tubérculos podríamos fracasar ya que muchos de los tubérculos podrían estar infectados con virus, hongos y bacterias.
2. La semilla debe obtenerse de aquellas plantas que muestren buen desarrollo y estricta sanidad. Si la plantación tiene una alta tasa de infección con enfermedades transmisibles por semilla, se debe eliminar totalmente como fuente de semilla.

3. A partir de los 30 días después de la siembra, se deben comenzar las supervisiones del cultivo en búsqueda de plantas que muestren síntomas de enfermedades perjudiciales y transmisibles por la 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 debe marcarse con estacas los espacios donde estaban sembradas (Figura 31). Cuando llegue el momento de la cosecha, solo deberá sacarse semilla de plantas que estén a cinco plantas a la derecha e izquierda del lugar donde estaba o estaban las plantas enfermas.



Figura 31. **Izquierda y centro**, plantas de papa infectadas con virus, bacterias y hongos transferibles por semilla son sacados del campo y, **derecha**, los espacios dejados son marcados con estacas. Al momento de la cosecha, se debe evitar sacar tubérculos para semilla en un espacio de cinco plantas a cada lado de la marca.

4. En la cosecha, deben escogerse tubérculos de tamaño mediano (45 a 60 mm de diámetro) y sin daño físico o patológico. Una vez sustraídos del suelo deben dejarse secar al sol por máximo una hora y luego deben ser llevados al almacen o a un lugar sombreado. Los tubérculos no deben ser lavados ni mojados pues esto puede dar lugar al desarrollo de bacteria y hongos.

5. La semilla debe ser almacenada bajo techo, ya sea en oscuridad ó bajo luz difusa (Sin luz directa del sol), y en lugares bien ventilados (Figuras 32 y 33). La brotación de todos los tubérculos de forma natural puede tardar hasta 4 meses, aunque puede ser agilizada si se almacena en la oscuridad ó sumergiéndolas en una solución de 5 ppm de ácido giberélico en agua (Cuadro 19). 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 20). Además, bajo luz difusa los tuberculos se verdean rápidamente lo que les proporciona mayor resistencia a las plagas.



Figura 32. Estructura rustica para el almacenamiento de los tubérculos que serán usados como semilla. Esta estructura mantiene las condiciones de temperatura y ventilación apropiado para la brotación y desarrollo de los brotes y permite la supervisión continua del estado de la semilla y las labores de saneo.



Figura 33. Exterior e interior de una estructura rústica para el almacenamiento de tubérculos-semilla de papa en Intibucá.

Cuadro 19. Efecto de varios tratamientos para acelerar la brotación de tubérculos-semilla en cuatro variedades de papa (Toledo, 2012). La Esperanza, Intibucá, Honduras.

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 Giberelico y a luz difusa

Cuadro 20. Efecto de dos formas de almacenamiento, con luz difusa (en la sombra) y oscuridad sobre la longitud, número de brotes y la pérdida de peso de los tubérculos-semilla (Malagamba, 1997)

Variedad	Forma de almacenamiento*	Largo del Brote (cm)	No 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: Max = 17.9 °C Min = 5.7 °C

6. Como ya se dicho, el almacén debe ser un lugar sombreado y con buena ventilación. Por ejemplo, una galera con paredes de malla antiinsectos o malla para gallinas. Dentro del almacén la semilla debe ser puesta a granel en estructuras hechas para este fin (Tarimas) y no debe ponerse más de cuatro capas de tubérculos (Figura 33). Una vez que los tubérculos han sido ubicados se deberá espolvorizar sobre los tubérculos el insecticida malation para prevenir daños por palomilla y captan para control de hongos.

7. En lo sucesivo, la semilla debe ser supervisada continuamente y deberá “sanearse” cada semana; esto es, se deben retirar los tubérculos que presenten daño por enfermedades o plagas y, además, se debe cortar el brote apical a aquellos tubérculos que los presenten (Figura 34). Una vez que se quita el brote apical, lleva entre 10 y 15 días para que se produzca la emergencia de los restantes brotes.



Figura 34. **Izquierda:** Diferentes estados del tubérculo y, **derecha:** Corte de la yema apical a un tubérculo-semilla con dominancia apical.

8. Cuando los tubérculos están óptimos para la siembra, al menos tres brotes por tubérculo, estos deben ser puestos en cajas con cuidado y transportados al lugar de siembra sin desbrotarlos ni golpearlos.

8. Costos de Producción

**Cuadro 21. Costos de producción de 1 mz (7,000 m²) del cultivo de papa.
(Rendimiento esperado: 500 qq/mz de tubérculos de primera)**

Aspecto	Unidad	Cantidad	Lps/unidad	Lps* Total
Preparación de suelo				
1. Análisis de suelo	Análisis	1	950.00	950.00
2. Limpia	Jornal	10	110.00	1,100.00
3. Aplicación de la enmienda	Jornal	5	110.00	550.00
4. Cal dolomítica	qq	40	110.00	4,400.00
5. Gallinaza	qq	150	100.00	15,000.00
6. Arado y rastra	Mz	1	5,000.00	5,000.00
Total preparación del suelo				26,705.00
Siembra				
1. Semilla certificada	qq	36	1,400.00	50,400.00
2. Fertilizantes				
12-24-12	qq	13	450.00	5,850.00
Nitrato de amonio	qq	5	400.00	2,000.00
KCl	qq	3	400.00	1,200.00
3. Insecticida Thimet al suelo	Bolsa 33 lb	1	900.00	900.00
4. Surqueado (Manualmente)	Jornal	16	110.00	1,760.00
5. Siembra	Jornal	10	110.00	1,100.00
Total siembra				63,210.00
Manejo de la plantación				
Mano de Obra				
1. Riegos	Jornal	10	110.00	1,100.00
2. Aplicación de pesticidas	Jornal	30	110.00	3,300.00
3. Aporque	Jornal	30	110.00	3,300.00
4. Desfoliado	Jornal	10	110.00	1,100.00
Insumos				
1. Fungicidas				
Mancozeb	Kg	12	140.00	1,680.00
Clorotalonil	Lt	6	250.00	1,500.00
Curzate M 72 (cymoxanil+mancozeb)	Lb	6	140.00	840.00
Ridomil Gold MZ 68 (metalaxil +mancozeb)	Kg	2	450.00	900.00

Continua...Cuadro 21. Costos de producción de 1 mz (7,000 m²) del cultivo de papa

Aspecto	Unidad	Cantidad	Lps/unidad	Lps* Total
2. Insecticidas				
Perfecthion 400 EC (Dimetoato)	Lt	4	250.00	1,000.00
Monarca (triacloprid + B-sifirina)	500 cc	4	250.00	1,000.00
Endosulfan	Lt	4	250.00	800.00
Muralla (Imidaclorpid + cyfluthrin)	500 cc	4	250.00	1,000.00
New Mectin (Abamectina)	250 cc	4	240.00	960.00
Insecticida Thimet para el aporque	Bolsa 33 lb	1	900.00	900.00
Adherente	Lt	4	100.00	400.00
3. Foliares	Lt	4	200.00	800.00
4. Diesel para riegos	Gln	100	75.00	7,500.00
5. Gasolina y aceite para bomba de aspersión	Gln	12	100.00	1,200.00
Total manejo de la plantación				29,280.00
Cosecha				
1. Mano de obra	Jornal	32	110.00	3,520.00
2. Sacos de quintal	Sacos	350	5.00	1,750.00
Total cosecha				5,270.00
Depreciación y mantenimiento del equipo**				
Bomba de riego (15 HP, bomba de presión 3x3)				2,000,00
Bomba de motor para aspersiones				600.00
Sistema de riego por goteo				2,000.00
Total depreciación				4,600.00
Gran Total				129,065.00

**Bomba de riego: Lps 60,000/5 años/365 días = Lps 33/día de uso + el mantenimiento

Bomba aspersora de motor: Lps 11,000/3 años/365 días = Lps 10/día de uso + mantenimiento

Sistema de riego por goteo:

Cinta: 2 rollos/mz = Lps 7,000,00/4 ciclos = 1750/ciclo/mz

Filtro de arena = Lps 20,000/15 años/365 días = 3,65/día = Lps 131/ciclo/mz

Tubería de PVC = 20 tubos de 2"/mz Lps 250*20/8 años/365 = Lps 1,70/día = Lps 61,00/ciclo/mz

Accesorios: Lps 5000/8 años/365 = Lps 1,70/día/mz = Lps 61/ciclo/mz

Total = Lps 2,000/ciclo/mz

9. Manejo de Plagas y enfermedades

Una plaga es todo organismo vivo que causa daño a las plantas cultivadas y 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 hacen cuando la población o el nivel de daño de la plaga sobrepasa cierto nivel o umbral donde las pérdidas se vuelven económicamente significativas. Para las plagas más importantes se han establecidos umbrales, sin embargo hay algunas plagas de las cuales el umbral es desconocido. Generalmente los umbrales le indican al productor cuando debe aplicar un pesticida.

Los métodos de control de las plagas se ha clasificado de varias formas: Control Químico, Control Genético, Control biológico, Control Cultural y el Control Legislativo. **El control químico** se refiere al uso de pesticidas; el **control biológico** consiste en el uso de otros organismos vivos, como nematodos y hongos entomopatógenos (producen enfermedad en los insectos) o ácaros e insectos depredadores, para destruir a los organismos que deñan las plantas; el **control genético** se refiere al uso de variedades resistentes; el **control cultural** que consiste en medidas que impiden el movimiento o multiplicación de la plaga o le da a la planta mayor resistencia al ataque, por ejemplo, rotación de cultivos, barreras físicas, aireación, semilla sana, adecuada nutrición, aporques, trampas, etc.; y el **control legislativo** que son reglamentos desarrollados para que los agricultores acaten ciertas medidas que impidan la multiplicación de las plagas. También existe en **control etiológico** que consiste en el uso de feromonas (sustancias atrayentes) que atraen a los insectos dañinos hasta trampas.

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

Cada pesticida es 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 en este caso 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 el control de estos se basa en el uso de semilla libre de estos patógenos, control de los organismos transmisores (como insectos, ácaros y nematodos) y ciertas prácticas culturales, como evitar el exceso de humedad en el suelo o follaje y rotación de cultivos.

Por otro lado, los pesticidas tienen solo cierto rango de acción, por lo que un insecticida no mata a todos los insectos o un fungicida no mata a todos los hongos. Cada producto es hecho para controlar solo ciertas especies. Esta información está escrita en textos o en los recipientes que contienen los productos.

Los pesticidas se pueden dividir de acuerdo a su forma de acción o la forma como se mueven en la planta. La forma de acción es importante conocerla ya que nos permitirá desarrollar rotaciones de pesticidas que eviten que las plagas desarrollen resistencia. Se deben hacer rotaciones con pesticidas de diferente modo de acción.

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 en la hoja pero no tienen movimiento de hoja a hoja o a otros sitios de la planta.
- Pesticidas de acción sistémica: así se les denomina a los productos que penetran dentro de la planta, ya sea por las hojas o raíces, y tiene movilidad por toda la planta. También se les denomina "curativos". Las plagas tienden a desarrollar resistencia más rápidamente a los productos traslaminares y sistémicos. Debido a esto, este tipo de productos no deben ser aplicados más de cuatro veces por ciclo del cultivo y cuando se usen más de una vez deben ser alternados con productos de contacto.

Estos pesticidas también son clasificados como **Acropetalos**, que son los que se mueven hacia arriba a partir del lugar donde han sido aplicado, y los **Basipetalos**, que los que se mueven hacia abajo (Acuña, 2008).

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

Producción de un cultivo saludable

Mientras más saludable esté la planta, menos probabilidades habrán de que una plaga o enfermedad le haga daño. Las plantas tienen su propio sistema natural de defensa que trabaja mejor cuando la planta tiene un buen sistema radicular, un buen programa de nutrición/manejo del agua y no están bajo estrés por otros motivos como por ejemplo inundaciones o malezas. Utilizar la información de este manual correctamente asegurará un cultivo saludable.

Prevención: La prevención comienza con la selección del terreno y el cultivo. Es importante saber y tomar en cuenta qué tipo de problemas ha tenido el terreno anteriormente, ya sean nemátodos, grillos, cogolleros, o quizás enfermedades del suelo. También hay que saber cuándo fue la última vez que se sembró un cultivo de la familia de la papa (solanácea) en ese lugar ya que hay muchas plagas y enfermedades a las que les va particularmente bien con ciertas familias de plantas. Si hubo un cultivo solanácea (tomate, berenjena, chile) sembrado en el campo, hay una gran posibilidad de que hayan plagas o enfermedades específicas de solanáceas todavía en el campo o en las malezas que se encuentran en los alrededores. El tipo de semillas que se planifica sembrar y su resistencia o tolerancia a estas enfermedades y plagas es fundamental para decidir el plan de prevención que se debe adoptar. Toda esta información y factores ayudarán a decidir si lo que se está haciendo es suficiente para prevenir plagas y enfermedades futuras.



Figura 35. Bomba de mochila con motor usada para la aspersión de aeroquímicos

Higiene: La salubridad o higiene en el campo se concentra en remover o minimizar las fuentes de plagas o enfermedades. Los alrededores (al menos 10 metros) del cultivo deben estar libres de malezas, en particular de las malezas de hoja ancha y especialmente aquellas de la familia de solanáceas. La eliminación de malezas entre líneas de cultivos debe hacerse regularmente y la fruta que se caiga, esté dañada o enferma debe ser removida y enterrada o quemada.

Muestreo y monitoreo: La mayoría de los insectos plaga son pequeños. Los nematodos y las enfermedades son microscópicos. Hay que hacer un esfuerzo para encontrarlos a tiempo y no cuando sea demasiado tarde. Esperar a que las plantas sufran daños o estén enfermas antes de tomar acción para controlar el problema es un error peligroso que hay que evitar a toda costa. Antes que nada, se debe saber qué se está buscando – identificar correctamente las plagas y enfermedades ahorrará mucho dinero.

Un programa de monitoreo es una búsqueda sistemática y rutinaria de plagas y enfermedades. Esto debe hacerse como mínimo dos veces a la semana y más frecuentemente en las semanas después de la siembra. El monitoreo debe incluir los alrededores del campo así como el cultivo mismo. Es necesario utilizar una lupa para ver e identificar las plagas y enfermedades. Las estaciones de muestreo no deben estar en los bordes del campo ni al final de las líneas ya que no se obtendrá información representativa. Se debe utilizar la información del muestreo para trazar el desarrollo de plagas y enfermedades en el campo y para determinar cuando han alcanzado niveles críticos (umbral económico) que requieren intervenciones.

Intervenciones integradas de control

La mayoría de las actividades de control sin el uso de químicos ayudan a prevenir o minimizar los problemas por plagas o enfermedades. Si no funcionan y las plagas o enfermedades alcanzan niveles críticos, entonces es necesario utilizar plaguicidas. Al escoger plaguicidas, el objetivo es escoger un plaguicida que sea efectivo para controlar el problema y que a la vez represente el menor riesgo posible para los humanos y el menor impacto posible para al medio ambiente/otros organismos. Además de escoger el plaguicida correcto, la selección de adherente, el método de aplicación y el manejo del equipo son cruciales. Es esencial también calibrar el equipo, regular el pH, examinar la calidad del agua y supervisar las mezclas en cuanto a compatibilidad. En el anexo 3 se muestra el orden de mezcla de los agroquímicos para su aplicación en los cultivos.

Mantenimiento de bitácoras: Se debe mantener siempre una bitácora en la finca para llevar nota de las actividades. Esto es particularmente importante para las actividades de protección de cultivos. Los programas de certificación tales como GLOBALGAP insisten en que se lleven bitácoras detalladas del uso de plaguicidas. La agricultura responsable se basa en tomar buenas decisiones basadas en información correcta. Esto solo se puede lograr manteniendo buenos archivos. La bitácora hay que utilizarla de manera frecuente y oportuna.

9.1 Principales plagas que dañan las plantaciones de papa en Honduras

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



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

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*.

Para desarrollar su ciclo de vida esta polilla pasa por cuatro instares, **huevo**, que mide unos 0.5 mm, es de forma ovalada, de color crema al inicio y amarillentos después. La mayoría son puestos por las hembras 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, 2003). **Larva**, al inicio miden 1.4 mm de largo pero con el tiempo llegan a medir entre 12 y 15 mm, la cabeza es de color café y el cuerpo de color blanco que después se va tornando café. Al emerger de los huevos las larvas se mueven 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 empumar. Las pupas son de color café y de unos 7 mm de largo. En el campo la mayor proporción de pupas son encontradas enterradas en la superficie del suelo (entre 1 y 5 cm) y solo unas pocas enterradas hasta profundidades de 10 cm (Barreto, 2003). En el almacén, las pupas son encontradas en recipientes, sacos, cajas, en las esquinas del entarimado, en las paredes y a veces en el tubérculo. **Adulto**, estas son pequeñas mariposas de unos 12 mm de longitud y con una tonalidad de color de café oscuro a café claro.

La duración del ciclo biológico de las diferentes especies de la palomilla es presentado en el Cuadro 24. Hay que considerar que la duración del ciclo de vida está muy relacionado con la temperatura del ambiente (Cuadro 25). *Tecia solanivora* puede lograr 10 generaciones por año a 25 °C, pero solo dos a 10 °C (Nots, 1995).

Cuadro 24. Ciclo de vida de las especies de la polilla de la papa en días
(Palacios, 1999)

Estadio	<i>P. Operculella</i>	<i>S. Tangolias</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

Cuadro 25. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *T. solanivora* (Notz, 1995)

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

En estudios desarrollados en la zona alta de Intibucá (a 1680 msnm) entre 1984 y 1985 se determinó que el 96.5 % de los adultos de palomilla capturados pertenecieron a la especie *Tecia solanivora* y el restante a *Phthorimaea operculella* (SRN, 1985). En cautiverio, el tiempo de mayor actividad sexual de la palomilla comenzó a partir de las 6:00 am y se prolongó hasta cerca del mediodía. Los machos pueden copular hasta seis veces, mientras que las hembras solo lo hicieron 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 9:00 am y 10:00 am. 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. y R. Ochoa, 1987).

Barreto (2003) reportó que los adultos de *Tecia solanivora* fueron más activos de 8:00 a 11:00 de la mañana y entre 5:30 de la tarde y 8:00 de la noche. No hubo actividad de los adultos desde las 11 de la noche a seis de la mañana.

En general, las poblaciones de la polilla de la papa son más altas en la época seca (Diciembre a mayo en Honduras) y bajas durante la época lluviosa. En Colombia, en lugares donde la papa se siembra todo el año, la mayor presencia de los adultos de la polilla (*Tecia solanivora*) se dan durante el período de tuberización y la madurez fisiológica del cultivo (Galindo y Española, 2004). En Honduras el período de tuberización del cultivo de la papa comienza a partir de los 40 días después de la siembra y la madurez fisiológica se da entre los 80 y 90 días después de la siembra con las variedades holandesas.

Control: La experiencia indica que el control de esta plaga solo es posible llevando a cabo prácticas culturales junto con el uso de pesticidas. Antes de sembrar se debe investigar entre los agricultores del lugar el estatus de la plaga, si es o no dañina. Se debe considerar la época de siembra, si el cultivo estará en el campo en la época seca es de esperar una alta infestación y baja en la temporada de lluvias. También se debe considerar la altura del lugar donde se establecerá el cultivo, arriba de los 2000 msnm se podría esperar una menor infestación debido a que las temperaturas son más bajas y el número de ciclos del insecto se reduce significativamente y, por el contrario, a bajas alturas la temperatura se incrementa lo que provoca que el insecto se reproduzca y desarrolle más rápidamente.

De acuerdo a estas consideraciones se debe establecer la metodología de manejo de la palomilla. A continuación se dan las prácticas necesarias para lograr un buen control de este insecto.

En el campo:

1. Debido a que los adultos y 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,

2003), durante la preparación del suelo se debe hacer una buena remoción de éste pasando el arado y sucesivos pases de rastra. Con esto se logrará la destrucción de las pupas y adultos y los que queden serán expuestos al sol y al control por enemigos naturales. Si no es posible la mecanización, esto se debe hacer mediante bueyes o manualmente con el uso del azadón.

2. En el momento de la siembra se debe asegurar 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, hacer un aporque alto, a manera que la papa quede enterrada al menos 20 cm. Esta capa de suelo evitara que el insecto llegue hasta los tubérculos. Un estudio desarrollado en Ecuador, donde enterraron tubérculos semilla a diferentes profundidades y luego pusieron larvas del primer instar en la superficie, indicó que cuando la capa de suelo fue de 5 cm el daño a los tubérculos anduvo cercano al 70 %, a una profundidad de 10 cm el daño se redujo a 29 %, a 15 cm el daño fue de 12 % y a 20 cm no se presentó daño (Gallegos, 2003).

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 agrietamiento del suelo se da cuando este se reseca, por lo que debe tenerse especial cuidado en mantener un régimen adecuado de humedad en el suelo (ni seco ni encharcado).

5. Si se sabe que las poblaciones de la palomilla son altas, determinado mediante trampas con feromonas (Dos trampas/mz), en el momento del aporque (30 días después de la siembra) se deberá aplicar un insecticida:

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

Furadan 106 (Carbofuran). Aplicarlo igual que el Thimet a una dosis de 8 kg/manzana.

Lorsban 48 EC (Clorpirifos). Si se tiene riego por goteo y un inyector, aplicar este producto a través del agua en dosis de 3.5 lt/manzana.

Furadan 480 SL. Aplicarlo a través del riego a una dosis de 3 lt/manzana.

6. Es fundamental para el control de la palomilla que todo residuo del cultivo, ya sea el follaje generado después del desfoliado (chapia) o al final de la cosecha, sea quemado o enterrado. Si dejamos estos residuos del cultivo las poblaciones del insecto se incrementarán rápidamente afectando en lo sucesivo los cultivos propios o de la vecindad, ya que la palomilla tendrá muchos lugares donde refugiarse y multiplicarse. Si la palomilla y otros organismos son una plaga importante en la zona, dejar los residuos del cultivo en el campo es un acto de inconsciencia y que puede penalizado por SENASA.

En el almacén

1. Antes de almacenar la nueva cosecha se deberá 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, será 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 puede espolvorear encima de ellos Malation. Esto debe hacerse inmediatamente después que los tubérculos son puestos en el almacén.

9.1.2 La gallina ciega (*Phyllophaga obsoleta*)

Estos son insectos que en forma larval viven en el suelo 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 no es controlada.



Figura 37. Adultos, larvas y pupa de la gallina ciega *Phyllophaga obsoleta*. (Foto de la pupa obtenida de: CATIE. Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica)

Figura 38. Ciclo de vida de la “Gallina ciega” (*Phyllophaga obsoleta*) en las zonas altas de Honduras.



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 los suelos. 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 profundizan 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, aplicación de pesticidas				No se requieren medidas directas de control									

La presencia de los gusanos de la gallina ciega está limitada a los meses de mayo a noviembre por lo que medidas de control deben ser tomadas solo en cultivos cuyo ciclo o parte de él se desarrollen en este período (Figura 38).

Para desarrollar su ciclo biológico este insecto pasa por cuatro estadios: Huevo, larva, pupa y adulto. **Los huevos** son pequeños (2 mm), blancos-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 26). **Las larvas** son gusanos encorvados, de cuerpo blanco-cremoso y de cabeza color café; cuando 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 periodo larval es largo, unos siete meses, y generalmente se divide en tres fases, 1^{er} instar, que se refiere a las larvas de menor tamaño, siendo este uno de los estados del insecto en que son más propensos a morirse (Cuadro 26). Generalmente las larvas de primer instar no dañan significativamente los cultivos. Las larvas de 2^{do} y 3^{er} instar son referidas a las medianas y más grandes, respectivamente. Estas causan mucho daño a los cultivos y deben ser controladas. Con el tiempo, las larvas alcanzan su mayor desarrollo, adquieren un color amarillento (pre pupa), se profundizan más en el suelo (a 30 cm o más) y se convierten en pupas (Figura 38). El período de **pupa** tiene una duración 32 días, tiempo después del cual se convierten en adultos. El estado de pupa, al igual que las larvas de primer instar, es un estado de gran debilidad para *Phyllophaga obsoleta*, ya que 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 caparazón dura, voladores y solo son activos durante la noche. Los adultos tienen una duración de unos 30 días, tiempo durante el cual se aparean y ovipositan los suelos. En general, en la zona alta de Intibucá los adultos no causan daño a las especies cultivadas, ya que se alimentan de hojas de arboles aledaños a las parcelas cultivadas, como el roble.

Cuadro 26. Duración del ciclo biológico y mortalidad natural de la gallina ciega *Phyllophaga obsoleta* (Vallejo et al, 2007).

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

Control: A pesar de que mucho esfuerzo se hace alrededor del 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 los terrenos, sino más bien 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 no funciona. 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 muestreros, unos 40 hoyos de 30*30 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 debe aplicar pesticidas para controlar las larvas cuando los cultivos están en el campo entre los meses de junio y noviembre, como mostrado en la figura 44. Para Control de la gallina ciega se puede usar cualquiera de los siguientes pesticidas:

Thimet 5 % (Forato)	60 lb/manzana
Furadan 10 G (Carbofuran)	20 lb/manzana
Lorsban 48 EC (Clorpirifos)	5 lt/manzana aplicado por el riego.

En el caso de Thimet y Furadan, granulados, estos 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 las larvas en el suelo.
2. Debido al hecho de que los adultos de *Phyllophaga* son atraídos por la luz a veces se recomienda el uso de trampas de luz, no obstante, estudios desarrollados en la zona alta de Intibucá indican que cuando las hembras son capturadas en las trampas de luz ya éstas han perdido al menos el 90 % de sus huevos (Vázquez, 2003; Espinoza, 2008).
3. Por otro lado, estudios desarrollados en laboratorio indican que nematodos de la especie *Heterorhabditis bacteriphora* tienen la capacidad de introducirse en el cuerpo de las larvas de la gallina ciega y matarlas. Sin embargo, una evaluación desarrollada en 2007 en un campo de la zona alta de Intibucá indicó que esta especie (Traída desde USA) 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 gallina ciega pero sin resultados positivos (observación personal). Esto no es raro, en realidad los mejores controles biológicos se consiguen con especies patógenos o depredadores de plagas que son obtenidas en el mismo lugar donde serán usadas. Cuando estos controladores biológicos son llevados a lugares con condiciones ambientales diferentes a los de su origen, en la mayor parte de las veces no funcionan.
4. Otra forma de control es mediante el uso de barreras físicas que impidan la oviposición de las hembras en las parcelas cultivadas. El uso de mallas con aberturas no mayores a medio centímetro o plástico desplegado por la noche sobre el cultivo durante el período de oviposición de los adultos (Abril a julio) es efectivo en el control de esta insecto (Cuadro 27). Si la malla deja entrar al menos un 80 % de la luz, estas pueden dejarse permanentemente encima del cultivo y solo quitarla para labores de campo. Sin embargo, mientras las mallas o el plástico no sean lo suficientemente baratas, esta forma de control solo podrá ser usada nada mas en pequeñas parcela o en infraestructuras de protección.

Cuadro 27. 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.

9.1.3 Áfidos o pulgones *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*

Es de esperar su presencia en la mayoría de las especies hortofrutícolas explotadas en la zona alta de Honduras. Forman colonias en el envés de hojas y brotes tiernos de las plantas donde se alimentan succionando savia. Aunque hay algunas 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 llegan a debilitarla, y segundo, ellos pueden infectar las plantas con diversos tipos de virus.

Los áfidos son pequeños insectos, de unos 2 mm de largo en su estado de mayor desarrollo, alado y sin alas y generalmente de color verde, aunque algunas especies tienen la capacidad de cambiar a otros colores, como amarillo y negro, para camuflarse (Figura 39). Puede reproducirse sexual y asexualmente; cuando lo hace de forma asexual (Partenogénesis, sin necesidad de apareamiento 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 necesidad de buscar nuevos hospederos, la hembrapare 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 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 invernlar.

Este insecto es muy prolífico, bajo condiciones adecuadas pueden multiplicar su población hasta cinco veces en una semana (van der Zaag, 1994).



Figura 39. Áfidos ó 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 de UC IPM Proyect, 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 amarillas pegantes pueden servir para detectar la presencia de los áfidos. Estos insectos tienen una fuerte 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 a aplicar:

Nombre comercial (Ingrediente activo)	Dosis	Forma de protección	Ingreso al insecto
Thiodan, Thionex, Endosulfan (endosulfan)	3 copas/bomba*	Contacto	Contacto e ingestión
Muralla (imidacloprid + cyflutrin)	1 copa/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Lannate (metomilo)	Ver envase	Contacto	Contacto e ingestión
Actara (tiametoxan)	1 copa/bomba	Sistémico	Ingestión
Monarca (triacloprid + B-sifirina)	1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Perfecthion (dimetoato)	2 copas/bomba	Sistémico	Ingestión
Regent 20 SC (Fipronil)	¾ a 1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Talstar 100 EC (Bifentrina)	1 a 2 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión

* Bomba de 18 lt

9.1.4 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 le ha observado en plantas de papa, tomate, chile, fresa. Los adultos son insectos con tórax amarillo y 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 posan en el envés de las hojas y si advierten la presencia de alguien vuelan. Los huevos y larvas pueden ser observados en el envés de las hojas. Su importancia radica más que todo por son vectores de diferentes tipos de virus, principalmente la especie *Bemisia tabaci*.



Figura 41. Mosca blanca *Bemisia argentifolii* ó genotipo b de *B. tabaci*. En los adultos es visible la separación entre sus alas. Las ninfas no tienen filamentos en sus bordes (Fotos de UC IPM Proyecto)



Figura 42. Mosca blanca
Trialeurodes vaporariorum. No es visible la separación entre sus alas y las ninfas tienen filamentos en sus bordes (Foto de UC IPM Proyect).



43. Mosca blanca
Trialeurodes abutilonia. Los adultos tienen bandas transversales de color negro en sus alas. Las ninfas tienen filamentos pero más cortos que el anterior (Foto de UC IPM Proyect).

Control: Se deberán muestrear las plantaciones semanalmente. Las trampas amarillas pueden ser usadas para monitorear la presencia del insecto. Solo deberá hacer uso de pesticidas si en promedio se encuentra una ninfa/hoja de 30 hojas muestreadas o 10 adultos/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:

Nombre comercial (Ingrediente activo)	Dosis	Forma de protección	Ingreso al insecto
Thiodan, Thionex, Endosulfan (endosulfan)	3 copas/bomba*	Contacto	Contacto e ingestión
Muralla (imidacloprid + cyflutrin)	1 copa/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Actara (tiametoxan)	1 copa/bomba	Sistémico	Ingestión
Perfecthion (dimetoato)	2 copas/bomba	Sistémico	Ingestión
Vydate (oxamilo)	2 copas/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Danitol (fenpropatrin)	1 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión

*Bomba de 18 lt

9.1.5 Paratrioza, Amarillamiento del Psilido y la Papa Rayada ó Zebra Chips (*Bactericera cockerelli*)

El insecto *Bactericera cockerelli*, en Honduras conocido como Paratrioza (Figura 43), es plaga importante en los cultivos de papa y tomate en Canadá, USA, Nueva Zelandia, México, Guatemala y a partir del 2012 en Nicaragua (Butler y Trumble, 2012). En la zona alta de Intibucá se le considera plaga de la papa, tomate y chile.

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 Chips) causada por la bacteria “*Candidatus Liberibacter solaneasarum*” ó “*Candidatus Liberibacter psyllaorous*” (Hasta el 2012 aun no se decide el nombre final) que el insecto lleva en su cuerpo e inocula a las plantas durante su proceso de alimentación (Munyaneza et al, 2007; Hansen et al, 2008).

La sintomatología del Amarillamiento del Psilido va desde amarillamiento general, hojas nuevas achinadas, enrolladas y con los bordes morados, enanismo por acortamiento de los entrenudos, tubérculos aéreos. El síntoma de la Papa rayada ó Zebra Chips es igual al Amarillamiento del Psilido, diferenciándose en que la Papa Rayada afecta, además, los tubérculos (Sengada et al, 2010). Los tubérculos afectados por la enfermedad presentan una coloración parda ó café del tejido vascular, lugar donde la bacteria se aloja, causado la muerte de las células circundantes (Miles et al, 2010; Butler y Trumble, 2012; Munyaneza, 2012). Al cortar transversalmente los tubérculo de plantas infectadas se puede ver los haces vasculares marcados por pequeños puntos cafés y que en conjunto se observa como una mancha (Figura 44). La bacteria transforma los almidones del tubérculo de la papa en azúcares lo que les da un sabor dulce, impide que estos puedan ser cocinados adecuadamente y le da una coloración rojiza ó acaramelada a las papas fritas (Figura 50), razones por la que son rechazados para su uso en la industria y para consumo fresco. También, los tubérculos afectados por esta enfermedad no pueden ser usados como semilla, ya que los brotes crecerán débiles y ahilados, muchos no lograrán germinar y los que los hacen morirán prematuramente.

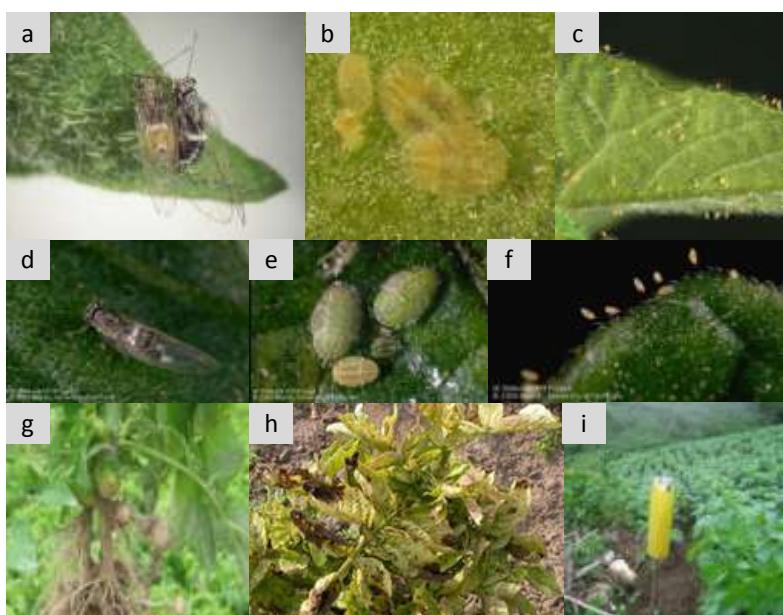


Figura 43. a y d) Adultos de *Bactericera cockerelli*; b y e) Ninfas; c y f) Huevos.

Las ninfas y huevos pueden encontrarse en el envés de las hojas.

Las fotos de abajo muestran algunos de los síntomas de la Papa Rayada: g) tubérculos aéreos, h) amarillamiento, i) Trampa amarilla usada para monitorear el insecto.

(Fotos a. b, c y h de Munyaneza et al, 2007 y fotos d, e y f UC Davis IPM Proyect).



Figura 44. A la izquierda, tubérculos de papa sin y con el síntoma de la Papa Rayada; al centro y la derecha, apariencia de papas afectadas por la enfermedad después de freídas. (Fotos del centro y la derecha obtenido de Munyaneza, 2012).

Bactericera cockerelli es un pequeño insecto, 2.5 mm de largo en su estado adulto, parecido a las chicharras, perteneciente a la familia Triozidae y a la orden Hemiptera (Munyaneza, 2012). Su ciclo de vida pasa por tres estadíos, huevo, ninfa y adulto. El adulto puede ser visto volando y saltando muy velozmente por bajo o encima del dosel de los cultivos, mientras que las ninfas y 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 Paratriozia es capaz de transportarse a grandes distancia por medio del viento ya que tiene la capacidad de elevarse muy arriba del suelo. Hay un reporte de 1939 que indica que adultos de Paratriozia fueron capturados con un avión a 1200 m de altura (Butler y Trumble, 2012). El adulto se alimenta de la savia de las plantas penetrando su estilete en el floema y muy raramente en el xilema (Butler y Trumble, 2012).

La duración del ciclo de vida de Paratriozia está muy relacionada con la temperatura del ambiente, presentándose altos niveles de multiplicación a altas temperaturas y reduciéndose a temperaturas frías. En el sur de Arizona, USA, Abdullah (2008) determinó en un cultivo de tomate la longevidad de los huevos y ninfas de Paratriozia a una temperatura de 26 – 27 °C, una humedad relativa de 60 – 70% y con un fotoperíodo de 12 horas. El encontró que los huevos tienen una duración de entre 5.7 a 8.2 días (Más o menos 7 días) y las ninfas entre 19.1 y 23.8 (Más o menos 22 días). Los adultos tienen una duración que oscila entre los 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 sus diferentes estadíos presentan una capacidad de supervivencia de 62.7% para los huevos, 47.3% para las ninfas y 40.6% para los adultos (Abdulla, 2008).

La bacteria *Candidatus Liberibacter solaneasarum* mantiene una relación simbiótica con Paratriozia y esta es transmitida a las plantas durante el proceso de alimentación de adultos y ninfas. La bacteria es capaz de causar daño a las plantas de papa siempre que las temperaturas del ambiente no estén por arriba de 32 °C (Cuadro 28), lo que no es alentador para los productores de papa considerando que la planta de papa se desarrolla a temperaturas que oscilan entre 10 y 24 °C. La bacteria puede ser adquirida por el insectos de forma transovárica, esto es, de la hembra adulta a los huevos y cuando las ninfas y adultos se alimentan de plantas infectadas con la bacteria. El daño causado por Paratriozia dependerá de la proporción de plantas afectadas dentro del cultivo. En un estudio desarrollado a finales del 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, esto debido a la fuerte reducción de los rendimientos y a la presencia de la bacteria en los

tubérculos (Cuadro 29). También se observó que plantas sin la sintomatología dentro de la misma plantación presentaron el 23 % de sus tubérculos con síntoma de la Papa Rayada. Esto indica que antes de observarse los síntomas en la parte aérea de las plantas, la bacteria ya afectado los tubérculos.

Cuadro 28. Efecto de la temperatura del ambiente sobre el desarrollo de los síntomas de la Papa Rayada y la bacteria que lo provoca *Candidatus Liberibacter solaneasarum* en plantas de papa (Munyaneza et al, 2011).

°C del ambiente	Planta expuestas	Plantas con Papa Rayada	Plantas con positivo para Liberibacter	Días para inicio de los síntomas	Días para 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

Cuadro 29. Comparación del rendimiento y calidad de la cosecha entre plantas con y sin síntoma de daño por Paratrioza a partir de los dos meses de edad en la zona alta de Intibucá, Honduras (Toledo, 2011).

Situación de la planta	Tubérculos de Primera/planta (gr)	Tubérculos con papa rayada
Con síntoma de punta morada	331.4	94 %
Sin síntoma	817.2	23 %
Probabilidad	0.01	0.01

Control cultural

1 Monitoreo. Establecer al menos cuatro trampas en cada plantación (hechas de plástico amarillo, 50 x 50 cm, rociadas con un material adherente como el aceite de motor) una a cada lado del área de cultivo, y en por lo menos 30 días antes de plantar (Figura 45). Esto dará información al productor de si hay presencia del insecto y porque lado están llegando. Inspecciones visuales de las trampas deberán hacerse 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 que las densidades del insecto crecen, estas se mueven hacia el centro del cultivo. Por tanto, la inspección visual de los cultivos debe comenzar con las plantas que se encuentran en los bordes. Se desconoce si estas trampas pegantes puedan llegar a ser una medida de control del insecto, por lo que mientras no se tenga más información estas deben servir solo para determinar la presencia ó dirección del movimiento del insecto.



Figura 45. A la izquierda, Evaluación de trampas de diferentes colores para captura de Paratrioza en Intibucá. El color amarillo fue el más efectivo. A la derecha se muestra el aceite 2 tiempos usado para impregnar las superficies del plástico; aunque también puede usarse cualquier otro aceite de petróleo ó de cocina, incluso el

2. Identificar y eliminar (enterrados o quemados) los hospederos alternos (Malezas, plantas voluntarias de papa, tomate, chile u otras solanáceas) dentro de las fincas o en el rededor del área de plantación.
3. Para las nuevas plantaciones, usar semilla certificada. 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* (brotes ahilados) esta deberá destruirse. No utilizar tubérculos de segunda o siguientes generaciones como semilla de plantaciones que tuvieron presencia de Paratrioza o si se desconoce el estado de la plantación que los originaron.
4. Se recomienda el uso de variedades tolerantes, aunque hasta el 2013 estas aún no se conocen. Las variedades usadas actualmente en Honduras no tienen resistencia ó tolerancia al daño provocado por Paratrioza.
5. Rotación con cultivos diferentes a los solanáceos. Nunca rote con tomate, chile o cualquier otra solanácea.
6. Eliminar todos los rastrojos de los cultivos de papa u otras solanáceas al final del cultivo.
7. En Colorado, USA, se recomienda el uso de plantas de chile como cultivo trampa alternado entre las hileras del cultivo de papa (Butler y Trumble, 2012). No obstante, deberá aún validarse la afectividad de esta metodología.
8. En tomate se encontró que cubrir el suelo con plástico de color aluminio ó blanco repele los adultos del Paratrioza (Demirel y Cranchaw, 2006). Sin embargo y al igual que el anterior, esto aún debe validarse.

Control químico: De acuerdo a Munyaneza (2012), la transmisión de la bacteria *Liberibacter solaneasarum* por el insecto Paratrioza a las plantas hospederas se da en un lapso de 2 horas. Esto indica que potencialmente aún unos pocos insectos podrían afectar severamente una plantación. Considerando lo anterior, se deberán hacer aplicaciones de pesticidas si hay presencia de ninfas y adultos en las plantaciones. Para obtener una mayor eficiencia de los pesticidas estos deben ser aplicados al revés y derecho de las hojas. Gharalari y colaboradores (2009), encontraron que cuando productos como thiametoxan y bifentrina fueron aplicados solo por encima de las hojas tuvieron una eficiencia en el número de insectos muertos por hoja del 35 y 53 %, respectivamente, y cuando la aplicación se hizo a ambos lados de las hojas la eficiencia fue del 100 y 85 %, respectivamente.

Insecticidas recomendados:

Nombre comercial (Ingrediente activo)	Dosis	Forma de protección	Ingreso al insecto
Actara (thiametoxan)	1 copa/bomba 18 lt	Sistémico	Ingestión
Endosulfan, Thiodan, Thionex (Endosulfan)	3 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Vertimec, New Mectin, Verlaq (Abamectina)	½ copa/bomba	Traslaminar	Ingestión
Talstar 100 EC (Bifentrina)	1 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Spintor (Spinosad)	½ copa/bomba	Traslaminar	Contacto e ingestión
Movento (Spirotetramat)	¾ copa/bomba	Sistémico	Ingestión

Algunos aspectos a considerar en control químico de Paratrioza

1. Imidacloprid (Muralla, Confidor) es efectivo para el control de Paratrioza, pero se ha observado que causan alta mortalidad de las abejas. En un estudio en México se encontró que imidacloprid (Confidor, Muralla) y profenofos (Curyon) afectaron negativamente al enemigo natural de Paratrioza, *Chrysoperla cornea*. De acuerdo al mismo estudio, abamectina fue altamente selectivo para Paratrioza, mientras que endosulfan y bifentrina (Talstar) afectaron poco al depredador (Cerna et al, 2012).
2. Al menos un estudio en México presentó que imidacloprid tiene poco efecto en la mortalidad de Paratrioza (Delgado et al, 2005). Sin embargo, Butler y colaboradores (2011) encontraron que los adultos de Paratrioza parados sobre hojas a las que se les había aplicado imidacloprid se alimentaron mucho menos que los de las plantas sin tratar.
3. Díaz y Trumble (2012) encontraron que disulfuro dimetil a dosis de 0.5, 1, 2 y 5 gr/lt tuvo efecto repelente en los adultos de *Bactericera cockerelli*. Lo mismo, los aceites esenciales de la madera de cedro, ajedrea, tomillo, árbol de té, menta, clavo de olor. Sin embargo, será necesario validarlos antes de ser recomendado en el país.
4. Algunos autores recomiendan el uso de la arcilla caolinita aplicada en solución en agua al follaje de las plantas como una medida de control de Paratrioza. Sin embargo, Butler y colaboradores (2011) presentaron que la caolinita no fue diferente al control en el número de plantas afectadas por Paratrioza. Igual resultado se obtuvo con aceite agrícola aplicado al follaje de plantas de papa.

9.1.6 Mosca minadora de la hoja *Liriomyza huidobrensis*, *L. sativae*, *L. trifolii*

Liriomyza causa daño a las plantas porque en su estado larval se alimenta del mesófilo de las hojas (interior de las hojas), haciendo galerías que ocasionan la pérdida de área fotosintética. *Liriomyza* es una pequeña mosca (alrededor de 2 mm de largo) con tórax de colores negro y amarillo y patas de color amarillo (Figura 46), activas durante el día, especialmente del mediodía para abajo. Las hembras pueden producir entre 62 y 107 huevos durante lo largo de su vida mismos que deposita en las hojas de las plantas (Palacios, 1997). En el estado larval son gusanos de alrededor de 3 mm de largo, cuando están en su mayor desarrollo, de color que va de cremoso a amarillo (Figura 43) y se les encuentra en el interior de las hojas. Los huevos tienen forma de riñón, blancuzcos y mide 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 empapan ya sea en el suelo o sobre las hojas (Figura 43). Las pupas son de color que va 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 La zona alta de Intibucá es plaga importante del cultivo de la papa. También son sensibles al ataque de *Liriomyza* el tomate, apio, arveja, espinaca, lechuga, chile, remolacha entre otras.



Figura 46. Arriba: Adulto de la mosca minadora (*Liriomyza*), 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 (Foto de UC IPM Proyect).

Abajo: A la derecha se observan puntos blancos ocasionados en los procesos de alimentación y oviposición del adulto, y a la izquierda se ven las galerías en hoja hechas por las larvas de *Liriomyza*.

Control: Debido a la gran cantidad de hospederos alternos que este insecto tiene, se debe evitar el crecimiento de malezas dentro de los cultivos. Las trampas amarillas pueden servir para monitorear su presencia en las plantaciones y deben ser supervisadas continuamente para detectar la presencia del insecto. Los adultos de *Liriomyza* se mueve saltando y volando encima del dosel de los cultivos. En general el daño comienza en las hojas de abajo. El primer síntoma son los puntos causados por la hembra al alimentarse y ovipositar, como se muestra en la Figura 46.

Un efectivo control se puede obtener usando la trampa pegante móvil que se muestra en la figura 47. La trampa debe ser pasadas todas las veces que sea necesario hasta que ya no hallan capturas del insecto. El uso de esta trampa reduce el costo del control de *Liriomyza* ocho veces, en comparación al control químico. Una vez que el plástico pegajoso se satura de insectos, este debe ser lavado para seguidamente impregnarse de aceite nuevamente y seguir pasando la trampa.





Figura 47. Trampa pegante móvil para control de la mosca minadora (*Liriomyza*) en el cultivo de la papa. La trampa es hecha con tubos y accesorios de PVC de 2" drenaje y una lamina de plástico encima, cuyas caras internas llevan aceite de cocina, nuevo o quemado, aceite de motor delgado, nuevo ó quemado, o aceite dos tiempos.

Los siguientes pesticidas pueden ser usados contra *Liriomyza*:

Nombre comercial (Ingrediente activo)	Dosis	Forma de protección	Ingreso al insecto
Trigard 75 WP (ciromazina)	½ copa/bomba*	Sistémico	Contacto e ingestión
Vertimec, New Mectin, Verlaq (Abamectina)	½ copa/bomba	Traslaminar	Ingestión
Confidor (Imidacloprid)	1.5 copas/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Engeo (thiametoxan + lambda-cihalotrina)	¼ copa/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Vydate (oxamilo)	2 copas/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Spintor 12 SC (spinosad)	0.5 copa/bomba	traslaminar	Contacto e ingestión

Bomba de 18 lt

9.1.7 Pulga saltona de la papa (*Epitrix* sp)

Este insecto en su forma adulta se alimenta de las hojas de la planta de papa y en su estado larval se alimenta de sus raíces y tubérculos (Figura 49). A pesar de que esta plaga es muy común en Honduras, los productores no le dan la importancia debida.

Los adultos son insectos con caparazón que miden entre 1.5 a 2 mm de largo (Figura 48). Los huevos son muy pequeños, entre 0.2 y 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 estado. Posteriormente, las larvas se convierten en pupa, siempre dentro del suelo. Las pupas son blancas y tienen una longitud de entre 0.6 a 0.8 mm.

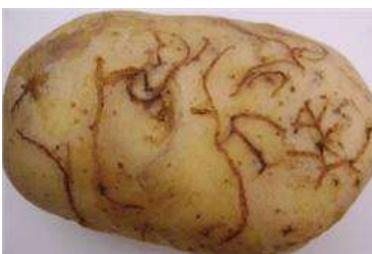


Figura 49. Daño a hoja por los adultos y daño al tubérculo por las larvas de *Epitrix*. (Foto www.forestryimages.org)



Figura 48. Adulto de *Epitrix* sp sobre una hoja de papa. Mide 2 mm de largo.

Control

- Eliminación de papa voluntaria
- Rotación de cultivo
- Buena preparación de suelo
- Buen manejo de riego para evitar que el suelo forme rajaduras, ya que esto dará lugar a que las hembras pongan sus huevos más cerca de las raíces y tubérculos
- Aplicar temprano y alto, por la misma razón anterior
- Control químico: Se recomienda la aplicación de pesticidas si hay más de 1 pulgón/hoja ó más de 5 agujeros por cm² de hoja (Ormeño y Rosales, 2008).

Insecticidas recomendados:

Nombre comercial (Ingrediente activo)	Dosis	Forma de protección	Ingreso al insecto
Thiodan, Thionex, Endosulfan (endosulfan)	3 copas/bomba*	Contacto	Contacto e ingestión
Engeo (thiametoxan + lambda-cihalotrina)	¼ copa/bomba	Sistémico	Contacto e ingestión
Danitol (fenpropatrin)	1 copas/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Karate (Lambda cihalotrina)	1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión
Monarca (triacloprid + B-sifirina)	1 copa/bomba	Contacto	Contacto e ingestión

*18 lt

De acuerdo a Ormeño y Rosales (2008), un buen control de este insecto se obtiene asperjando a las plantas una solución de ruda. Para elaborar la solución, primero se deja en remojo por 10 a 15 días, $\frac{1}{2}$ kg de hojas picadas de ruda en 6 lt de agua, removiéndose diariamente. Al final, se filtra el contenido para obtener unos 5 lt de concentrado. Para aplicación al cultivo, se agregan 2 lt del concentrado a 18 lt de agua y se aplica con una bomba aspersora. Sin embargo, esto aún debe validarse en el país.

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

Los gusanos alambre habitan en el suelo y son importantes porque se alimentan de los tubérculos de papa, barrenándole numerosas cavidades superficiales y, a veces, minando el interior (Figura 50). Además de afectar directamente la calidad y apariencia de los tubérculos, los hoyos y minas pueden servir de entrada a patógenos del suelo, como las bacterias y hongos como *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 coloración del gusano y la duración de los ciclos biológicos. Se desconoce cuáles son las especies presentes en las zonas paperas de Honduras. En general, los gusanos son de color amarillo ó amarillo-café y su tamaño puede oscilar en 2.5 mm de largo (Figura x) (van del Zaag, 1994). De acuerdo a King y Saunders (1984), los huevos son depositados en el suelo por las hembras y tienen una duración de entre 7 y 30 días, dependiendo de la especie. El estado larval puede durar entre un mes y un año. Las pupas son de color blanco ó amarillo pálido, depositadas dentro de una cámara pupal, dentro del suelo, y tienen una duración de entre 6 y 14 días. Los adultos son insectos con caparazón, con un longitud de entre 3 a 10 mm (Figura X).

Control : Buena preparación de suelo, eliminación de papa voluntaria, si se usa el riego por goteo, es posible hacer aplicaciones eficientes de insecticidas al suelo. Control químico: Si hay antecedentes de daño por este insecto, aplicar insecticidas granulados, como Thimet (Forato) ó Volaton (Foxim) ó 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.

9.1.9 Diabrótica (*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 diabrótica es una plaga generalizada que cubre una gran cantidad de especies y que puede causar daños en los cultivos de papa.



Figura 50. **Arriba:** Daño provocado por el gusano alambre. **Abajo:** Adulto y larva de dos especies de gusano alambre: arriba *Limonius conus* y, abajo: *Agriotes obscurus*; según www.agr.gc.ca.
(Fotos: R. S. Vernon y W. van Herk).



Figura 51. *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 51 se presentan dos especies de Diabrótica 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 blancas con cabezas negras hacen una madriguera en el suelo para alimentarse de raíces y tallos bajo la tierra. Ellas empullan en el suelo antes de surgir como adultos.

Control: Una buena preparación del terreno antes de la siembra destruye los huevos y 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 chinches benéficas bajan los números 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.

9.2 El manejo de organismos que causan enfermedad en la planta de papa

Enfermedades ocasionadas por hongos

9.2.1 Tizón tardío *Phytophthora infestan*

En Honduras y alrededor del mundo, el tizón tardío es la plaga de mayor importancia del cultivo de papa debido a su agresividad y rapidez con que puede llegar a destruir las plantaciones. Actualmente se sabe que este organismo no es un hongo y ha sido reclasificado dentro del reino Chromista como un Oomiceto, junto con las algas (Pérez y Forbes, 2008; Jaramillo, 2003). Algunos autores consideran que debido al hecho de haberse considerado erráticamente a *Phytophthora* como un hongo causó un enorme atraso en el desarrollo de métodos de control más adecuados (Jaramillo, 2003).

El síntoma más característico de la presencia de *P. infestan* en las plantas es la “quema” de las hojas, generalmente del borde hacia adentro, y los tallos. Al reverso de las manchas o en los tallos infectados se pueden ver las estructuras del hongo de color grisáceo (Figura 52).



Figura 52. Síntoma del tizón tardío en hojas y tallo de la planta de papa

Phytophthora es más infectivo a temperaturas debajo de los 15 °C y humedad relativa arriba de 80 % (Agrios, 1984; Pérez y Forbes, 2008), condición normal en las noches de las zonas altas en Honduras. En los días de verano, con temperaturas arriba de 20 °C y humedad debajo 80 % en el día, el proceso de infección del hongo es más lento, pues las condiciones óptimas de infección se limitan a la noche. Pero en los días lluviosos o con presencia de frentes fríos, la velocidad de

infección se multiplica. *Phytophthora* produce unas estructuras microscópicas en forma de huevo o limón denominada esporangio. Dentro de los esporangios 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 al 80 %, las zoosporas se liberan del esporangio 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, 1984). Bajo condiciones de clima adecuados, una nueva infección se produce cada cuatro días. Debido a que la germinación de las zoosporas o esporangios toma alrededor de tres horas y la penetración del tejido entre dos y tres horas la infección ocurre solamente en períodos durante los cuales las hojas y 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 con humedad del ambiente menor a 80 %. A temperaturas arriba de 25 °C se desacelera la tasa de multiplicación de *Phytophthora* (van der Zaag, 1994).

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

Prácticas culturales.

1. No regar las plantaciones usando sistemas de riego por aspersión. *Phytophthora* solo puede movilizarse y producir la infección si la planta o partes de ella están mojadas.

Si no hay otra posibilidad, es preferible hacer los riegos por aspersión en la noche, ya que debido a la alta humedad del ambiente por las noches, igual las plantas se van a humedecer. De esta forma las plantas se mantienen secas durante el día, lo que retrasará la multiplicación de *Phytophthora*. Si hay presencia del tizón en la plantación, evitar regar en exceso al final del ciclo debido a que se contaminarán los tubérculos.

2. Usar variedades resistentes. Esta es una recomendación hecha en todo el mundo, sin embargo, en Honduras se desconoce si algunas de las variedades usadas tienen algún grado de resistencia. Investigación sobre este aspecto debe ser hecha, en especial con materiales desarrollados en Sudamérica ya que esta región tiene climas más parecidos al nuestro.

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 otras enfermedades.

4. Erradicar las plantas voluntarias y tubérculos desechados al menos 100 m alrededor del lugar donde se establecerá la plantación. No usar distancias de siembra muy cercanas ya que cuando las plantas crezcan se tupirán reduciendo la entrada del aire y causando un microclima de alta humedad debajo del dosel lo que dará lugar a mayores multiplicaciones 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. Al terminar la cosecha, se debe recoger todo residuo del cultivo y quemarse o enterrarse para impedir que *P. infestan* sobreviva por más tiempo en el campo. Además se deberá rotar la parcela con cultivos que no son hospederos de *P. infestan*, como el maíz.

Control químico: Es de conocimiento general que *Phytophthora* tiene una alta capacidad de desarrollar resistencia a los fungicidas, en especial a los de un grupo denominado Fenilamidas, donde se incluye el ingrediente activo metalaxil (Ridomil) (Pérez y Forbes, 2008). Debido a esto, el plan de control químico debe incluir la rotación de productos de contacto y traslaminares o sistémicos. Debido a la susceptibilidad de las variedades holandesas y a la condición climática de las zonas altas de Honduras, siempre adecuadas para el desarrollo de la enfermedad, las aplicaciones deben hacerse desde las etapas iniciales del cultivo usando una rotación de productos sistémicos y de contacto. En la época seca (y si no hay presencia de frentes fríos) se deberán hacer aplicaciones semanales de fungicidas, comenzando una vez que todas las plantas hallan brotado (12 a 15 días después de la siembra). En la época de lluvias se deberán hacer al menos dos aplicaciones semanales. Debido a que los cuerpos fructíferos de *Phytophthora* se encuentran en el envés de las hojas las aspersiones deberán ir dirigidas ahí, 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. Una rotación valida es, por ejemplo, clorotalonil – mancozeb – propineb (Ver el programa de fungicidas en la Figura 53).

Los siguientes fungicidas pueden ser usados para control del tizón tardío:

Nombre comercial (Ingrediente activo)	Dosis
Fungicidas acción por contacto	
Daconil, Bravo 72 (clorotalonil)	2 a 3 copas/bomba*
Dithane, Manzate (Mancozeb)	3 a 6 copas/bomba
Antracol (Propineb)	6 a 8 copas/bomba
Fungicidas traslaminares y sistémicos	
Acrobat MZ 69 (dimetomorf+mancozeb)	5 copas/bomba
Curzate M 72 (cymoxanil+mancozeb)	6 copas/bomba
Previcur N 72 (Propamocarb)	2 copa/bomba*
Positron (iprovalicarb+propineb)	1 copa/bomba
Amistar 50 (Azoxistrobin)	½ copa/bomba
Equation Pro 52.5 (famoxadona+cymoxanil)	2 copas/bomba
Equation Contac 68.75 (famoxadona+Mancozeb)	5 copas/bomba
Avante (Metalaxil + mancozeb)	4 a 6 copa/bomba

*Bomba de 18 lt

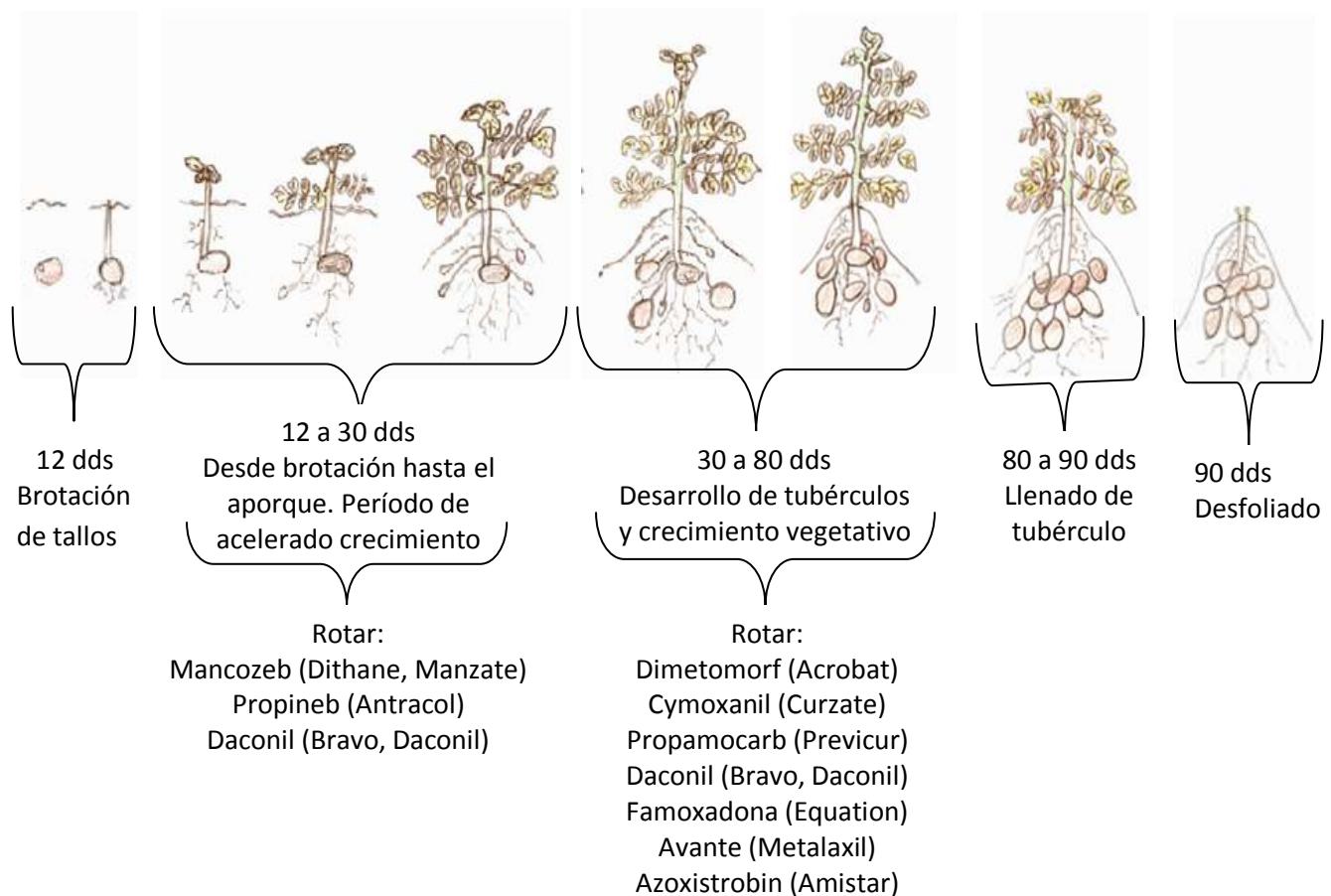


Figura 53. Programa de control químico del tizón tardío en papa

9.2.2. Tizó temprano *Alternaria solani*

El hongo *Alternaria solani* provoca la enfermedad de la papa denominado tizón temprano y contrario a su nombre, suele aparecer al final del ciclo del cultivo. Esta enfermedad se desarrolla principalmente sobre las hojas en las cuales provoca lesiones en forma de manchas secas oscuras, con tamaños que van desde 1 mm hasta 2 cm de diámetro (APS, 2006; Ven der Zaag, 1994). Inicialmente son angulares y limitadas por las venas, y que al ir creciendo se pueden volver redondeadas y con un halo amarillo alrededor (Figura 54).

Frecuentemente las manchas desarrollan anillos concéntricos, lo cual es un signo muy característico de este hongo. Normalmente la infección se inicia en las hojas de abajo, pero a medida que se incrementa la presión del hongo ó la edad de la planta las infecciones van presentándose, paulatinamente, en las hojas de más arriba.

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



Figura 54. Hojas y tubérculo de papa presentando síntomas de la infección con *Alternaria solani*

La infección inicial se presenta cuando las esporas del hongo infectan la planta a partir de residuos de cosecha depositados sobre el suelo y contaminados con el hongo ó esporas diseminadas por el viento desde otros campos cultivados (APS, 2006; Ven der Zaag, 1994). *Alternaria* puede desarrollarse sobre el tejido a temperaturas entre 10 y 35 °C, y siempre que la condición de humedad rebase el 90 % (APS, 2006; Ven der Zaag, 1994). La formación de esporas se lleva a cabo en la oscuridad a temperaturas entre 5 y 30 °C, con el óptimo a 20 °C, y siempre en condición de alta humedad (APS, 2006).

Las infecciones a los tubérculos se pueden dar sólo después de la cosecha y en tubérculos con daño mecánico o inmaduros. *Alternaria solani* no percola dentro del suelo y no penetra la piel de los tubérculos maduros (APS, 2006; Ven der Zaag, 1994).

En el altiplano de Intibucá *Alternaria solani* no es considerado el problema número uno limitando la producción. Típicamente *Alternaria* 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 *Alternaria* se presenta antes de los dos meses, generalmente se debe a otros factores que están provocando debilidad en las plantas, como encharcamientos o toxicidades.

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 pueden ser rotados para el control de alternaria:

1. Daconil, Bravo (clorotalonil). Contacto	2 copas/bomba 18 lt
2. Amistar (azoxistrobin). Sistémico	0.5 copas/bomba
3. Mancozeb, Dithane, Manzate). Contacto	3 a 6 copas/bomba
4. Rovral (iprodione). Contacto	6 copas/bomba

9.2.3 *Rhizoctonia solani*

Este es un hongo del suelo que esta distribuido por todo el mundo y que causa enfermedad a muchos cultivos (Agrios, 1984). En papa el hongo ataca los brotes y tallos jóvenes produciendo manchas de color café que rodean el tallo dentro o al nivel del suelo y que con el tiempo hacen que

este se habla de la zona afectada y se acame. Cuando las condiciones son adecuadas 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, 1984). En los tubérculos infectados se forman estructuras del hongo de color negro (Figura 55) y a veces puede aparecer un micelio blanco en los tallos al nivel del suelo (van der Zaag, 1994). Cuando las infecciones en el tallo se dan en plantas adultas, puede haber rosetamiento y las hojas mas nuevas de los tallos efectados pueden tornarse rojizos o amarillentos. Debido al ahogamiento que causa en los tallos, no es posible que la planta le transfiera carbohidratos a los estolones, por lo que esta tiende a producir tubérculos aéreos de coloración rojiza o purpura y en forma de botella (van der Zaag, 1994).

La condición optima para el desarrollo del hongo se da en suelos con humedad a capacidad de campo y temperaturas cercanas a los 18 °C (Torres, 2008).

Un mayor daño se puede dar en días con temperaturas del ambiente menores a 10 °C en plantaciones recien sembradas debido a que los brotes tardan en emergir y así el hongo tiene 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). Debido a esto, cuando se siembra en suelos con presencia de *R. solani* es mejor no enterrar muy profundo la semilla, de forma que los brotes salgan a la superficies del suelo rápidamente y se tornen verdes.

Rhizoctonia se propaga por la lluvia, por el riego por aspersión o inundación y por la semilla contaminada. Los corpusculos de *R. solani* (sclerotias), a falta de hospederos en el campo, sobreviven en tubérculos almacenados o en residuos de las plantas hospederas.

Control: Se debe usar semilla libre del patógeno (Semilla certificada), rotar el suelo por lo menos tres años. Se debe evitar sembrar en suelo de pobre drenaje (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 aereación del suelo. Cuando se requiere esterilizar pequeñas cantidades de suelo o sustrato, la desinfección termica es posible sometiendo al suelo o 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 a sus anchas al no existir competidores.



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

9.2.4 La Roña *Spongospora subterreneae*

La roña es un hongo del suelo que afecta las partes de la planta de papa que están dentro del suelo. Este hongo, además de dañar directamente la planta, puede transmitirle virus.

Reduce fuertemente la calidad de los tubérculos ya que forma pústulas en su superficie en forma de verrugas que al romperse, para liberar los corpúsculos de multiplicación del hongo o zoosporas, deja cicatrices por todo el tubérculo. En las raíces el hongo forma unos abultamientos de tejido de 2 a 10 mm de diámetro denominadas agallas. Cuando el número de agallas en las raíces es alto la planta puede llegar a marchitarse, aunque generalmente esto no llega a suceder (Figura 56).

A falta de hospederos, *Spongospora* se mantiene en el suelo en forma de esporas dormantes las que, al entrar en contacto con tejidos vivos de la planta de papa, germinan produciendo, tiempo después, los corpúsculos de multiplicación o zoosporas. Las zoosporas se desplazan en busca de hospederos nadando a través del agua. Estas zoosporas infectan el tejido de las plantas desarrollando, después, zoosporas secundarias. La reinfección de los tejidos por las zoosporas secundarias da lugar a la formación de verrugas y agallas. El hongo sobrevive en el suelo en un amplio rango de pH, a humedad a capacidad de campo y a temperaturas del suelo de 16 a 29 °C (van der Zaag, 1994).

Las zoosporas pueden sobrevivir en el suelo hasta por seis años, lo que indica que las rotaciones deben durar esta misma cantidad de años 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.

Control: Usar semilla libre de la enfermedad; hacer rotaciones con plantas que no son hospederos del hongo, como el maíz, pastos u otras gramíneas; si hay presencia de la enfermedad en el suelo, el período de rotación debe durar seis años. No se debe aplicar al suelo estiercoles de animales que hayan sido alimentados con papa u otros alimentos infectados con el hongo.

Enfermedades ocasionadas por bacterias

Las bacterias son organismos microscópicos, tráculados y que se multiplican asexualmente dividiéndose cada una en dos (fisión binaria). Debido a esto, las bacterias tienen una alta capacidad de multiplicación que solo se detiene cuando ya no hay alimento. Bajo condiciones favorables, a partir de una sola bacteria se pueden llegar a formar 1 millón en 10 horas (Agrios, 1985). Estos organismos pueden crecer en un amplio rango de temperaturas, desde 5 a 37 °C. Las bacterias mueren a temperaturas de 50 °C (Agrios 1985).



Figura 56. Tubérculo con berrugas y raíces con presencia de agallas causadas por *Spongospora*. (Obtenida de: The American Phytopathological Society, 2001. <http://www.apsnet.org>)

Algunas solo pueden desarrollarse en plantas hospederas vivas por lo que, 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 de agua, llevadas por la corriente o salpicadura de las lluvias, riego por aspersión o riego por gravedad. También algunas pueden ser llevadas de un lugar a otro en los organismos de insectos o mediante la acción del hombre cuando traslada semilla o partes de plantas infectadas o, localmente, mediante instrumentos de trabajo y las manos al manipular las plantas.

Hay diversas bacterias que dañan las plantas de papa, sin embargo, en Honduras las más dañinas son *Ralstonia solanacearum* y especies pertenecientes al género *Erwinia*.

9.2.5 Pudrición blanda de los tubérculos y pierna negra *Erwinia* spp.

Erwinia es una bacteria que habita los suelos y su característica principal es que causa pudriciones blandas a las plantas infectadas. Muchas veces los tejidos dañados presentan mal olor, causado por infecciones secundarias de organismos diferentes a *Erwinia*. Hay varias especies de *Erwinia* relacionadas con la enfermedad; de acuerdo a van der Zaag, *Erwinia Carotovora* subespecie *carotovora* es la causante de la pudrición de los tubérculos, mientras que *Erwinia carotovora* subespecie *atroseptica* y *Erwinia chrysanthemi*, relacionadas con la pudrición del tallo.

Erwinia infecta los tubérculos entrando por las lenticelas (aberturas naturales del tubérculo) o por heridas causadas por otros organismos (hongos, insectos o nemátodos) o por las herramientas de trabajo durante la cosecha. El daño comienza con una pequeña mancha oscura en la superficie del tubérculo por donde se inició la infección. Una vez que se produce la infección la enfermedad progresó con mucha rapidez hasta podrir totalmente el tubérculo, volviéndolo una maza de tejidos descompuestos. Una vez que el tubérculo-semilla sufre daño significativo, los tallos se degradan. La sintomatología de los tallos es variable dependiendo del clima, cuando este es seco (como en varano), antes de presentarse la marchitez, las hojas se ponen cloróticas o amarillentas y quemadas en los bordes. Cuando el clima es húmedo (invierno) se observa achaparramiento y marchites de hojas y tallos y es posible que no se presenten amarillamientos o quemaduras de las hojas (Figura 57). 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 estaban en estado avanzado de infección al momento de la siembra, la bacteria mata los brotes antes de salir a la superficie.

Ya sea que la infección avance desde los tubérculos infectados o a partir del inóculo de la bacteria en el suelo, *Erwinia* también produce la pudrición blanda de los tallos ó tallo hueco. En estos casos el tallo, al nivel del suelo o incluso hasta el nivel de las hojas, toma una coloración oscura y si se aprieta saldrá un jugo bliso desde el interior del tallo. Con el tiempo la parte infectada se hablanda tanto que la planta cae al suelo.



Figura 57. Izquierda, plantas de papa marchitadas por *Erwinia*. Centro, Tubérculos afectados por *Erwinia*. Derecha, oscurecimiento de la base del tallo, síntoma característico de la enfermedad Tallo Hueco ocasionado por *Erwinia*.

Control: Aunque *Erwinia* este presente en el suelo o en los tubérculos, la infección solo se producirá si hay humedad y será más intensa si además hay falta de oxígeno. El control de esta bacteria está basado en práctica de manejo que impidan la humedad y falta de oxígeno de los tubérculos almacenados y las plantas en el campo.

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 provoca que *Erwinia* u otros organismos 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 de la zona alta de Intibucá.

En almacenamiento: Otra situación que provoca la infección de *Erwinia* a los tubérculos es cuando estos se almacenan amontonados y sin aereación. Los tubérculos contenidos en sacos que quedan abajo están tan apretados que no hay entrada de oxígeno ni paso del aire, necesario para que ventile y se lleve la humedad desprendida por los mismos tubérculos, por lo que la humedad se acumula lo que lleva a que *Erwinia* infecte y se multiplique rápidamente. Para evitar esto, los sacos conteniendo los tubérculos deben ser dispuestos de tal forma que permita la ventilación.

Durante la cosecha, los tubérculos infectados con la bacteria y que presenten daño mecánico deben ser descartados. Los residuos de plantas infectados deben ser removidos del campo y enterrados o quemados. Los almacenes deben ser desinfectados antes de ingresar los tubérculos de la nueva campaña y supervisiones semanales deben ser hechas en búsqueda de tubérculos infectados.

En campos pobemente drenados: En plantaciones de papa en el campo, cuando llueve mucho o se riega en exceso y el terreno cultivado tiene pobre 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 *Erwinia* para infectar la planta y desarrollarse velozmente. Antes de sembrar y durante la preparación del suelo se deben llevar a cabo medidas que permitan el rápido drenaje del agua de lluvia o riego. Si el campo es plano y de estructura pesada (se rajan cuando están secos), se debe considerar la opción de sembrar en camas de unos 30 cm de alto. Esto permitirá el rápido drenaje y mayor aereación 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 *Erwinia*. Aplicaciones de fosforo redujeron la infección, mientras que el potasio no tuvo ningún efecto. Antes, en estudios de laboratorio en 1989, Pagel y Heitefuss encontraron que las paredes celulares de cultivares de papa menos sensibles a *Erwinia* presentaron mayor contenido de calcio que los cultivares sensibles al daño de la bacteria. Esto es interesante porque los suelos de la zona alta de Intibucá son deficientes en calcio. Un suplemento adecuado de este nutriente podría darle a las plantas un poco de resistencia a esta bacteria.

Control químico. En general se considera que actualmente el control químico efectivo de las bacterias no es posible y 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, 2001; García, et al (2002); Guevara, 2002; Sharga y Lyon, 1998); estudios recientes en Intibucá en plantas de papa sobre suelos altamente contaminados por las bacterias *Erwinia* y *Ralstonia* indican que productos como oxitetraciclina, *basillus subtilis* (Serenade) y Cuprimicin (sulfato de estreptomicina + oxitetraciclina + sulfato tribásico de cobre) aplicados al follaje no tienen efecto bactericida sobre estos patógenos (Toledo, 2012). También se evaluó la aplicación al suelo de ácido nítrico (Regain) y *Basillus subtilis* (Serenade) y tampoco hubo efecto bactericida sobre *Erwinia* y *Ralstonia* (Toledo, 2013. Datos no publicados)

Respecto a la desinfección de tubérculos, en Uruguay se encontró que el lavado de tubérculos contaminados por *Erwinia* con una solución conteniendo 150 ml/100 lts 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 *Erwinia* 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 *Erwinia* (Dupuis, García y Boel, 2008). En Intibucá, una efectiva desinfección de tubérculos se obtuvo con amonio cuaternario a una dosis de 2 ml/lt (Toledo, 2012). Sin embargo, esta dosis causó quemaduras en tubérculos tajados, por lo que en estos casos se deberá reducir la dosis.

9.2.6 Marchitez bacterial *Ralstonia solanacearum*

El síntoma principal de esta enfermedad es la marchitez total de la planta o los tallos afectados. 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 otros cultivos como tabaco, tomate, berenjena, platano, cacahuate, soya (Agrios, 1985). La humedad del suelo y temperaturas arriba de 21 °C son ideales para el desarrollo de la enfermedad. La marchitez inicia en las hojas de arriba de la planta. A veces, en su estado inicial se puede observar que solo los foliolos de un lado de la hoja se marchitan o se pone ligeramente

amarillo (Figura 58). Tambien, a veces se observa que solo un tallo se marchitan, permaneciendo bien el resto de la planta.

En estados avanzados de la enfermedad, si se hace un corte transversal del tubérculo o tallo de la planta infectada y apretamos veremos que sale una sustancia lechosa blanca cremosa de los haces vasculares. Esta sustancia es visible tambien en los "ojos" de los tuberculos y causa que la tierra se adhiera a los "ojos" (Figura 59). Tambien, cuando el estado de daño es avanzado, los haces vasculares se observan de color pardo o negro. Si se hace un corte longitudinal del tallo se observará que los haces vasculares tienen una coloración parda u oscura.

Si se sumerge en agua limpia un lado de un trozo de tallo (3 cm) obtenido de la base de un tallo con marchitez, despues de unos minutos se observará una sustancia biscosa blanca 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 esta infectada, el daño puede darse despues 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 plantas adultas (van der Zaag, 1994).



Figura 58. **Arriba:** plantas de papa afectadas por *Ralstonia solanacearum* (obtenida de INTA, 2002. Argentina). **Abajo:** marchitez de los folíolos de un lado de la hoja, síntoma temprano característico de la infección por *Ralstonia*.



Figura 59. Diferencia entre el síntoma de *Ralstonia* y *Erwinia* en tubérculos. El de la izquierda presenta un síntoma típico de *Ralstonia*, una sustancia lechosa saliendo por las yemas u "ojos". Si se hace un corte transversal en el tubérculo, esta misma sustancia lechosa aparecerá de los haces vasculares. Los de la derecha presentan una coloración negra y sale espuma a través de los tejidos rotos, característico de *Erwinia*.

Ralstonia solanacearum es transmitida por semilla contaminada. También por maquinaria, herramientas, zapatos, agua de riego conteniendo 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.

Control: El control de esta bacteria esta basado totalmente en medidas que llevan a evitar su entrada a las parcelas de producción.

1. Solo use semilla certificada obtenida de compañías de prestigio. Use la semilla de segunda generación solo si se está seguro de que en la plantación no hubo presencia de la bacteria.
2. Si la bacteria se presenta en las parcelas de producción, en lo sucesivo estas deberán ser cultivadas con especies que no son afectados por la bacteria, como pastos, maíz, arveja, cebolla, ajo, repollo, coliflor, brócoli y por al menos cinco años, antes de volver a sembrar papa. En Nepal, Pradhanang (1998) reportó que año y medio sin cultivo no fue suficiente para reducir la enfermedad en un suelo contaminado por *Ralstonia*.
3. Limpie la maquinaria y herramientas cuando estas han sido usadas en parcelas contaminadas con *Ralstonia*. Para la limpieza se puede usar medio litro de cloro o legía comercial (5%) en 5 o 10 lts de agua ó amonio cuaternario en dosis de 5 ml por litro. Los trabajadores deben limpiar sus manos, guantes y calzado con esta solución de cloro, removiendo el suelo pegado, antes de entrar a las parcelas de papa.
4. Se deben controlar eficazmente todos los organismos que causan heridas a la planta y tubérculos en el suelo, como los nemátodos, la polilla (*Phthorimaea*) y la “gallina ciega” (*Phyllophaga*), ya que la bacteria infectará más fácilmente las plantas que presentan heridas en sus partes subterráneas.
5. Una vez que la plantación ha sido desfoliada o “chapeada”, todos los rastrojos deben ser enterrados o quemados inmediatamente. Al final de la cosecha, todos los residuos deben ser recojidos y enterrados o quemados. Estas prácticas ayudarán a reducir el inóculo de la bacteria ya que *Ralstonia* sobrevive más tiempo cuando hay residuos de las plantas hospederas.
6. Se debe evitar condiciones de humedad excesiva. Procedimientos para lograr una rápida salida del exceso de agua de las parcelas cultivadas y para mejorar la ventilación deben ser hechos antes de sembrar.
7. Control químico: No existe el control químico eficiente para *Ralstonia*. Como ya se indicó antes, estudios en Intibucá indican que productos como oxitetraciclina, *basillus subtilis* (Serenade) y Cuprimicin aplicados al follaje de plantas de papa no tienen efecto sobre *Erwinia* y *Ralstonia*. Igual sucedió con la aplicación al suelo de ácido nítrico (Regain) y *Basillus subtilis* (Serenade).

Algunos autores indican que ciertas sustancias pueden controlar *Ralstonia*, aunque lo más seguro es que no funcionen. Por ejemplo, Lwin y Ranamukhaarachchi (2006) en Tailandia encontraron que el bocashi y algunos productos comerciales de Microorganismos Efectivos (EM, siglas en inglés) aplicados al suelo inhibieron el desarrollo de *Ralstonia*. Gonzales, Arias y Peteiras (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/lt) junto con timol (inductor de las defensas naturales de las plantas) al suelo (73 kg/ha) inhibieron el desarrollo de *Ralstonia*. Los mismos autores mencionan a los hongos micorrizos, en

especial *Glomus versiforme*, que aplicado al suelo indujo a plantas de tomate a producir cierto tipo de fenoles que le proveyeron de resistencia a las plantas frente al ataque de *Ralstonia*.

9.2.7 Enfermedades ocasionadas por virus

Los virus son simples y diminutos organismos (100 veces más pequeños que las bacterias) algunos de los cuales causan enfermedades a las plantas de papa. Los virus carecen de la capacidad de moverse y multiplicarse por si mismos. Para que se produzca la infección estos deben entrar en contacto directo con el jugo de alguna celula. Una vez que se ha multiplicado lo suficiente, el virus pasa a otras celulas a traves de los conductos que unen y permiten el intercambio de materiales entre las celulas, denominados plasmodesmos, hasta llegar a los vasos del floema desde donde infecta a toda la planta.

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

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

La forma más importante de transmisión de los virus en la agricultura es atraves de los insectos, en especial los del orden homoptera que contiene a los áfidos, chicharritas, mosca blanca, periquitos y 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 trasmitir el virus Y de la papa, tambien se sabe que nemátodos de los generos *Longidorus*, *Xiphinema* y *Trichodorus* transmiten virus a algunas especies de plantas, lo mismo que los hongos de los generos



Figura 60. Síntoma del virus X de la papa.
(Foto: Jack Clark IPM Proyect, UC. 2000).



Figura 61. Virus Mop Top de la papa. (De Burrow y Zitter, Virus Problems of Potatoes Cornell University. 2005).

Olpidium, Synchytrium, Polymyxa, Espongospora y *Phytium* (Agrios, 1985).

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 62 a la 63).

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 por el resto su vida. Esto significa que el insecto que ha adquirido el virus puede infectar las 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 este lo pueda transmitir a las plantas sanas.

El virus Y es transmitido por la semilla y por los métodos de propagación vegetativa y herramientas contaminadas; pero en el campo es transmitido mayormente por áfidos, en especial por *Myzus persicae*. En este caso el virus solo infecta el estilete o parte bucal del insecto pierdiéndolo después, por acción física, cuando introduce el estilete en una planta sana. En este caso, el áfido tiene que alimentarse de nuevo en una planta virótica para poder 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 mediante prácticas que eviten la entrada del virus a la plantación, eliminación de las plantas sintomáticas y mediante medidas de control de los insectos vectores.

1. Sembrar semilla libra de virus obtenida de compañías con prestigio
2. Se debe tener estricto control de áfidos, mosca blanca, nemátodos y demás organismos que son vectores de virus.



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



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

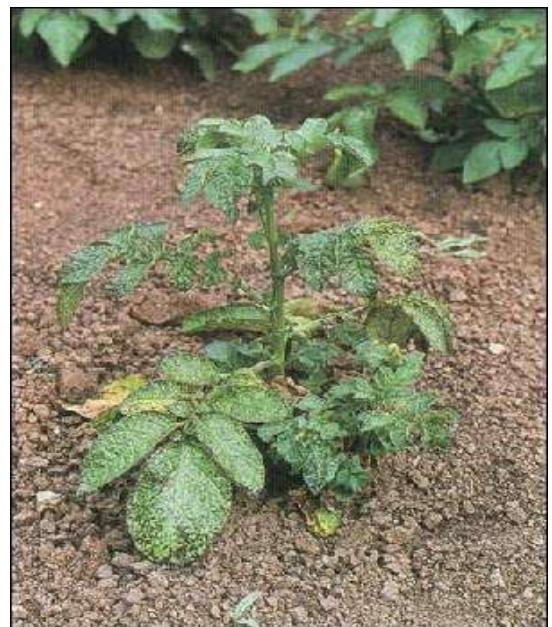


Figura 64. Planta de papa infectada con varios virus.
Burrow y Zitter, Virus Problems of potatoes. Cornell University,

3. Estar pendientes de cualquier planta que presenten síntomas de infección por virus. De presentarse, éstas deben ser retiradas de la plantación y quemarlas o enterrarlas.
4. Evitar causarle heridas a las plantas.

9.2.8 Enfermedades ocasionadas por Nemátodos

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

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

Los nemátodos más importantes en la producción de papa son el Nemálogo Quiste de la Papa (*Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*), el Nemálogo de Nódulo de la Raíz (*Meloidogyne* sp.) y el Falso Nemálogo del Nódulo de la Raíz (*Nacobbus aberrans*) (Figuras 65, 66 y 67).

Control:

1. Usar semilla libre de nemátodos. Cuando se sabe que la semilla tiene nemátodos esta puede ser desinfectada en agua a una temperatura entre 46 y 47 °C/129 minutos.
2. Rotación de cultivos. No sembrar de forma continua papa, tomate y berengena y no permitir el desarrollo de plantas voluntarias de estas especies en los campos de cultivo. En el caso de



Figura 65. Nemálogo dorado ó nemálogo del quiste de la papa (*Globodera rostochiensis*). La figura muestra los quistes en forma de globo adherido a las raíces. Inicialmente estos quistes son de color blanco. La medida de control de este nemálogo es mediante la rotación de cultivos.

(Foto obtenida de www.bayercropscience.cl).



Figura 66. Nódulo y deformación de tubérculos ocasionados por *Meloidogyne* spp. El nemálogo (De color blanco) y huevos (Puntos rojizos) son visibles en los tejidos internos de raíces y tubérculos. El nemálogo reduce el crecimiento de las plantas las que se caracterizan por presentar pocas hojas. (Foto de argenpapa.com.ar)

Nacobus aberrans, que tiene un mayor número de hospederos, se debe rotar con maíz, frijol, lechuga, arveja (Gonzales y Franco, 1997).

3. Limpieza de las herramientas, maquinaria, guantes y zapatos cuando se ha trabajado en suelos con presencia alta de estos nemátodos.

4. Uso de nemáticidas aplicados al suelo como:

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



Figura 67. Nódulos en raíces ocasionados por el nematodo del Nódulo de la Raíz (*Nacobbus aberrans*). (Foto: angenpapa.com.ar)

10. Literatura citada

- Abdullah, N.M.M. Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* in controlled environment in Arizona. African Journal of Agricultural Research. Vol 3(1). Enero, 2008.
- Abo-Elyousr, K.; Sallam, M.; Hassan, M.; Allan, A. 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. Vol. 43, Issue 16. 2010.
- Acuña, I. Manejo Integrado del Tizón Tardío y Estrategia de Control químico. Informativo No 62, 2008. INIA, Chile.
- Agrios, J. 1985. Fitopatología. Editorial Limusa. México.
- Aksanova, N.P.; Konstantinova, T.N.; Lozhnikova, V.N.; Golyanovskaya, S.A.; and Sergeeva, L.I. Interaction between day length and phytohormones in the control of potato tuberization in the *in vitro* culture. Russian Journal of Plant Physiology. Vol. 56, No 4. 2009.
- Amy L. Holm. Early Blight. Department of Plant Pathology. North Dakota State University.
www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight/blight1/blight1.html
- Arce, F.A. 2002. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Armando Notz. Influencia de la temperatura sobre la biología de *Tecia solanivora* (lepidoptera: gelechiidae) criadas en tubérculos de papa *Solanum tuberosum* L. Biol. Entomol. Venez. N.S. 11(1): 49-54. 1995. <http://avepagro.org.ve>
- Barreto, N. Estudios bioecológicos de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* en el altiplano cundiboyacense colombiano En: Memorias: III taller internacional sobre la palomilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*. Cartagena de Indias, Colombia. 2003.
- Butler, C. and Trumble, J. The Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): Life history, relationship to plant diseases and management strategies. Terrestrial Arthropod Reviews, 5 (2012).
- Butler, C.D., F.R. Byrne, M.L. Keremane, R.F. Lee, and J.T. Trumble. Effects of insecticides on behavior of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and transmission of *Candidatus Liberibacter psyllaureus*. Journal of Economic Entomology Vol. 104, 2011.
- Bonierbale, M.; de Haan, S.; Forbes, A. y Bastos, C. 2010. Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa: Guía para cooperadores internacionales. CIP. Loma, Perú.
- Bucio, C.M.; Martinez, O.A.; Torres, J.J. 2008. Control químico de *Erwinia* sp. causante de pudriciones en bulbos de ajo almacenado. Instituto de Ciencias Agrícolas y EPI de la Universidad de Guanajuato.
- Calderón Rodríguez, Abelardo. 2010. Conceptos básicos de la fisiología de la papa. Curso Internacional en Producción de Semilla de Papa. CIP.

Cañedo, V. 1997. Afidos vectores de virus importantes en la producción de tubérculos-semillas. En: Producción de tubérculos-semilla de papa. Oscar Hidalgo (Editor). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de capacitación. Lima Perú. Fascículo 3-8.

Castaño-zapata, J. y L del Río. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. 3ra Edición. Zamorano, Honduras: Zamorano academic press.

Contreras, Andrés. 2010. Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. www.Argenpapa.com.ar

Coraspe, H.; Muraoka, T.; Francini, V.; Contreras, F. y Ocheuze, T. "Absorción de formas de nitrógeno amoniacal o nítrica por plantas de papa en la producción de tubérculo-semilla. Agronomía Tropical. 59(1):45-58. 2009.

Cerna, E.; Ail, C.; Landeros, J.; Sanchez, S.; Badii, M.; Aguirre, L.; Ochoa, Y. Comparación de la toxicidad y selectividad de insecticidas para la plaga Bactericera cockerelli y su depredador Chrysoperla cornea. Agrociencia, Vol 46, 2012. México.

Demirel, M.; Cranshaw, W. Relative effect of color mulches to potato/tomato psyllid on garden tomato plants. Journal of Entomology, Vol 3, 2006.

Díaz-Montano, J.; Trumble, J. Behavioral responses of the potato psyllid to volatiles from dimethyl disulfide and plant essencial oils. Journal of insect bahavior. Agosto, 2012.

Espinoza, H. Avances en el estudio de la biología y hábitos de la Gallina ciega (*Phyllophaga obsoleta*) en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola Hoja Técnica No. 3, Agosto de 2008.

Espinoza, H.; Toledo, M. Evaluación del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis Bacteriphora* para control de la gallina ciega *Phyllophaga obsoleta* en el altiplano de Intibucá. Informe Técnico Anual, 2007. FHIA – La Esperanza, Intibucá. Honduras.

Galindo, J.R. y Españoña, J.A. Dinámica de la captura de *Premnotypes vorax* y la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* en trampas con diferentes tipos de atrayentes en un cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*). Rev. Colomb. Entomol. vol.30 no.1. 2004

Gallegos, P. Problemática de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* en el Ecuador: Antecedentes, desarrollos y perspectivas. En: Memorias: III taller internacional sobre la palomilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*. Cartagena de Indias, Colombia. 2003

García, J.A.; Allen, W.; Blom, T.; Brown, W. Copper-based compound to control *Erwinia* soft rot of Calla lilies. Can. J. Plant pathology. Vol. 24. Issue 3. 2002.

Gharalari, A.; Wansen, C.; Lawsen, D.; Gilley, J.; Munyaneza, J.; Vaughn, K. Knockdown mortality, repellence, and residual effects of insecticides for control of adult of Bactericera cockerelli. J. Econ. Entomol. 102(3). 2009.

Gonzales, A. y Franco, J. Los nematodos en la producción de semilla de papa. En: Producción de tubérculos-semilla de papa. Oscar Hidalgo (Editor). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de capacitación. Lima Perú. Fascículo 5-23.

González, I.; Arias, Y.; Peteira, B. Interacción planta-bacterias fitopatógenas: Caso de estudio *Ralstonia solasearum*-Plantas hospedantes. Rev. Protección Veg. Vol 24, No 2. 2009.

Guevara, Y.; Moselli, A.; Mireles, M.; Figueroa, R. Evaluación de cuatro productos para el control de la bacteriosis (*Erwinia* spp.) en frutos de mango. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 20, No 001. 2002.

Hansen, A.; Trumble, J.; Stouthamer, R.; Paine, T. A new Huanglongbing species, "Candidatus Liberibacter Psyllaurous" found to infect tomato and potato, is vectored by the Psyllid *Bactericera cockerelli*. Applied and Environmental Microbiology. Sep. 74(18), 2008.

Herrera, J. Curva de absorción de N P K en papa (*Solanum tuberosum* var. *tuberosum*) en la zona de La Esperanza, Intibucá, Honduras. FHIA-La Esperanza, Intibucá. Informe técnico anual 2004.

Iritani, W.M.; Thornton, R.; Weller, L. and O'leary, G. Relationships of seed size, spacing, stem numbers to yield of Russet Burbank potatoes. American Journal of Potato Research. Vol. 49, No 12. 1972.

Jackson, D. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato plant Physiology. 119: 1-8. 1999.

Jaramillo, S. 2003. Monografía sobre *Phytophthora* infestan. Facultada de Ciencias Agropecuarias. Medellín. Colombia.

King, A.B.S.; Saunders, J.L. (1984) Las Plagas Invertebradas de Cultivos Alimenticios Anuales en América Central. Overseas Development Administration. Londres.

Kunaga, Y. y R. Ochoa. 1987. Estudio de dinámica reproductiva en la palomilla de la papa *Scrobipalopsis solanivora* y relación natalidad / mortalidad para *S. solanivora* y *Phthorimaea operculella*. En XI Memorias XIII Reunión Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Panamá. 402 - 421 p.

Lutalodio, N.; and Castaldi L. Potato: The hidden treasure. Journal of food composition and analysis. Vo. 22, Issue 6. 2009.

Lwin, M. and Ranamukhaarachchi, S.L. Development of Biological Control of *Ralstonia solanacearum* Through Antagonistic Microbial Populations. International Journal of Agriculture & Biology, Vol. 8, No. 5, 2006.

Medina, L.F.; Stefani, V.; Brandelli, A. Use of 1,4 naphthoquinones for control of *Erwinia carotovora*. Can. J. Microbiol. 2004. 50(11):951-6.

Miles, G; Samuel, M; Chen, J; Civerolo, E; Munyaneza, J. Evidence that Cell Death is Associated with Zebra Chip Disease in Potato Tubers. American Journal of Potato Research. Vol 87, No 4, Ago. 2010.

Munyaneza J.E. Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and Management. Potato Association of America. 2012.

Munyaneza, J.; Sengoda, V.; Buchman, J.; Fisher, T. Effects of temperatura on “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” and Zebra Chips potato disease simtom development. Plant Diseases, Vol. 96, No 1, 2011.

Niño, L. Antecedentes de la investigación y manejo integrado de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* en Venezuela. En: Memorias: III taller internacional sobre la palomilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*. Cartagena de Indias, Colombia. 2003.

Nolte, P.; Bertram, M.; Batemas, M. and McIntosh, C.S. 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. Vol. 80, No 1. 2003.

Ormeño, M.A.; Rosales, R. Control eficiente de la pulguilla saltona (*Epitrix spp*) con repelente a base de ruda (*Ruta graveolens*). Aspectos Fitosanitarios, INIA Divulga. 11. Ene-dic 2008. Venezuela

Pagel, W.; Heitefuss, R. Calcium content and cell Wall polygalacturonans in potato tuber of cultivars with different susceptibilities to *Erwinia carotovora* Subsp. *Atroseptica*. Physiological and Molecular Plant Pathology. Vol. 35, Issue 1. 1989.

Painter, C.G. and Augustin, J. The effects of soil moisture and nitrogen on yield and quality of the of the Russet Burbank potato. American Journal of Potato Research. Vol. 53, No 8. 1976.

Palacios, M. 1997. Principales plagas de la papa: La polilla de la papa y la mosca minadora. En: Producción de tubérculos-semilla de papa. Oscar Hidalgo (Editor). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de capacitación. Lima Perú. Fascículo 5-23.

Parmeter, J.R. 1970. *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. UC Press. USA.

Pérez, W. y Forbes, G. El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la papa. 2008. Perú.

Pradhanang, P.M.; Elphistone, J.G.; and Fox, T.V. Relative importance of later tuber infection and soil infestation by *R. solanacearum* on the incidence of bacterial wilt of potato. In: Prior, Ph.; Allen, C.; Elphinstone, J. 1998. Bacterial Wilt Disease: Molecuar and ecological aspects. Springer. Germany.

Pupuis, B. ; García, N.; Boel, G. Efficacy of potato seed disinfection products to control *Erwinia spp*. Commun Agri. Appl. Biol. Sci. 73(2):343-8. 2008.

Richards, B. Psyllid Yellows of the Potato. Journal of Agricultural Research. Vol. 46, 1933.

Roberts, S.; Weaver, W.H. and Phelps, J.P. Effect of rate and time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. American Journal of Potato Research. American Journal of Potato Research. Vol. 59, No 2. 1982.

Salazar, L. 1995. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la Papa. Perú.

Sengada, V.; Munyaneza, J.; Crossling, J.; Buchman, J.; Pappu, H. Phenotypic and etiological differences between Psyllid Yellows and Zebra Chip disease of potato. American Potato Journal. 87(1): 47, 2010.

Serfontein, J.; Swart, S.H.; Baloyi, G.E. 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. 2004. QMS Agri Science Facilities. www.agroenfoque.com.uy

Sharga, B.M. and Lyon, G.D. *Bacillus subtilis* Bs 107 as an antagonist of potato black leg and soft rot bacteria.

Sierra, C.; Santos Rojas, J.; Kalazich, J. Manual de fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. INIA. Chile. 2002.

SRN (Secretaría de Recursos Naturales) 1984. Memoria Técnica Anual 1983.

SRN (Secretaría de Recursos Naturales) 1985. Informes de Investigación Agrícola en el Departamento de Intibucá y en la Sub. Estación Marcalá.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. Fisiología Vegetal. Universitat Jaume.

The American Phytopathological Society. Compendium of potato diseases. 5da Edición. 2001.

Tindall, T.A.; Westermam, D.T.; Stark, J.C.; Ojala, J.C.; and Kleinkopf, G. Phosphorus nutrition of potatoes. Current information series No 903. University of Idaho. USA.

Toledo, M. Efecto de dos enmiendas orgánicas sobre la producción de Coliflor en un suelo con concentraciones altas de Al⁺³ y Mn⁺². Informe Técnico Anual FHIA-La Esperanza, Intibucá 2007b. Honduras

Toledo, M. Efecto de niveles de encalado en tres suelos de la zona alta de Intibucá a 30 días después de la aplicación. Informe Técnico Anual FHIA-La Esperanza, Intibucá 2007a. Honduras

Toledo, M. Uso de barreras para evitar la oviposición de la gallina ciega *Phyllophaga* spp. en el cultivo de fresa. Agronomía Mesoamericana 13(1): 55 – 58, 2002.

Toledo, M. 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 2011 del Programa Papa. Dicta. Honduras

Toledo, M. Evaluación de seis variedades de papa de origen francés en las zonas paperas de Honduras. Informe 2012 del Programa Papa. Dicta. Honduras

Toledo, M. Evaluación de 7 variedades de papa suplidadas por la compañía semillerista “Potatoes Canada” en las zonas productoras de papa en Honduras. Informe técnico 2012 del Programa Papa. Dicta. Honduras

Toledo, M. 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 Papa. Dicta. Honduras

Toledo, M. Efecto del ácido giberelico sobre la brotación de tubérculos semilla de papa de las variedades Argos, Valor, Daifla y Atlas. Informe Técnico 2012 del Programa Papa. Dicta. Honduras

Toledo, M. Efectividad de tres formas de aplicación del fertilizante fosfórico a un suelo fijador de fosforo sobre la productividad de plantas de papa (Var. Provento). Informe técnico 2011 del Programa Papa. Dicta. Honduras

Torres, Hébert. 1997. Principales enfermedades fungosas de la papa relacionadas con al producción de tubérculos-semilla. En: Producción de tubérculos-semilla de papa. O. Hidalgo (Editor). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de capacitación. Lima Perú. Fascículo 5-23.

Vallejo, F.; Moron, M.; Orduz, S. Biología de *Phyllophaga obsoleta* (Blanchard), especie rizófaga del complejo “Chiza” de Colombia. Boletín Científico Centro Museo. Museo de Historia Natural. Vol. 11, Ene – Dic. 2007. Colombia.

Van der Zaag, D.E. 1994. Potato Diseases: diseases, pest and defects. NIVAA. Holanda.

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 No. 69: 62–65.

Westermam, D.T.; Kleinkops; and Porter, L.K. Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes. American Journal of Potato Research. Vol. 65. 1988.

Pozo C., Mario. 1997. Tuberización, tamaño y corte de tubérculos. En: Producción de tubérculos-semilla de papa. O. Hidalgo (Editor). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de capacitación. Lima Perú. Fascículo 2-3.