

**Análisis de costos del Programa Syngenta y
las prácticas fitosanitarias tradicionales en el
cultivo de papa industrial**

Alvaro Enrique Soto Salguero

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Análisis de costos del Programa Syngenta y
las prácticas fitosanitarias tradicionales en el
cultivo de papa industrial**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Gestión de Agronegocios en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por:

Alvaro Enrique Soto Salguero

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Alvaro Enrique Soto Salguero

Honduras
Diciembre, 2002

**Análisis de costos del Programa Syngenta y las prácticas fitosanitarias
tradicionales en el cultivo
de papa industrial**

Presentado por:

Alvaro Enrique Soto Salguero

Aprobada:

Guillermo Berlioz, B. Sc.
Asesor Principal

Luis Velez, M. Sc.
Coordinador de Carrera

Marcos Vega, MGA
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Fernando Barneond, M. Sc.
Asesor

Mario Contreras, Ph. D.
Director Ejecutivo

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía y luz en todo momento, y haberme llenado de sabiduría e inteligencia para afrontar los retos en esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos por haberme brindado el apoyo necesario para culminar mis estudios.

A Syngenta por el financiamiento brindado para realizar mi estudio de grado en Zamorano.

RESUMEN

Soto, Alvaro. 2002. Análisis de costos del Programa Syngenta y las prácticas fitosanitarias tradicionales en el cultivo de papa industrial. Trabajo de graduación para optar al título de Ingeniero en Gestión de Agronegocios, Zamorano, Honduras. 104 p.

San José Pinula, municipio de Guatemala, Guatemala, es una zona donde tradicionalmente se ha producido papa. Actualmente, en la región no hay un programa fitosanitario adecuado para el control de plagas y enfermedades en este cultivo; como consecuencia, la planta de procesamiento de alimentos Sabritas no ha logrado generar un programa agrícola que provea a su planta de procesamiento, en forma constante, materia prima de origen nacional con los estándares de calidad necesarios para el procesamiento. Esto le brindó a Syngenta la oportunidad de evaluar en el campo, previo a garantizar a los productores y Sabritas la producción de papa de alta calidad, un programa de manejo fitosanitario de papa para proceso industrial. Se compararon los resultados de la parcela con el Programa Syngenta contra los resultados de la parcela con los productos tradicionalmente utilizados en la región en los siguientes aspectos: control fitosanitario obtenido, calidad de los tubérculos para proceso industrial y un análisis comparativo de costos utilizando como herramientas el margen de contribución y una matriz multidimensional de sensibilidad. La parcela con el Programa Syngenta presentó menor daño causado por plagas y enfermedades en comparación con el testigo, resultando esto en un incremento de 20% en los rendimientos. En ninguna de las dos parcela se cosechó tubérculos con la calidad mínima para el proceso industrial. Aunque el Programa Syngenta generó mayor ingreso para el productor, la diferencia en margen de contribución y rentabilidad no es relevante como para garantizar mayores beneficios si utiliza el programa. Syngenta deberá trabajar en conjunto con los productores para manejar de forma integrada el cultivo y así mejorar los rendimientos y la calidad de la papa, lo cual redundará en mayor rentabilidad. Al lograr esto podrá penetrar el mercado y permanecer en él sin riesgo a ser fácilmente desplazada por la competencia.

Palabras claves: Margen de contribución, protección de cultivos, industrialización de la papa.

Guillermo Berlioz, B. Sc.
Asesor Principal

Nota de Prensa

¿ PODRÁ EL MANEJO FITOSANITARIO ADECUADO GARANTIZAR LA CALIDAD DE LA PAPA EN EL PROCESO INDUSTRIAL?

En Guatemala, en la actualidad, los productores de papa y la industria de productos para la protección de cultivos, desconocen un programa de manejo fitosanitario que les provea costos y eficiencia aceptables para el control de plagas y enfermedades en el cultivo. Asimismo, hay carencia de programas de asistencia técnica de los proveedores de agroquímicos para los agricultores.

En consecuencia, empresas como Frito Lay, representada en Guatemala por Sabritas, no ha logrado generar un programa agrícola que provea a su planta de procesamiento, en forma constante, materia prima de origen guatemalteco con los estándares de calidad necesarios para el procesamiento industrial.

Syngenta, empresa dedicada a la producción y comercialización de productos químicos para la protección de cultivos, se propuso evaluar un programa de manejo fitosanitario de papa para proceso industrial. El propósito fue mostrar a los productores los beneficios en los rendimientos, control de plagas y enfermedades en el cultivo al utilizar este programa. La prueba se llevó a cabo durante la época de siembra de octubre a diciembre en el municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala.

Previo a garantizar a los productores de papa y a Sabritas la producción de un producto de alta calidad, Syngenta evaluó su programa comparando sus resultados con los resultados de la cosecha de una parcela manejada con productos tradicionalmente utilizados. Los factores considerados fueron: control fitosanitario, calidad de los tubérculos para proceso industrial y un análisis comparativo de costos utilizando como herramientas el margen de contribución y una matriz multidimensional de sensibilidad.

La parcela con el Programa Syngenta presentó menor daño causado por plagas y enfermedades en comparación con el testigo. El resultado fue un incremento del 20% de los rendimientos. Aunque el Programa Syngenta generó mayor ingreso para el productor, la diferencia en margen de contribución y rentabilidad no son relevantes como para garantizar mayores beneficios si utiliza la nueva tecnología. En ninguna de las dos parcelas se cosechó tubérculos con la calidad mínima para el proceso industrial.

Por las condiciones agrícolas en las que se manejaron ambas parcelas, se observó que la calidad final de los tubérculos no depende únicamente del manejo fitosanitario del cultivo; sino de un manejo integrado que incluya calidad de la semilla, preparación y calidad del suelo, nutrición del cultivo, control de malezas, satisfacción de las necesidades hídricas y un mayor conocimiento de las plagas y enfermedades del cultivo.

Syngenta deberá trabajar en conjunto con los productores, para manejar de forma integrada el cultivo y de esta forma mejorar los rendimientos y la calidad de la papa, lo cual redundará en mayor rentabilidad. Al lograr este objetivo podrá penetrar el mercado y permanecer en él, sin riesgo a ser fácilmente desplazada por la competencia.

Para alcanzar el éxito en otras pruebas, Syngenta Guatemala deberá solicitar información a sus homólogos en países con similar latitud y buscar compartir sus experiencias en el manejo fitosanitario de papa para el proceso industrial. Una relación comercial abierta entre los tres sectores involucrados: productores, Syngenta y Sabritas; jugará un papel importante para lograr la producción de papa de calidad para su industrialización.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
Nota de prensa	vi
Contenido	viii
Índice de cuadros	ix
Índice de figuras	x
Índice de Anexos	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1 MATERIALES	6
2.2 EQUIPO	6
2.3 MÉTODO	6
2.3.1 Comparación técnica entre el control fitosanitario obtenido con el programa Syngenta y las prácticas tradicionales	6
2.3.2 Comparación entre la calidad de los tubérculos cosechados y su aceptación para proceso industrial	7
2.3.3 Análisis comparativo de costos entre el Programa Syngenta y las prácticas fitosanitarias tradicionales	9
2.3.3.1 Margen de contribución	10
2.3.3.2 Matriz multidimensional de riesgo	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1 COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE EL CONTROL FITOSANITARIO OBTENIDO CON EL PROGRAMA SYNGENTA Y LAS PRÁCTICAS TRADICIONALES	11
3.2 COMPARACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LOS TUBÉRCULOS COSECHADOS Y SU ACEPTACIÓN PARA PROCESO INDUSTRIAL	12
3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL PROGRAMA SYNGENTA Y LAS PRÁCTICAS FITOSANITARIAS TRADICIONALES	14
4. CONCLUSIONES	18
5. RECOMENDACIONES	20
6. BIBLIOGRAFÍA	22
7. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Lista de precios de venta a distribuidor y precios de otros productos	9
2.	Margen de contribución, utilidad neta y rentabilidad del Programa Syngenta	15
3.	Margen de contribución, utilidad neta y rentabilidad de la parcela testigo	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Actividades a realizar durante el ciclo completo del cultivo ..	8
2.	Resultados de prueba de fritura, color indeseable (izquierda) decoloración externa (centro) y características deseables (derecha)	13
3.	Necrosis presente en el tubérculo al momento de la cosecha..	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Mapa de Guatemala	25
2.	Programa Syngenta para el control fitosanitario de papa industrial	26
3.	Especificaciones para recepción de papa	27
4.	Costo total del Programa Syngenta para 1 hectárea	28
5.	Análisis de calidad para Programa Syngenta	29
6.	Análisis de calidad para la parcela testigo	30
7.	Matriz multidimensional de sensibilidad del Programa Syngenta	31
8.	Matriz multidimensional de sensibilidad de la parcela testigo.....	32
9.	Documentación sobre el cultivo de papa	33
10.	Área, producción, importación y exportación de Guatemala	104

1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es conocida en América desde hace 10,500 años (Engel, 1970; citado por Montaldo, 1984). Su domesticación y cultivo han acontecido en fecha posterior. Lo cierto es que en este continente surgieron dos pueblos cuya alimentación básica fue la papa: los colla (Acosta, 1940; citado por Montaldo, 1984), que habitaban en los altiplanos junto al Lago Titicaca – cultura Tiahuanacu- y los araucanos, que vivían al sur del Río Bío – Bío, Chile (Medina, 1952; citado por Montaldo, 1984). Este último pueblo no tuvo una evolución cultural comparable a la de los primeros.

Junto al cultivo de la papa surgió en Perú la primera agroindustria americana: la fabricación de la papa seca o “chuño”, que es una manera de conservar el tubérculo, aún en uso en esas regiones (Montaldo, 1984).

El cultivo de la papa en su hábitat original va desde Chiloé (44° L.S.) con temperatura promedio de 11° C, altitud de 0 – 50 msnm, lluvia de 2,000 mm al año y fotoperíodos de 15 – 16 horas, a altitudes de 3,500 msnm y más en la Cordillera Andina en pleno Ecuador, con temperatura promedio de 10 - 11° C, fotoperíodos de 12 horas, o bien en el trópico bajo con altitudes de 500 – 1,000 msnm, 25 ° C de promedio de temperatura y 11.30 a 12.30 horas luz.

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal y que han sido modificados para el almacenamiento de carbohidratos, entre los cuales se incluyen almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas (Montaldo, 1984). Posee un tallo principal, y a veces varios tallos secundarios, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo (Montaldo, 1984).

El principal factor que determina la posibilidad para la industrialización de una variedad de papa es su calidad culinaria, especialmente su contenido en carbohidratos. La calidad culinaria de la papa es resultado de una serie de factores como facilidad de las papas para cocerse, uniformidad en la cocción, forma del tubérculo después de cocido, textura de la pulpa, color de la pulpa después de cocida y el sabor, que es una condición resultante de la combinación de todos los otros factores anteriormente enumerados.

Quizá hoy día el mejorador genético deba poner mayor atención en producir una variedad de papa de buena calidad que en la obtención de variedades inmunes o altamente resistentes a enfermedades. Esto es debido a la gran demanda que tiene la industria (Montaldo 1984). Muchas enfermedades son fácilmente controlables con un programa de

aplicaciones de agroquímicos bien desarrollado, no pudiendo alterarse en igual forma la calidad.

En la década de los noventa, la producción de papa a escala mundial entró en una nueva fase de rápida expansión. A principios de la década, la producción superó los 100 millones de toneladas, en comparación con menos de 30 millones de toneladas producidas a principios de los sesenta. Durante los diez últimos años, la producción de papa ha aumentado en un promedio anual de 4.5 %, con un aumento en el área sembrada de 2.4 % (CIP, 1998). En años recientes, mientras la tasa de crecimiento en la producción para el maíz, trigo y arroz ha disminuido, la tasa de crecimiento de producción de papa se ha acelerado, aumentando así su importancia relativa frente a otros alimentos (CIP, 1998).

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en Guatemala no hay un programa fitosanitario adecuado para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa. Así mismo, en dicho sector hay carencia de programas de asistencia técnica o custodia de productos para los agricultores por parte de los proveedores de agroquímicos como un servicio complementario.

Como consecuencia, Frito Lay, representado en Guatemala por Sabritas, no ha logrado generar un programa agrícola que provea a su planta de procesamiento, en forma constante, materia prima de origen guatemalteco con los estándares de calidad necesarios para el procesamiento industrial. Esto le brindó a Syngenta la oportunidad de evaluar un programa de manejo fitosanitario de papa para proceso industrial, y desarrollar conocimientos aun no existentes sobre el desempeño de los productos Syngenta en la protección del cultivo.

1.2 ANTECEDENTES

Syngenta inició relaciones con Frito Lay en República Dominicana, buscando asegurar la calidad de la papa de los productores locales al brindarle al agricultor un paquete de productos y asesoría en la utilización de los mismos durante el ciclo completo. Esta relación estratégica se está desarrollando en Colombia, República Dominicana y Guatemala; por lo tanto es imprescindible evaluar un programa fitosanitario Syngenta bajo las condiciones de cada región.

Actualmente Syngenta y Sabritas poseen un claro conocimiento de los problemas fitosanitarios que afectan al cultivo de la papa en Guatemala. Dentro de los más importantes se encuentran:

- Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)
- Tizón temprano (*Alternaria solani*)
- Roña (*Spongospora subterranea*)
- Rhizoctonias (*Rhizoctonia solani*)

- Marchitez bacterial (*Pseudomonas solanacearum*)
- Pierna negra (*Erwinia carotovora*)
- Pulga saltona (*Epitrix cucumeris*)
- Pulgón (*Myzus persicae*)
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
- Palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)
- Psílicos (*Paratrioza cockerelli*)
- Tortuguilla (*Diabrotica spp.*)
- Gusano Alambre (*Agriotis spp*)
- Gallina Ciega (*Phyllophaga spp*)

De acuerdo con información manejada en Syngenta, los productores nacionales de papa usan productos organofosforados altamente tóxicos. Además, los productores únicamente manejan información sobre productos de forma individual y carecen del conocimiento de un programa que incluya la frecuencia, forma de acción y rotación de los productos.

Las regiones paperas de Guatemala se encuentran concentradas en cuatro departamentos: Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango (municipios de Tecpán y Patzicía) y Guatemala (municipios de San José Pinula, Palencia y Villa Canales). La Finca El Socorro, área donde se realizó la evaluación del programa Syngenta, está ubicada en el departamento de Guatemala entre San José Pinula y Palencia, a 1800 msnm y a 14°35'85" Norte – 90°17'188" Oeste (Anexo 1). En los últimos siete períodos de producción en la finca se ha producido en orden cronológico: papa, maíz, brócoli, maíz, zanahoria, papa y el último fue maíz.

Actualmente Frito Lay está iniciando relaciones comerciales con productores de los municipios de Palencia, San José Pinula, Villa Canales, Patzicía y en regiones no tradicionales como Acatenango y Parramos perteneciente al departamento de Chimaltenango, Cuilapa Santa Rosa, Monjas Jalapa, Salamá Baja Verapaz, Quetzaltenango y Jutiapa.

1.3 JUSTIFICACIONES

Syngenta posee una amplia cartera de productos para la protección fitosanitaria en el cultivo de la papa y considera que el uso de estos productos asegurará la producción de materia prima de alta calidad para la planta de procesamiento industrial.

Antes de sugerir el programa a los productores de papa de Sabritas, Syngenta debe evaluarlo en el campo. El éxito del programa beneficiará a la planta de procesamiento mediante la reducción de sus costos de materia prima en comparación con el costo de importar la papa. Además mejorará el posicionamiento de sus productos con respecto a la competencia al utilizar materia prima nacional. Sabritas necesita manejar 40 hectáreas mensuales de papa en el año 2003, para abastecer de materia prima una línea de producción cuyo costo en equipo asciende a 4 millones de dólares.

Un Programa de Uso es un componente dentro de la estrategia global de Syngenta, que representa una nueva forma de enfocar el negocio, el cual consiste en poder brindar a sus clientes un paquete de productos que solucione sus problemas fitosanitarios, junto con un paquete de servicios complementario, por los cuales el cliente paga un precio adicional.

Evaluar un programa de uso contribuirá a cubrir las necesidades que actualmente tienen los agricultores de papa, de contar con diversas alternativas de manejo que les permita elevar el nivel tecnológico, el rendimiento y mejorar la rentabilidad en su producción. Así mismo, la aceptación del programa por parte de los agricultores permitirá encausar el negocio de Syngenta en papa, bajo el esquema de Programas de Uso y con esto lograr la diferenciación en el mercado con respecto a las demás empresas dedicadas a la protección de cultivos.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

El área donde se evaluó el programa durante todo el ciclo corresponde a una hectárea y el testigo fue una hectárea, correspondiendo la evaluación del programa Syngenta únicamente desde la siembra hasta la cosecha de la papa. Los resultados podrán ser aplicados únicamente a regiones con condiciones agroclimáticas similares, siendo los principales factores la temperatura y el fotoperiodismo, así como la misma época de siembra, entre los meses de diciembre y enero.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

Realizar un análisis comparativo entre el programa Syngenta y las prácticas tradicionales de manejo fitosanitario del cultivo de la papa industrial en el departamento de Guatemala, municipio de San José Pinula.

1.5.2 Específicos

Documentar el programa Syngenta para el manejo fitosanitario de papa industrial.

Generar información y conocimiento respecto al manejo fitosanitario del cultivo de la papa industrial para poder brindar asesoría a productores de papa interesados en el Programa de Uso Syngenta.

Comparar en los siguientes aspectos los resultados del programa Syngenta contra las prácticas utilizadas de forma tradicional por los productores de papa de la región:

- Comparación técnica entre el control fitosanitario ejercido por el programa Syngenta y las prácticas tradicionales.

- Comparación entre la calidad de los tubérculos cosechados y su aceptación para proceso industrial de acuerdo con las especificaciones de recepción de Sabritas.
- Análisis comparativo de costos entre el programa Syngenta y las prácticas fitosanitarias tradicionales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

- Agroquímicos: herbicidas, fungicidas, insecticidas, insecticida-nematicida, bactericida, fertilizante foliar y fertilizante formulado.
- 1 hectárea: área destinada para la validación del programa Syngenta
- 1 hectárea: área destinada para el testigo
- 208 quintales de semilla de papa variedad Atlantic, cuarta generación.
- Agua

2.2 EQUIPO

Tractor, bombas manuales de 16 l y sistema de riego.

2.3 MÉTODOS

2.3.1 Comparación técnica entre el control fitosanitario obtenido con el programa Syngenta y las prácticas tradicionales.

Para iniciar la validación del Programa de Uso Syngenta se definió la ubicación de la hectárea para aplicar el programa y la hectárea para el testigo. Ambas áreas fueron uniformes en cuanto a suelo, topografía y clima. El testigo se ubicó a 100 metros del área de producción bajo el Programa Syngenta para evitar influencia de plagas y enfermedades y efecto de los productos utilizados entre ambas plantaciones.

El programa original para el control fitosanitario en papa se definió en conjunto con personal de Sabritas, Syngenta y el productor, seleccionando los productos con base en cuatro criterios:

- El posicionamiento de mercado que ocupa el producto
- El posicionamiento de manera individual del producto en el cultivo
- Características biológicas de los productos (forma de acción)
- Comportamiento de las plagas y enfermedades en el cultivo

El programa se conformó básicamente por insecticidas sistémicos, de contacto y de ingestión; fungicidas protectantes, sistémicos y erradicantes (Anexo 2). Este no fue considerado como una prescripción estricta ya que fue modificado de acuerdo con los

diferentes niveles de plagas y enfermedades presentes al realizar los muestreos durante el ciclo completo del cultivo. Como se observa en la columna de Dosis, el producto fue aplicado en concentración por litro de solución utilizado; al inicio del ciclo del cultivo se utilizó menos litros de solución y a medida que se avanzó en la etapa fenológica del cultivo, se incrementó el volumen de solución utilizado como consecuencia del incremento en el área foliar.

Desde la siembra de la semilla (90 cm entre surco y 25 cm entre plantas) hasta la cosecha de la papa, Syngenta visitó la plantación cada dos días, proveyendo asistencia técnica en muestreo de plagas y enfermedades, utilización y aplicación de los productos del programa y monitoreando los resultados y desarrollo del cultivo. Esta asesoría se realizó sin ningún costo adicional al de los productos ya que la validación fue una prueba piloto que buscó analizar los resultados del programa y no obtener un beneficio comercial.

Dentro de las prácticas comunes para ambas parcelas se realizó una aplicación básica de fertilizante al momento de la siembra y a los 45 días una aplicación complementaria; manejando una rotación del riego de seis días para cubrir toda la plantación desde la siembra hasta la defoliación, figura 1. La defoliación se realizó cinco días antes de la cosecha buscando que la dermis del tubérculo se endureciera y no se lastimara en el transporte de la papa a la planta de procesamiento.

La parcela testigo se manejó totalmente independiente de asistencia técnica de Syngenta y el control de plagas y enfermedades en el cultivo se efectuó con los productos utilizados tradicionalmente en la región, siendo ésta la única variación en el manejo de ambas plantaciones.

2.3.2 Comparación entre la calidad de los tubérculos cosechados y su aceptación para proceso industrial.

Como muestra la figura 1, el departamento técnico de Sabritas proporcionó asistencia técnica en cinco visitas durante todo el ciclo del cultivo, dos de ellas antes de que la plantación alcance los 60 días de haber sido sembrada y tres visitas después de los 60 días de haber sido sembrada.

El propósito de estas visitas era propiamente de beneficio para Sabritas, ya que la información generada en los muestreos realizados en cada visita les proporcionó un estimado del rendimiento y la calidad de los tubérculos, y así lograr planificar sus compras con el resto de proveedores. En las primeras dos visitas, Sabritas muestreó:

- Tallos por metro
- Formación de tubérculos

En las últimas tres visitas muestreó:

- Tallos por metro (3ra – 5ta visita)
- Tubérculos por metro (3ra – 5ta visita)

- Concentración de glucosa en el tubérculo (4ta – 5ta visita)
- Prueba de fritura (5ta visita)

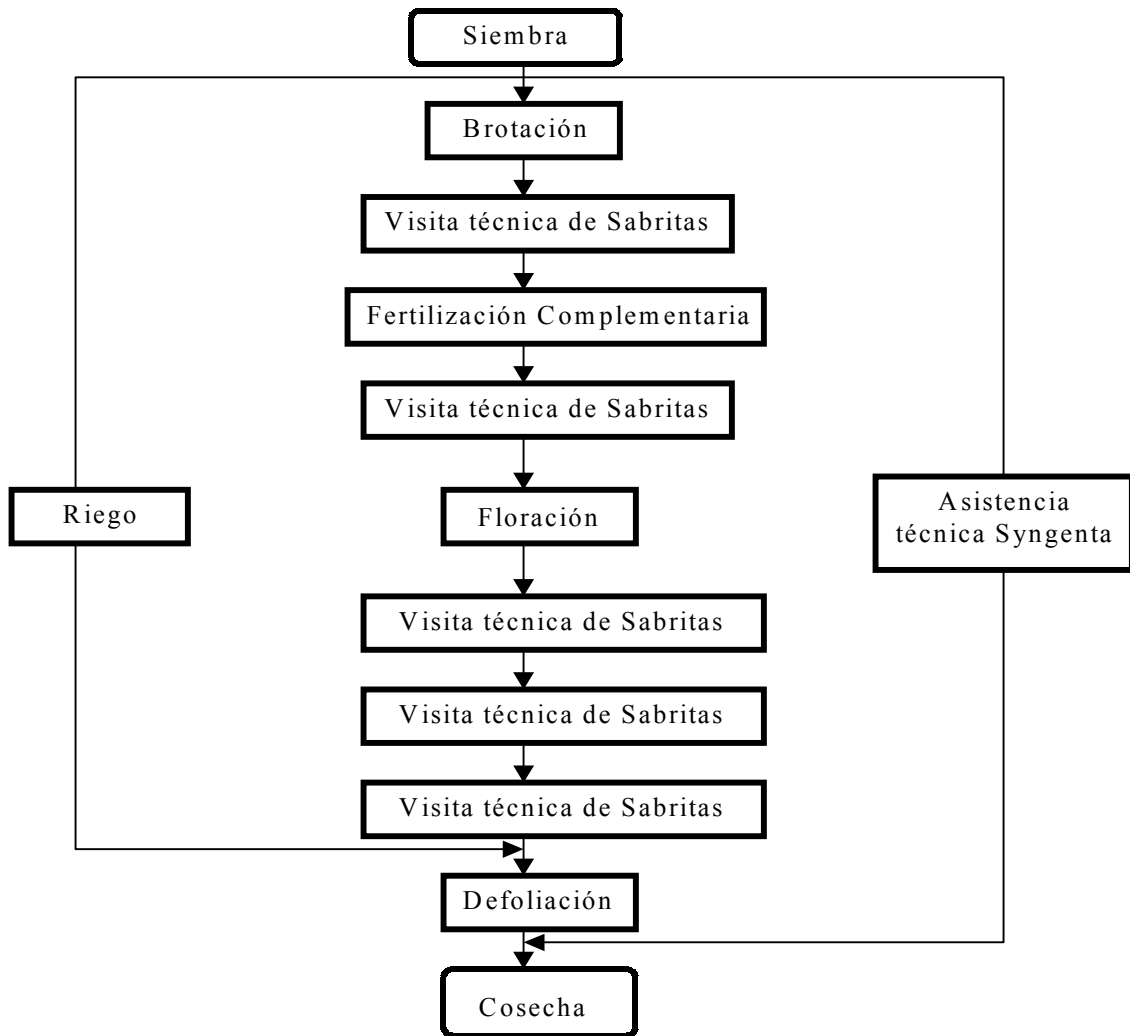


Figura 1. Actividades a realizar durante el ciclo completo del cultivo.

El límite máximo de concentración de azúcares permitido para que la papa sea procesada es de 0.1 %. Los parámetros que definen el tamaño, los defectos en papa cruda y papa frita permitidos por Sabritas para autorizar el ingreso de los tubérculos a la línea de proceso están descritos en las especificaciones para recepción de papa de Sabritas (Anexo 3).

Si en los muestreos de la 4ta y 5ta visita los resultados están dentro de los límites permitidos, Sabritas solicita que el total de la cosecha sea trasladada a la planta de procesamiento donde nuevamente se realiza un muestreo para cerciorarse que las características de los tubérculos no han cambiado. Si los tubérculos aprueban este último muestreo se permite el procesamiento de la papa.

De acuerdo con las características culinarias necesarias en el tubérculo para el procesamiento industrial, Sabritas exige a sus proveedores que utilicen la variedad Atlantic y que las áreas de producción no hayan sido utilizadas para producir papa en los últimos tres años.

La comparación entre la calidad de los tubérculos cosechados en ambas parcelas se realizó con los datos presentados en las hojas de registro del laboratorio de calidad de la planta de Sabritas localizado en la Fabrica de Productos Alimenticios Rene y Cia. S.A.

2.3.3 Análisis comparativo de costos entre el programa Syngenta y las prácticas fitosanitarias tradicionales.

Al brindarnos la oportunidad de validar el Programa de Uso Syngenta, CERCOL, S.A., la empresa propietaria de la finca El Socorro, se benefició con un crédito de 150 días sobre los productos de Syngenta utilizados en el programa a un precio de venta de distribuidor, que es el precio más favorable para el productor dentro de la lista de precios de Syngenta. El cuadro 1 presenta los precios por kilogramo o litro de los productos que fueron utilizados. Los costos totales del Programa Syngenta se obtuvieron al multiplicar la dosis/ha de producto utilizado por el precio de venta de los mismos (Anexo 4).

Cuadro 1. Lista de precios de venta a distribuidor y precios de otros productos.

Producto	Precio Producto Dolares / Kg o L
Insecticidas	
Actara 25 W.G.	\$262.50
Karate Zeon 2.5 C.S.	\$14.00
Pegasus 50 S.C.	\$63.50
Evisect 50 S.P.	\$70.33
Trigard 75 W.P	\$469.94
Fungicidas	
Mertect 50 S.C.	\$66.25
Daconil 50 S.C.	\$12.38
Amistar 25 W.G.	\$141.75
Ridomil Gold 68 W.P.	\$22.70
Productos que no son producidos por Syngenta	
Disafos 10 G.R.	\$6.06
Agri-mycin 16.50 W.P.	\$41.25
Foltron Plus	\$9.38

Fuente: Departamento de ventas, Syngenta.

Actualmente Sabritas realiza un contrato de compra de la cosecha con sus productores desde el inicio de la siembra, estableciendo un precio fijo por quintal (12.5 dólares / quintal). Si la producción no alcanza los estándares de calidad deseados por Sabritas, ésta

deberá ser comercializada al precio del día en el mercado nacional, absorbiendo Syngenta la diferencia si el precio de venta es menor en el momento de la comercialización.

2.3.3.1 Margen de contribución: En el análisis de costos se comparó el margen de contribución generado para cubrir los costos comunes de ambas parcelas, el cual se determinó sustrayendo los costos relevantes de los ingresos percibidos por la venta de la cosecha (t/ha).

Los costos relevantes en ambas parcelas fueron aquellos generados por el control fitosanitario del cultivo. En la parcela Syngenta estos fueron el costo del Programa y un costo de oportunidad de 2.5% sobre el capital adicional (\$ 628.05) utilizado para el control fitosanitario en comparación con las prácticas tradicionales, y en la parcela testigo el costo de los productos utilizados de forma independiente. Los costos comunes son aquellos en los que se incurrió de igual forma en ambas parcelas y que no son relevantes para el análisis comparativo. Estos fueron principalmente insumos agrícolas y mano de obra. Es importante hacer la aclaración que dentro de los costos comunes aquellos generados por la cosecha son diferentes para ambas parcelas, ya que los rendimientos fueron distintos.

Los costos comunes se involucraron en el análisis con el propósito de determinar la utilidad neta y la rentabilidad para ambas parcelas, ya que éstas son variables que determinan lo atractivo que puede ser la producción de papa para el productor.

2.3.3.2 Matriz multidimensional de sensibilidad: Esta herramienta se utilizó para determinar los posibles valores del índice de rentabilidad que se podrían generar bajo diferentes escenarios, los cuales fueron definidos por movimientos en las variables de ingresos como función de los rendimientos y los costos relevantes.

Se realizó cuatro variaciones positivas y cuatro negativas para ambas variables, cada una de 5% del valor original observado en ambas parcelas. Con la simulación del valor de rentabilidad bajo distintos escenarios se realizó una comparación con la tasa de interés pasiva en dólares a plazo fijo de la banca en Guatemala (2.5% a 90 días) como un costo de oportunidad para el productor, y así definir bajo qué escenarios le es más conveniente depositar su dinero en el banco que producir.

Se seleccionó la tasa de interés pasiva a plazo fijo como el costo de oportunidad, aunque representa una opción de menor riesgo, a consecuencia del desconocimiento de la tasa mínima de rendimiento sobre el capital que el productor se exige en las actividades agrícolas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE EL CONTROL FITOSANITARIO OBTENIDO CON EL PROGRAMA SYNGENTA Y LAS PRÁCTICAS TRADICIONALES

El Programa Syngenta utilizó durante todo el ciclo del cultivo cuatro insecticidas, todos ellos con modo de acción por contacto e ingestión, y sólo Actara 25 WG con acción sistémica. De los fungicidas utilizados, los cuatro tienen un modo de acción protectante, y todos a excepción de Daconil 50 SC, pueden ejercer una acción curativa (Anexo 2).

Dentro del programa de aplicaciones se utilizaron tres productos que no pertenecen a Syngenta, ya que la compañía carece de productos con la acción fitosanitaria ejercida por estos: Disafos 10 GR (insecticida-nematicida), Foltron Plus (fertilizante foliar) y Agri-mycin 16.50 WP (bactericida). Dos aplicaciones de bactericida fueron realizadas, pero el control fue escaso, ya que se observó la presencia en buen porcentaje de *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas spp.*

Al momento de la siembra se aplicó Mertect 50 SC buscando proteger al cultivo, desde su brotación, contra *Rhizoctonia spp.*, *Phoma spp.* y *Fusarium spp.* En el campo se identificó en algunas plantas la presencia de *Rhizoctonia solani*, enfermedad cuya incidencia es importante en la región de acuerdo a los agricultores de la zona.

Durante el ciclo de la plantación se observó la presencia constante de *Bemisia tabaci*, *Myzus persicae* y *Paratrioza cockerelli*; así como el daño de *Epitrix cucumeris*, cuyo control fue adecuado porque no se incrementó el daño al área foliar a causa del mismo. El control ejercido por los productos Syngenta fue positivo, obteniendo mejores resultados sobre todas las plagas las aplicaciones con Actara 25 WG. La rápida reincidencia de estas plagas se generó por la presencia de plantaciones vecinas de papa sembradas en diferente fecha y un inadecuado control de malezas y plantas voluntarias de anteriores ciclos productivos (papa y maíz), las cuales funcionaron como hospederos.

Adicionalmente al daño generado por bacterias, la enfermedad que mayor daño causó fue *Phytophthora infestans*. El hongo inició concentrando su daño en un área pequeña, y luego se extendió rápidamente a consecuencia de los intervalos amplios dejados entre las aplicaciones de fungicidas, 12 días entre la aplicación 7 y 9; y también por la baja temperatura y alta humedad relativa durante las primeras horas del día, las cuales favorecen el desarrollo de la enfermedad. Inclusive fue necesario realizar una mezcla de dos fungicidas sistémicos curativos, aplicación 12, con el objetivo de inhibir el crecimiento micelial en el interior de la planta y evitar la esporulación. Los resultados

fueron positivos, el avance de la enfermedad se detuvo pero el daño causado al área foliar fue significativo.

La disponibilidad de cuatro fungicidas y cuatro insecticidas nos permitió rotar adecuadamente los productos, evitando crear resistencia tanto de las plagas como de las enfermedades. En algunas ocasiones la carencia de dos insecticidas sistémicos nos obligó a repetir aplicaciones con Actara 25 WG.

Dentro de los productos utilizados en el testigo, ninguno pertenece a Syngenta. PCNB es un fungicida que fue utilizado al momento de la siembra, buscando los mismos objetivos que Mertect 50 SC; al mismo tiempo, Mocap 10 GR se utilizó en la siembra por su acción insecticida-nematicida. Para el resto del ciclo productivo, solo se utilizó Dithane 43 SC con acción fitosanitaria de fungicida protectante; y Tamaron 60 SL y Monarca 11.25 SE para el control de insectos. En los muestreos realizados durante las visitas al campo se observó que el control de plagas y enfermedades en el testigo fue menor que en la parcela del Programa Syngenta, observándose mayor incidencia de mosca blanca.

El rendimiento obtenido con el Programa Syngenta superó en 3.32 t (1 t = 22 quintales) al rendimiento de la parcela testigo. El Programa Syngenta obtuvo 19.95 t/ha, mientras que la parcela testigo 16.63 t/ha. La diferencia se atribuyó al control fitosanitario obtenido con el Programa Syngenta ya que esta fue la única variación en las prácticas agrícolas realizadas.

En ninguna de las parcelas se alcanzó los rendimientos esperados, esto se atribuyó a cinco problemas que afectaron de igual forma la calidad de los tubérculos:

- Amarillamiento por psílicos
- Virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV)
- Rhizoctoniasis
- Bacterias (*Erwinia spp.* y *Pseudomonas spp.*)
- Estrés hídrico

Todos estos problemas causaron cambios en el desarrollo normal del cultivo, afectando el crecimiento y la sanidad del área foliar; disminuyendo la función fotosintética, y con ello los rendimientos finales.

3.2 COMPARACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LOS TUBÉRCULOS COSECHADOS Y SU ACEPTACIÓN PARA PROCESO INDUSTRIAL

De acuerdo con las especificaciones de calidad para recepción de papa en la planta de Sabritas, ninguna de las dos parcelas logró obtener los estándares mínimos de calidad. El Programa Syngenta obtuvo 19.00 % de defectos totales (Anexo 5), y la parcela testigo 44.00 % (Anexo 6); siendo 10.00 % el máximo permitido.

La cosecha del Programa Syngenta obtuvo mayor porcentaje del permitido en:

- Papa chica (menor 5 cm)
- Corazón hueco
- Daño mecánico
- Decoloración interna
- Azúcares, obtuvo 60%. El máximo permitido es 0.1 %.

La cosecha del testigo obtuvo 30% de azúcares, y sólo se le realizó la prueba de fritura en la quinta visita de Sabritas a la finca. La razón de lo anterior se debió a que los resultados de la prueba fueron tan negativos (44.00 % de defectos totales) que no se permitió el traslado de la cosecha completa a la planta de procesamiento para realizarle el último muestreo. En el caso del Programa Syngenta, la prueba de fritura realizada en la quinta visita obtuvo 4.00 % de defectos totales, por lo que se permitió el traslado de la cosecha completa a la planta para realizar el último muestreo (19 % de defectos totales).

En la figura 2 se observa una papa frita con color indeseable (izquierda), luego otra papa frita con decoloración externa (centro) y una papa frita con las características deseables para la comercialización (derecha).

Figura 2. Resultados de prueba de fritura, color indeseable (izquierda), decoloración externa (centro) y características deseables (derecha).



La coloración indeseable, decoloración interna y externa son consecuencia de concentración elevada de azúcares en el tubérculo, que al momento de freírlo se quemaron; y de algún tipo de necrosis reticulada presente en el haz vascular, parénquima vascular y hasta en la medula (Figura 3).

Figura 3. Necrosis presente en el tubérculo al momento de la cosecha.



Se especula que la concentración elevada de azúcares pudo ser consecuencia del estrés hídrico sufrido por la plantación, especialmente en la segunda mitad de su ciclo de crecimiento; y por el amarillamiento por psílicos, causado por la *Paratrioza cockerelli* al inyectar una toxina mientras se alimenta, y cuyo efectos es incrementar la concentración de almidón en la médula y corteza. Así mismo, se especuló que la necrosis fue consecuencia de la incidencia de *Rhizoctonia spp.*; PLRV, transmitido por *Myzus persicae*; virosis, transmitida por *Bemisia tabaci*; y la infección causada por bacterias como *Erwinia spp.* y *Pseudomonas spp.*

La similitud que existe entre los síntomas foliares causados por PRLV, amarillamiento por psílicos y *Rhizoctonia*, posibles causas de la disminución en la calidad de los tubérculos; la falta de conocimiento del daño, ciclo de vida y control de algunas plagas; y la carencia de laboratorios fitopatológicos de confianza en Guatemala, han dificultado el diagnóstico certero de la causa principal en la disminución de los rendimientos y calidad de los tubérculos en la región.

3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL PROGRAMA SYNGENTA Y LAS PRÁCTICAS FITOSANITARIAS TRADICIONALES.

Los ingresos generados por la venta de la cosecha fueron superiores en el Programa Syngenta que en la parcela testigo, \$ 5,487.50 y \$ 4,575.00 respectivamente. Esto se debió a una diferencia en productividad (rendimientos) de 20% del Programa Syngenta sobre la parcela testigo.

A pesar de que los costos incurridos por el manejo fitosanitario en el Programa Syngenta fueron poco más de tres veces superiores a los de la parcela testigo, el primero generó un margen de contribución mayor para cubrir el resto de costos de producción; permitiéndole al productor tener mayor holgura en la administración de los costos comunes sin perjudicar la utilidad neta percibida en la operación (Cuadro 2 y 3).

Cuadro 2. Margen de contribución, utilidad neta y rentabilidad del Programa Syngenta.

INGRESOS		TOTAL
Venta de Cosecha	\$5,487.50	\$5,487.50
COSTOS RELEVANTES		
Agroquímicos		
Disafos 10 GR	\$68.72	
Foltron Plus	\$41.54	
Agri-mycin 16.50 WP	\$36.71	
Mertec 50 SC	\$61.08	
Daconil 50 SC	\$132.54	
Ridomil Gold 68 WP	\$185.60	
Amistar 25 WG	\$122.33	
Evisect 50 SP	\$20.26	
Karate Zeon 2.5 CS	\$32.07	
Pegasus 50 SC	\$131.25	
Actara 25 WG	\$85.05	
		\$917.16
Costo de Oportunidad (2.5%)		\$15.70
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN		\$4,554.64
COSTOS COMUNES		
Preparación de terreno / ha	\$281.25	
Semilla (quintales)	\$1,690.00	
Agua	\$112.50	
		\$2,083.75
Insumos		
Fertilizantes		
Fertilizante (18-6-12)	\$93.81	
Fertilizante (11-52-0)	\$84.42	
Fertilizante Nitrato de Potasio	\$117.60	
Fertilizante Nitrato de Calcio	\$63.70	
		\$359.53
Mano de Obra		
Siembra	\$221.25	
Aplicación de agroquímicos	\$123.75	
Calza	\$67.50	
Chapeo	\$7.50	
Mantenimiento de semilla	\$56.25	
Riego	\$198.75	
Cosecha	\$166.82	
		\$841.82
Cosecha		
Sacos para transporte	\$82.31	
Transporte de cosecha	\$219.50	
		\$301.81
TOTAL COSTOS COMUNES		\$3,586.91
UTILIDAD BRUTAS		\$967.73
ISR (31%)		\$300.00
UTILIDAD NETA		\$667.73
ISR (Impuesto Sobre la Renta)		
RENTABILIDAD		13.90%

Cuadro 3. Margen de contribución, utilidad neta y rentabilidad de la parcela testigo.

INGRESOS		TOTAL
Venta de cosecha	\$4,575.00	\$4,575.00
COSTOS RELEVANTES		
Agroquímicos		
PCNB	\$44.50	
Dithane 43 SC	\$101.93	
Tamaron 60 SL	\$37.21	
Mocap 10 GR	\$68.72	
Monarca 11.25 SE	\$36.75	
		\$289.11
MARGEN DE CONTRIBUCION		\$4,285.89
COSTOS COMUNES		
Preparación de terreno / ha	\$281.25	
Semilla (quintales)	\$1,690.00	
Agua	\$112.50	
		\$2,083.75
Insumos		
Fertilizantes		
Fertilizante (18-6-12)	\$93.81	
Fertilizante (11-52-0)	\$84.42	
Fertilizante Nitrato de Potasio	\$117.60	
Fertilizante Nitrato de Calcio	\$63.70	
		\$359.53
Mano de Obra		
Siembra	\$221.25	
Aplicación de agroquímicos	\$123.75	
Calza	\$67.50	
Chapeo	\$7.50	
Mantenimiento de semilla	\$56.25	
Riego	\$198.75	
Cosecha	\$139.08	
		\$814.08
Cosecha		
Sacos para transporte	\$68.63	
Transporte de cosecha	\$183.00	
		\$251.63
COSTOS COMUNES TOTALES		\$3,508.98
UTILIDAD BRUTA		\$776.91
ISR (31%)		\$240.84
UTILIDAD NETA		\$536.07
ISR (Impuesto Sobre la Renta)		
RENTABILIDAD		13.27%

Como resultado de un margen de contribución superior, el Programa Syngenta obtuvo mayor utilidad neta en comparación con la parcela testigo. Esta diferencia se expresó

finalmente en una retribución de 0.63% mayor en el índice de rentabilidad para la actividad productiva. Esta mínima diferencia no le proporciona al productor una garantía de obtener mayores beneficios, por lo que éste no se siente atraído a implementar el Programa Syngenta y preferirá continuar utilizando los productos que tradicionalmente se aplican para el control fitosanitario.

En la simulación de los posibles valores de rentabilidad bajo distintos escenarios, el Programa Syngenta obtiene pérdidas en casi todas las situaciones en las que el rendimiento disminuye en 20%, a excepción de cuando los costos relevantes se reducen en 10, 15 y 20% (Anexo 7). El área sombreada representa los diferentes escenarios bajo los cuales el costo de oportunidad de producir papa es mayor que lo que esta misma actividad le retribuiría al productor; por lo tanto resulta preferible depositar en el banco bajo las condiciones antes mencionadas el monto invertido que arriesgarse en la producción de papa.

Los valores de rentabilidad que se observan en la simulación de la parcela testigo no presentan mucha diferencia en cuanto al área de pérdida en comparación con el Programa Syngenta, ya que bajo cualquier valor simulado de los costos relevantes y una reducción de 20% de los rendimientos el productor pierde (Anexo 8). El área sombreada, de igual forma que en el Programa Syngenta, representa los diferentes escenarios en donde le es más conveniente al productor depositar su dinero en el banco que producir papa. Esta área únicamente presenta un escenario diferente a los del Programa Syngenta: en este se simula una reducción de 15% de los rendimientos manteniendo los costos relevantes constantes. En este escenario le es más conveniente al productor depositar el dinero en el banco que producir papa.

En este mismo análisis, el valor de rentabilidad para el caso de la parcela testigo podría ser superior al del Programa Syngenta con solo un aumento de 5% en los rendimientos o una reducción de 15% en los costos relevantes; de igual manera el Programa Syngenta podría tener valores inferiores al de la parcela testigo con solo una reducción del 5% de los rendimientos y un aumento de 10% de los costos relevantes.

En ambos casos, un incremento del 10% o más en los rendimientos y cualquier valor simulado de los costos relevantes representa una rentabilidad muy atractiva para el productor, en comparación con el promedio de la actividad agrícola que fluctúa entre 10% y 20%.

4. CONCLUSIONES

El Programa Syngenta ofrece cuatro insecticidas con modo de acción sistémica, por contacto e ingestión, y cuatro fungicidas con modo de acción protectante y curativa. En comparación con los productos utilizados tradicionalmente en la región, el programa Syngenta brinda dos veces mayor diversidad de productos, nuevas fórmulas y a consecuencia de la asistencia técnica, un uso adecuado de los mismos. Por uso adecuado se entiende que la dosis puede variar de acuerdo con la intensidad de la presencia de la plaga o enfermedad y apertura o cierre de los intervalos de aplicaciones conforme la persistencia de las mismas. El programa carece de insecticida-nematicida y bactericida, ambos productos necesarios en el manejo fitosanitario de la papa y que deben ser adquiridos por el productor de forma independiente.

El Programa Syngenta utilizado en esta prueba y el que será utilizado en pruebas futuras, no puede considerarse como una receta para el manejo fitosanitario del cultivo; la utilización de los productos dependerá de las condiciones ambientales del área de producción, de la incidencia de plagas y enfermedades y del manejo integrado de las prácticas agrícola necesarias para la producción eficiente del cultivo.

La producción de papa para proceso industrial requiere que los tubérculos posean estándares de calidad no exigidos cuando ésta se comercializa en fresco. Por lo tanto, de acuerdo con la literatura y la experiencia generada en esta prueba, para producir tubérculos de calidad debe existir un manejo integrado del cultivo que considere básicamente los siguientes factores claves:

- Calidad de la semilla utilizada: la cual debe estar libre de enfermedades y en el momento adecuado para su brotación.
- Preparación del suelo: el cual debe quedar bien mullido para facilitar el desarrollo de los tubérculos en forma y tamaño.
- Suelos sanos: evitar la infección de los tubérculos con bacterias, para lo cual se requiere como mínimo un período de 3 años entre el último ciclo cultivado de papa y además cosechar completamente todos los tubérculos producidos evitando dejar en el suelo un medio de cultivo de enfermedades.
- Nutrición del cultivo: suministrar todas las demandas del cultivo producirá plantas más vigorosas y menos susceptibles.
- Control de malezas: ya que estas son hospederos potenciales de las plagas del cultivo; y además, compiten por los nutrientes disponibles para el cultivo.
- Control de plagas y enfermedades: evitar la presencia de plagas ya que éstas pueden transmitir virus e inyectar toxinas que dañan la calidad de los tubérculos;

de la misma forma el daño causado por las enfermedades es un factor determinante sobre la calidad de la papa.

- Riego: la humedad debe ser constante a través de todo el ciclo; escasez o exceso de agua disminuye la calidad de los tubérculos y puede afectar el rendimiento.

Al realizar los muestreos en el campo se observó menor daño por plagas y enfermedades en la parcela del Programa Syngenta que en la parcela testigo, tanto en el área foliar como en el tallo y raíces; a excepción del daño causado por bacterias el cual fue muy similar en ambas parcelas.

Debido a que las prácticas para el control fitosanitario fueron la única diferencia en el manejo de ambas parcelas, se atribuyó a esta variable el incremento de 20% en los rendimientos observados en el campo.

En ambas parcelas la calidad de los tubérculos para proceso industrial fue inferior a los estándares mínimos exigidos por Sabritas. Por lo tanto, su aceptación como materia prima para la planta de procesamiento de alimentos fue negada.

A pesar de que el margen de contribución generado por el Programa Syngenta fue 6.2% superior al de la parcela testigo, la rentabilidad adicional generada por el primero sobre el segundo fue menor de 0.63%; esto no proporciona un atractivo suficiente a los productores para cambiar sus prácticas tradicionales de control fitosanitario. De igual manera, el análisis de escenarios realizado con la matriz multidimensional de sensibilidad no presentó una diferencia importante en el comportamiento de la rentabilidad entre ambas parcelas; esto pone en evidencia que existe poca garantía a los productores por parte del Programa Syngenta para mejorar su rentabilidad utilizando esta tecnología.

5. RECOMENDACIONES

Syngenta debería desarrollar programas similares al ejecutado en esta primera experiencia en todas las regiones de Guatemala, donde exista un mercado potencial demandante de soluciones eficientes para la producción de papa con altos estándares de calidad. Estas pruebas deberían ser evaluadas bajo un diseño experimental para tener un respaldo estadístico sobre los resultados obtenidos y reducir con esto el error experimental. Toda la información generada en nuevas experiencias debería ser documentada, y con ello definir un Programa Syngenta a nivel nacional para cada región con diferentes condiciones climáticas y para cada época de producción.

Para definir un programa efectivo, Syngenta debería realizar pruebas de forma continua donde evalúe tres factores fundamentales para su éxito:

- Introducir nuevas fórmulas en el programa y así, definir que productos funcionan con mayor efectividad bajo determinadas condiciones. De la misma forma, la adición de un segundo insecticida sistémico es necesario en el programa.
- Evaluar diferentes intervalos entre aplicaciones bajo diferentes niveles de presión de plagas y enfermedades, buscando determinar cual es el más efectivo biológicamente y el más eficiente económicamente.
- Rotar en diferente forma los productos dentro del programa, para definir cuál es la secuencia con mejores resultados.

El Programa Syngenta no se puede considerar como una herramienta eficaz que proporcione la solución a las deficiencias observadas en rendimiento y calidad de los tubérculos, si este no está involucrado dentro de un adecuado manejo integrado del cultivo. Para esto se debería desarrollar un protocolo que instruya al agricultor en las prácticas de manejo del cultivo de papa, con el fin de reducir la influencia de factores externos al manejo fitosanitario que afectan el rendimiento y la calidad de los tubérculos cosechados. Los elementos fundamentales de este protocolo deberían ser:

- Calidad de la semilla
- Tipo, sanidad y fertilidad del suelo
- Rotación de cultivos (romper los ciclos de las enfermedades)
- Labores de cultivo: preparación del suelo, siembra, aporque, eliminación de hospederos y cosecha
- Nutrición del cultivo
- Requerimientos hídricos del cultivo
- Manejo fitosanitario
- Plagas y enfermedades

- Industrialización de la papa

Para que Syngenta logre una participación importante en este mercado potencial de aproximadamente \$ 369,600.00 anuales, debería asegurarse que los elementos mencionados anteriormente se cumplan satisfactoriamente en las áreas de producción donde se utilice su programa; y así poder mejorar los rendimientos de papa que cumpla los estándares de calidad establecidos por Sabritas.

En esta prueba se determinó el costo del Programa Syngenta con el precio de venta de distribuidor, que es el precio más favorable de la lista de precios de Syngenta. Se debería evaluar el costo real del Programa cuando éste sea lanzado oficialmente al mercado, ya que si se hará uso de una lista de precios menos favorable, el costo podría elevarse generando menos margen de contribución, utilidad neta y rentabilidad para el productor.

Luego de definir un costo competitivo del programa y lograr mejorar los rendimientos, se podrá garantizar al productor una diferencia significativa en rentabilidad en comparación con otras prácticas para el control fitosanitario, y así asegurar una participación en el mercado sin riesgo a ser fácilmente desplazada por la competencia.

Desarrollar un centro de documentación en Syngenta podría ser el primer paso en este proceso que busca satisfacer un nuevo mercado, cuyo beneficio potencial para Syngenta es importante. Concretar este primer paso necesitará establecer contactos con sus homólogos en países con similar latitud, organizaciones a nivel mundial como la FAO, IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) y CIP (Centro Internacional de Papa); con el fin de obtener literatura relacionada con la producción de papa y así obtener una herramienta adicional para solucionar el problema, aun desconocido, que reduce los rendimientos y la calidad de los tubérculos.

Una relación comercial abierta entre los tres entes interesados: el productor, Syngenta y Sabritas jugará un papel importante para alcanzar el éxito en la producción de papa de calidad para el proceso industrial. En esta relación comercial, debería existir un compromiso hacia la investigación de alternativas de producción y el desarrollo de nuevas tecnologías que logren generar productos con los estándares que el consumidor exige.

6. BIBLIOGRAFÍA

Blata Soft S.L. s.f. Productos Fitosanitarios, Estrobilurinas (en línea) s.l. Consultado 15 abril 2002. Disponible en www.terralia.com/revista7/pagina15.htm

CIP (Centro Internacional de la Papa). 1998. Indicadores de Papa. (en línea). s.l. Consultado 22 marzo 2002. Disponible en www.cipotato.org/market/potatofacts/papapdf/papaprod.pdf

Edifarm Internacional Centro América, EC. 2001. Vadeagro. 1ª edición. Guatemala, Guatemala. s.p.

El cultivo de la papa. s.f. (en línea). s.l. Consultado 4 marzo 2002. Disponible en www.puc.cl/sw_educ/cultivos/papa/tuberculos.htm

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1998. La Papa en Cifras: Producción, Uso, Consumo, Comercialización. s.l. Consultado en 22 marzo 2002. Disponible en www.fao.org/faostat1998

Ficha Técnica para la Elaboración de Hojuelas Fritas. s.f. (en línea). s.l. Consultado 3 marzo 2002. Disponible en www.lincos-infocomm.net/agricultura/agroindustria/chips

GONZALES, L.C. 1985. Introducción a la Fitopatología. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. San José, Costa Rica. 148 p.

ICOCHEA, T. 1980. Compendio de Enfermedades de la Papa. Centro Internacional de la Papa – CIP. Estados Unidos de América. s.p.

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas); MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). 2000. Producción de Semilla Certificada de Papa. Centro de Producción Agrícola Labor Ovalle. Quetzaltenango, Guatemala. s.p.

MONTALDO, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. San José, Costa Rica. 706 p.

REDEPAPA. 2000. Boletín de la Papa (en línea). s.l. Volumen 1, No. 2. Consultado 12 abril 2002. Disponible en www.redepapa.org/boletindos.html

Red River Valley Potato Growers Association, USA. s.f. Semilla de Papa. s.p.

SAUDERS, J; *et al.* 1998. Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica.

SOTO, H. 1986. Insectos de la Papa. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – MAGA. Guatemala, Guatemala.

Unidad de Políticas e Información Estratégica. s.f. Papa (*Solanum tuberosum*) (en línea) Guatemala, Guatemala. Consultado 3 abril 2002. Disponible en www.maga.gob.gt

University of California Division of Agriculture and Natural Resources, USA. 1992. Integrated Pest Management for Potatoes in the Western United States. United States of America. s.p.

ZAAG, D. s.f. Recolección y Almacenado de Patatas. Traducido en español por Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero - INSPV. Instituto consultivo Holandés sobre la Patata y Ministerio de Agricultura y Pesca. La Haya, Holanda.

ZAPATA, J; MENDOZA, L. 1994. Guía para el Diagnóstico y Control de Enfermedades en Cultivos de Importancia Económica. 3ª edición. Zamorano Academic Press. Honduras. 290 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Guatemala.



Anexo 2. Programa Syngenta para el control fitosanitario de papa industrial.

Momento Aplicación	Producto	Dosis ml o g / L solución	Volumen L / Ha	Dosis / Ha Kg o L / Ha
1. Al momento de siembra . 17 al 20/12/2001	Disafos 10 G.R.** Mertec 50 S.C.	0.80	720	11.340 0.576
2. Al momento de brotación . 04/01/2002	Karate Zeon 2.5 C.S.	1.55	64	0.099
3. 4 ddb . 08/01/2002	Karate Zeon 2.5 C.S. Daconil 50 S.C.	1.55 6.00	176	0.273 1.056
4. 7 ddb . 11/01/2002	Actara 25 W.G. Mertec 50 S.C.	0.75 0.80	432	0.324 0.346
5. 13 ddb . 16/01/2002	Pegasus 50 S.C. Daconil 50 S.C. Agri-mycin 16.50 W.P.**	0.80 6.00 1.00	320	0.256 1.920 0.320
6. 22 ddb . 23/01/2002	Pegasus 50 S.C. Amistar 25 W.G. Foltron Plus**	0.80 0.60 4.68	368	0.294 0.221 1.722
7. 27 ddb . 28/01/2002	Karate Zeon 2.5 C.S. Amistar 25 W.G.	1.55 0.50	380	0.589 0.190
8. 32 ddb . 02/02/2002	Pegasus 50 S.C.	0.80	480	0.384
9. 39 ddb . 09/02/2002 . Solo 1 SFP y 2 SFP	Pegasus 50 S.C. Ridomil Gold 68 W.P. Agri-mycin 16.50 W.P.**	0.80 3.75 1.00	570	0.456 2.138 0.570
10. 42 ddb . 12/02/2002	Evisect 50 S.P. Daconil 50 S.C. Foltron Plus**	0.50 5.00 4.70	576	0.288 2.880 2.707
11. 46 ddb . 16/02/2002	Karate Zeon 2.5 C.S. Ridomil Gold 68 W.P.	1.55 3.75	520	0.806 1.950
12. 49 ddb . 19/02/2002	Ridomil Gold 68 W.P. Amistar 25 W.G.	3.75 0.78	580	2.175 0.452
13. 52 ddb . 22/02/2002	Daconil 50 S.C.	6.25	440	2.750
14. 56 ddb . 26/02/2002	Pegasus 50 S.C. Ridomil Gold 68 W.P.	0.80 3.75	510	0.408 1.913
15. 64 ddb . 06/03/2002	Karate Zeon 2.5 C.S. Pegasus 50 S.C. Daconil 50 S.C.	1.56 0.80 6.25	336	0.524 0.269 2.100

** = Productos que no pertenecen a Syngenta

ddb = Días después de brotación

Anexo 3. Especificaciones para recepción de papa.

Parametros	Aceptación
Temperatura interna	10 a 29 ° C
% de sólidos	14 - 22
% de azúcares	0.1
Tamaños	
% de papa chica (menor 5 cm de diámetro)	0 - 3
% de papa canica (menor 3 cm de diámetro)	0
% de papa grande (mayor 10 cm de diámetro)	0 - 10
Defectos en papa cruda	
% de podridas	0 - 1
% de tierra	0 - 2
% de papas verdes	0 - 5
% de daño mecanico	0 - 1
% de corazon hueco	0 - 4
% de decoloración interna	0 - 2
Defectos en papa frita	
% de color indeseable	0 - 5
% de verdes	0 - 4
% de decoloración interna	0 - 4
% de decoloración externa	0 - 4
% de defectos totales *	0 - 10

* Es la suma de color indeseable, verdes, decoloración interna y externa.

Fuente: Planta de procesamiento Sabritas.

Anexo 4. Costo total del Programa Syngenta para 1 Hectárea.

Momento Aplicación	Producto	Dosis / Ha Kg o L / Ha	Costo / Ha Dólares
1. Al momento de siembra	Disafos 10 G.R.**	11.340	\$68.76
. 17 al 20/12/2001	Mertec 50 S.C.	0.576	\$38.16
2. Al momento de brotación	Karate Zeon 2.5 C.S.	0.099	\$1.39
. 04/01/2002			
3. 4 ddb	Karate Zeon 2.5 C.S.	0.273	\$3.82
. 08/01/2002	Daconil 50 S.C.	1.056	\$13.07
4. 7 ddb	Actara 25 W.G.	0.324	\$85.05
. 11/01/2002	Mertec 50 S.C.	0.346	\$22.90
	Pegasus 50 S.C.	0.256	\$16.26
5. 13 ddb	Daconil 50 S.C.	1.920	\$23.76
. 16/01/2002	Agri-mycin 16.50 W.P.**	0.320	\$13.20
	Pegasus 50 S.C.	0.294	\$18.69
6. 22 ddb	Amistar 25 W.G.	0.221	\$31.30
. 23/01/2002	Foltron Plus**	1.722	\$16.15
7. 27 ddb	Karate Zeon 2.5 C.S.	0.589	\$8.25
. 28/01/2002	Amistar 25 W.G.	0.190	\$26.93
8. 32 ddb	Pegasus 50 S.C.	0.384	\$24.38
. 02/02/2002			
9. 39 ddb	Pegasus 50 S.C.	0.456	\$28.96
. 09/02/2002	Ridomil Gold 68 W.P.	2.138	\$48.52
. Solo 1 SFP y 2 SFP	Agri-mycin 16.50 W.P.**	0.570	\$23.51
	Evisect 50 S.P.	0.288	\$20.26
10. 42 ddb	Daconil 50 S.C.	2.880	\$35.64
. 12/02/2002	Foltron Plus**	2.707	\$25.38
11. 46 ddb	Karate Zeon 2.5 C.S.	0.806	\$11.28
. 16/02/2002	Ridomil Gold 68 W.P.	1.950	\$44.26
12. 49 ddb	Ridomil Gold 68 W.P.	2.175	\$49.37
. 19/02/2002	Amistar 25 W.G.	0.452	\$64.13
13. 52 ddb	Daconil 50 S.C.	2.750	\$34.03
. 22/02/2002			
14. 56 ddb	Pegasus 50 S.C.	0.408	\$25.91
. 26/02/2002	Ridomil Gold 68 W.P.	1.913	\$43.41
15. 64 ddb	Karate Zeon 2.5 C.S.	0.524	\$7.34
. 06/03/2002	Pegasus 50 S.C.	0.269	\$17.07
	Daconil 50 S.C.	2.100	\$25.99
Costo total exclusivamente de los productos Syngenta			\$770.10
Costo total de los productos Syngenta y otros productos			\$917.16

Anexo 5. Análisis de calidad para Programa Syngenta.



FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS RENE Y CIA. S.C.A.


ANALISIS DE RECEPCION DE PAPA	NOTA DE ENTRADA Nº 00211		PLANTA <i>rene</i>		FECHA			
			No. FOLIO		DIA	MES	AÑO	
	PROVEEDOR <i>Juan de la Celda</i>		No. PROVEEDOR		BODEGA	LOTE No. <i>2-00265F</i>		
	VARIEDAD <i>Atlantic</i>		TEMPERATURA DE LA PULPA		CHICA < 4 CM:	DESCUENTO = (X-3)/4		
			ALTA	BAJA	RESULTADO	DESCUENTO		
			<i>20.7</i>	<i>18.7</i>	<i>4.3</i>			
	SOLIDOS	GRANDE > 7 CM:		DESCUENTO = (X-10)/2		CANICA < 3 CM:	DESCUENTO = X	
	RESULTADO <i>18.1</i>	DESCUENTO		DESCUENTO		RESULTADO <i>0.0</i>	DESCUENTO	
			%		%			
	VERDES (< 5 %)		PODRIDAS (< 1 %) DESCUENTO = X-1		CORAZON HUECO			
RESULTADO <i>2.76%</i>	DESCUENTO NO APLICA		RESULTADO <i>0.0</i>	DESCUENTO		RESULTADO <i>5.25%</i>	DESCUENTO NO APLICA	
DAÑO MECANICO		TIERRA (< 0 %) DESCUENTO = X		DECOLORACION INTERNA				
RESULTADO <i>2.38%</i>	DESCUENTO NO APLICA		RESULTADO <i>0.0</i>	DESCUENTO		RESULTADO <i>10.31</i>	DESCUENTO NO APLICA	
TOTAL		<i>5.64</i>		TOTAL		<i>15.36</i>		

ANALISIS DE RECEPCION DE PAPA	DISPOSICION		ACEPTADO <input type="checkbox"/>	ACEPTACION C/DESCUENTO <input type="checkbox"/>	RECHAZO <input checked="" type="checkbox"/>					
	LLEGADA	DIA	MES	AÑO	CAMION No.	HORA				
	DESCARGA	<i>19</i>	<i>03</i>	<i>2002</i>	<i>7</i>	AM <input type="checkbox"/> PM <input checked="" type="checkbox"/>				
	PROCESADA	<i>19</i>	<i>03</i>	<i>2002</i>	<i>7</i>	AM <input type="checkbox"/> PM <input checked="" type="checkbox"/>				
	ANALISIS No.	TIPO DE PRODUCTO	COLOR	HUMEDAD	COLOR INDESEABLE	VERDES	DECOLORACION INTERNA	DECOLORACION EXTERNA	DEFECTOS TOTALES = X-5	RESULTADOS
	1									
	2									
	3									
	PROMEDIO									
	1									
2	<i>Frutera</i>				<i>14.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>5.00</i>	<i>19.00</i>	
3										
PROMEDIO										
Kg. <i>82 kilos</i>		DESCUENTO EN KG.		DESCUENTO EN PRECIO		DESCUENTO TOTAL				
PROCEDENCIA <i>Palencia</i>		%	kg.	%	kg.	%	kg.			


ALMACEN DE MATERIA PRIMA

FIRMAS DE AUTORIZACION:
[Signature]

Anexo 6. Análisis de calidad para la parcela testigo.



FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS RENE Y CIA. S.O.A.



ANÁLISIS DE RECEPCIÓN DE PAPA	NOTA DE ENTRADA		PLANTA Rene		FECHA			
	No. [REDACTED]		No. FOLIO		DIA	MES	AÑO	
	PROVEEDOR fron de la cereza		No. PROVEEDOR		BODEGA	LOTE No.		
	VARIEDAD		TEMPERATURA DE LA PULPA		CHICA < 4 CM:		DESCUENTO = (X-3)/4	
			ALTA	BAJA	RESULTADO	DESCUENTO		
	SOLIDOS	GRANDE > 7 CM:	DESCUENTO = (X-10)/2		CANICA < 3 CM:	DESCUENTO = X		
		RESULTADO	DESCUENTO		RESULTADO	DESCUENTO		
	% DEFECTOS EXTERNOS				% DEFECTOS INTERNOS			
	VERDES (< 5 %)		PODRIDAS (< 1 %) DESCUENTO = X-1		CORAZON HUECO			
	RESULTADO	DESCUENTO NO APLICA	RESULTADO	DESCUENTO	RESULTADO	DESCUENTO NO APLICA		
DAÑO MECANICO		TIERRA (< 0 %) DESCUENTO = X		DECOLOACION INTERNA				
RESULTADO	DESCUENTO NO APLICA	RESULTADO	DESCUENTO	RESULTADO	DESCUENTO NO APLICA			
TOTAL				30% de TOTAL		TOTAL		
				la muestra				

ANÁLISIS DE RECEPCIÓN DE PAPA	DISPOSICIÓN		ACEPTADO <input type="checkbox"/>	ACEPTACION O/DESCUENTO <input type="checkbox"/>	RECHAZO <input checked="" type="checkbox"/>					
	LLEGADA	DIA	MES	AÑO	CAMION No.					
	DESCARGA				HORA					
	PROCESADA				AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>					
					AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>					
					AM <input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/>					
	ANÁLISIS No.	TIPO DE PRODUCTO	COLOR	HUMEDAD	COLOR INDESEABLE	VERDES	DECOLOACION INTERNA	DECOLOACION EXTERNA	DEFECTOS TOTALES = X-5	RESULTADOS
	1									
	2									
	3									
PROMEDIO										
1										
2										
3										
PROMEDIO										
1										
2										
3										
PROMEDIO										
Kg.	DESCUENTO EN KG.		DESCUENTO EN PRECIO		DESCUENTO TOTAL					
PROCEDENCIA	%	kg.	%	kg.	%	kg.	%	kg.		
ALMACEN DE MATERIA PRIMA					FIRMAS DE AUTORIZACION:					

Anexo 8. Matriz multidimensional de sensibilidad de la parcela testigo.

		RENDIMIENTOS EN TONELADAS METRICAS								
		13.31	14.14	14.98	15.81	16.64	17.47	18.30	19.14	19.97
INGRESOS EN FUNCION DEL RENDIMIENTO										
	13.27%	\$3,660.25	\$3,888.50	\$4,119.50	\$4,347.75	\$4,575.00	\$4,804.25	\$5,032.50	\$5,263.50	\$5,491.75
COSTOS										
		\$231.29	3.41%	7.26%	10.91%	14.40%	17.79%	21.03%	24.18%	27.18%
		\$245.74	3.14%	6.99%	10.63%	14.12%	17.50%	20.74%	23.89%	26.89%
		\$260.20	2.87%	6.71%	10.35%	13.83%	17.21%	20.45%	23.60%	26.60%
		\$274.65	2.60%	6.43%	10.07%	13.55%	16.93%	20.16%	23.31%	26.31%
RELEVANTES										
		\$289.11	2.33%	6.16%	9.80%	13.27%	16.64%	19.88%	23.02%	26.02%
		\$303.57	2.06%	5.89%	9.52%	12.99%	16.36%	19.59%	22.74%	25.73%
		\$318.02	1.79%	5.62%	9.25%	12.72%	16.08%	19.31%	22.45%	25.44%
		\$332.48	1.53%	5.35%	8.97%	12.44%	15.80%	19.03%	22.17%	25.16%
		\$346.93	1.26%	5.08%	8.70%	12.16%	15.53%	18.75%	21.89%	24.87%

Anexo 9. Documentación sobre el cultivo de papa.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN E HISTORIA

La hipótesis de Vavilov propone que el centro de origen de una planta cultivada puede encontrarse en la región de su mayor diversidad. Esto quiere decir, que cuanto más tiempo permanece un cultivo en determinada área, su diversidad genética es mayor, y que identificado el área de mayor diversidad (el cultivo estuvo en ese sitio por más tiempo que en ninguna otra parte), se estaría determinando su origen (www.redepapa.org/boletindos.html).

Vavilov (1951; citado por Montaldo, 1984) considera que la papa cultivada tuvo dos centros de origen: el centro de origen de Chiloé, donde junto a la papa cultivada (*Solanum tuberosum*) están la madia (*Madia sativa*), el mango (*Bromus mango*) y la frutilla (*Fragaria chiloensis*) y el centro de origen Ecuador, Perú y Bolivia, donde están representadas la papa cultivada andina (*Solanum andigenum*), otras especies de papas endémicas, la oca (*Oxalis tuberosa*), la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), el ullucu (*Ullucus tuberosus*), la aricama (*Polymnia sonchifolia*), el ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), la achira (*Canna edulis*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y otras plantas útiles. Desde el punto de vista de Vavilov, estos dos centros cumplen con todos los requisitos y condiciones que caracterizan un 'geno-centro' y son:

- Aislamiento geográfico
- Aislamiento climático natural del país
- Métodos rudimentarios de agricultura
- El haberse originado otras plantas útiles en el área
- Gran diversidad de variedades indígenas primitivas
- Lo que es más importante es la presencia de papas silvestres productoras de tubérculos

Latham (1936; citado por Montaldo, 1984) manifiesta que a la llegada de los españoles los indígenas cultivaban la papa y se alimentaban con ella, especialmente en las poblaciones del altiplano (Perú-Bolivia) y en las del Sur de Chile, lugares donde no se produce bien el maíz. Menciona para papas el nombre de "chusli" en atacameño, "poñi" para las papas cultivadas y "malla" para las silvestres en araucano.

Desafortunadamente no existe un registro de la introducción de la papa en España; se supone que este hecho ocurrió después del descubrimiento de los altiplanos andinos, entre 1565 y 1570, pero aun no se sabe quién la llevó ni de dónde. Lo que sí es de todos conocido es que primero llegó la batata dulce o camote (*Hipomea batata*), encontrada en las Antillas, México y otras regiones de clima cálido. La papa pasó de España a Portugal, Italia, Francia, Alemania, Holanda, Polonia y Rusia; probablemente llegó a Inglaterra en 1590, adaptándose a Escocia e Irlanda.

En el año 1845 ocurrió la gran epifitía de tizón debida al hongo *Phytophthora infestans*, que mató a cientos de miles de consumidores de papa, por inanición, e hizo emigrar otros hacia nuevos horizontes (Montaldo, 1984). Antes de la hambruna, Irlanda era un país de una gran diversidad económica y social. La imagen de Irlanda como una nación pobre, cuya producción se basaba en el cultivo de la papa, era la que predominaba en Europa antes del desastre. Sin embargo, la agricultura irlandesa era más que eso. Por el año de 1840, 3/5 de sus productos eran comercializados, proceso que se había iniciado al finalizar las Guerras Napoleónicas en 1815. Los cereales se exportaban a Gran Bretaña, gracias a las leyes proteccionistas que existían entonces. En 1845, cerca de dos millones de personas se alimentaban de lo que exportaba Irlanda y un millón de hectáreas estaban sembradas en papa. En 1846, disminuyeron a 400,000 ha, y un año más tarde solo habían 99,200 ha.

De acuerdo con los historiadores de esta planta, la Revolución industrial del siglo XIX no hubiera sido posible sin el auxilio del bienestar alimenticio proporcionado por este tubérculo. Tampoco la invencible Alemania hubiera perdido la primera guerra mundial (1914-1918) si en el frente interno no hubiera faltado el cobre, principal componente del fungicida **caldo bordelés**, que dejó a los sembradores de papas sin protección contra el minúsculo hongo del tizón, e hizo que al faltar el tubérculo al ama de casa en Berlín decayera la moral del pueblo (Montaldo, 1984).

Montaldo (1984) menciona que la historia triste de la papa es que fue llevada en el bagaje por el conquistador inglés, francés, alemán u holandés a Asia o Africa, como elemento de penetración y sumisión de pueblos calificados como primitivos, y en los cuales había que dirigir su explotación.

1.2 EL CULTIVO DE LA PAPA

1.2.1 Morfología de la papa

1.2.1.1 Etapa de germinación de semillas o de brotación de tubérculos. Esta especie puede propagarse tanto a partir de semillas como de tubérculos. Las plántulas provenientes de semillas presentan las típicas estructuras que poseen las plántulas de cualquier especie dicotiledónea, vale decir, radícula o raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicotilo. Al utilizar los tubérculos como medio de propagación, en cambio, el primer crecimiento de importancia corresponde a los brotes (Figura 1); éstos, que se desarrollan especialmente a partir de las yemas ubicadas en el extremo distal o apical de los tubérculos, emergerán sobre el suelo dando lugar a tallos muy vigorosos.

La planta de papa está compuesta por una parte aérea conformada por tallos, hojas, flores y frutos, y otra que crece subterráneamente, constituida por el tubérculo semilla o papa madre, raíces, rizomas y tubérculos.



Figura 1. Tubérculo de papa mostrando tres brotes vigorosos en su extremo distal (apical).

1.2.1.2 Sistema de raíces. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo (Figura 2); por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal, que permita una adecuada formación de raíces y rizomas.



Figura 2. Tubérculo con un tallo que muestra el crecimiento de raíces adventicias.

A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces, que son de origen adventicio, presentan un rápido

crecimiento. El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad.

1.2.1.3 Sistema caular. El sistema caular está compuesto por rizomas y por tallos. Los rizomas, que corresponden a tallos modificados que nacen alternadamente desde subnodos ubicados en los tallos, presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo. Cada rizoma, en tanto, a través de un engrosamiento en su extremo distal, genera un tubérculo (Figura 3).

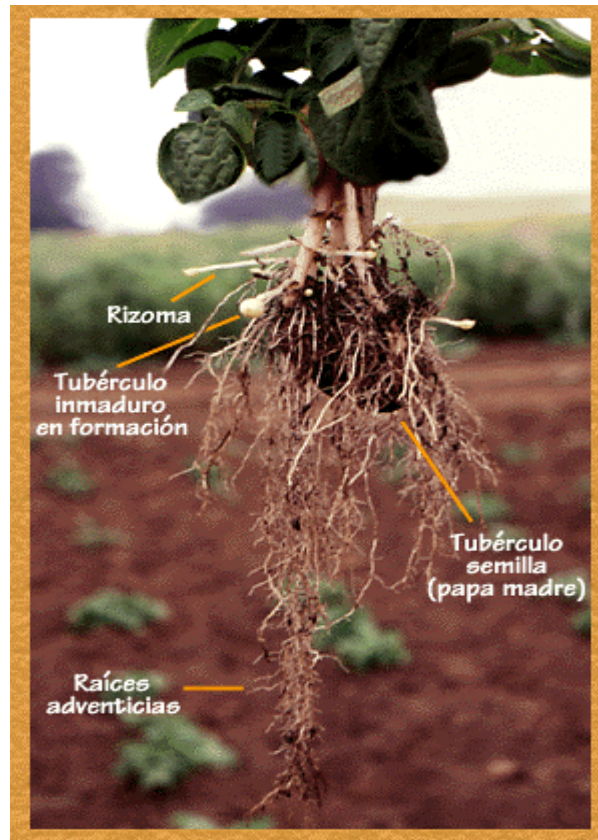


Figura 3. Crecimiento de rizomas e inicio de formación de tubérculos.

Los tallos, que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo semilla, son herbáceos, succulentos y pueden alcanzar de 0,6 a 1,0 m de longitud; además, son de sección angular y de color verde, aunque excepcionalmente pueden presentar un color rojo purpúreo. El tiempo que transcurre entre la plantación y la emergencia de las plantas es muy variable, dependiendo fundamentalmente de la temperatura del suelo y de la calidad y tamaño del tubérculo; en este sentido, en plantaciones realizadas a fines de invierno en la zona central de Chile, la emergencia de los tallos puede llegar a demorar 35 o más días, en tanto que en plantaciones hechas a fines de primavera o comienzos de verano, la emergencia puede tardar tan sólo 20 días.

Cada planta, en el contexto de un cultivo, produce normalmente dos a cuatro tallos, dependiendo fundamentalmente de la calidad del tubérculo semilla; estos tallos pueden originar ramificaciones secundarias a partir de yemas ubicadas en las axilas de las hojas. Cada tallo, a su vez, produce en promedio tres a cuatro rizomas, con un máximo no superior a ocho.

Los tallos pueden ser erectos o decumbentes, siendo lo normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo en la medida que avanza la madurez de los tubérculos. En la etapa final del desarrollo de las plantas, los tallos pueden tornarse relativamente leñosos en su parte basal.

1.2.1.4 Hojas. Luego de producida la emergencia de los tallos, se produce un rápido crecimiento inicial del follaje (Figura 4). Las hojas son alternas y compuestas, exceptuando las basales que pueden ser simples; las hojas compuestas son imparipinadas, presentando cinco, siete o nueve folíolos, los cuales se clasifican como primarios o secundarios de acuerdo a su tamaño. Además existen folíolos muy pequeños llamados terciarios, los cuales aparecen dispuestos en pares sobre el pecíolo de la hoja (Figura 5). En la práctica, para contabilizar el número de folíolos de una hoja, sólo se consideran los folíolos primarios y secundarios.



Figura 4. Planta mostrando un follaje abundante luego de transcurridas tres semanas desde su emergencia.

Las hojas compuestas, que pueden presentar una gran variedad de formas y tamaños, miden generalmente entre 10 y 20 cm de largo; sus folíolos son pilosos, al igual que las

restantes estructuras de la planta. En la porción subterránea del tallo también se desarrollan hojas, las cuales son rudimentarias y semejan pequeñas escamas; a partir de yemas axilares presentes en dichas hojas, se generan los rizomas.

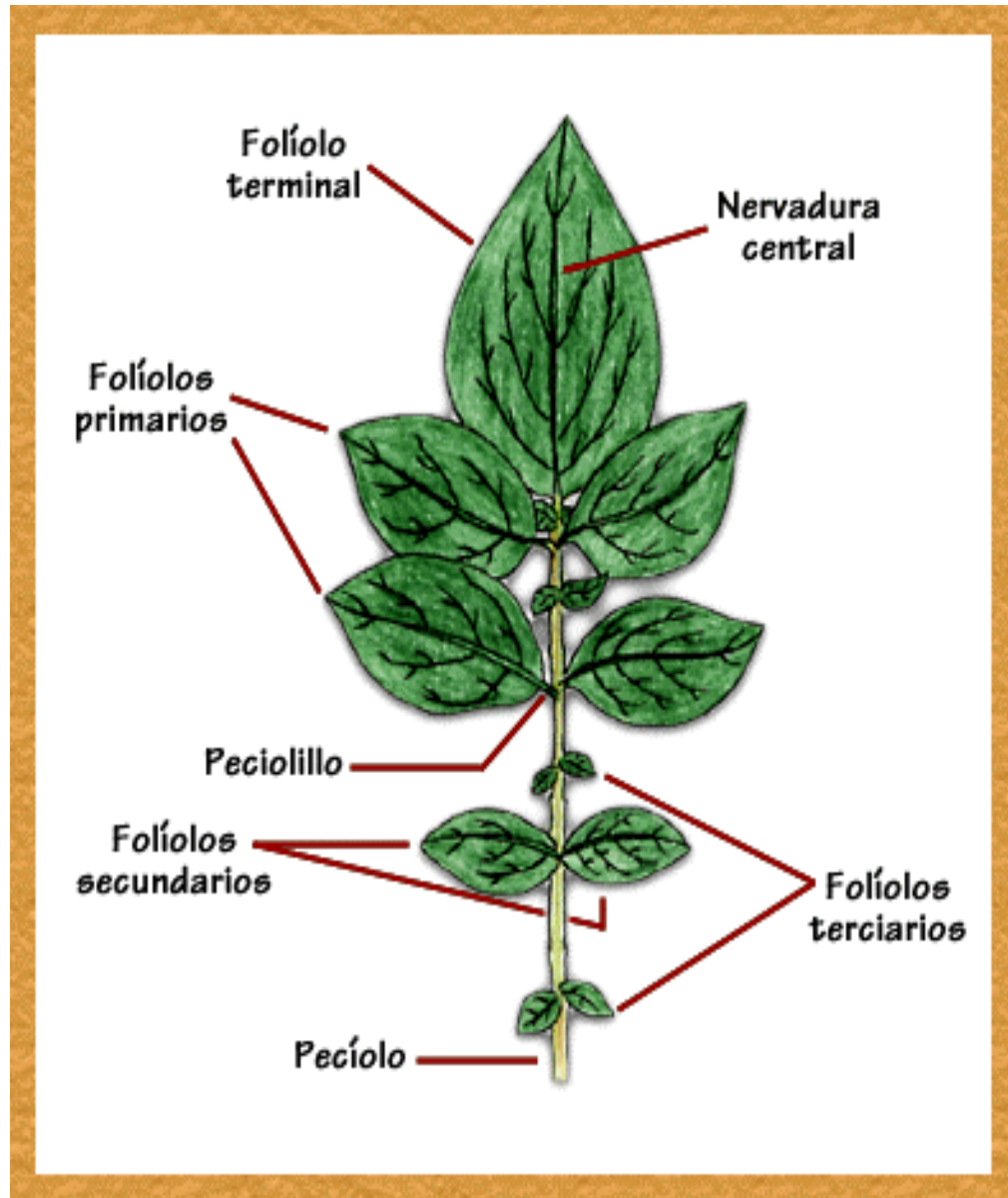


Figura 5. Hoja imparipinada compuesta por siete folíolos.

1.2.1.5 Flores e inflorescencias. Las flores, que pueden ser blancas, rosadas o púrpuras, son de tamaño mediano presentando aproximadamente 2 cm de diámetro; son pentámeras, poseen cáliz gamosépalo, corola entera, ovario bilocular, estilo y estigma simples y cinco estambres (Figura 6).

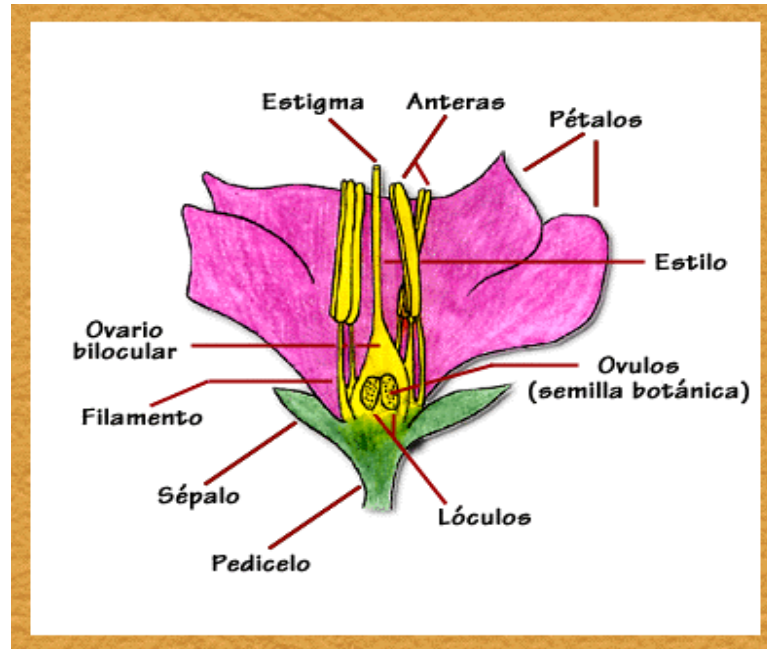


Figura 6. Componentes de una flor de papa.

Las flores son autógamas y se encuentran agrupadas en racimos terminales que conforman una inflorescencia cimosa; en cada tallo se presenta una sola inflorescencia, la cual puede presentar entre 5 y 15 flores (Figuras 7). Cabe consignar que muchos cultivares no florecen y que otros producen flores estériles.

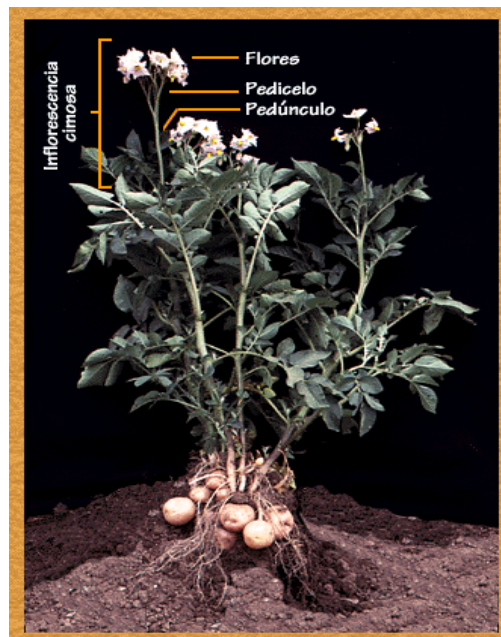


Figura 7. Planta en estado de floración mostrando sus inflorescencias cimosas.

1.2.1.6 Frutos y semillas. El fruto de la planta de papa corresponde a una baya, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica; su diámetro generalmente fluctúa entre 1 y 3 cm, y su color puede variar de verde a amarillento, o de castaño rojizo a violeta. Las bayas presentan dos lóculos y pueden contener aproximadamente entre 200 y 400 semillas (Figura 8). Las bayas se presentan agrupadas en racimos terminales, los cuales se van inclinando progresivamente en la medida que avanza el desarrollo de los frutos.



Figura 8. Fruto de papa correspondiente a una baya de tipo bilocular, en que se aprecia una gran cantidad de semillas.

Las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arriñonada, y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas (Figura 8).

1.2.1.7 Tubérculos. Los tubérculos, que corresponden a tallos subterráneos modificados, se originan a partir de un engrosamiento en el extremo distal de los rizomas. Aproximadamente 2 semanas luego de ocurrida la emergencia de las plantas, comienza la emisión de los rizomas; el comienzo de la tuberización, en tanto, se produce 3 a 5 semanas después de la emergencia (Figura 9), dependiendo del cultivar, del clima y de la edad fisiológica del tubérculo semilla. Durante la etapa de tuberización se puede formar un gran número de tubérculos, siendo generalmente dos a cuatro por cada tallo, los que logran un tamaño comercial.

Los tubérculos pueden cosecharse inmaduros, obteniéndose papas llamadas comúnmente "nuevas" o "pelonas", las cuales se caracterizan por presentar un periderma (piel) suelto y muy delgado. En la medida que avanza la madurez, los tubérculos continúan creciendo y van afirmando progresivamente su periderma; éste se va engrosando y adquiriendo un color cada vez más oscuro. El desarrollo de los tubérculos continúa aún después que el

follaje comienza a amarillear, alcanzándose el máximo rendimiento en cada planta cuando aproximadamente un 50% de su follaje se encuentra seco.

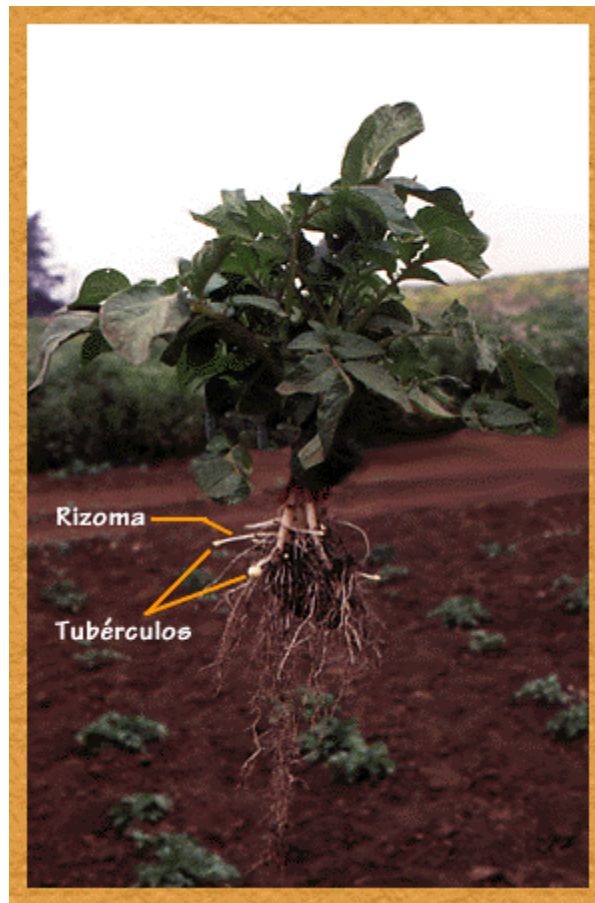


Figura 9. Planta cuya emergencia se ha producido hace aproximadamente 3 semanas, en que se aprecia el comienzo de la formación de tubérculos.

Los tubérculos habitualmente se desprenden de los rizomas durante la cosecha, quedando en evidencia un fragmento corto remanente o una pequeña cicatriz en su extremo proximal.

Los tubérculos, que tal como se indicó corresponden a tallos, presentan nudos que comúnmente se conocen con el nombre de "ojos". En cada nudo existen normalmente tres yemas, las cuales se ubican en las axilas de hojas escamosas existentes en áreas deprimidas del tubérculo; cada yema representa un potencial tallo con internudos no desarrollados.

Los nudos presentan una disposición helicoidal a partir del extremo proximal del tubérculo, zona donde va inserto el rizoma, hasta el extremo distal; en este último, los nudos son más abundantes y más profundos. La yema apical ubicada en el extremo distal es la que normalmente se desarrolla primero, estableciendo una marcada dominancia

(Figura 10). Los nudos brotarán, dependiendo fundamentalmente del número de yemas que posean, de su ubicación en el tubérculo y de las reservas que éste posea.



Figura 10. tubérculo de papa mostrando que la mayor cantidad de nudos se presenta en la zona distal.

Los tubérculos pueden presentar una forma alargada, redondeada u oblonga; su color, en tanto, puede ser blanco, amarillo, violeta o rojizo.

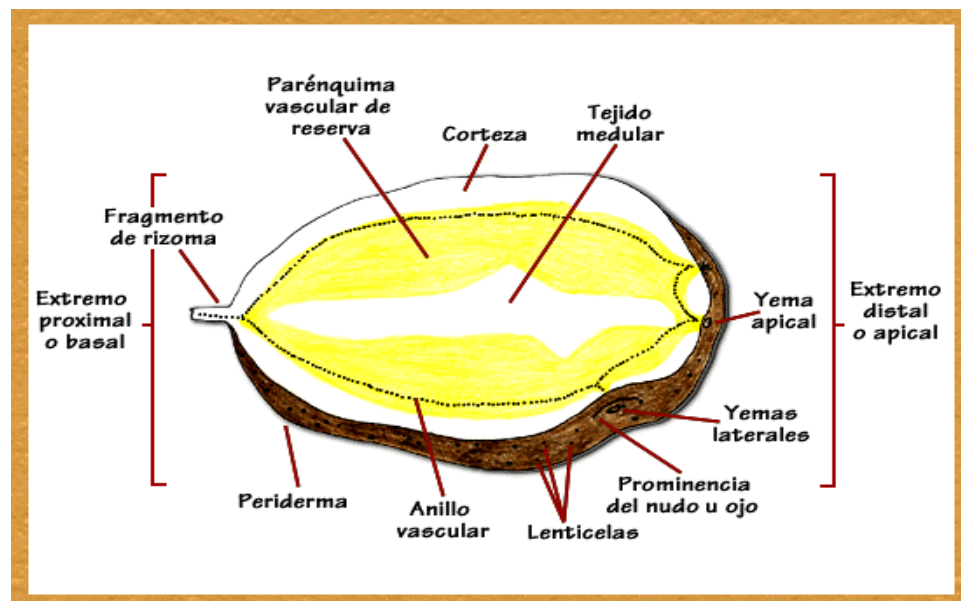


Figura 11. Tubérculo de papa y sus estructuras.

Los tubérculos están constituidos externamente por el periderma, las lenticelas, los nudos, las yemas y, eventualmente, por un fragmento o una cicatriz proveniente de la unión con el rizoma del cual se originaron; internamente se distingue la corteza, el parénquima vascular de reserva, el anillo vascular y el tejido medular (Figura 11).

1.2.2 Clima

Los factores del medio ambiente que influyen en la tuberización, ya que la producción de tubérculos es el principal objetivo del cultivo de la papa, son: temperatura, fotoperiodismo y agua.

El cultivo de la papa en su hábitat original va desde Chiloé (44 L.S.) con temperatura promedio de 11° C, altitud de 0 – 50 msnm, lluvia de 2000 mm y fotoperíodo de 15 – 16 horas, a altitudes de 3500 msnm y más en la Cordillera Andina en pleno ecuador, con temperaturas promedio de 10 – 11° C, fotoperíodos de 12 horas, o bien en el trópico bajo con altitudes de 500 – 1000 msnm, 25° C de promedio de temperatura y 11.30 a 12.30 horas de luz (Montaldo, 1984).

En 1975, Papadakis (citado por Montaldo, 1984) clasificó los climas para la producción de papa con especial referencia para América latina (Cuadro 1).

Cuadro 1. Climas para la producción de papa.

TROPICAL	Tierra templada húmeda Tierra templada seca
TIERRA FRIA	Baja Media Alta Andina baja Andina alta Subandina
DESIERTO	Tropical marino
PAMPEANO	Típico Subtropical
MEDITERRÁNEO	Marino
MARÍTIMO	Caluroso Fresco Temperado caluroso Temperado fresco Temperado frío
HUMEDO CONTINENTAL	Semicaluroso Frío

Bajo las condiciones que representa el clima tropical de tierra templada húmeda, vive la mitad de Centroamérica y Sudamérica tropical. Las características de este clima son:

- Temperatura más baja del mes más frío: mayor de 7°
- Temperatura mínima promedio del mes más caluroso: menor de 20° C
- Temperatura máxima promedio del mes más caluroso: menor de 33.5° C
- Altitud superior a 300 msnm
- Exceso de agua superior a 0.2 E (valor evapotranspiración potencial)
- Latitud 0 – 24 °

Las características del clima tropical tierra templada seca son:

- Temperatura más baja del mes más frío: mayor de 7 ° C
- Temperatura mínima promedio del mes más caluroso: menor de 20° C
- Temperatura máxima promedio del mes más caluroso: menor de 33.5° C
- Altitud superior a 300 msnm
- Exceso de agua menor de 0.2 E
- Latitud 0 – 23 °

Solamente se incluye una descripción de las características de los climas tropicales, ya que son estos los de interés para el propósito del trabajo.

1.2.2.1 Temperatura. Acerca del efecto del factor temperatura en el desarrollo de la parte aérea de la planta de papa, formación de tubérculos y rendimiento final, existe información muy diversa.

Para la emergencia de las plantas, Borah y Milthorpe (1959; citado por Montaldo, 1984) manifiesta que existe una emergencia más rápida a altas temperaturas y que ésta ocurre a los 22° C dos semanas antes que a los 13° C.

Respecto a alargamiento de tallos, Bodlaender (1963; citado por Montaldo, 1984) indica que este es nulo a 6° C, lento a 9° C y óptimo a 18° C.

Para Bodlaender (1963; citado por Montaldo, 1984) un gran número de hojas se forma a alta temperatura, comparado con las formadas a baja temperatura; las hojas en general tienen foliolos más grandes y son más lisas a bajas temperaturas. Este mismo autor indica como temperatura óptima para producción de hojas 12 – 14° C y para tallos 18° C.

Para Bushnell (1925; citado por Montaldo, 1984) la formación de tubérculos es óptima a 17° C y sobre esta temperatura los rendimientos decrecen, siendo 26 – 29° C el límite de desarrollo de tubérculos. Borah y Milthorpe (1959; citado pro Montaldo, 1984) indican que la temperatura óptima para la formación de tubérculos es 20° C y que a 15 y 25° C la formación de tubérculos se inicia una y tres semanas más tarde.

Bodlaender (1963; citado por Montaldo, 1984) dice que el número de tubérculos por planta es mayor a baja que a alta temperatura, y que los pesos máximos de los tubérculos se han encontrado a temperaturas intermedias.

1.2.2.2 Fotoperiodismo La influencia del fotoperiodismo en la papa es marcada en el crecimiento vegetativo, el crecimiento de los estolones, la floración y la tuberización. Todas las especies y variedades crecen más en días más largos y disminuye su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada en el trópico, donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperiodismo (Montaldo, 1984).

Aunque la floración es más abundante cuando los días son más largos, se ha observado que en el trópico, esta condición es modificada por la calidad de la luz y la temperatura.

Referente al efecto del fotoperiodismo en la tuberización, Driver y Hawkes (1943; citado por Montaldo, 1984) dicen que la formación de tubérculos depende de la cantidad de carbohidratos disponibles, producto de la fotosíntesis, después de haber satisfecho las necesidades para el crecimiento. Un largo fotoperíodo estimula el crecimiento vegetativo, mientras que un fotoperíodo corto en cierta forma restringe el crecimiento vegetativo, pero no reduce los productos totales de la fotosíntesis; por lo tanto, están más carbohidratos disponibles para la producción de tubérculos. El inicio de la tuberización ocurre más temprano bajo condiciones de días cortos que bajo días largos, la tuberización es más violenta y la madurez se alcanza más temprano. La producción de tubérculos por unidad de área foliar es mayor en los días cortos, pero las plantas que alcanzan gran desarrollo vegetativo bajo condiciones de día largo pueden al final producir un rendimiento adecuado en tubérculos debido al mayor incremento del área foliar que compensa la disminución de la eficiencia en la tuberización.

1.2.2.3 Agua La disponibilidad de agua en el suelo, sea proveniente de riego o de lluvia, influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta de papa. Donde se practica el cultivo de papa de secano – con sólo agua proveniente de lluvias – se encuentra una estrecha correlación entre la intensidad de la precipitación y el rendimiento final en tubérculos. Una escasa precipitación produce bajos rendimientos y una alta precipitación muchas veces es dañino, especialmente si los suelos de cultivo no tienen un buen drenaje (Montaldo, 1984).

El cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad de campo. La falta de agua se manifiesta por clorosis y marchitamiento de las hojas. La presencia de humedad en el suelo es dañina en el último período de desarrollo de los tubérculos, especialmente cuando ya están formados, ocasionando nuevos crecimientos vegetativos de la planta, con su correspondiente depósito de almidón, lo que provoca tubérculos con hijos y rajaduras que disminuyen la calidad de éstos (Montaldo, 1984).

1.2.3 Suelos

La papa se adapta a una gran variedad de suelos siempre que estos posean una buena estructura y un buen drenaje.

1.2.3.1 Tipos de suelos Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados con una profundidad de 25 – 30 cm. Los suelos muy arenosos no son retentivos

de humedad y por esto requieren riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas.

En el Cuadro 2, se presenta una correlación entre los suelos para la producción de papa en Latinoamérica con los órdenes de la 7ª. Aproximación realizada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Cuadro 2. Suelos para la producción de papa en Latinoamérica.

Órdenes de la 7a. aproximación	Latinoamérica
Entisol	Suelos aluviales Azonales
Inceptisol	Suelos Ando y Andino negros
Vertisol	Suelos tropicales y arcillosos oscuros (Grumosol)
Alfisol	Marrones no calcáreos (Ferrugíneos tropicales) Marrones cálcicos Suelos mediterráneos rojos y pardos Tierra roja (Terra roxal) Planosol
Ultisol	Podzoles rojo o amarillo (Ferrugíneos tropicales)
Oxisol	Latosoles rojo amarillo (Ferrisol) Laterita

Fuente: U.S.D.A., 1960

1.2.3.2 pH La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4. Sobre pH 5.4, en suelos largamente cultivados con papa, se tiene el problema del ataque del organismo que provoca la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos.

En suelos con valores de pH bajo 5.0, éste se puede subir por medio de aplicaciones de enmiendas calcáreas, dos o tres meses antes de la siembra. El efecto de la acidez es indirecto, ya que afecta a la cantidad de los elementos nutritivos asimilables y aumenta el aluminio y el manganeso en solución en el suelo hasta hacerlo tóxico a las plantas. En el caso contrario, suelos con pH sobre 5.4, se debe usar abonos a base de sulfatos o bien hacer una aplicación de azufre, sulfato ferroso o sulfato de aluminio (Montaldo, 1984).

1.2.3.3 Manejo del Suelo Un buen manejo de los suelos paperos requiere que estos sean tratados de manera que produzcan el máximo rendimiento de tubérculos por el mayor período de tiempo, para lograr esto se requiere:

- Mantenimiento de una buena estructura
- Reacción del suelo
- Fertilidad del suelo

Esta última es la condición menos difícil de mantener con ayuda de los fertilizantes comerciales, mientras que mantener o mejorar la estructura de un suelo muy pesado es más difícil. El cultivo intenso de un suelo franco-arcilloso fino tiende a decrecer sus espacios porosos. El manejo de los suelos franco-arenoso y suelos livianos, en general, es relativamente fácil. Montaldo (1984) menciona que debido a la dificultad de cambiar la estructura y la reacción de un suelo, la elección del suelo para papa es muy importante; para mejorar la estructura se usan los abonos verdes y los estiércoles.

1.2.3.4 Materia orgánica Los factores que determinan la cantidad de materia orgánica del suelo son la vegetación, la topografía, la naturaleza de los minerales primarios, el clima y el tiempo; el contenido en materia orgánica de los suelos está directamente relacionado con la absorción de agua y aireación.

Los principales componentes de la materia orgánica son el nitrógeno, que en gran parte es proteico, y el carbono. De acuerdo a Thompson (1966; citado por Montaldo, 1984) un suelo con un 3% de materia orgánica contiene 75 ton/ha. Según Fassbender (1975; citado por Montaldo, 1984) la materia orgánica en los suelos arenosos desérticos sólo alcanza el 5% de su peso total; en la mayor parte de los suelos cultivados varía entre 2 – 5%; en algunos llega a 8 – 10 % y en casos extremos, como en los suelos turbosos, puede alcanzar hasta el 90 – 95 %.

Fuentes importantes de materia orgánica son los abonos verdes o los cultivos de leguminosas incluidos en el plan de rotación cultural y las adiciones de estiércoles o *composts*.

1.2.3.5 Rotación cultural A continuación se enumeran las ventajas de la rotación cultural, con el propósito de comprender mejor las razones fundamentales de esta práctica agrícola.

- Menor lavado de los nutrimentos del suelo
- Estabilización de las entradas de la finca debido a la diversificación de la producción.
- Conservación de la materia orgánica gracias a una menor frecuencia de araduras
- Mejor control de las enfermedades y plagas específicas por ausencia de los huéspedes obligados
- Mejor y más racional uso de mano de obra en la finca
- Conservación del suelo por mejor control de la erosión
- Mantenimiento de una mejor estructura en los suelos pesados

Algunos tipos de rotaciones practicadas en las regiones tropicales se presentan a continuación.

Regiones tropicales, calientes y bajas:

- Papa – maíz – frijol – papa
- Papa – algodón – hortalizas – papa
- Papa – maní – tabaco – papa
- Papa – sorgo – papa
- Papa – abono verde – papa

Regiones tropicales frías y altas:

- Papa – cereal pequeño – pradera leguminosa – gramínea – papa
- Papa – leguminosa de grano – papa

En general las rotaciones largas con papa cada tres o cuatro años en el mismo suelo son las más adecuadas para el control de enfermedades (Montaldo, 1984).

1.2.4 Fertilizantes

La fertilidad del suelo es un factor muy importante en la producción de papas por ser éste un cultivo de rápido desarrollo. La fertilidad es resultado de una abonadura racional y de un buen manejo del suelo que incluye prácticas culturales, rotación de cultivos y control de la erosión.

La papa es un cultivo energético ya que su materia seca total en un 75 – 80% está constituida por carbohidratos. La síntesis de estos carbohidratos requiere la presencia de los elementos mayores N – P – K, y además de Ca, S, Fe, Zn, Cu, Bo, Mn, Mg y de enzimas específicas.

Carpenter (1963; citado por Montaldo, 1984) dice que un buen rendimiento de papas puede ser obtenido si las plantas pueden absorber 115 – 140 kg de N, 17 kg de P₂O₅ y 170 kg de K₂O por hectárea.

A continuación se presenta una breve descripción de las funciones en el cultivo de la papa de los elementos fertilizantes mayores.

1.2.4.1 Nitrógeno El nitrógeno no se halla en las rocas y minerales ; todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera por fijación. El nitrógeno orgánico formado por las plantas necesita estar en forma inorgánica para ser aprovechado por los cultivos. Thompson (1966; citado por Montaldo, 1984) señala que en un suelo normal de cultivo la cantidad media de N por hectárea es de 3360 kg, y de esta cantidad sólo 33.6 kg se hallan en estado inorgánico.

El cultivo de papa necesita tener disponible gran parte del N en su primer desarrollo para la producción de tallos y hojas. De acuerdo a las observaciones de Kushizaki (1975; citado por Montaldo, 1984) la absorción de N se continúa con el desarrollo de los tubérculos.

Se cree que un rendimiento de 26 ton/ha de papa puede extraer en los tubérculos 72.8 kg, 28.0 kg y 128.8 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente; así como la parte aérea extrae 67.2 kg, 11.2 kg y 61.6 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

La falta de N en el fertilizante tiende a reducir la absorción de fósforo y también produce un desarrollo deficiente de las plantas, las que quedan de tamaño reducido, tallos de aspecto fastigiado y una coloración clorótica.

El N es deficiente en los suelos arenosos, en los bajos en materia orgánica y en los muy ácidos, condición que interfiere con la nitrificación (Montaldo, 1984).

Se recomienda la aplicación temprana de los fertilizantes nitrogenados. Dosis altas de N en plantaciones en época de lluvias puede mejorar los rendimientos; ocurriendo todo lo contrario en la época seca, donde dosis altas de N atrasan el brote de los tubérculos y reduce la "stands".

1.2.4.2 Fósforo Este elemento es absorbido como ion monovalente H_2PO_4 , y se denomina fosfato. De acuerdo a Gargantini *et al* (1963; citado por Montaldo, 1984) la mayor cantidad de fósforo está presente en los tubérculos y después en las hojas y en el tallo. A los 40 días la planta de papa ya ha absorbido el 80% del total del fósforo; posteriormente se produce la translocación del fósforo de los órganos aéreos y subterráneos hacia los tubérculos. Considerando que el fósforo no es lixiviado y que el cultivo lo requiere especialmente en su primer desarrollo, se recomienda que este elemento esté disponible a la planta desde el inicio de su desarrollo.

La falta de fósforo asimilable se refleja en bajos rendimientos y calidad pobre, más que en síntomas en la planta. En el follaje, los bordes de las hojas aparecen color rojo-marrón a marrón-violeta y están curvados hacia arriba.

1.2.4.3 Potasio El potasio es absorbido como ion K^+ . Este elemento tiene gran importancia en el metabolismo de la planta, especialmente en la fotosíntesis y en la translocación de los azúcares.

De acuerdo a Gargantini *et al* (1963; citado por Montaldo, 1984) entre los órganos vegetativos las hojas contienen la mayor cantidad de potasio; después están los tallos y las raíces. Estos mismos autores observaron que después de los 50 días de ciclo, cuando aumenta el ritmo de formación de los tubérculos, éstos pasan a tener la mayor proporción de potasio. De los elementos fertilizantes el potasio es el que es absorbido en mayor cantidad.

La carencia de potasio es fácil de reconocer por el aspecto enfermizo y el deficiente desarrollo foliáceo y de los tubérculos. También señala la falta de potasio las manchas grises de los tubérculos y el ennegrecimiento que presentan a la cocción (Montaldo, 1984).

1.2.4.4 Calcio El calcio ayuda a la descomposición de la materia orgánica, provoca la formación de elementos nutritivos que estaban en forma orgánica y previene los efectos tóxicos de otros; además actúa sobre la formación de los cloroplastos. Sólo se aplica cal en suelos muy ácidos o de deficiente estructura. La deficiencia de calcio, cuando es muy marcada, provoca la total ausencia de producción de tubérculos. En los casos menos graves aparecen puntos muertos en la zona medular de los tubérculos y un enrollado de los foliolos (Montaldo, 1984).

La corrección de la deficiencia en calcio se hace mediante aplicaciones de caliza (carbonato de calcio), yeso (sulfato de calcio), cal dolomítica (carbonato de calcio y

carbonato de magnesio), y deberá hacerse a lo menos con dos meses de anticipación al cultivo, o si es posible en el cultivo anterior de la rotación.

A continuación se presenta una breve descripción de las funciones en el cultivo de la papa de los elementos fertilizantes secundarios.

1.2.4.5 Boro La planta de papa requiere muy pequeñas cantidades de boro. La deficiencia en la planta presenta un enrollado foliar, clorosis generalizada, acortamiento de los pecíolos, falta de desarrollo de la parte apical y reducción en los entrenudos del tallo; y en los tubérculos, que se deshacen después de cocidos.

El boro en exceso también puede tener un efecto fitotóxico, y manifestarse como una quemadura marginal de las hojuelas y de su enrollamiento.

1.2.4.6 Manganeso Este elemento actúa en la síntesis de la clorofila y en la fotosíntesis; actúa también sobre las enzimas oxidantes, en la síntesis y translocación de las proteínas y en la síntesis de la vitamina C.

Deficiencias de manganeso ocurren en suelos de pH alto o en los que se ha aplicado altas dosis de caliza. Se manifiesta la deficiencia por clorosis de los folíolos, que se reducen en tamaño y tienen tendencia a enrollarse hacia el haz afectándose el rendimiento.

1.2.4.7 Magnesio Forma parte de la molécula de clorofila y también es constituyente de las enzimas. Los suelos deficientes en magnesio, por lo general, son fuertemente ácidos y están constituidos por arenas gruesas.

Las plantas afectadas por deficiencia de magnesio son de un color verde más claro que las normales y tienen una reducción notoria en el rendimiento en tubérculos (Montaldo, 1984).

1.2.4.8 Cobre El cobre está presente en el suelo como catión asimilable, ya sea en solución o en forma intercambiable; es más soluble en suelos de pH bajo. Se le considera un elemento esencial en el crecimiento de la planta.

1.2.4.9 Zinc Al zinc se le relaciona con la formación de la clorofila. Se encuentra en el suelo en forma de catión en minerales primarios o secundarios. Su solubilidad es afectado por el pH del suelo, siendo óptima entre 5.25 – 6.0.

1.2.4.10 Hierro El hierro es necesario para la formación de la clorofila. Es uno de los elementos más abundantes en los suelos y muy raramente hay deficiencia. Se señalan dos causas de clorosis férrica, una producida por la cal y otra por la relación no equilibrada entre el hierro y los demás oligoelementos, especialmente el manganeso (Montaldo, 1984).

1.2.4.11 Estiércol Es recomendable la aplicación de 20 – 30 ton/ha de estiércol para tener un buen desarrollo en el cultivo de la papa. Sin embargo se ha visto que la aplicación de estiércol fresco produce una tendencia en los tubérculos de papa hacia el ataque del

organismo de la sarna común (*Streptomyces scabies*). Por ello es recomendable aplicar estiércol con bastante antelación y ojalá en el cultivo que antecede en la rotación a la papa (Montaldo, 1984).

1.2.5 Preparación del suelo

La papa es un cultivo muy exigente en cuanto a condiciones físicas del suelo. La buena preparación de éste incluye una aradura profunda, seguida de los rastrajes correspondientes, hasta obtener un suelo bien mullido. No se puede pretender buenos rendimientos y tubérculos de buena forma en suelos mal preparados. El tipo ideal de suelo es el liviano-franco arenoso-profundo bien drenado y ojalá con alto contenido de materia orgánica (Montaldo, 1984).

Cuándo comenzar a preparar el suelo dependerá de las condiciones físicas –si se va a incorporar abonos verdes o estiércoles – o de la rotación de los cultivos existentes. En general se recomienda nivelar los suelos para evitar encharcamientos, facilitar las labores mecánicas posteriores al cultivo, y preparar una buena cama hasta de unos 20 cm de profundidad.

También es necesario que el suelo tenga un grado adecuado de humedad al momento de la siembra, para hacer germinar la semilla hasta que la planta pueda emerger del suelo. Si es posible hay que regar antes de sembrar.

1.2.6 Siembra

1.2.6.1 Época La época de siembra de este cultivo es muy variable, debido a las diversas condiciones en que se efectúa, desde las regiones australes del continente americano con estaciones climatológicas definidas y promedios bajos de temperatura (10 – 12° C), hasta pasar posteriormente por los altiplanos andinos fríos, hacia las regiones tropicales bajas en donde sólo se distingue una estación seca y otra estación húmeda con promedios de temperatura que llegan a los 25° C (Montaldo, 1984).

En las regiones tropicales bajas y calientes – si los cultivos son de secano – las siembras deberán hacerse a la entrada de la estación lluviosa, mientras que en los otros casos estará determinada por la posibilidad de semilla y la demanda de los mercados. En las regiones tropicales altas y frías se tendrá las mismas consideraciones anteriores, tratando de escapar al factor heladas, que son más frecuentes en ciertas épocas del año.

1.2.6.2 Forma La siembra puede hacerse en forma manual, semimecanizada o mecanizada.

La siembra manual la realizan los campesinos de escasos recursos, utilizando una herramienta para abrir un agujero en el suelo y luego colocar la semilla en la posición más adecuada, con el extremo apical hacia arriba, de manera que la emergencia de las plantas sea más rápida. La siembra semimecanizada se realiza abriendo el surco con arado de hierro o de madera (con reja de hierro) por lo general accionado por bueyes. Detrás del arado surcador va un campesino distribuyendo el abono, ya sea al voleo o en el fondo del

surco; en seguida viene otro campesino colocando a mano la semilla, y detrás un segundo arado haciendo la labor de tapado. La siembra mecanizada se realiza con máquinas accionadas por tractores que hacen la labor conjunta de abrir el surco, abonar en dos bandas laterales a ambos lados del surco, cubrir el abono con una delgada capa de tierra, colocar el tubérculo semilla y tapanlo, dejando formado un camellón. Estas máquinas pueden ser de una, dos, tres o cuatro hileras (Montaldo, 1984).

Las ventajas atribuidas a la siembra a máquina son:

- Menos costo de operación
- Profundidad de siembra uniforme, que redundará en una emergencia uniforme de las plantas
- Distancia uniforme, que facilitará las labores mecánicas posteriores
- Aplicación de fertilizantes en la forma más adecuada

1.2.6.3 Profundidad La profundidad a que se efectúa la siembra varía según el tipo de suelo y el equipo que se utilice. En general la siembra es más superficial en los suelos pesados que en los livianos, o cuando se usan máquinas.

La profundidad de siembra afecta:

- La velocidad de emergencia de las plantas
- La profundidad de formación de tubérculos
- La necesidad de aporque
- La incidencia de daño por quemaduras de los tubérculos por los rayos solares
- La facilidad de cosecha

En general, las papas-semillas grandes deben sembrarse a 10 – 12 cm y las semillas medianas a 7 – 10 cm (Montaldo, 1984).

1.2.6.4 Densidad Se ha visto que la densidad de siembra influye en:

- La cantidad de semilla requerida por hectárea
- El rendimiento del cultivo
- El tamaño de los tubérculos en la cosecha

Las distancias más corrientes de siembra varían de 70 – 100 cm entre las hileras y de 20 – 50 cm entre las plantas. Se ha demostrado experimentalmente que los espacios más reducidos son mejores porque dan más altos rendimientos, tubérculos de tamaño más uniforme y hay menos tendencia a grandes tubérculos, en los que se puede presentar el daño fisiológico del corazón hueco (Montaldo, 1984).

Con mayor uso del riego y mejor fertilidad se ha visto que la mayor densidad de siembra (espaciamientos menores) está mejor justificado que cuando estos factores son limitados. También se ha observado que la densidad de siembra afecta el rendimiento de los tubérculos en dos sentidos: cuando la distancia entre hileras y entre plantas sobre la hilera es muy estrecha, las plantas sufren de competencia, y los rendimientos disminuyen; con distancias máximas hay aumentos de rendimientos por planta pero también disminuye el

rendimiento por superficie cultivada. Por lo tanto debe buscarse un equilibrio, de manera que el espacio sea suficientemente amplio pero que no haya disminución de rendimiento.

1.2.6.5 Tamaño de la semilla Los tubérculos-semilla a ser usados deben tener un peso mínimo de 50 – 60 g, que con distancias de siembra de 90 X 40 cm equivalen a un gasto de 1.4 – 1.6 ton de semilla por hectárea.

Cuando se corta la semilla debe buscarse que los trozos pesen de 40 – 50 g y que posean, a lo menos, una yema en buenas condiciones de brotación; esto da un gasto de 1.1 – 1.3 ton de semilla por hectárea.

No debe usarse como semilla tubérculos pequeños menores de 50 g, pues con ello se está haciendo una selección negativa, posiblemente hacia tubérculos producidos por plantas enfermas o portadoras de enfermedades de virus. Desde luego que esto no es válido en caso de que se esté seguro de ocupar semilla de papa producida en campos libres de enfermedades.

1.2.6.6 Variedad de semilla Atlantic: fue introducida en 1976 por U.S.D.A., Virginia Truck and Ornamentals Research Station y las Estaciones experimentales Agrícolas de Florida, New Jersey y Maine. Las plantas son medianas a grandes y erectas con flores de color lila claro. Es una variedad de madurez intermedia. Los tubérculos son ovalados a redondos, con cáscara de consistencia algo escamosa y reticular de color blanco. Se reporta que es inmune al virus X y al "tuber net necrosis" que es ocasionado por el virus del enrollamiento. Es tolerante a la sarna y marchites causada por *Verticillium*. Posee alta gravedad específica y es excelente para el procesamiento de "chips" (Red River Valley Potato Growers Association, s.f.).

1.2.7 Labores de cultivo

1.2.7.1 Aporques Los fines principales de la labor de aporque son:

- Cubrir los tubérculos para protegerlos de la quemadura del sol (papa verde), del posible daño de la polilla de la papa y del ataque de tizón tardío
- Conservar mejor la humedad de los suelos y facilitar el drenaje
- En suelos fríos, ofrecer mayor superficie de calentamiento por el sol
- Mantener el cultivo libre de malezas

La altura a la que deben quedar los surcos después de realizar el aporque debe ser de 20 – 30 cm sobre el nivel del suelo.

Al hacer estas labores al cultivo deberá tenerse en cuenta que algunos estudios sobre desarrollo de raíces en la planta de papa han demostrado que a pesar de que estas raíces pueden llegar hasta un metro de profundidad la mayoría de ellas se encuentra en los primeros 40 cm, por lo que se recomienda hacer los trabajos superficiales del suelo y detenerlos una vez que el cultivo ya esté establecido.

Al realizar el aporque se pueden cumplir con dos prácticas dentro del cultivo de papa, siendo una de estas la fertilización complementaria al incorporar el fertilizante al suelo, y también realizar un control mecánico de las malezas.

1.2.7.2 Riego Se ha visto que el cultivo de la papa requiere, para obtener buenos rendimientos, que el suelo se mantenga en un nivel adecuado de humedad durante su desarrollo. Esto no siempre puede ocurrir ya que el área ocupada por este cultivo depende preferentemente de las lluvias para obtener su humedad (siembras de secano).

Por esta razón la investigación de riego en papa en América Latina es escasa y se cree que este es un punto al que se debe dar más importancia, tanto como fuente principal de humedad como de riegos suplementarios. En las regiones de secano podría usarse el riego por aspersión para suplementar el déficit de humedad por falta de lluvias y mantener el cultivo en el grado de humedad adecuado.

Con una provisión adecuada de agua, lluvia y riego suplementario, la papa puede usar mayores cantidades de fertilizantes, y este abono extra dará un alza de rendimientos. También se ha visto experimentalmente que una humedad bien distribuida durante el cultivo da tubérculos más uniformes, bien formados y lisos (Montaldo, 1984).

Bradley y Pratt (1934; citado por Montaldo, 1984) encontraron que los más altos rendimientos en papas se obtienen cuando se riega antes de que la humedad del suelo baje del 50% de la capacidad de campo. Taylor y Rognerud (1959; citado por Montaldo, 1984) encontraron que el riego antes y durante la formación de los tubérculos da un aumento en el número de tubérculos formados. Struchtemeyer (1961; citado por Montaldo, 1984) en un experimento realizado en Maine, concluyó que a medida que el porcentaje de humedad disponible disminuye, el rendimiento en tubérculo es menor, y que la disminución de la humedad del suelo en la segunda mitad de la estación de crecimiento tiende a reducir más el rendimiento que una falta de agua en la primera mitad de la vida de la planta.

El riego en el cultivo de la papa se efectúa por surcos o por aspersión. Se ha utilizado con resultados bastante satisfactorios el riego por aspersión, especialmente en suelos con cierta pendiente y también con la plantación más densa, lo que ha permitido el aumento del uso de fertilizantes. Sin embargo se ha incrementado la incidencia de enfermedades fungosas del follaje.

No deberá abusarse de los riegos ya que el exceso de agua produce menores rendimientos por falta de aireación del suelo, originando tubérculos con lenticelas abiertas y tejido corchoso. Si el suelo, por otro lado, se pone muy seco, los tubérculos maduran prematuramente y el suministro de agua posterior puede causar en ellos crecimientos secundarios (Montaldo, 1984).

1.2.7.3 Defoliación una vez que el cultivo ha alcanzado su madurez fisiológica, o si al hacer un muestreo se tiene el tipo de tubérculos deseados, se procede a la eliminación del follaje el que se puede efectuar aplicando un defoliante químico, fuego con lanza llamas o se eliminará con machete (Unidad de Políticas e Información Estratégica. s.f.)

1.2.7.4 Cosecha La cosecha es una de las labores más caras y que requiere mayor número de obreros y mejor organización que cualquier otra práctica en el cultivo de la papa. Se recomienda iniciar la cosecha una semana o quince días después de este tratamiento y cuando se esté seguro de que la cáscara esta fuertemente adherida y que no se pela al frotar los tubérculos; el suelo no debe estar muy húmedo, a fin de evitar la formación de terrones.

En la actualidad, las papas pueden cosecharse con trabajo manual exclusivamente o con cosechadoras. Cual de los dos sistemas sea mejor depende del coste de la mano de obra, de que ésta esté disponible, de la superficie dedicada al cultivo de la papa, del tamaño de la parcela, etc. (Zaag, s.f.).

Cualquiera que sea el sistema adoptado, son indispensables los siguientes requisitos:

- Se debe causar a los tubérculos el menor daño posible, rozaduras, grietas y contusiones internas (especialmente debe cuidarse a temperaturas bajas del suelo)
- Los tubérculos no deben dañarse por radiación directa del sol (quemadura solar), o por bajas temperaturas (daños de helada)
- Debe haber una separación efectiva de la tierra
- En el terreno debe quedar el menor número posible de tubérculos

Se debe evitar cosechar cuando la temperatura del suelo baja de 5° C, especialmente si se trata de tubérculos para hojuelas ("chips"), pues a esta temperatura se produce una transformación del almidón en azúcar, lo que da un producto de color café oscuro y de gusto amargo (Montaldo, 1984).

1.2.8 Comportamiento de los tubérculos después de la cosecha

Un tubérculo de papa es un organismo vivo compuesto en un 80% de agua. Después de la cosecha, los tubérculos pierden peso y calidad; la temperatura y la humedad del aire que los rodea son factores importantes a este respecto.

1.2.8.1 La humedad del aire y las lesiones en la piel Si la humedad relativa del aire que rodea los tubérculos es ligeramente inferior al 99%, los tubérculos perderán agua por evaporación a través de la piel, las heridas y los brotes. El agua se mueve mucho más fácilmente a través de la piel delicada de los tubérculos inmaduros que a través de la piel ya hecha de un tubérculo maduro. La pérdida de humedad a través de las zonas lesionadas de la piel o a través de los brotes puede ser elevada. Si el aire circundante es seco, los tubérculos inmaduros con lesiones en la piel pueden perder fácilmente un 1% de su peso en fresco por día. Para reducir a un mínimo estas pérdidas, es importante que:

- Se controlen los daños al cosechar y durante el transporte
- Se conserve alta la humedad del ambiente

1.2.8.2 Cicatrización de las heridas la humedad elevada también favorece la cicatrización de las heridas. A 15 – 20° C, y con una humedad relativa del aire superior al 85% se estimula la formación de la piel y la cicatrización de las heridas. Por lo tanto, se recomienda almacenar las papas recién cosechadas durante una o dos semanas a

temperaturas entre 15° y 20° C y con una elevada humedad relativa. Es lo que se conoce como período de curado. Sin embargo, si apareciesen focos de podredumbre húmeda en el lote de tubérculos, conviene secarlos inmediatamente mediante ventilación utilizando aire del exterior (Zaag, s.f.).

1.2.8.3 Respiración Un tubérculo respira como cualquier otro organismo viviente. Los azúcares, procedentes del desdoblamiento del almidón, se utilizan para la respiración, de forma que durante el almacenado, la cantidad del almidón en los tubérculos se reduce (sin embargo, la proporción de almidón en el tubérculo puede aumentar durante el almacenado, dependiendo de la proporción de pérdida de agua). En el proceso respiratorio se utiliza el oxígeno del medio ambiente y se producen agua, anhídrido carbónico y calor. La totalidad del proceso depende básicamente de:

- La temperatura de los tubérculos
- La condición de los tubérculos, los tubérculos inmaduros respiran con mucha mayor rapidez que los maduros. Los tubérculos dañados respiran también mucho más que los indemnes (Zaag, s.f.).

1.2.8.4 Respiración y producción de calor A 25° C la tasa respiratoria es aproximadamente cuatro veces mayor que a 10° C, y a 35° C es casi diez veces más. Bajo estas condiciones, el oxígeno no puede penetrar en el tubérculo con la suficiente rapidez como para evitar la asfixia de la parte central, que como consecuencia, se ennegrece.

A 25° C los tubérculos inmaduros y parcialmente dañados pueden producir 5 veces más calor que tubérculos maduros y sanos en la mismas condiciones de temperatura. Es pues, muy importante, que el calor producido por tubérculos inmaduros almacenados a altas temperaturas sea eliminado rápidamente. Si no se hiciese así, podrían producirse un sobrecalentamiento (Zaag, s.f.).

La altura de los montones en almacenes sin ventilación o en simples montones y la capacidad de enfriamiento en los almacenes de temperatura controlada deben ajustarse a la capacidad de producir calor.

1.2.8.5 Azúcares Aproximadamente a 5° C la tasa de respiración es la mínima. Por debajo de esta temperatura, la respiración se incrementa. A bajas temperaturas, la conversión del almidón en azúcares progresa en forma rápida. Una parte de estos (los azúcares reductores) provocan una coloración pardo-oscuro, no apetecible, en algunos de los productos de la industrialización de la papa. Por consiguiente las papas destinadas a industrialización deben almacenarse entre 7 – 10° C. Para el consumo en fresco la mayoría de las variedades pueden almacenarse entre 4 – 5° C sin que necesariamente se provoque en los tubérculos un sabor dulce notable (Zaag, s.f.).

1.2.8.6 Brotación Los tubérculos raramente brotan hasta pasado cierto tiempo después de la recolección. A menudo necesitan uno o varios meses antes de que los brotes aparezcan. La longitud de este período depende de:

- La variedad
- Condiciones de cultivo, las temperaturas altas tienden a acortar el período

- Lesiones, un tubérculo dañado brota antes que un tubérculo ileso
- Temperatura de almacenado, tubérculos almacenados a 20 – 25° c generalmente empezarán a brotar una vez pasados 1 ó 3 meses, mientras que tubérculos almacenados a 4° C podrán mantenerse libres de brotes durante muchos meses

1.3 INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PAPA

Quizá hoy día el mejorador genético deba poner mayor atención en producir una variedad de papa de buena calidad de tubérculos que en la obtención de variedades inmunes o altamente resistentes a enfermedades; esto es debido a la gran demanda que tiene la industria (Montaldo 1984). Muchas enfermedades son fácilmente controlables con un programa de aplicaciones de agroquímicos bien desarrollado, no pudiendo alterarse en igual forma la calidad.

Las industrias consumen en Estados Unidos el 60%, China el 22% y Alemania el 14% de la producción de papa comercial (CIP, 1998); aproximadamente un 50% de las papas industrializadas en Estados Unidos se dedican a la preparación de hojuelas o "chips". El principal factor que determina la posibilidad para la industrialización de una variedad de papa es su calidad culinaria, especialmente su contenido en carbohidratos.

Las industrias de hojuelas y de papas fritas preheladas preparan las papas en aceite. Prefieren material crudo con alto contenido en sólidos, ya que absorben menos aceite al cocinarse, bajo contenido de azúcares reducidos, fáciles de acondicionar después del almacenamiento, con largo período de reposo y resistente a una o más decoloraciones del tubérculo (Montaldo, 1984).

1.3.1 Calidad culinaria

Determinar la calidad culinaria de una variedad de papa es algo incierto desde el momento que en esto influye la sensibilidad palativa de los catadores. De acuerdo con Montaldo (1984) la calidad culinaria de la papa es resultado de una serie de factores como:

- Facilidad de las papas para cocerse, esto es, que no tome un gran lapso hasta la completa cocción: 25 – 40 minutos, y que no requiera una temperatura muy elevada
- Uniformidad; que la cocción sea uniforme en las diversas secciones del tubérculo de papa, al mismo tiempo y a la misma temperatura
- Forma del tubérculo después de cocido: este debe conservar la forma original sin agrietarse o desintegrarse
- Textura de la pulpa: harinosa para la mayoría de los gustos, o bien jabonosa o acuosa
- Color de la pulpa después de cocida: depende del color original de la variedad, que puede ser blanca o amarilla en las variedades mejoradas. En las variedades autoctonas es posible encontrar pulpa color rojo sangre a azul púrpura; otras tienen sólo pigmentos púrpura. La pulpa debe conservar el color original y no ennegrecerse.
- Grano de la pulpa molida: se prefiere las variedades de grano fino

- Sabor: el sabor es una condición resultante de la combinación de todos los otros factores anteriormente enumerados

Un tubérculo de papa es un tallo subterráneo modificado para el almacenamiento de almidón (Montaldo, 1984). La papa está constituida en promedio por un 75% de agua, 24% de sólidos totales y 2% de proteína (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición química de un tubérculo de papa.

COMPONENTE	RANGO EN %	MEDIA EN %
Agua	63.2 - 86.9	75.05
Sólidos totales	13.1 - 36.8	23.70
Proteína (Nítrógeno total + 6.25)	0.7 - 4.6	2.00
Glicoalcaloides (Solanina)	0.2 - 4.1	3 - 10 mg/100 gr
Grasa	0.02 - 0.20	0.12
Azúcares reductores	0.0 - 5.0	0.30
Total carbohidratos	13.3 - 30.53	21.90
Fibra cruda	0.17 - 3.48	0.71
Ácidos orgánicos	0.4 - 1.0	0.60
Ceniza	0.44 - 1.9	1.10
Vitamina C	1 - 54 mg/100gr	10 - 25 mg/100gr

Fuente: www.agrarias.uach.cl

Estos valores cambian de acuerdo a variedad, lugar de producción, manejo del cultivo y forma de almacenaje, y estos parámetros suelen influir fuertemente en la calidad. La opinión general es que el alto contenido en materia seca total está directamente correlacionado con la buena calidad culinaria. La gravedad específica de los tubérculos de papa es un importante criterio para determinar su calidad para el procesamiento. Es usado como una estimación del contenido de sólidos o materia seca de los tubérculos; a mayor contenido de materia seca, menor contenido de agua y mayor gravedad específica.

Los consumidores, restaurantes de comida rápida y procesadores han reconocido que la papas fritas y las "chips" ideales, deben ser de color claro y absorber un mínimo de aceite durante su cocción. Papas con alta gravedad específica son necesarios para producir productos con estas características (Ficha Técnica... s.f.).

Papas con baja gravedad específica son más costosas de procesar, ya que mayor volumen de agua tiene que ser removido por el aceite para alcanzar los estándares mínimos de calidad. Como consecuencia, más papas deben ser procesadas para producir el mismo volumen de producto y el mayor tiempo de fritura necesario resulta en mayor absorción de grasa por las "chips".

La gravedad específica es usualmente medida pesando una muestra de papas en el aire y volviéndola a pesar en el agua. Entonces, la gravedad específica puede ser calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{Gravedad Específica} = (\text{peso en aire}) / [(\text{peso en aire}) - (\text{peso en agua})]$$

No todos los tubérculos de una misma planta tendrán la misma gravedad específica; así como, un extremo del tubérculo puede tener diferente gravedad específica al otro.

Los sólidos totales de una muestra de papas pueden ser estimados con el siguiente cuadro utilizando su medida de gravedad específica (Ficha Técnica... s.f.).

Cuadro 4. Relación entre gravedad específica y sólidos totales.

GRAVEDAD ESPECIFICA	% SOLIDOS TOTALES
1.072	19.00
1.074	19.40
1.076	19.80
1.078	20.30
1.080	20.70
1.082	21.10
1.084	21.60
1.086	22.00
1.088	22.40
1.090	22.80
1.092	23.20
1.094	23.70

1.3.2 Factores que afectan la gravedad específica

Si los tubérculos de papa logran completar su ciclo de crecimiento sin ningún período de "stress", por lo general su gravedad específica será elevada. Los tubérculos maduros tienen mayor gravedad específica que los tubérculos inmaduros. Así que, cualquier situación que acorte o interrumpa el ciclo de crecimiento de la papa reducirá su gravedad específica.

1.3.2.1 Variedades: Algunas de las variedades más comunes para procesamiento pueden ser clasificadas en las siguientes categorías generales:

- Gravedad específica baja: Delaware, Katahdin, Spunta, Geographe, Pontiac, Norland
- Gravedad específica media: Whitu, Kennebec, Desiree, Bremer, Sebago
- Gravedad específica alta: Russet Burbank, Atlantic, Noolsack, Cadima, Tarago

1.3.2.2 Calidad de la semilla y el tamaño de la semilla cortada Sembrar semilla de buena calidad, generalmente producen cosechas de buenos rendimientos con alta gravedad específica. Al usar semilla sana se producirán plantaciones más vigorosas, menos propensas a enfermedades. Cuando se utiliza semilla cortada, cada pedazo deberá pesar entre 40 y 60 gramos. Si la semilla pesa menos de 40 g, está producirá plantas poco vigorosas cuya cosecha será menor a los estándares de calidad necesarios para su procesamiento.

1.3.2.3 Densidad de siembra Bajas densidades de siembra causadas por un espaciamiento incorrecto, espacios en blanco o un decaimiento temprano de la semilla, puede resultar en una gravedad específica baja. De lo contrario, densidades de siembra muy elevadas puede conducir a que la plantación madure de forma temprana y también baja gravedad específica, debido al exceso de competencia por los nutrientes, luz y agua.

Así que, una correcta densidad de siembra es necesaria para producir tubérculos con elevada gravedad específica.

1.3.2.4 Nutrición La disponibilidad de nitrógeno y potasio también puede afectar la gravedad específica. Exceso de nitrógeno y potasio con respecto a las necesidades de la planta puede reducir el potencial de rendimiento de la plantación, así como la gravedad específica de los tubérculos. Se recomienda realizar análisis foliar y del suelo para determinar las tasa de aplicación necesaria para la plantación.

1.3.2.5 Riego Aplicar agua en exceso a los requerimientos del cultivo puede reducir la gravedad específica, esto sucede especialmente cuando el exceso de riego ocurre cerca de la madurez fisiológica del cultivo.

Períodos de "stress" hídrico durante la etapa de crecimiento también puede reducir la gravedad específica de la cosecha. Se puede evitar el "stress" al cultivo manteniendo la humedad del suelo a 65% de su capacidad de campo hasta un poco antes de la defoliación.

La cantidad de agua regada y la frecuencia de los riegos tiene un impacto muy grande en la calidad de los tubérculos cosechados. Es muy útil utilizar los coeficientes de evapotranspiración del área de producción para determinar cuándo y qué cantidad de agua regar al cultivo.

1.3.2.6 Malezas, plagas y enfermedades Excesivas cantidades de maleza creciendo junto a la plantación puede reducir los rendimientos y la gravedad específica, como consecuencia de la competencia por los nutrientes disponibles. Daños por insectos puede

reducir el período de crecimiento, y así el rendimiento y la gravedad específica de la papa; al igual que muerte prematura de la planta, causada por alguna enfermedad.

1.3.2.7 Tipo de suelo Suelos arenosos generalmente producen papas con menor gravedad específica que los suelos de textura pesada. Sin embargo, con un manejo apropiado del riego y de la fertilización, papas con alta gravedad específica pueden ser cosechados de suelos arenosos.

Plantaciones en suelos muy húmedos, también pueden producir tubérculos con baja gravedad específica.

1.3.3 Proceso para la elaboración de hojuelas fritas o "chips"

El objetivo final de la fritura de los tubérculos es cocinar el interior del vegetal, es decir la gelatinización del almidón interior. La fritura se considera un proceso de secado ya que el agua interna migra desde la parte central hacia las paredes o superficies para reemplazar a la que se va perdiendo por deshidratación del exterior de las superficies.

Se considera como un procedimiento de calor diferente a los otros procesos térmicos, por las siguientes razones:

- Se logra en un período relativamente corto, ya que existe una gran diferencia de temperatura entre la fuente de calor, en este caso aceite, y el producto; además el grosor del producto que se fríe es delgado.
- El aceite o la grasa usada en el proceso se convierte en un componente muy significativo en el producto final (10 – 14%)
- Infiere características de fragilidad en su capa superficial de modo que el producto es quebradizo. Se crean diferentes tipos de textura en el mismo producto.
- El medio de transmisión de calor (aceite o manteca) está sujeto a cambios en su composición.

Los tubérculos utilizados deben contar con un manejo adecuado durante su cultivo y así como el manejo post-cosecha. De manera tal que se garantice que el producto estará en las condiciones físicas adecuadas para su procesamiento como fritura.

Para realizar la fritura se utilizan grasas vegetales, las más recomendables es la oleína, que es una fracción de las grasas extraídas del fruto de la palma y que tiene ventajas industriales sobre la manteca y el aceite refinado, las cuales son:

- Menor tendencia a la oxidación
- Mejor escurrido que la manteca
- Permite mayor reutilización debido a su estabilidad
- Menor costo

En caso de utilizarse algún otro tipo de grasa diferente a la oleína, ésta debe cumplir con las siguientes características:

- El punto de fusión debe ser bajo
- Debe ser resistente al oscurecimiento
- Debe ser resistente a la hidrólisis y a la oxidación
- No debe formar espuma
- Debe tener alto el punto de humo

1.3.3.1 Descripción del proceso

- Selección: en esta operación deberá separarse todo el producto que presente grados de maduración diferentes al establecido y que presente defectos que impidan su procesamiento tales como roturas o daños por bacterias, hongos, etc.
- Lavado: se realiza con el fin de eliminar todo tipo de material extraño o contaminante. Puede llevarse a cabo por inmersión o por aspersión.
- Pelado: Su objetivo es eliminar la cáscara. En el caso de la papa, este proceso resulta un poco complejo debido a la adherencia de la misma a la pulpa. Se puede realizar de forma manual utilizando cuchillos o de forma mecánica con peladores abrasivos que eliminan la cáscara por raspado.
- Rebanado: Consiste en cortar transversamente el producto de modo que se formen hojuelas. Puede hacerse en forma manual utilizando cuchillas con soporte o bien con una máquina rebanadora.
- Fritura: Su objetivo es cocinar el interior del vegetal, provocando la gelatinización del almidón. En términos generales los trozos se sumergen en la grasa caliente a una temperatura de 150 – 160° C por 3 – 4 minutos, sin embargo según el tipo de freidor y la relación grasa-producto, el tiempo y la temperatura pueden variar. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de las grasas y si la misma es muy baja aumenta el tiempo de cocción y hay mayor absorción de grasa.
- Ecurrido: Las hojuelas una vez fritas deben pasar por una banda o canastas perforadas para eliminar el exceso de grasa y mejorar así su presentación.
- Condimentado: En esta operación se le añade al producto sal o algún condimento que le de un sabor especial. Se debe hacer de modo que se mezclen bien las hojuelas sin que estas se dañen.

Existen además algunas condiciones que es necesario tomar en cuenta durante el proceso de las frituras:

- Temperatura: a mayor temperatura la cocción es más rápida, sin embargo a temperaturas muy altas hay deterioro de las grasas. A temperaturas bajas hay mayor adsorción de grasas.
- Los rendimientos para la obtención de "chips" son variables pero para efectos de cálculos se puede considerar un rendimiento de 25% con base en la materia prima inicial.

- Relación aceite-producto: esta relación debe ser tal que permita que la temperatura del aceite no baje tanto que se alargue el proceso de fritura provocando un enfriamiento que provoca una mayor absorción de grasa en el producto, es específica para cada proceso según el producto.
- La fuente de calor y la distribución del mismo debe permitir la recuperación rápida de la temperatura de cocción.
- Mantener la calidad del aceite: puede ser por filtración o reposición del mismo.
- En caso de necesitarse puede considerarse el uso de sustancias químicas antioxidantes para evitar el deterioro de la grasa que queda incorporada en las hojuelas, tratando de alargar así la vida útil del producto. Otra opción es el uso de empaques que eviten la exposición del producto a la luz, ya que este factor ayuda al deterioro de la grasa (oxidación).

1.4 AGROQUIMICOS UTILIZADOS EN EL PROGRAMA SYNGENTA

La aplicación oportuna en el lugar apropiado y la selección del grupo de productos más aptos, asegura la eficiencia y costos reducidos, tanto en términos de evitar aplicaciones innecesarias, y dosis menores por hectárea, como en la disminución de efectos indeseados sobre organismos no objetivos y benéficos (Saunders et al, 1998).

Hay varios factores que se deben considerar antes de hacer la aplicación para asegurarse un máximo de eficiencia contra las plagas y enfermedades, y un mínimo de riesgo o peligro para el aplicador y para los animales no objetivos.

Es importante primero leer las instrucciones de la etiqueta de los productos para aplicar la dosis correcta y para conocer algunas recomendaciones específicas o peligros; por ejemplo, fitotoxicidad para ciertos cultivos o la necesidad de protegerse con ropas especiales.

El equipo de aplicación debe estar en buenas condiciones, no tener fugas y las boquillas en buen estado. Las boquillas dañadas o gastadas afectan los índices de aplicación y la distribución de la aspersión. Ciertos insecticidas, fungicidas y aditivos no se pueden mezclar por una reacción que haría a uno o más de ellos ineficaz, esto se conoce como incompatibilidad y es importante tomarla en consideración en programas de aspersión combinada o cuando se mezcla un aditivo para aplicaciones específicas (Saunders et al, 1998).

Un plaguicida puede ser ineficaz porque la plaga es resistente, esto ocurre cuando se usa la misma clase de producto o grupo químico durante varios años y se desarrolla más rápido si las dosis que se aplican son subletales. Se debe usar entonces un producto de una clase química diferente. Como regla general, la alternabilidad entre clases químicas de productos retarda la aparición de resistencia.

1.4.1 Insecticidas

A continuación se presenta la clasificación y una breve descripción de los grupos químicos de los insecticidas utilizados en el programa Syngenta.

Piretroides (Karate Zeon 2.5 C.S.): son extremadamente eficaces por contacto contra larvas de lepidópteros, pero también tienen acción eficaz contra la mayor parte de otros grupos de insectos. La efectividad a dosis bajas del ingrediente activo contrarresta el alto costo del concentrado. Son de baja persistencia de modo que el tiempo de aplicación es crítico. La mayoría tienen muy baja toxicidad a los mamíferos (Saunders et al, 1998).

Neonicotinoides (Actara 25 W.G.): compuesto nitiazina – nitrometileno con un grupo 3 – piridilmetil en el nitrometileno heterocíclico. Se ha comprobado que la nitiazina es agonista del receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR) en las sinapsis del sistema nervioso central del insecto; primero estimula a las membranas postsinápticas y después paralizan la conductividad del nervio (Blata Soft S.L. s.f.).

Tioureas (Pegasus 50 S.C.)

Nereistoxinas (Evisect 50 S.P.): es un insecticida basado en Tiocyclam oxalato, que es una estructura química original, relacionada con la nereistoxina, toxina natural producida por anélidos marinos (*Lumbrineris spp.*). Su toxicidad es aguda moderada lo cual ofrece buen grado de seguridad para los seres humanos y para los animales domésticos. No afecta la actividad de la colinesterasa; el poder insecticida se manifiesta por acción de contacto y estomacal. La materia activa penetra en los tejidos vegetales, moviéndose acrópetamente, afectando plagas que generalmente no son alcanzadas, protegidas por las pulverizaciones. El ingrediente activo se degrada en el medio ambiente sin dejar residuos de mayor importancia a pocos días de su empleo (Saunders et al, 1998).

1.4.1.1 Formulaciones Los plaguicidas rara vez son adecuados para uso agrícola en su forma pura o técnica. La mayor parte son insolubles en agua y tienen que diluirse para aplicaciones a concentraciones bajas, las cuales son las más activas. En la práctica se añaden sustancias para aumentar la seguridad en el manejo, para permitir mezclarlos con agua o para que actúe como un vehículo o diluyente. De acuerdo a Saunders et al (1998) las formulaciones resultantes toman formas como las siguientes:

- Concentrados emulsificables (CE): un plaguicida insoluble en agua se disuelve en un solvente orgánico junto con agentes emulsificantes y otros aditivos para permitir una emulsión estable cuando se mezcla en agua y para extenderlo y hacer buen contacto con superficies cerosas.
- Polvos mojables (PM): un plaguicida insoluble en agua finamente molido usualmente mezclado con un vehículo inerte al cual se añaden dispersantes para permitir una mezcla fácil y una suspensión en agua, así como una cobertura adecuada en las superficies de las plantas.

- Polvos solubles (PS): el concentrado es directamente soluble en agua, se añaden generalmente adherentes para mejorar la penetración, adhesión y cobertura de superficies cerosas de plantas e insectos.
- Concentrados solubles (CS): el concentrado en formulación líquida es directamente soluble en agua, se añaden generalmente adherentes para mejorar la penetración, adhesión y cobertura de superficies cerosas de plantas e insectos.
- Gránulos (G): un pequeño porcentaje de plaguicidas es absorbido por un vehículo inerte que luego se granula con un tamaño uniforme. Permite un manejo fácil, es más seguro que otras formulaciones y libera el plaguicida lentamente en respuesta a la lixiviación.
- Polvos (P): el plaguicida finamente molido se diluye, generalmente a bajo porcentaje, con un sólido inerte también finamente molido como talco.

1.4.1.2 Tipos de actividad y modo de acción La actividad de un plaguicida la determina principalmente sus propiedades químicas y físicas. Como éstas varían considerablemente de un compuesto a otro es claro que sus modos de acción y conducta en el campo también varíen y que algunos serán más adecuados para ciertas aplicaciones que otros. La selección del producto más adecuado para una aplicación particular es por lo tanto importante. Saunders et al (1998) agrupa a los plaguicidas de acuerdo a cuatro modos básicos de acción o atributos:

- **Acción sistémica:** El plaguicida entra a los tejidos vasculares de la planta ya sea a través del follaje o las raíces y es translocado en su forma original o modificada, a las diferentes partes de la planta en la savia. El plaguicida debe ser liposoluble para penetrar la cutícula y soluble en agua para que lo transporte la planta por el sistema vascular. También debe ser resistente a la descomposición metabólica de la planta por un período prolongado. Este modo de acción es más eficaz contra los insectos chupadores. Muchos organofosfatos y algunos carbamatos son sistémicos.
- **Actividad translaminar:** Estos plaguicidas penetran la cutícula de la hoja y pasan a través de la lamina de la hoja, pero no tienen actividad sistémica o es limitada. Son útiles contra minadores de hoja y la mayor parte de homópteros y heterópteros.
- **Fumigante o acción penetrante:** Eficaces en la fase de vapor y usualmente también como de contacto. Se absorben rápidamente en pequeñas dosis letales a través de la cutícula del insecto desde el aire. Son especialmente útiles cuando los insectos son difíciles de alcanzar por otros medios, como por ejemplo en productos almacenados y cuando la plaga se esconde entre el follaje o los desechos.
- **Acción de contacto:** Estos productos actúan por absorción directa y rápida a través de la cutícula del insecto por contacto. A menudo se usan para adquirir un efecto de volteo rápido cuando a veces son formulados con un penetrante. También los pueden absorber los insectos caminando sobre la superficie tratada.

A continuación se presenta una descripción de los insecticidas utilizados en el programa Syngenta (Edifarm Internacional Centro América, EC. 2001)

Karate Zeon® 2,5 CS

Acción fitosanitaria: es un insecticida de contacto e ingestión, presentando además un buen efecto residual.

Ingrediente activo: lambda-cihalotrina (piretroide) 3-(2 cloro-3, 3, 3- trifluoroprop-1-enil)-2-2-dimetilciclopropanocarboxilato de -ciano-3-fenoxibencilo. El producto es una mezcla 50:50 de los dos ésteres siguientes:

(Z)-(1R,3R), éster S- y	
(Z) (1S,3S), éster R	2,50%
Ingredientes inertes.	97,50%
Total	100,00%

Formulación: microcápsulas en suspensión.

Concentración: 25 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Dosis recomendada: 350 – 500 ml / ha.

Compatibilidad: karate zeon 2,5 CS es compatible con la mayoría de productos agrícolas, no es compatible con productos alcalinos.

Fitotoxicidad: karate zeon 2,5 CS no es fitotóxico a los cultivos y dosis recomendadas.

Modo de acción: karate zeon 2,5 CS actúa sobre el sistema nervioso del insecto, provocando hiperexcitación, convulsiones, parálisis y finalmente su muerte. Karate zeon 2,5 CS produce el bloqueo de la conducción de los estímulos nerviosos al modificar el movimiento de los iones de sodio afectando así la permeabilidad de las membranas de las células nerviosas.

Equipo de aplicación: aspersora de mochila, equipo accionado por tractor o avión. antes de utilizar el equipo de aspersión, revise cuidadosamente que esté en buen estado de funcionamiento. Antes de aplicar karate zeon 2,5 CS calibre el equipo de aspersión con agua para verificar que está aplicando la dosis correcta. Se recomienda usar boquillas de cono hueco, para equipo terrestre. Después de la aplicación lave el equipo de aplicación de aspersión con agua y jabón, deje secarlo y guárdelo. Utilice el equipo de protección personal antes de usar y manipular karate zeon 2,5 CS.

Forma de preparación de la mezcla: póngase el equipo de protección personal antes de usar y manipular karate zeon 2,5 CS. Como con todos los productos químicos evite en lo posible el contacto con la solución. No comer, beber o fumar durante el manejo y aplicación de este producto. De acuerdo con la dosis de karate zeon 2,5 CS a utilizar, mézclelo en el tanque de la aspersora o tonel con agua limpia hasta la mitad; seguidamente complete el volumen de agua requerido. Agite para obtener una mezcla homogénea antes de comenzar la aspersión. Se recomienda una presión de 20 a 40 libras por pulgada cuadrada y un volumen de 285-570 litros de agua por hectárea.

Intervalo de aplicación: dependerá de la dinámica poblacional del insecto plaga, el intervalo puede variar de cada 3 a 8 días o bien al observarse la presencia de los primeros insectos en el cultivo.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: un día para arroz, tabaco, habichuela, auyama, papa, zanahoria, remolacha, apio, berenjena, tomate, yuca, batata, sorgo, café, brócoli, coliflor, repollo, lechuga, chile, maní, ajonjolí, maíz, algodón. Tres días para melón y sandía. Catorce días para cebolla, ajo.

Intervalo de reingreso al área tratada: 24 horas después de la aplicación.

Almacenamiento y transporte: karate zeon 2,5 CS no es inflamable ni corrosivo. No almacene ni transporte karate zeon 2,5 CS junto con alimentos de consumo humano, animal, fertilizantes y semillas. Almacénese y transpórtese en su envase original, en un lugar seco y bien ventilado, lejos del alcance de los niños o personas mentalmente incapacitadas. Manéjese con cuidado para evitar derrames; si esto sucede, cúbralos con aserrín o tierra y luego entierre los residuos en lugares alejados de fuentes de agua y casas de habitación.

- no almacenar este producto en casas de habitación.
- manténgase fuera del alcance de los niños.
- no comer, fumar o beber durante el manejo y aplicación de este producto.
- báñese después de trabajar y póngase ropa limpia.

Síntomas de intoxicación: náuseas, vómitos, dolores de estómago, diarrea, y si se ingiere en grandes cantidades temblores y convulsiones.

Primeros auxilios:

Por ingestión: no provoque el vómito; lleve inmediatamente al paciente al médico.

Por inhalación: retire al paciente a un lugar fresco, seco y aireado; manténgalo en reposo y vigile la respiración.

Por contacto con los ojos: abra los párpados y lave los ojos con un flujo continuo de agua limpia por 15 minutos. Consulte al médico.

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lávese la piel con abundante agua y jabón por 15 minutos.

- nunca dé a beber ni induzca el vómito a personas en estado de inconsciencia.

Antídoto y tratamiento médico: no tiene antídoto específico, realice lavado gástrico, teniendo cuidado de prevenir el aspirado de los contenidos gástricos. Administre tratamiento sintomático.

Medidas para la protección del ambiente:

- tóxico para peces y crustáceos. No contamine ríos, lagos y estanques con este producto o con envases o empaques vacíos.
- no contamine fuentes de agua con los desechos o envases vacíos.
- los envases vacíos deben lavarse tres veces; el agua del lavado deberá agregarse a la mezcla.

Manejo de envases, empaques y remanentes: destruya el envase y/o empaque enterrándolo por lo menos a 40 cm de profundidad, alejado de fuentes de agua y casas de habitación. todo desecho que no se pueda usar ni volver a tratar por medios químicos, se debe eliminar en un relleno aprobado por las autoridades locales. A fin de evitar remanentes se sugiere preparar la mezcla a utilizar en el día.

- el uso de envases o empaques en forma diferente para lo que fueron diseñados pone en peligro la salud humana y el ambiente.

Presentación:

250 ml, 1 litro y 5 litros.

Actara® 25 WG

Acción fitosanitaria: insecticida sistémico de amplio espectro.

Ingrediente activo: tiametoxam.

Formulación: granulado dispersable en agua (wg).

Concentración: 250 gramos de tiametoxam por kilogramo de producto comercial.

Dosis recomendada: 250 – 400 g / Ha.

Fitotoxicidad: cuando se usa como es recomendado, actara 25 WG es bien tolerado por la mayoría de cultivos. En caso de duda haga una pequeña aplicación de prueba.

Compatibilidad: se sugiere realizar prueba de compatibilidad con otros plaguicidas.

Modo de acción: actara 25 WG es un insecticida sistémico y translaminar, con amplio espectro de acción y rápida penetración. Actúa por contacto e ingestión, interfiriendo los receptores de mensajes en el sistema nervioso de los insectos, ocasionando que éstos dejen de alimentarse inmediatamente y mueran después.

Equipo de aplicación: actara 25 WG puede ser aplicado foliarmente con cualquier equipo convencional. Aplicaciones dirigidas a la base de la planta pueden hacerse con equipo terrestre, tratando de lograr la cantidad adecuada de producto. También aplicaciones a través de sistemas de riego por goteo son posibles. todo equipo debe estar limpio adecuadamente calibrado previo a la aplicación. Calibre siempre el equipo solo con agua, antes de aplicar el producto. Recuerde obtener el equipo auxiliar adecuado (medidores de productos líquidos y sólidos, cubetas graduadas, paletas de agitación, cepillos, brochas, etc.).

Forma de preparación de la mezcla: agregar la cantidad recomendada de actara 25 WG en un recipiente con agua para realizar una pre-mezcla. Esta agregarla al tanque que contiene el agua total a asperjar. Calibre el equipo adecuadamente previo a la aplicación y lávelo inmediatamente después de usarlo. Utilice el siguiente equipo de protección al manipular el producto, durante la preparación de la mezcla, carga y aplicación: botas, mascarilla, anteojos, guantes, dosificador y equipo de aplicación en buen estado.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: Tomate, chile, melón: 3 días. Tabaco: 14 días. Arroz: 30 días

Intervalo de reingreso al área tratada: se puede reingresar al área tratada una vez seco el rocío de aspersión; de lo contrario, se recomienda usar los aperos de protección recomendados a los encargados de aplicar el producto.

Clasificación toxicológica según la OMS: IV -franja verde.

Antídoto: no tiene.

Síntomas de intoxicación: no se conocen síntomas específicos en humanos.

Primeros auxilios:

Por ingestión: si la persona está conciente, administre varias veces carbón medicinal con bastante agua.

Por inhalación: retire a la persona afectada del área contaminada y expóngala al aire fresco y ventilado.

Por contacto con los ojos: lávelos con abundante agua durante 15 minutos como mínimo.

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lave cuidadosamente con agua y jabón las partes del cuerpo afectadas.

Antídoto y tratamiento médico: no se conoce antídoto específico. El tratamiento es sintomático.

Perfil ambiental y de seguridad:

- tóxico para abejas.
- este producto es prácticamente no tóxico para peces y especies acuáticas; sin embargo, no lo aplique cerca de fuentes de agua, ríos, esteros, lagos o mares.
- actara 25 WG es inflamable, no es explosivo y no es corrosivo.

Presentación:

13 gramos, 50 gramos, 100 gramos, 150 gramos, 500 gramos.

Pegasus® 50 SC

Acción fitosanitaria: insecticida - acaricida.

Ingrediente activo: diafentiuron.

Formulación: suspensión concentrada (SC).

Concentración: 500 gramos de diafentiuron por litro de producto comercial.

Dosis recomendada: 300 – 500 ml / Ha.

Fitotoxicidad: cuando los equipos de aplicación están correctamente calibrados y a la dosis recomendada, no se observan síntomas de fitotoxicidad.

Compatibilidad: pegasus 50 SC es compatible con la mayoría de insecticidas y fungicidas de reacción neutra comúnmente usados en el cultivo. Sin embargo, en caso de duda, se recomienda hacer una prueba en pequeña escala antes de una aplicación total.

Modo de acción: pegasus 50 SC es un insecticida-acaricida que debido a su nuevo y único modo de acción tiene bajo riesgo de producir resistencia cruzada. El ingrediente activo de pegasus 50 SC, diafentiuron, se convierte por acción de la luz ambiental en un fluido con acción insecticida. pegasus 50 SC posee una excelente acción de contacto e ingestión. además, pegasus 50 SC tiene una excelente acción translaminar que llega hasta el envés de las hojas, donde controla insectos que no fueron tocados por la aspersión.

Equipo de aplicación: pegasus 50 SC puede ser aplicado por vía aérea, con equipos de tractor o aspersoras (bomba/mochila). En caso de aplicaciones aéreas, el volumen de mezcla recomendado no deberá ser inferior a 4 galones/mz (22 l/ha). Para aplicaciones terrestres, el volumen recomendado no deberá ser inferior a 28 galones/mz (150 l/ha) para equipos de tractor y de 75 galones/mz (400 l/ha) para aspersora manual. calibre el equipo adecuadamente previo a la aplicación y lávelo inmediatamente después de usarlo. Calibre siempre su equipo sólo con agua, antes de aplicar el producto. Asegúrese que el equipo de aplicación esté en buenas condiciones. Recuerde obtener el equipo auxiliar adecuado (medidores de productos líquidos y sólidos, cubetas graduadas, paletas de agitación, cepillos, brochas, etc.).

Forma de preparación de la mezcla: en un tanque de mezcla, agregue la cantidad recomendada de Pegasus 50 SC al agua limpia y agite constantemente. Esta mezcla debe ser aplicada el mismo día de su preparación. Utilice el siguiente equipo de protección al manipular el producto, durante la preparación de la mezcla, carga y aplicación: botas, mascarilla, anteojos, guantes, dosificador y equipo de aplicación en buen estado.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: suspenda las aplicaciones de pegasus 50 SC antes de cosechar. Tomate: 7 días; repollo, coliflor, habichuela y algodón: 14 días; papa: 21 días; chile: 28 días.

Intervalo de reingreso al área tratada: no ingresar en áreas tratadas hasta que hayan transcurrido 24 horas después de efectuada la aplicación.

clasificación toxicológica según la OMS: II -franja amarilla - moderadamente peligroso.

Antídoto: no tiene.

Síntomas de intoxicación: no se conocen en humanos.

Primeros auxilios:

Por ingestión: si la persona está consciente, induzca el vómito con agua caliente y sal.

Por inhalación: retire a la persona del área contaminada y expóngala al aire fresco y ventilado.

Por contacto con los ojos: lávelos con abundante agua durante 15 minutos como mínimo.

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lave la parte afectada con abundante agua y jabón.

Antídoto y tratamiento médico: no existe antídoto específico. El tratamiento es sintomático.

Perfil ambiental y de seguridad:

- tóxico para el ganado.
- tóxico para peces y crustáceos.
- tóxico para abejas.
- Pegasus 50 SC no es inflamable, no es explosivo y no es corrosivo.

Presentación:

100 ml, 250 ml, 1 litro, 5 litros.

1.4.2 Fungicidas

A continuación se presenta la clasificación y una breve descripción de los grupos químicos de los fungicidas utilizados en el programa Syngenta.

Tiabendazol (Mertect 50 S.C.): [2 – (4 – thiazolil) – benzimidazol] tienen buen efecto sistémico, y se usa para protección de frutas durante el transporte y el almacenamiento y contra infecciones de material vegetativo de siembra. En los trópicos su mayor uso es en el tratamiento de la fruta cosechada de banano, para prevenir las pudriciones de la corona; pero también puede usarse como protector y sistémico – terapéutico en el follaje. Entre sus mejores propiedades, expone Saunders et al (1998), están:

- gran toxicidad hacia diversas especies de hongos
- buena capacidad protectora y adecuado poder residual
- magnífico efecto sistémico local dentro de los tejidos de las hojas, lo que le permite actuar en forma curativo
- efecto sistémico general cuando se aplica al suelo, siempre que quede bien distribuido en la zona de absorción del sistema radical
- efecto sistémico, limitado a las primeras hojas, cuando se aplica a la semilla

Estrobilurinas (Amistar 25 W.G.) constituye un grupo químico en el que se encuentran las estrobilurinas A y B, derivados del ácido β - metoxiacrílico. La estrobilurina A es un metabolito fúngico secundario aislado del hongo *Strobilurus tenacellus*. Es de acción translaminar y se extiende en su mayor parte sobre las hojas en sentido acrópeto lento. Es un fuerte inhibidor de la germinación de esporas y, además, impide el crecimiento miclear y muestra una notable actividad antiesporulante. Los derivados del ácido β - metoxiacrílico impiden la respiración mitocondrial, bloqueando el transporte de electrones en la posición del complejo citocromo – bc₁, y frenando la síntesis del ATP. Las estrobilurinas poseen actividad preventiva, curativa y erradicante así como un prolongado efecto residual; sin embargo, deben utilizarse en tratamientos preventivos siempre que sea posible (Blata Soft S.L. s.f.).

Fenilamidas (Ridomil Gold 68 W.P.)

1.4.2.1 Tratamiento del follaje Se considera aquí la aplicación de fungicidas sobre cualquiera de las partes aéreas de la planta; se enfatiza su actividad sobre las hojas ya que es en éstas donde más se necesitan estos productos y hacia las cuales van dirigidos predominantemente.

1.4.2.2 Tratamiento de la semilla La aplicación de sustancias fungicidas a la semilla se hace primordialmente con el propósito de prevenir las infecciones que ocurren durante la germinación, que es la etapa más vulnerable de la planta. Casi todos los fungicidas del follaje pueden usarse para tratar la semilla, pero preparados a concentraciones diferentes y con diferentes condicionadores físicos.

1.4.2.3 Modo de acción De acuerdo a González (1985) los fungicidas pueden tener acción predominantemente protectora, curativa o erradicante. Algunos ejercen dos de estos efectos al mismo tiempo.

Acción protectora: La mayoría de los fungicidas son protectores, también se les llama, persistentes; deben estar presentes sobre el área susceptible a la infección antes de la llegada del patógeno, para prevenir la penetración de éste. La acción de los fungicidas protectores es estrictamente superficial; si una espora logra germinar y penetrar porque cayó en una porción de la hoja donde no había fungicida, la infección puede desarrollarse, aunque posteriormente esa porción sea cubierta por el fungicida.

Para que una sustancia tenga valor como fungicida protector, debe reunir los siguientes requisitos:

- Fungitoxicidad a bajas concentraciones, pero sin causar fitotoxicidad aun a niveles altos
- Baja solubilidad en agua, pues de lo contrario se lavaría rápidamente con el agua de lluvia. Sin embargo, debe ser capaz de disolverse lentamente, ya que sólo en solución puede entrar en contacto con las esporas, tubos germinativos o hifas
- Capacidad de extenderse y cubrir bien la superficie de las plantas, protegiendo la mayor área posible. Esta característica puede mejorarse si se añaden dispersantes a la suspensión de fungicidas, o se reduce el tamaño de la gota
- Poder residual suficiente para permanecer activo por varios días en el follaje tratado. El poder residual depende, a su vez, de dos cualidades diferentes: estabilidad y persistencia. La estabilidad es la resistencia a la inactivación por exposición a la luz solar. La tenacidad es la resistencia al lavado; ésta puede aumentarse añadiendo adherentes.
- Compatibilidad con los insecticidas y fertilizantes foliares de uso corriente. Por lo general es antieconómico aplicar estos productos separados

Acción curativa: Recientemente se han obtenido los fungicidas sistémicos, que son absorbidos por la planta y mantienen su acción fungicida dentro de los tejidos, pudiendo

atacar el micelio de los hongos establecidos en ellos; es decir, actúan en forma curativa. Los fungicidas sistémicos pueden ejercer su efecto curativo sin ser letales al patógeno, pues su acción curativa, en este caso, no se debe a la destrucción del patógeno sino a su paralización, a la inactivación de su mecanismo patogénico, o a un refuerzo del sistema de defensa de la planta. El grado de movilidad sistémica varía, desde los productos que apenas pasan del haz al envés, hasta los que se traslocan del follaje maduro al follaje joven, o de la raíz al follaje. La traslocación a larga distancia se efectúa en el xilema, de manera que rara vez va del follaje a la raíz.

Acción erradicante: Algunos fungicidas del follaje también tienen efecto erradicante; es decir, además de su acción protectora, son capaces de destruir ciertos hongos ya establecidos en la planta. En general la acción erradicante ocurre sobre estructuras externas o fácilmente alcanzables del patógeno. Algunos fungicidas erradicantes pueden penetrar en tejido necrótico o en capas externas de la corteza, pero no son sistémicos. Estos fungicidas tienen requisitos similares a los protectores, pero pueden tener menor poder residual y ser más tóxicos.

En la práctica dice González (1985), las ventajas de los fungicidas sistémicos son:

- Capacidad de detener infecciones incipientes
- Traslocación a los tejidos susceptibles, incluyendo los órganos jóvenes formados después de su aplicación
- Mayores posibilidades de escapar del lavado por la lluvia

A continuación se presenta una descripción de los fungicidas utilizados en el programa Syngenta (Edifarm Internacional Centro América, EC. 2001).

Daconil® 50 SC

Acción fitosanitaria: es un fungicida protectante.

Ingrediente activo: benzonitrilo halogenado clorotalonilo.

Grupo:

Tetrachloroisophthalonitrile	50,0%
Ingredientes inertes	50,0%
Total	100,0%

Formulación: suspensión concentrada (SC).

Concentración: 500 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Dosis recomendada: 1.72 – 2.5 litros / ha.

Compatibilidad: Daconil 50 SC es compatible con plaguicidas cuya formulación es polvo mojable (WP), sin embargo con algunos concentrados emulsionables y fertilizantes puede ser diferente, por lo tanto no es posible predecir el grado de compatibilidad.

Fitotoxicidad: no es fitotóxico a las dosis y cultivos recomendados.

Modo de acción: Daconil 50 SC es un fungicida protectante que inhibe el proceso de germinación y desarrollo de los hongos.

Equipo de aplicación: aspersora de mochila o equipo terrestre mecánico o avión. Antes de utilizar el equipo de aspersión, revise cuidadosamente que esté en buen estado de

funcionamiento. Antes de aplicar Daconil 50 SC, calibre con agua el equipo de aspersión para verificar que está aplicando la dosis correcta. Se recomienda usar boquillas de cono hueco. Para dosificar la cantidad correcta de acuerdo al tanque de la aspersora debe utilizar un tazón medidor. Después de la aplicación lave el equipo de aplicación de aspersión con agua y jabón, deje secarlo y guárdelo. Utilice el equipo de protección personal antes de usar y manipular Daconil 50 SC.

Forma de preparación de la mezcla: póngase el equipo de protección personal antes de usar y manipular Daconil 50 SC. Como con todos los productos químicos evite en lo posible el contacto con la solución. No comer, beber o fumar durante el manejo y aplicación de este producto. De acuerdo con la dosis de Daconil 50 SC a utilizar, mézclelo en el tanque con agua limpia hasta la mitad; seguidamente complete el volumen de agua requerido. Agite para obtener una mezcla homogénea antes de comenzar la aspersión. Se recomienda una presión de 20 a 40 libras por pulgada cuadrada y un volumen de 20-50 litros de agua por hectárea, (14-35 litros de agua por manzana) para aplicaciones aéreas y 300 a 1000 litros de agua por hectárea para aplicaciones terrestres (210-700 litros de agua por manzana).

Intervalo de aplicación: café: en semilleros aplicar al pie de las plantas 3 veces después del trasplante cada 15 días. Para enfermedades foliares aplicar cada 28 días empezando al inicio de las lluvias. Melón, pepino, ayote, zuchini, sandía: aplicaciones al primer síntoma de la enfermedad y continuar cada 7 días por la temporada completa. Brócoli, coliflor, repollo, col de bruselas: iniciar las aplicaciones después del trasplante o una vez germinadas las plantas en siembra directa. Repetir las aplicaciones cada 7-10 días por la temporada completa. Ajo, cebolla, zanahoria: inicie las aplicaciones con los primeros síntomas de la enfermedad, aplicar cada 7-10 días. Maní: inicie las aplicaciones con los primeros síntomas de la enfermedad y continúe cada 14 días. Tomate, frijol, habichuelas y maní: iniciar las aplicaciones con los primeros síntomas de la enfermedad y aplicar cada 7 días. Papa: iniciar las aplicaciones al brotamiento de las plantas y continuar cada 7 días. Apio: aplicar cada 7 días después del trasplante. Arroz: hacer la primera aplicación al inicio de la panícula y la segunda 10-14 días después. Ornamentales: iniciar las aplicaciones cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad y continuar cada 7 días.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: cero días: zanahoria, pepino, melón, sandía, ayote, zapallo, papa, tomate, café y arroz. Siete días: brócoli, coliflor, repollo, col de bruselas, ajo, cebolla y apio. Catorce días: frijol, habichuelas y maní.

Intervalo de reingreso al área tratada: después que la mezcla de producto se haya secado en el follaje del cultivo tratado.

Almacenamiento y transporte: no es inflamable ni corrosivo. No almacene ni transporte Daconil 50 SC junto con alimentos de consumo humano, animal, fertilizantes y herbicidas. Almacénese y transpórtese en su envase original, en un lugar seco y bien ventilado, lejos del alcance de los niños o personas mentalmente incapacitadas. Manéjese con cuidado para evitar derrames; si esto sucede, cúbralos con aserrín o tierra y luego entierre los residuos en lugares alejados de fuentes de agua y casas de habitación.

- no almacenar este producto en casas de habitación
- manténgase fuera del alcance de los niños
- no comer, fumar o beber durante el manejo y aplicación de este producto.
- báñese después de trabajar y póngase ropa limpia

Síntomas de intoxicación: Daconil 50 SC puede causar irritación de los ojos y en la piel si cae diluido o puro. Puede causar reacciones alérgicas temporales, caracterizada por el enrojecimiento de los ojos, irritación bronquial moderada y enrojecimiento de la piel expuesta. Si es ingerido en grandes cantidades produce irritación del tracto gastrointestinal. no se conocen síntomas de intoxicación sistémica.

Primeros auxilios:

Por ingestión: no provoque el vómito; si se produce espontáneamente, mantenga las vías respiratorias limpias.

Por inhalación: retire al paciente a un lugar fresco, seco y aireado; manténgalo en reposo y vigile la respiración.

Por contacto con los ojos: abra los párpados y lave los ojos con un flujo continuo de agua limpia por 15 minutos. Consulte al médico.

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lávese la piel con abundante agua y jabón por 15 minutos.

- nunca dé a beber ni induzca el vómito a personas en estado de inconsciencia.

Antídoto y tratamiento médico: hacer tratamiento sintomático. Las reacciones alérgicas temporales que produce se pueden tratar con cremas antihistamínicas, o esteroides y/o esteroides sintéticos.

- tóxico para peces y crustáceos.
- no contamine ríos, lagos y estanques con este producto o empaques vacíos.
- no contamine fuentes de agua con los desecho o envases vacíos.
- los envases vacíos deben lavarse tres veces; el agua del lavado deberá agregarse a la mezcla.

manejo de envases, empaques, y remanentes: destruya el envase y/o empaque enterrándolo por lo menos a 40 cm de profundidad, alejado de fuentes de agua y casas de habitación. Todo desecho que no se pueda usar ni volver a tratar por medios químicos, se debe eliminar en un relleno aprobado por las autoridades locales. A fin de evitar remanentes se sugiere preparar la mezcla a utilizar en el día. El uso de envases o empaques en forma diferente para lo que fueron diseñados ponen en peligro la salud humana y el ambiente.

Amistar[®] 50 WG

Acción fitosanitaria: Amistar 50 WG es un fungicida protectante, sistémico, erradicante y antiesporulante.

Ingrediente activo: azoxistrobina (metoxiacrilato).

Composición química: p/v

Metil (e)-2-{2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yloxi]phenyl}-3-methoxiacrylate	50,0%
Ingredientes inertes	50,0%
Total:	100,0%

Concentración: 500 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Dosis recomendada: 200 g / ha.

Formulación: granulo mojable.

Fitotoxicidad: ninguna fitotoxicidad cuando se aplica solo y de acuerdo a las

indicaciones de uso. Excepcionalmente se ha visto fitotoxicidad cuando se mezcla con algunos plaguicidas, principalmente aquellos que tienen formulaciones EC.

Compatibilidad: compatible con la mayoría de productos agrícolas, no se mezcle con productos alcalinos.

Modo de acción: Amistar 50 WG es un inhibidor de la respiración mitocondrial, bloqueando la transferencia de electrones entre citocromo B y citocromo C1.

Equipo de aplicación: aspersora de mochila o equipo accionado por tractor. Antes de utilizar el equipo de aspersión, revise cuidadosamente que esté en buen estado de funcionamiento. Antes de aplicar Amistar 50 WG, calibre con agua el equipo de aspersión para verificar que está aplicando la dosis correcta. Se recomienda usar boquillas de cono hueco para dosificar la cantidad correcta de acuerdo al tanque de la aspersora debe utilizar un tazón medidor. Después de la aplicación lave el equipo de aplicación de aspersión con agua y jabón, deje secarlo y guárdelo. Utilice el equipo de protección personal antes de usar y manipular Amistar 50 WG.

Forma de preparación de la mezcla: póngase el equipo de protección personal antes de usar y manipular Amistar 50 WG.

Como con todos los productos químicos evite en lo posible el contacto con la solución.

No comer, beber o fumar durante el manejo y aplicación de este producto.

De acuerdo con la dosis de Amistar 50 WG a utilizar, mézclelo en el tanque con agua limpia hasta la mitad; seguidamente complete el volumen de agua requerido. Agite para obtener una mezcla homogénea antes de comenzar la aspersión. Se recomienda una presión de 20 a 40 libras por pulgada cuadrada y un volumen de 400 a 600 litros de agua por hectárea (280-420 litros de agua por manzana) para café, curcubitáceas y hortalizas; rosas y ornamentales de 1,500 a 3,000 litros de agua por hectárea (1,050-2,100 litros de agua por manzana).

Intervalo de aplicación:

café: 20 a 40 días. Arroz: 30 a 40 días después de la siembra o trasplante y 60 a 70 días después de la siembra o trasplante. Maní: 10 a 15 días. Melón, sandía, pepino y tabaco: 7 a 10 días. Ajo y cebolla: 6 a 14 días. Rosas y ornamentales: 6 a 14 días.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: cero días

Intervalo de reingreso al área tratada: después que la mezcla de producto se haya secado en el follaje del cultivo tratado.

Almacenamiento y transporte: no es inflamable, ni corrosivo. No almacene ni transporte Amistar 50 WG junto con alimentos de consumo humano, animal, fertilizantes, herbicidas y semillas. Almacénese y transpórtese en su envase original, en un lugar seco y bien ventilado, lejos del alcance de los niños o personas mentalmente incapacitadas. Manéjese con cuidado para evitar derrames; si esto sucede, cúbralos con aserrín o tierra y luego entierre los residuos en lugares alejados de fuentes de agua y casas de habitación.

- este producto puede ser mortal si se ingiere y/o se inhala.
- puede causar daños a los ojos y a la piel por exposición.
- no almacenar este producto en casas de habitación.
- manténgase fuera del alcance de los niños, personas mentalmente incapaces, animales domésticos, alimentos y medicamentos.
- no comer, fumar o beber durante el manejo y aplicación de este producto.
- báñese después de trabajar y póngase ropa limpia.

Síntomas de intoxicación: no se desarrollan síntomas específicos de intoxicación.

Primeros auxilios:

Por ingestión: no provoque el vómito, lavar la boca con agua, lleve inmediatamente al paciente al médico.

Por inhalación: retire al paciente a un lugar fresco, seco y aireado; manténgalo en reposo y vigile la respiración.

Por contacto con los ojos: abra los párpados y lave los ojos con un flujo continuo de agua limpia por 15 minutos. Consulte al médico.

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lávese la piel con abundante agua y jabón por 15 minutos.

- nunca dé a beber ni induzca el vómito a personas en estado de inconsciencia.

Antídoto y tratamiento médico: hacer tratamiento sintomático. Las reacciones alérgicas temporales que produce se pueden tratar con cremas antihistamínicas, o esteroides y/o esteroides sintéticos.

- tóxico para peces y crustáceos.
- no contamine ríos, lagos y estanques con este producto o con envases con empaques vacíos.
- no contamine fuentes de agua con los desechos o envases vacíos.
- los envases vacíos deben lavarse tres veces; el agua del lavado deberá agregarse a la mezcla.

Manejo de envases, empaques, desechos y remanentes: destruya el envase y/o empaque enterrándolo por lo menos a 40 cm de profundidad, alejado de fuentes de agua y casas de habitación. Todo desecho que no se pueda usar ni volver a tratar por medios químicos, se debe eliminar en un relleno aprobado por las autoridades locales. A fin de evitar remanentes se sugiere preparar la mezcla a utilizar en el día. El uso de envases o empaques en forma diferente para lo que fueron diseñados pone en peligro la salud humana y el ambiente.

Mertect® 50 SC

Acción fitosanitaria: fungicida sistémico de amplio espectro.

Ingrediente activo: tiabendazol

Formulación: suspensión concentrada (SC).

Concentración: 500 gramos de tiabendazol por litro de producto comercial.

Dosis recomendada: 360 – 480 ml / ha.

Fitotoxicidad: Mertect 50 SC no es fitotóxico si se aplica conforme las recomendaciones de uso que indica la etiqueta y el inserto del producto.

Compatibilidad: este producto es compatible con la mayoría de los fungicidas e insecticidas comerciales utilizados en la producción bananera. Sin embargo, se recomienda bajo la responsabilidad del usuario, hacer una prueba previa de compatibilidad, consultando las etiquetas de los productos que desee mezclar. Mertect 50 SC es incompatible con productos de cobre y agentes oxidantes tales como cloratos y nitratos. Es compatible con soluciones de alumbre de hasta 1% de concentración de alumbre. El agua dura o altamente alcalina puede causar precipitación del producto.

Modo de acción: fungicida sistémico y de amplio espectro, con acción protectante y curativa, para uso en pre y post-cosecha en varios cultivos.

Equipo de aplicación: aplicación de la mezcla para bananos en post-cosecha, mantenga la agitación mientras use la mezcla fungicida. La mezcla fungicida se puede aplicar por rocío, tanto en cámaras automáticas, boquillas individuales colgantes o con bombas de atomización de espalda manuales, con boquillas de cono hueco también se puede aplicar utilizando cascadas con recirculación o por inmersión. El equipo debe estar en buenas condiciones de uso y calibrado.

Forma de preparación de la mezcla: en un recipiente para 10 o más litros, mezcle la dosis de Mertect 50 SC en agua. Con agitación constante, agregue esta mezcla en el tanque que contendrá la mezcla final y adicione la cantidad de agua necesaria hasta alcanzar el volumen requerido; si es para inmersión, llene el recipiente de mezcla hasta la mitad, agregue la dosis recomendada de Mertect 50 SC y sumerja la fruta en esta mezcla. Evite el contacto con la piel y ojos cuando manipule el producto y en las operaciones de mezcla y carga; vista ropa protectora tal como overall, guantes, botas de hule y anteojos o máscara facial. Lávese bien con agua y jabón después de manipular el producto y antes de comer, beber o usar tabaco. remueva la ropa contaminada y lávela antes de usarla otra vez.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha:

arroz: 15 días. Cebolla, remolacha y soya: 7 días. Melón: 3 días. Banano, plátano, cítricos, piña, mango y papa.

Intervalo de reingreso al área tratada: no hay restricción alguna.

Clasificación toxicológica según la OMS: IV -franja verde.

Síntomas de intoxicación: no se conocen en humanos, siempre que el producto se utilice adecuadamente y en la forma recomendada en la etiqueta e inserto del producto

Primeros auxilios:

Por ingestión: administre repetidamente carbón activado disuelto en grandes cantidades de agua. En caso de sospecha de envenenamiento, llame inmediatamente al médico.

Por inhalación: evite la inhalación del producto. en caso de indisposición, retire a la persona afectada a un área bien ventilada, protegiéndola de la hipotermia.

Por contacto con los ojos: lávelos con abundante agua durante 15 minutos como mínimo si la molestia persiste, obtenga atención médica

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lave la zona expuesta con abundante agua y jabón.

Antídoto y tratamiento médico: no existe antídoto específico. Dar tratamiento sintomático.

perfil ambiental y de seguridad:

- tóxico para peces y crustáceos.
- Mertect 50 SC no es inflamable, no es explosivo y no es corrosivo.

Presentación:

250 ml, 1 litro Y 5 litros.

Ridomil Gold MZ 68WP

Acción fitosanitaria: fungicida sistémico.

Ingrediente activo: metalaxil-m. mancozeb.

Formulación: polvo mojable (wp).

Concentración: 40 gramos de metalaxil-m + 640 gramos de mancozeb por kilogramo de

producto comercial.

Dosis recomendada: 2.5 kg / ha.

Fitotoxicidad: Ridomil Gold mz 68 WP no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Compatibilidad: Ridomil Gold mz 68 WP es compatible con la mayoría de los fungicidas, insecticidas, acaricidas y nutrientes. En caso de duda, haga una prueba previamente.

Modo de acción: fungicida sistémico que es absorbido a través de las hojas, tallos y raíces con translocación acropetal. Inhibe el crecimiento micelial en el interior de la planta e impide la esporulación. Su acción primaria es la interferencia en la biosíntesis de ácidos nucleicos (d). Actúa en forma curativa debido al metalaxil-m y en forma protectora debido a la acción del mancozeb. Está formado por la mezcla de dos sustancias, metalaxil-m y mancozeb, que proporcionan protección dentro y fuera de la planta. Específico para el control de enfermedades del follaje causadas por hongos oomicetos del orden peronesporales, como: *phytophthora* spp.

Equipo de aplicación: el equipo de aplicación será bomba de mochila o equipo motorizado, acoplado al tractor. Las boquillas a usar son de cono hueco. Asegúrese de tener el equipo auxiliar necesario, previo a la aplicación, como dosificadores o medidores de líquidos o sólidos, paletas de agitación. Recipientes para la mezcla y otros. Calibre el equipo adecuadamente previo a la aplicación y lávelo inmediatamente después de usarlo. Calibre siempre su equipo solo con agua, antes de aplicar el producto. Asegúrese que el equipo de aplicación esté en buenas condiciones.

Forma de preparación de la mezcla: en un recipiente pequeño (cubeta) hacer una premezcla con todo el producto a usar y un poco de agua hasta que se forme una pasta uniforme. La misma se vierte en un tanque o mochila, donde se hará una mezcla final, la cual debe estar llena al 50% de su contenido; agitar y luego completar el agua a utilizar. Utilice equipo de protección al manipular el producto, durante la preparación de la mezcla, carga y aplicación: botas de hule, mascarilla, anteojos, guantes, dosificador y equipo de aplicación en buen estado.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha:

Tomate: 3 días. Papa: 7 días. Cucurbitáceas: 14 días. Tabaco: 21 días. Piña: 12 a 14 días.

Intervalo de reingreso al área tratada: no entre en áreas tratadas con este producto hasta transcurridas 24 horas de efectuada la aplicación.

Clasificación toxicológica según la OMS: IV- franja verde.

Síntomas de intoxicación: no se conocen síntomas de intoxicación en humanos.

Primeros auxilios:

Por ingestión: si la persona está consciente, administre repetidamente carbón activado disuelto en grandes cantidades de agua. Realice un lavado gástrico y administre un laxante salino. No administre grasas, ni aceites. Ayude a la circulación.

Por inhalación: retire a la persona afectada de la zona de peligro y llévela a una habitación bien ventilada o a donde haya aire fresco y protéjala de la hipotermia

Por contacto con los ojos: lávelos con abundante agua limpia durante 15 minutos y llame inmediatamente al médico.

Por contacto con la piel: quítese la ropa contaminada y lave la zona expuesta con abundante agua y jabón.

Antídoto y tratamiento médico: no existe antídoto específico. Aplique terapia sintomática.

Perfil ambiental y de seguridad:

- tóxico para peces y crustáceos.
- Ridomil Gold mz 68 WP no es inflamable, no es explosivo y no es corrosivo.

Presentación:

50 gramos y 1 kilogramo.

1.5 PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS DE LA REGION**1.5.1 Enfermedades bacterianas**

1.5.1.1 Pierna Negra (*Erwinia carotovora*) Los síntomas de acuerdo con Icochea (1980) se presentan en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los tallos de las plantas afectadas muestran una pudrición típica que tiene la apariencia de tinta negra, la misma que deriva de la semilla deteriorada. El daño puede abarcar todo el tallo o estar simplemente restringido a unos cuantos milímetros de la base. La porción deteriorada del tejido medular del tallo sobrepasa a menudo la zona decolorada por efecto de la enfermedad y el tejido vascular se ennegrece.

Las plantas afectadas detienen su desarrollo, son de crecimiento erecto, envarado, particularmente en su primera etapa de crecimiento. El follaje se vuelve clorótico, los folíolos inicialmente tienden a enrollarse con los márgenes laterales hacia arriba, luego se marchitan y mueren. Posteriormente la planta puede ir marchitándose lentamente y eventualmente morir. Los retoños o brotes pequeños, de ser invadidos pueden morir antes de emerger.

Las cicatrices causadas por defoliación y las heridas provocadas por efecto de granizo o del viento pueden constituir vías de ingreso del patógeno, de tal manera que la infección progresa hacia arriba o hacia abajo del tallo y peciolos, produciendo, síntomas más típicos de pierna negra en plantas que no muestran que la infección se haya originado en la base del tallo a partir de la semilla infectada.

En condiciones húmedas, la parte afectada toma consistencia blanda viscosa, que puede extenderse hacia la mayor parte de la planta; en cambio, en condiciones de clima seco el tejido infectado se encuentra a menudo restringido a la porción subterránea del tallo y tiene apariencia seca y arrugada. Los tubérculos que provienen de plantas infectadas pueden mostrar síntomas que varían desde una ligera decoloración vascular al extremo del estolón hasta una franca pudrición que compromete todo el tubérculo, sin embargo, lo típico es la pudrición blanda de la médula o región medular, que partiendo de la base del estolón se extiende hacia profundidades diversas del tubérculo (figura 12).



Figura 12. Daño al tubérculo de papa por *Erwinia carotovora*

Otros hospedantes: no hay ninguna otra planta hospedante en la naturaleza aunque ciertos strains de *E. carotovora* var. *astroseptica* han sido hallados en México atacando girasol y en EUA remolacha azucarera.

Distribución geográfica: la pierna negra se presenta donde quiera se siembre papa.

Organismo causal: *Erwinia carotovora* var. *astroseptica* (Van Hall) Dye; a veces *Erwinia carotovora* var. *carotovora* (Jones) Dye. También se ha aislado en el Perú *E. chrysantemi* de papas infectadas.

E. carotovora var. *astroseptica* y *E. carotovora* var. *carotovora* son bacterias abastionadas, Gram-negativas, de un tamaño aproximado de 0.7 X 1.5 micras, con flagelos peritricos, no forman esporas y son anaeróbicas facultativas.

La variedad *astroseptica* forma ácido a partir de maltosa alfa metil glucósido y sustancias de reducción de la sacarosa, no se desarrolla por encima de 36° C en agar o caldo nutriente, en cambio las razas de la variedad *carotovora* si se desarrollan por encima de 36° C en agar y caldo nutriente, pero no forman ácido a partir de alfa metil glucósido y sustancias de destrucción de la sacarosa. La mayoría de las razas no producen ácido a partir de la maltosa, aunque a veces se encuentran algunas que si lo hacen.

Ciclo de la enfermedad: el inóculo primario se encuentra sobre o dentro de la semilla. Después de la siembra, el tubérculo madre o porción de semilla fraccionada se va deteriorando durante el desarrollo de la planta, liberando hacia el suelo gran cantidad de bacterias y produciendo eventualmente plantas infectadas. Las bacterias pueden multiplicarse y persistir en la rizosfera de la planta hospedante en el desarrollo y posiblemente también en el de algunas malezas, pudiendo mobilizarse a cierta distancia por medio de agua de riego y contaminar los tubérculos de plantas vecinas. Las bacterias penetran por las lenticelas, por agrietaduras que se producen durante el desarrollo, o por

los daños provocados al momento de la cosecha y pueden sobrevivir en tubérculos contaminados durante todo el período de almacenaje. La magnitud de la contaminación en los tubérculos hijos puede variar enormemente de una estación a otra en relación con las condiciones del medio ambiente. Los tubérculos provenientes de cultivos que han crecido bajo condiciones de suelo seco y alta temperatura pueden estar esencialmente (o completamente) libres de contaminación por *Erwinia*, a pesar de haberse formado en plantas provenientes de semilla contaminada.

La bacteria persiste en el suelo por períodos cortos, pero una supervivencia más larga depende de las condiciones de temperatura y humedad del suelo, así con temperatura fresca y suficiente humedad, la persistencia es mayor que en suelo seco de temperatura elevada. El período de supervivencia también es favorecido por la presencia de restos de plantas o tubérculos infectados en el suelo.

La diseminación de las bacterias se incrementa rápidamente durante las operaciones de fraccionamiento de la semilla, cosecha y transporte.

Prevención: Debe evitarse el cultivo de papa en suelos húmedos. No cubrir los tubérculos-semilla con más de 5 – 6 cm de tierra. Desechar los tubérculos-semilla que aparezcan con síntomas de la enfermedad y de todos aquellos que presenten decoloración (Montaldo, 19984).

1.5.1.2 Marchitez Bacterial (*Pseudomonas solanacearum*) Zapata y Mendoza (1994) mencionan que la bacteria *P. Solanacearum* ataca más de 20 especies de plantas cultivadas y malezas en 33 familias taxonómicas. La bacteria presenta diferentes razas específicas para los hospedantes. Los síntomas, sin embargo, son similares entre los varios cultivos. Ocurre una marchitez rápida y muerte de toda la planta, la cual luce como si se hubiera mojado con agua caliente (figura 13).



Figura 13. Marchitez bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*.

Cuando una planta se corta a nivel del suelo, el xilema del tallo presenta una decoloración oscura y desprende un exudado viscoso cuando éste se aprieta. La marchitez se presenta 2-5 días después de iniciada la infección, dependiendo de la susceptibilidad de la planta, las condiciones ambientales y virulencia del patógeno.

Cuando las condiciones no son muy favorables para el desarrollo del patógeno, la enfermedad evoluciona lentamente, dándole a la planta la oportunidad de producir raíces adventicias en los tallos; en ocasiones, también se puede observar apinastia en las hojas.

Organismo causal: la bacteria es un bacilo Gram negativo que mide 0.5 – 0.7 X 1.5 – 2.0 micras y posee de uno a cuatro flagelos polares. Se conocen cuatro razas de este patógeno, basados en pruebas bioquímicas.

Epidemiología: la bacteria penetra en la planta a través de heridas hechas durante el trasplante o el control mecánico de malezas o por insectos o nematodos. Una vez en el interior, se aloja en el xilema donde se reproduce rápidamente llenando los conductos con una sustancia espesa.

Pseudomonas solanacearum puede sobrevivir en el suelo por muchos años y en hospedantes silvestres como *Amaranthus spp.*, *commelina spp.* y *Ageratum spp.* La bacteria puede dispersarse por equipo y agua de drenaje o escorrentía y son más activas a temperaturas que oscilan entre 30 y 35° C y más comunes en suelos bajos y húmedos.

Control: la prevención de la enfermedad es muy importante en la producción de buenos rendimientos. Es muy importante mantener un buen drenaje en la plantación. Las plantas que presentan los síntomas deben ser removidas prontamente y destruidas para aminorar el avance de la enfermedad. No debe sembrarse lugares contaminados durante unos 3 años.

1.5.2 Enfermedades Fungosas

A continuación se presenta una descripción de las principales enfermedades que afectan el cultivo de la papa en el departamento de Guatemala (Icochea, 1980).

1.5.2.1 Roña (*Spongospora subterranea*) La infección de los tubérculos en las lenticelas, heridas y con menos frecuencia en los ojos se presenta a manera de pústulas de color castaño purpúreo, de 0.5 a 2 mm de diámetro, que se extienden lateralmente debajo del peridermo formando lesiones levantadas en forma de granitos. El aumento de tamaño y división de las células parasitadas empuja y rompe el peridermo, formando proyecciones de color blanco con apariencia de verrugas (Figura 14).

Debajo de la lesión se forma peridermo de cicatrización, el que se va oscureciendo gradualmente y se deteriora, dejando una depresión superficial llena de una masa polvorosa de esporas aglutinadas o quistosoro, de color castaño oscuro.



Figura 14. Infección tardía por *Spongospora subterranea*.

Durante el almacenaje la roña puede derivar en pudrición seca o dar lugar a la formación de un mayor número de pústulas o úlceras. Las lesiones verrugosas pueden facilitar el ingreso de organismos como el causante del tizón tardío o de otros patógenos de heridas.

La infección en las raíces y estolones es similar a la que presentan los tubérculos, con pequeñas manchas necróticas que se transforman en verrugas de color blanco lechoso, de 1 a 10 mm o más de diámetro.

Otros hospedantes: El hongo infecta y completa su ciclo de vida sobre diversas especies tuberíferas de *Solanum* y sobre raíces de las no tuberíferas *Solanum nigrum* L. Y *Nicotiana rustica* L.

Distribución geográfica: Aunque la roña se desarrolla mejor bajo condiciones de clima húmedo y frío, se le encuentra prácticamente en todo lugar donde se cultiva papa, desde latitudes de 65° N a 53° S y a grandes altitudes en los trópicos.

Organismo causal: *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. f. sp. *Subterranean* Tomlinson, es un miembro de los Plasmodiophorales. Los quistosoros o masas de esporas son ovoides, irregulares o alargados, de 19 a 85 micras de diámetro, constituidos por un conglomerado de esporas (quistes) de descanso fuertemente aglutinadas entre si.

Ciclo de la enfermedad: La masa de esporas (quistosoros), constituidas por un conjunto de esporas de descanso (quistes) se conservan en el suelo. Estimuladas por la presencia de raíces de plantas susceptibles germinan produciendo zoosporas primarias, las cuales ingresan a las células epidérmicas de las raíces, estolones o pelos radiculares, donde producen masas multinucleadas (plasmodio esporangial) que originan las zoosporas secundarias, Estas últimas diseminan la infección hacia las raíces y tubérculos. Las células del hoppedante estimuladas por la invasión de las zoosporas secundarias se agrandan y se multiplican, formándose de esta manera las agallas. Dentro de las agallas se forman finalmente las masas de esporas de descanso.

Epidemiología: El inóculo se disemina por el viento y por los tubérculos portadores de esporas de descanso. La infección temprana de los tubérculos y raíces es favorecida por la presencia de humedad. Los quistes pueden persistir en el suelo por más de 6 años.

S. subterranea es un vector del PMTV (Potato mop-top virus), por lo tanto, su control puede concomitantemente disminuir la incidencia de este virus.

Prevención: No se han desarrollado todavía medidas de control que respondan en forma completamente adecuada. Si bien se recomienda el uso de variedades resistentes, no se tiene conocimiento aun de la existencia de variedades inmunes. La rotación por 3 a 10 años que ha sido recomendada, depende de las condiciones de clima y suelo. Uso de semilla libre de enfermedad. Siembra de suelos porosos y bien drenados, evitando terrenos que se sabe están contaminados. Evitar el uso de estiércol proveniente de animales que se han alimentado de tubérculos infectados.

El remojo de los tubérculos-semilla infectados en soluciones de formaldehído o bicloruro de mercurio reduce la cantidad de inóculo.

1.5.2.2 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) Las lesiones en las hojas son muy variadas, dependiendo de la temperatura, humedad, intensidad de la luz y variedad del hospedante. Los síntomas iniciales típicos son unas manchitas pequeñas de color verde claro a verde oscuro, de forma irregular. Bajo condiciones favorables de medio ambiente, las lesiones progresan convirtiéndose en lesiones necróticas grandes de color castaño a negro purpúreo, que pueden causar la muerte de los folíolos y diseminarse por los peciolo hacia el tallo, matando eventualmente la planta íntegra. A menudo se encuentra presente un halo de color verde claro a amarillo en la parte externa de la zona necrótica de la hoja (figura 15).



Figura 15. Lesiones de tizón tardío en la hoja.

Bajo condiciones favorables de humedad se forma un mildiu veloso constituido por esporangios y esporangióforos en el borde de las lesiones, especialmente en la cara inferior de las hojas.

En cultivares susceptibles, la parte externa de los tubérculos afectados presenta áreas irregulares ligeramente hundidas, donde la cascara toma una coloración castaño caoba o rojiza. Dentro del tubérculo extendiéndose aproximadamente hasta una profundidad de 15 mm y variando de acuerdo a la temperatura, tiempo que ha transcurrido después de la infección y cultivar, se presenta una pudrición granular seca de color canela castaño.

Otros hospedantes: el tomate es a menudo severamente atacado por esta enfermedad y ocasionalmente la berenjena y muchos otros miembros de la familia Solanaceae.

Distribución geográfica: el hiel o tizón tardío es de carácter destructivo donde quiera se siembra papa sin aplicación de fungicidas, excepto en áreas cálidas, secas y bajo riego.

Organismo causal: *Phytophthora infestans* (Mont.) DeBary. Los esporangios (conidias) son hialinos, tienen forma de limón, de pared delgada, de 21 a 38 X 12 a 23 micras, con una papila apical. Al formarse el esporangio en la punta de un esporangióforo, este se hincha ligeramente, empujan el esporangio a un costado y continúa creciendo; el esporangióforo se caracteriza así por la presencia sucesiva de hinchamiento en los puntos donde se formaron los esporangios.

Los esporangios pueden germinar emitiendo un tubo germinativo, pero con mayor frecuencia expulsan alrededor de 8 zoosporas biciliadas que nadan libremente en agua y luego se enquistan sobre las superficies sólidas. Las zoosporas enquistadas germinan emitiendo un tubo germinativo, el cual puede penetrar a la hoja por los estomas, aunque generalmente se forma un apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula.

Ciclo de la enfermedad: En la naturaleza sólo se han encontrado oosporas en México, donde existen ambos tipos compatibles de apareamiento. Las hojas que tocan el suelo son las primeras en infectarse, lo que sugiere que la oosporas probablemente juegan un rol en la supervivencia de *P. Infestans* bajo condiciones adversas.

En las áreas tropicales donde se cultiva papa todo el año, la fase de invernación de *P. infestans* no tiene importancia, sin embargo, en lugares donde la diferencia de las estaciones es marcada, la invernación de *P. infestans* se hace en su forma de micelio, ya sea en los tubérculos de plantas voluntarias, en los tubérculos desechados que se apilan cerca del campo del cultivo y de almacenes o en los que se almacenan para semilla. Después de que la planta emerge, el hongo invade alguno de los brotes en desarrollo y esporula siempre que las condiciones de humedad sean favorables, produciéndose así el inóculo primario. Una vez realizada la infección primaria, la diseminación se realiza por medio de los esporangios que son transportados por el agua y el viento.

Epidemiología: Los tubérculos, particularmente aquellos que no están adecuadamente cubiertos pueden infectarse en el campo, por medio de las esporas que caen de las hojas

como consecuencia del lavado que ejerce el agua de irrigación o de lluvia. El crecimiento rápido de los tubérculos provoca frecuentemente el agrietamiento del suelo, exponiéndolos a la infección. Cuando se realiza la cosecha bajo condiciones de humedad, la infección puede producirse por contacto de los tubérculos con esporangios provenientes de la planta madre o del aire. En condiciones óptimas de almacenaje la diseminación de *P. infestans* es muy limitada a nula.

La infección en le campo es más efectiva en presencia de baja temperatura y alta humedad, sin embargo, puede realizarse bajo un amplio rango de condiciones ambientales y existen informes sobre la presencia de razas del hongo que se avienen a altas temperaturas. La producción de esporangios es más rápida y prolífica a 100% de humedad relativa y a 21° C. La temperatura óptima para la germinación indirecta, esto es produciendo zoosporas es de 12° C, mientras que la germinación directa por formación de tubo germinativo se realiza a 24° C; a pesar de ello, ambas formas de germinación pueden realizarse en condiciones similares de temperatura.

Prevención: Evitar el desarrollo anticipado de inóculo primario por medio de:

- Uso de semilla libre de enfermedades
- Destrucción de las fuentes potenciales de inóculo tales como montones de descarte, plantas voluntarias, etc

Aplicar fungicidas protectores:

- Tan pronto como el tizón tardío se haga presente en el área
- Regularmente, a medida que las plantas nuevas se desarrollen

Proteger contra la infección del tubérculo:

- Manteniendo una buena cobertura de los tubérculos por medio de aporque apropiado
- Protegiendo adecuadamente el follaje para reducir la producción de inóculo sobre las hojas

1.5.2.3 Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) En la superficie de los tubérculos maduros se forman esclerocios de color negro o castaño oscuro (Figura 16). Los esclerocios pueden ser chatos y superficiales o grandes e irregulares en forma de terrones, de ahí el nombre común de costra negra. Generalmente la epidermis del tubérculo por debajo de los esclerocios no presenta ninguna anomalía. Otros síntomas en los tubérculos incluyen agrietaduras, malformaciones, concavidades y necrosis en el extremo de unión con el estolón.

Los daños más severos a la planta se producen en primavera poco después de la siembra; el hongo mata los brotes subterráneos retardando o anulando su emergencia, especialmente en suelos fríos y muy húmedos lo que da como resultado campos con fallas, desigualdad en el crecimiento, plantas débiles y por lo tanto, reducción en el rendimiento. Los brotes que llegan a emerger también se infectan, formándose chancros en los tallos en desarrollo, los que a menudo presentan depresiones profundas que llegan a estrangularlos. El estrangulamiento parcial de los tallos puede suscitar una gran diversidad

de síntomas, incluyendo retardo en el desarrollo de la planta, arrosetamiento del ápice, necrosis cortical del tejido leñoso, pigmentación púrpura de las hojas, formación de tubérculos aéreos, enrollamiento de las hojas hacia arriba y a menudo clorosis y amarillamiento que se manifiesta con mayor severidad en la parte apical de la planta.



Figura 16. Esclerocios de *R. solani* en la superficie del tubérculo.

Rhizoctonia produce una toxina con efecto regulador del crecimiento, la cual puede ser parcialmente responsable de las malformaciones. Tubérculos atacados severamente por *Rhizoctonia* desarrollan con frecuencia un tipo de malformación que no está ligada directamente al ataque del hongo en sí y de cuyo mecanismo no se tiene conocimiento cabal. Las raíces también son atacadas y destruidas, dando como resultado plantas con sistema radicular muy pobre.

Otros hospedantes y distribución geográfica: *R. solani* es un patógeno de numerosos cultivos y malezas en todo el mundo; posee partogenicidad selectiva que está influenciada por el "strain" presente. La enfermedad es común en todas las regiones donde se cultiva papa.

Organismo causal: *Rhizoctonia solani* Kühn (estado imperfecto). El micelio es casi siempre de color canela o castaño oscuro y las hifas son algo gruesas (generalmente 8 a 10 micras de diámetro). Las hifas vegetativas jóvenes tienen sus células multinucleadas y se ramifican cerca de la septa distal de la célula. Las características más típicas de *R. solani* son sus ramificaciones en ángulo recto, constricciones en el punto de origen de la ramificación de la hifa, formación de una septa en la rama cerca de su origen y un prominente aparato que conforma el poro de cada septa.

Ciclo de la enfermedad: el patógeno se mantiene de una campaña a otra en su forma de esclerocios en el suelo y sobre los tubérculos o como micelio en restos vegetales en el suelo. En la primavera cuando las condiciones son generalmente favorables, los esclerocios germinan e invaden los tallos de papa o los brotes emergentes, especialmente a través de heridas. Durante la etapa de crecimiento de las plantas, tanto las raíces como los estolones son invadidos a medida que se van desarrollando. La formación de

esclerotes sobre los tubérculos nuevos se realiza en cualquier momento, dependiendo de las condiciones ambientales, sin embargo, el desarrollo máximo ocurre después de que se ha matado la planta, cuando los tubérculos permanecen aún enterrados.

Epidemiología: La población de *Rhizoctonia* en el suelo puede incrementarse cuando se cultiva papa en el mismo campo sucesivamente o si las rotaciones son muy eventuales. El usar semilla fuertemente infestada de esclerotes también favorece el incremento del inóculo en el suelo. Las condiciones ambientales que favorecen al patógeno son temperatura del suelo baja y alto nivel de humedad. El óptimo para el desarrollo de la enfermedad es 18° C, disminuyendo cuando la temperatura del suelo aumenta. Los niveles altos de humedad y sobre todo la falta de drenaje, tienden también a incrementar la formación de esclerocios sobre los tubérculos recién formados.

Prevención: El tratamiento de la semilla no es efectivo en suelo altamente infestado. Usar semilla libre de la enfermedad como medida combinada con el tratamiento de la semilla con fungicidas sistémicos.

1.5.2.4 Tizón Temprano (*Alternaria solani*) La infección inicial es más frecuente en las hojas inferiores más viejas. Las lesiones se hacen evidentes en un comienzo como pequeñas manchitas (1 a 2 mm); que luego se vuelven ovoide circulares y toman una coloración castaño negra, a medida que se expanden (Figura 17); generalmente las manchas tienen márgenes angulares debido a que están limitadas por las nervaduras de las hojas; son de consistencia seca y apariencia de papel.



Figura 17. Daño causado por *Alternaria solani*.

A menudo, aunque no siempre, las lesiones presentan anillos concéntricos formados por tejido necrótico hundido y levantado alternadamente, lo que le da una apariencia característica de tablero de tiro u ojo de buey. Alrededor y entre las lesiones, el tejido

foliar se vuelve generalmente clorótico. A medida que se van formando nuevas lesiones y las viejas se expanden, la hoja íntegra se vuelve clorótica, luego necrótica y finalmente se seca, pero no llega a desprenderse de la planta.

La enfermedad es generalmente más severa cuando se presenta después de la floración o durante la tuberización y en algunos lugares es esencialmente una enfermedad de plantas senescentes. El tizón temprano es a menudo más severo cuando la planta se encuentra con daños como minaduras de insectos, nutrición deficiente y otros tipos de compulsión. La resistencia de campo que controla la infección al follaje está asociada con la madurez de la planta. Las variedades de madurez tardía son generalmente más resistentes. El tizón temprano no reduce mayormente el rendimiento a menos que la infección se produzca cuando la planta está todavía joven.

En los tubérculos, las lesiones son oscuras, hundidas, de forma circular a irregular, rodeadas a menudo por bordes levantados de color púrpureo o bronceado. La pulpa por debajo de la lesión es seca, de textura coriácea a corchosa y de color amarillo a castaño. El tejido en estado avanzado de deterioro es a menudo blando, húmedo y de color castaño.

Otros hospedantes: El hongo es patogénico a tomate y otras solanáceas. Existe información sobre el ataque en otros hospedantes tales como *Brasica* spp.

Distribución geográfica: La enfermedad es de distribución mundial y se le encuentra dondequiera se siembre papa y tomate.

Organismo causal: *Alternaria solani* Sorauer (syn. *Macrosporium solani* Ellis and Martin). Las conidias son de 15 a 19 X 150 a 300 micras, con 9 a 11 septas transversales y ninguna a pocas septas longitudinales; generalmente son individuales pero pueden ser catenuladas, derechas o ligeramente curvadas, con el cuerpo más o menos elipsoide u oblongo que va angostándose gradualmente en forma cónica para formar una especie de pico largo. El color de las conidias varía entre canela claro, oscuro y castaño oliváceo. El pico es flexuoso, claro, ocasionalmente ramificado y mide entre 2.5 a 5.0 micras de diámetro. Los conidióforos pueden presentarse individualmente o en pequeños grupos y son derechos o flexuosos, de color castaño claro a oliváceo, de 6 a 10 micras de diámetro y hasta 110 micras de largo.

Ciclo de la enfermedad y epidemiología: *A. Solani* persiste dependiendo de la presencia en residuos de cosechas, suelo, tubérculos infectados u otros hospedantes del grupo de las solanáceas. El hongo penetra directamente a través de la epidermis. La infección primaria puede realizarse al follaje más viejo durante la etapa temprana de cultivo, sin embargo, el tejido joven en crecimiento activo y las plantas con una fuerte fertilización nitrogenada no exhiben síntomas y la mayor diseminación secundaria se realiza especialmente después de la floración, cuando el nivel de inóculo es mucho más alto. Las hojas infectadas pueden permanecer inicialmente asintomáticas, evidenciándose a medida que van alcanzando la madurez. La enfermedad se desarrolla con mayor rapidez durante los períodos en que se alternan condiciones húmedas y secas de ambiente. El tizón temprano puede adquirir características graves en regiones desérticas irrigadas, debido a que en estas áreas agrícolas se presentan períodos prolongados de rocío.

Para la infección de los tubérculos es necesaria la presencia de heridas y un óptimo de temperatura que generalmente está entre 12 a 16 ° C, pero también existe diferencia varietal. La superficie de los tubérculos inmaduros es fácilmente invadida, mientras que la de los tubérculos maduros es mucho más resistente. Si se dejan pasar de 3 a 4 días o más entre el momento en que se matan las plantas y el excavado para extraer los tubérculos del suelo, aumenta considerablemente la resistencia de estos a la infección.

Prevención: Existen cultivares con distintos niveles de resistencia de campo, pero ninguno es inmune. Los fungicidas protectores tales como los ditiocarbamatos, hidróxido de fentina y clorotalonil controlan en forma efectiva el tizón temprano en el follaje.

Dejar que los tubérculos maduren bien antes de extraerlos del suelo, con el objetivo de evitar lastimaduras durante las labores de cosecha.

1.5.3 Enfermedades viroticas

Las enfermedades viróticas de la papa, a pesar de que en muy pocos casos son de carácter letal, generalmente reducen el vigor de la planta y las posibilidades de usar los tubérculos como semilla.

La identificación de los virus es bastante complicada por la diversidad de los síntomas que provocan, lo cual se debe a: presencia de "strains" diferentes; respuesta de la planta que puede variar de acuerdo al momento en que ha sido infectada; variedad de papa e influencia del medio ambiente.

La siguiente descripción fue tomada de Icochea (1980).

1.5.3.1 Enrollamiento (PLRV) Los síntomas primarios se manifiestan después que las plantas han sido picadas por áfidos virulíferos y se hacen evidentes principalmente en las hojas jóvenes, las cuales se muestran erectas, enrolladas y pálidas. En algunas variedades las hojas jóvenes tienen una pigmentación rosada a rojiza que comienza por los márgenes y en otras, el enrollamiento se encuentra especialmente confinado a la base de los folíolos sin abarcarlos íntegramente. Estos síntomas pueden posteriormente extenderse a las hojas inferiores. Los síntomas primarios pueden dejar de manifestarse en caso de producirse infecciones tardías.

Los síntomas secundarios se hacen evidentes al momento en que la planta brota a partir de un tubérculo infectado. Los folíolos inferiores se muestran enrollados y las hojas superiores tienen un color más claro (Figura 18).



Figura 18. Efectos al follaje causados por PRLV.

En general, las hojas se ponen rígidas y coriáceas, se secan y cuando se estrujan producen un sonido crocante como de papel. En algunas variedades las hojas viejas tienen una pigmentación rosada y/o muestran necrosis severa especialmente en los márgenes. Las plantas se quedan a menudo enanas, con hábito de crecimiento erecto. Los síntomas son menos pronunciados en el ápice de las plantas con infección secundaria que en las que han sufrido infección primaria, siendo la infección secundaria más dañina que la primaria. La severidad de los síntomas depende del "strains" del virus, variedad de la papa y condiciones de desarrollo de la planta.

La necrosis reticulada interna que se puede apreciar a simple vista cuando se corta el tubérculo, es particularmente marcada en ciertas variedades norteamericanas y se les encuentra en tubérculos provenientes de plantas con infección primaria, secundaria y terciaria. El color de la necrosis puede variar de ligeramente translúcido a oscuro.

Otros hospedantes: El virus ataca diferentes especies de plantas, principalmente dentro del grupo de las solanáceas. Además de las solanáceas, las amarantáceas también son hospederos de PLRV.

Distribución geográfica: El virus se presenta donde quiera se siembre papa.

Agente causal: el PLRV tiene partículas icosaédricas de 24 nm de diámetro. La transmisión sólo tiene éxito cuando se realiza por medio de insectos o por injerto; nunca se ha logrado éxito por inoculación artificial o por medios mecánicos. El virus es transmitido por áfidos en forma persistente (circulativa), esto es, después de que un áfido se ha alimentado en una planta infectada, transmite el virus normalmente durante el resto de su vida.

Epidemiología: El virus puede ser transmitido por medio de tubérculos enfermos o también de manera persistente por picadura de áfidos virulíferos. Entre los áfidos que colonizan papa y sirven como vectores del virus el *Myzus persicae* es el más eficiente. La

eficiencia de la inoculación aumenta en relación con el período de alimentación que ha tenido el áfido de las plantas enfermas. El virus es transportado a grandes distancias por medio de áfidos alados y a cortas, por áfidos ápteros que se desplazan de planta en planta. La transmisión de tubérculos a tubérculos en países tropicales se realiza por áfidos durante el almacenado de la semilla. Las plantas provenientes de tubérculos infectados y las plantas voluntarias sirven como fuente de inóculo, a partir de las cuales se disemina el virus. La temperatura moderada y el clima seco favorecen la diseminación. Las plantas se hacen resistentes con la edad y ocasionalmente algunos tubérculos provenientes de plantas infectadas tardíamente escapan a la infección.

Prevención: La producción de variedades resistentes con selección de *S. tuberosum* solo ha tenido un éxito muy limitado y es bastante complicado, debido a que la resistencia está gobernada por muchos genes de efecto aditivo y sólo puede incrementarse gradualmente. Para obtener una máxima producción es esencial el uso de tubérculos-semilla libres de la enfermedad.

Con el objeto de minimizar los daños se pueden usar medidas tales como la selección clonal, siembra de tubérculos libres de virus (programas de certificación de semilla), cosecha adelantada, entesaque de plantas infectadas, extracción y destrucción de plantas voluntarias (saneamiento), dentro y en los alrededores del campo de cultivo. Se debe controlar los áfidos con insecticidas sistémicos.

Los tubérculos infectados pueden ser liberados del virus si se someten a tratamiento con calor de 37° C por un período de 25 días.

1.5.4 Enfermedades micoplásmicas

Las enfermedades tipo amarillamiento, características de la infección por micoplasma (MLO), que han sido estudiadas con cierto detalle, poseen un rango de hospedantes más o menos amplio y a muchas de ellas se les ha encontrado infectando papa en el campo. Desafortunadamente los síntomas de la enfermedad en papa son de poco valor diagnóstico.

Ninguna de las enfermedades micoplásmicas se transmiten por contacto. Todos los patógenos dependen de los insectos saltahojas (cigarritas) para su transmisión y diseminación, estando su presencia y distribución determinada por la actividad de estos insectos.

Los síntomas causados por los MLO pueden ser suprimidos con el uso de antibióticos del grupo de las tetraciclinas e individualmente pueden curarse las plantas por tratamiento con calor.

La siguiente descripción fue tomada de Icochea (1980).

1.5.4.1 Punta morada (*Stolburkrankheit*) Los folíolos superiores se enrollan y muestran pigmentación purpúrea o amarilla; se forman tubérculos aéreos y ocasionalmente hay proliferación de yemas axilares. A menudo sólo un tallo de la planta se encuentra

afectado. Las plantas se quedan generalmente enanas y pueden llegar a morir prematuramente (Figura 19).



Figura 19. Tubérculos aéreos como consecuencia de MLO.

La parte inferior del tallo bajo condiciones de campo, frecuentemente desarrolla necrosis cortical, deshilachamiento del tejido y a menudo decoloración vascular.

A la cosecha, una mata afectada tiene generalmente algunos tubérculos normalmente maduros, mientras que los otros todavía no han alcanzado la madurez. En el caso de stolbur, los tubérculos pueden ser de consistencia flácida. Los agentes causales, rara vez, sino del todo sobreviven el período de almacenamiento, pero los tubérculos provenientes de plantas enfermas producen frecuentemente brotes ahilados o no llegan a formar ningún brote.

Cuando el agente causal sobrevive en el tubérculo-semilla las plantas en la siguiente campaña desarrollan síntomas, pero lo más común es que el patógeno no sobreviva de un año a otro, en cuyo caso, en la campaña siguiente las plantas pueden ser normales sin síntomas que puedan servir al diagnóstico, pero más pequeñas de lo normal o pueden no llegar a emerger. Los tubérculos provenientes de plantas infectadas desarrollan frecuentemente brotes ahilados. Con stolbur las plantas pueden formar hojas simples, redondas, pero este síntoma desaparece en las siguientes campañas.

Otros hospedantes: Muchas son las plantas cultivadas susceptibles al amarillamiento, especialmente las hortalizas y ornamentales. Las enfermedades ataca también malezas y se ha encontrado 350 especies susceptibles pertenecientes por lo menos a 54 familias botánicas.

Distribución geográfica: La enfermedad se encuentra mundialmente distribuida.

Organismo causal: Los MLO se encuentran en los tubos cribosos y ocasionalmente en las células parenquimáticas del floema de las plantas infectadas. Estos organismos son pleomórficos, carecen de pared celular y están rodeados de una membrana unitaria. Evidencias recientes sugieren que en ciertos estados pueden estar presentes formas espiraladas (espiroplasma). El tamaño de los MLO varía entre 500 a 1000 nm de diámetro; las más grandes o formas prevalentes son casi esféricas y contienen una red fibrilar central de hebras presumiblemente de ADN y un área periférica de gránulos parecidos a ribosomas. La presencia de formas alargadas pequeñas (cuerpos elementales densos), sugiere la idea de que se propagan por fisión, brotamiento o fragmentación.

Epidemiología: El vector más importante de los amarillamientos es la cigarrita *Macrostelus fascifrons*, que inverna en malezas, pastos y gramíneas de grano pequeño. El hospedante favorito del vector principal del stolbur *Hyalesthes obsoletus*, es la maleza perenne *Convolvulus arvensis*, la cual simultáneamente actúa como la más importante planta reservorio de inóculo.

1.5.5 Toxicidad inducida por insectos

1.5.5.1 Amarillamiento por psílicos (Icochea, 1980) En la planta afectada las hojas se ponen erectas, los folíolos se acopan en su porción basal y toman a menudo una coloración roja o púrpura; los nudos de los tallos jóvenes se agrandan, el ángulo axilar entre tallo y peciolo es mayor que lo normal y tanto en las ramas pequeñas como en las axilas de las hojas se forman tubérculos aéreos. Los brotes frecuentemente adoptan una disposición arrossetada. Las plantas tienen forma piramidal y son generalmente de color amarillo o bronceado. En estados avanzados, las hojas apicales se disponen en roseta en cambio las hojas más viejas se enrollan hacia arriba, se vuelven amarillas, presentan áreas necróticas y se deterioran rápidamente. Las plantas generalmente no llegan a marchitarse, aún bajo condiciones de extrema sequía (figura 20).



Figura 20. Aspecto de la planta a causa del amarillamiento por psílicos.

El parénquima que rodea al floema es el primero en ser afectado, luego el tejido deteriorado se va extendiendo lateralmente y causa la necrosis del floema. En la médula y en la corteza se acumula gran cantidad de depósitos de almidón.

Las plantas que han sido atacadas en estadios tempranos de desarrollo forman muy pocos o ningún tubérculo, en cambio cuando el ataque se realiza en plantas viejas, el extremo de los estolones puede originar raíces secundarias y brotes que al emerger del suelo forman plantitas pequeñas. En las ramas secundarias de los estolones se pueden formar gran cantidad de tubérculos pequeños, e inclusive en un mismo estolón formarse tubérculos sucesivos como si fueran las cuentas de un collar.

Los tubérculos anormalmente muy pequeños producen brotes sin pasar previamente por un período de latencia; en forma similar puede desaparecer el período de latencia en tubérculos aparentemente normales. Debido a la presencia de un gran número de tubérculos pequeños, el volumen del producto comerciable se ve reducido considerablemente.

La enfermedad no es transmitida por el tubérculo y tampoco se ha tenido éxito utilizando métodos artificiales de transmisión de planta a planta.

Los tubérculos provenientes de plantas enfermas dan origen a plantas de apariencia normal aunque debilitadas y de forma ligeramente ahusada. Los tubérculos-semilla que provienen de campos afectados no son de calidad satisfactoria.

La enfermedad es una consecuencia de las sustancias tóxicas introducidas a la planta durante el proceso de alimentación de las ninfas de *Paratrioza cockerelli*, psílido que mide aproximadamente 2 mm de largo (Figura 21).



Figura 21. Ninfas de *Paratrioza cockerelli*.

Entre los enemigos naturales de este psílido está la avispa parasítica *Tetrastichus*. Brotes repentinos de psílicos son algunas veces asociados al uso de insecticidas sistémicos carbamatos, los cuales no son efectivos contra los psílicos pero si reducen las poblaciones

de los enemigos naturales (University of California Division of Agriculture and Natural Resources, USA. 1992).

En plantas jóvenes 3 a 5 ninfas pueden inducir síntomas, en cambio se requieren de grandes poblaciones (15 a 30 ninfas por planta) para la expresión plena de los síntomas; luego de la formación de los tubérculos, las plantas toleran los daños. Los adultos aún en una proporción de 1,000 individuos por planta no inducen síntomas.

Los síntomas son más severos cuando la intensidad de la luz y temperatura en el campo son altas, especialmente durante épocas de sequía. El proceso de desarrollo de la enfermedad se detiene súbitamente cuando se extraen las ninfas y las plantas afectadas frecuentemente se recuperan.

La similitud que existe entre los síntomas de amarillamiento causado por psílidos y los que provocan los micoplasma, brote ahilado, enrollamiento de diversos tipos y *Rhizoctonia*, ha causado alguna confusión en la diagnosis.

1.5.6 Insectos de la papa

A continuación se presenta una descripción de las principales plagas que afectan la región del departamento de Guatemala (Soto, 1986).

1.5.6.1 Gallina ciega (*Phyllophaga sp*) El insecto en adulto es un ronrón que difiere de tamaño según la especie. Su color varía de café claro a café oscuro y muchas veces se encuentran hasta de color negro, es de hábito nocturno y bastante atraído por la luz. Las larvas tienen un tamaño que varía entre $\frac{1}{4}$ de pulgada y hasta 2 y 3 pulgadas, y son de color blanco sucio excepto la cabeza que es café claro.

El cuerpo de las larvas es blanco; de forma encorvada y posee tres pares de patas en los primeros tres segmentos. La parte superior es algo transparente dejando ver a través de ella zonas oscuras.

En estado de larva (gallina ciega) es cuando él insecto causa más daños.

Hábitos y daños: Los ronrones aparecen cuando caen las primeras lluvias del mes de mayo. Ponen sus huevos en la tierra, especialmente en la tierra suelta y rica en materia orgánica o bien en las estercoleras. Los huevos revientan a los pocos días y salen las gallinas ciegas. A medida que va creciendo se va acentuando su daño que puede durar un período de 6 meses a 3 años, durante el cual pasan alimentándose de las raíces de las plantas.

Durante el verano estas larvas se profundizan en el suelo en busca de humedad, pero al caer las lluvias del siguiente año y al encontrar otra vez humedad cerca de la superficie, vuelven a salir a causar el mismo daño anterior. Al tener su desarrollo completo se transforman en pupas para emerger en estado adulto (ronrones) en los meses de abril y mayo, a formar nuevas generaciones.

Cuando hay presencia de gallina ciega en un cultivo de papa se puede notar fácilmente zonas marchitas en las plantas. Al arrancar salen con facilidad, mostrando las partes donde han sido cortadas sus raíces.

Control: Para llevar un buen control de estos insectos se puede principiar desde que están en estado de ronrón, utilizando luces trampas, para atraerlos o bien en las mañanas sacudiendo las ramas de los árboles para que caigan los que se encuentran en el follaje y matarlos en el suelo.

Si se encuentran en gran cantidad en el suelo, como gallina ciega, se logran resultados efectuando araduras más o menos profundas y exponiendo al sol las larvas que salgan. Si esto no es suficiente, se aconseja efectuar espolvoreaciones con insecticidas directamente al suelo procurando que cubra toda la superficie. Inmediatamente después de efectuada la aplicación, pásese una rastra con el objeto de revolver la tierra con el insecticida, evitando así que sea arrastrado por el aire.

1.5.6.2 Gusano Alambre (*Agriotis sp.*) En estado adulto es un ronrón conocido en muchas partes de Guatemala como Hachero, tiene la particularidad de que al ponerlos con las patas para arriba, salta, produciendo un ruido que lo hace bastante característico. Su coloración varía según la especie, pudiéndose encontrar el color negro, azul metálico, etc. La larva, estado en el cual produce sus mayores daños, es de consistencia dura, su coloración va del amarillo pardusco al café y su tamaño varía de ½ a 3 pulgadas; encontrándose segmentada con marcadas diferencias entre un anillo y otro.

Hábitos y daños: El adulto pone sus huevos al pie de los zacates o cultivos que se encuentran establecidos. Los huevos eclosionan a los pocos días, saliendo las larvas que se alimentan de la raíz de las plantas. En el caso de caer en siembras de papa, barrenan los tubérculos que fueron usados como semilla y así permanecen en el suelo durante un período de 6 meses a 5 años, según la especie. Al pasar este tiempo y al estar bien desarrolladas, las larvas empupan y sale un adulto a formar nuevas generaciones.

Control: Para el control de este insecto se recomienda seguir las mismas recomendaciones que se hicieron para el caso de la gallina ciega, además se debe procurar recolectar los adultos que permanecen escondidos en la corteza de árboles podridos.

1.5.6.3 Tortuguilla (*Diabrotica sp.*) Esta es una tortuguilla de color verde, con tres manchas amarillas en cada ala. Su tamaño aproximadamente es de ¼ de pulgada. Especialmente ataca al maíz, pero se ha encontrado atacando con bastante severidad las plantaciones de papa. Esta clase de tortuguilla causa daños en dos épocas de su vida. En estado de larva barrena las raíces y en estado adulto ataca el follaje de las plantas.

Las hembras adultas ponen sus huevos al pie de las plantas o malezas que eclosionan a los 5 ó 10 días, saliendo unas larvitas de color blanquecino que principian a barrenar las raíces, motivo por el cual ocasionan el debilitamiento de las plantas o bien la muerte de la misma. Al alcanzar todo su desarrollo se transforman en pupa y al poco tiempo salen los adultos que ocasionan daños en las hojas de la papa o de otros cultivos.

Control: Se recomienda efectuar aplicaciones de insecticidas.

1.5.6.4 Pulga Saltona (*Epitrix cucumeris*) en estado adulto es un escarabajo pequeñísimo pero muy activo, más o menos de 2 milímetros de largo. El color de su cuerpo es castaño y de brillo metálico, tiene la particularidad de saltar, pues las patas posteriores las tiene muy desarrolladas. Las larvas son bastante pequeñas y de color blanco.

Hábitos y daños: El daño lo ocasionan en diversas plantas cultivadas y silvestres y consiste en numerosos agujeritos redondeados e irregulares que tienen el aspecto de perforaciones hechas con tiros de munición fina. Además del daño que ocasionan los adultos, las larvas al salir del huevo barrenan las raíces. Muchas veces también suelen atacar al tubérculo, al cual daña, dando lugar a una posterior pudrición del mismo.

Los adultos ponen sus huevos en el suelo cerca de las plantas de papa. Cada hembra pone centenares de huevos, los cuales eclosionan aproximadamente a los 5 días y de allí es de donde salen las larvas que tardan más o menos un mes para transformarse en pupa. El estado de larvas y de pupa lo pasan en el suelo. Su ciclo de vida lo completan en 6 semanas.

Control: Para el control de estos insectos se recomienda la erradicación de malas hierbas antes de la siembra. En los campos que han estado libres de maleza, es muy raro que hayan ataques fuertes de pulga saltona. Se recomienda efectuar aplicaciones de insecticidas.

1.5.6.5 Pulgones (*Myzus persicae*) Los pulgones son bastante pequeños, de cuerpo blando. Su color varía de una especie a otra. Se pueden encontrar verdes, rosados, verde amarillentos, negros (Figura 22).



Figura 22. Pulgones alados (izquierda) y pulgones ápteros (derecha)

Los pulgones además de encontrarse en las plantas de papa, pueden estar en una gran variedad de plantas silvestres o cultivadas, especialmente en algodón, frijól haba, tomate y rosales.

En los lugares fríos las plantas que más gustan a los pulgones son los rosales, es allí donde aparecen las primeras colonias. Al reventar los huevos que han sido puestos por las hembras adultas, salen las larvas semejantes a los adultos, diferenciándose únicamente por su tamaño. Estas larvas crecen rápido, convirtiéndose así en hembras sin alas. Estas hembras ponen larvas vivas en lugar de huevos y lo hacen sin la intervención del macho. De los pulgones que han sido reproducidos en esta forma, algunos poseen alas y emigran a otras plantas, en este caso la papa.

Los pulgones, ya en los cultivos de papa, se multiplican rápidamente sin la intervención del macho. Unos se quedan en la planta y otros emigran a las plantas vecinas y en esta forma es como llega a infestarse un cultivo. Al estar secándose las hojas del cultivo que atacan, la producción de adultos alados es bastante numerosa y pasan a otras plantas en donde se aparean machos y hembras y ponen huevos para volver a un ciclo nuevo de vida, semejante al descrito en líneas anteriores.

Los pulgones se encuentran en brotes tiernos y en el envés de las hojas, formando colonias bastante numerosas en las cuales hay miles de animalitos por cada planta. A pesar que cada pulgón chupa relativamente poca savia, el gran número que existe y la succión continua, llegan a debilitar a las plantas, deteniéndose su crecimiento. Muchas veces estos pulgones transmiten virus que producen el enrollamiento de las hojas.

Control: La aplicación de insecticidas debe hacerse de abajo hacia arriba, para lograr controlar los pulgones que se encuentran en el envés de las hojas.

1.5.6.6 Palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) La mariposa es pequeña, más o menos de 12 milímetros de largo. El color café grisáceo claro, con manchas café-oscuras en las alas.

Durante el día permanecen escondidas en el tallo de la papa o en las hojas secas, teniendo la apariencia de pedacitos de tallo seco. Los gusanos cuando han alcanzado su máximo desarrollo, miden 12 milímetros de largo, son de color verdoso, amarillo blanquecino o rosados. La pupa se forma entre las hojas secas, en la superficie del suelo o bien en las paredes de los recipientes donde se almacena la papa.

Hábitos y daños: Las hembras ponen sus huevos en el follaje de las plantas, sobre los tubérculos que no estén bien cubiertos por la tierra o en los tubérculos que están almacenados. A los pocos días salen las larvas que forman galerías entre las dos cutículas de la hoja, pero su daño es más grave cuando barrenan las ramas o en el cuello de la raíz, a la cual destruyen provocando un marchitamiento de la planta. Son mayores aún los daños que causan en los tubérculos que se encuentran en bodega, pues principian barrenando por debajo de la cáscara, generalmente las galerías quedan superficiales pero en el caso de infestaciones mayores se introducen progresivamente dentro del tubérculo, causando una podredumbre general.

Control: en el programa de control se recomienda una rigurosa limpieza de los depósitos antes de que la nueva cosecha sea almacenada. Se deben mantener bien calzadas las plantas, y en la época de cosecha tratar de que no queden tubérculos al descubierto, para

evitar que las hembras pongan huevos sobre éstos. Se recomienda efectuar aplicaciones de insecticidas en la plantación cuando se comprueba la existencia de este insecto.

1.5.6.7 Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) Este insecto ataca muchos cultivos entre ellos: tomate, algodón, melón, sandía, ayote, frijol, pepino, chile, tabaco y cítricos. Además puede ser encontrada en muchas malezas que estén cercanas al cultivo.

La presencia de luz influye en su actividad, por lo tanto entre las 10 a.m. y las 12 a.m. la cantidad de insectos aumenta considerablemente. Además la plaga es favorecida por la dirección del viento y prefiere plantaciones que presentan mala nutrición del suelo y exceso o carencia de humedad.

Comprende cuatro fases: huevo, ninfa, pupa y adulto. El huevo, las ninfas y pupas pueden ser encontradas en la cara inferior de las hojas del cultivo y malezas alrededor de éste. El adulto es de color blanco, su tamaño es de entre 3 a 5 milímetros (Figura 23). Generalmente chupa las hojas por el envés, pero también se pueden encontrar sobre la cara superior o en los frutos. La duración de su ciclo es de 20-30 días dependiendo de condiciones climáticas y del cultivo hospedero.



Figura 23. Adulto de la Mosca Blanca.

Daños: Los adultos se alimentan de la savia de las hojas, donde causan lesiones a éstas; luego se produce un hongo negrozco que impide la absorción de luz. El mayor daño se debe a la transmisión de enfermedades viróticas, pudiendo transmitir hasta 30 diferentes virus. Los tipos de virus que transmite este insecto se conocen como geminivirus.

El daño producido a la planta es variable con el cultivo, así como también la sintomatología del virus transmitido y el momento de la infección. Los síntomas que se presentan generalmente son decoloración, acucharamiento de hojas o poco desarrollo de la planta.

Control: Es importante tener un buen control de las malezas porque pueden ser hospedantes. Se requiere además de una adecuada humedad, una buena nutrición del cultivo para evitar el ataque de plagas y enfermedades. Dentro de las prácticas agronómicas se pueden usar barreras físicas, cultivos trampa y coberturas de suelo.

En cuanto a control biológico, existen parasitoides de los siguientes ordenes: Hymenoptera, Neuroptera, Coleóptera y Arácnida. . Se recomienda efectuar aplicaciones de insecticidas en la plantación cuando se encuentren 1.5 moscas como promedio en 10 o más plantas, en las tres hojas compuestas más jóvenes, cuando el cultivo se encuentre más desarrollado.

1.6 EL MERCADO DE LA PAPA

En la década de los noventa, la producción de papa entró en una nueva fase de rápida expansión. A principios de la década, la producción superó los 100 millones de toneladas, en comparación con menos de 30 millones de toneladas producidas a principios de los sesenta. Durante los diez últimos años, la producción de papa ha aumentado en un promedio anual de 4.5 %, con un aumento en el área sembrada de 2.4 % (CIP, 1998). En años recientes, mientras la tasa de crecimiento en la producción para el maíz, trigo y arroz ha disminuido, la tasa de crecimiento de producción de papa se ha acelerado, aumentando así su importancia relativa frente a otros alimentos (CIP, 1998).

1.6.1 El mercado nacional de papa

En la actualidad, de acuerdo al Banco de Guatemala y Unidad de Políticas e Información Estratégica, UPIE, el área bajo producción de papa en Guatemala es aproximadamente 10,000 ha, con un rendimiento total de entre 178,500 - 199,500 tm/año. Del total de la producción cerca de 30 % es exportado; correspondiendo a El Salvador un 58% del mercado y Nicaragua un 26%. Estados Unidos provee un 83% de las importaciones; y la tendencia tanto en las importaciones como en las exportaciones es creciente (Anexo 10).

En Guatemala se presentan dos épocas de cosecha, la primera empieza en el mes de enero y termina en marzo; la segunda inicia a mediados de julio y se extiende hasta principios de noviembre; con un costo de producción por hectárea de \$ 2,395.00 y un aporte al PIB agrícola para el 2000 de 0.66 %. El Banco de Guatemala y UPIE estima que la producción de papa en el país genera empleo directo en el campo a 1,071,000 jornales / año, lo que es equivalente a 3,825 empleos permanentes.

Los principales departamentos de Guatemala productores de papa en orden de importancia son:

- Huehuetenango
- San Marcos
- Quetzaltenango
- Sololá

- Chimaltenango
- Guatemala
- Santa Rosa
- Jalapa

Las variedades utilizadas en el mercado nacional son Loman, ICTA Chiquirichapa, y Vorán, que son alargados; Utatlán, Tecpán, Tolloacán y Atzimba, que son redondas.

1.6.2 El mercado mundial de papa

De acuerdo a información de la FAO, la producción de papa a nivel mundial se mantiene en 293 millones de toneladas y cubre más de 18 millones de hectáreas. Con la desintegración de la ex – Unión Soviética, actualmente China es el mayor productor de papa a nivel mundial, seguido por la Federación Rusa, Polonia, Estados Unidos de América y la India. A pesar de que la producción de papa en Europa ha disminuido desde principios de los sesenta, esta disminución ha sido más que compensada con el crecimiento en Asia, África y América Latina, lo cual explica el aumento global en la producción de toneladas de papa (FAO, 1998).

Estas prolongadas y cada vez más divergentes tendencias de producción en Europa con relación a los países en desarrollo reflejan los actuales cambios fundamentales en la economía global de la papa. En los últimos cuatro años, el porcentaje de producción de papa a nivel mundial en los países en desarrollo aumentó de 31% a 36%. Así, este progreso reafirma la creciente importancia de la papa como fuente de alimento, trabajo e ingresos para el Asia, África y América Latina (CIP, 1998).

1.6.2.1 La papa en la dieta mundial Según la FAO (1998), el consumo per cápita en los países en desarrollo también aumentó de 9 kg/cápita en 1961 – 63 a 14 kg/cápita en 1995 – 97. Estos índices sólo representan una fracción del consumo *per cápita* de 86 kg/año en Europa o de 63 kg/año en América del Norte, lo cual sugiere que aún existe un amplio margen para continuar incrementando este consumo.

En Asia, el consumo de papa *per cápita* aumentó de 12 kg en 1991 – 92 a 14 kg en 1994 – 96, un aumento del 16% en términos *per cápita* durante los últimos tres años. En África, el consumo promedio anual permaneció alrededor de 8 kg/cápita durante el mismo período porque el aumento constante en la producción agregada ha sido acompañado por rápido y continuo crecimiento de la población. Para América Latina, el consumo *per cápita* aumentó casi 15% en los últimos años (de 21 kg/año a 24 kg/año).

1.6.2.2 Tendencias regionales en la producción a continuación se presenta una percepción de las tendencias globales de algunos continentes realizada por CIP (1998).

Asia: el crecimiento en la producción de papa en la década de los noventa ha sido espectacular, con un promedio de 5.1 % de 1985 – 87 a 1995 – 97. Esto representa una tasa del 20% más que durante el período de 1961 – 63 a 1995 – 97, lo cual sugiere que el ritmo en el aumento de la producción ya se ha acelerado. Con acceso a la irrigación,

fertilizantes, continua expansión en la infraestructura post-cosecha en forma de caminos y establecimiento de frigoríficos (en la India), los productores siguen considerando a la papa como un cultivo muy atractivo. La gran demanda en el campo y en las zonas urbanas continúa estimulando el incremento de las áreas destinadas a la siembra.

África: Egipto, Sudáfrica, Argelia y Marruecos producen más del 80% de toda la papa en la región. La tasa de crecimiento en la producción ha sido alta para todos estos países, donde Egipto tuvo más del 5% por año desde principios de los sesenta. El mayor acceso al riego ha sido uno de los factores más importantes pues permite el crecimiento en la producción y alto promedio en el rendimiento (14 – 28 tm / ha). Los mayores ingresos, el turismo y un mercado lucrativo de exportación durante el invierno para los productores de África del Norte, han sido los catalizadores adicionales.

América Latina y el Caribe: La producción de papa continuó su crecimiento durante las últimas tres décadas a un promedio anual de 2.2%. En años recientes, ha habido un repunte en la tasa de crecimiento de área sembrada, especialmente en Ecuador (3.0 %), Perú (2.0 %) y Brasil (1.0%). Como resultado hay una mayor tasa de producción en Perú (3.7%), Brasil (2.8%) y Ecuador (2.0%). Sin embargo, la expansión del cultivo de papa hacia zonas menos favorecidas ha disminuido la tasa de mejoramiento en los rendimientos. La tasa de crecimiento de producción de papa en México ha estado muy por encima del 3.0% en ambos períodos con una tasa de crecimiento para los rendimientos (4.1%) entre las más altas para los países en desarrollo.

1.6.2.3 Globalización y papa Recientemente, muchos países en desarrollo se han involucrado mucho más en el comercio internacional de la papa. Este fenómeno se debe en parte a la tendencia mundial hacia una reducción en los aranceles y en las barreras no arancelarias y al surgimiento de bloques comerciales regionales. Como consecuencia, muchos países necesitarán acelerar el desarrollo y la difusión de tecnología para aumentar sus rendimientos si desean mantenerse competitivos en el emergente mercado global de la papa durante los próximos años.

1.6.2.4 La papa en el siglo XXI Las tasas de crecimiento estimadas para la producción de papa para el período 1993 – 2002 son de 2.02% según el escenario de base, fundado en proyecciones anteriores, y de un 2.71% según el escenario de alta demanda/alta producción, fundado en tendencias históricas de producción. La papa probablemente mantendrá, si es que no aumenta, su importancia económica relativa en la canasta familiar para los países en desarrollo en la próxima década (CIP, 1998).

Anexo 10. Área, producción, importación y exportación de Guatemala.

Año calendario	Área cosechada (miles de manzanas)	Producción (miles de quintales)	Rendimiento (quintales por manzana)	Importación		Exportación	
				Miles de quintales	Miles de US dólares	Miles de quintales	Miles de US dólares
1984	16.6	4,067.0	245.0	0.0	0.1	454.4	2,844.9
1985	14.1	3,694.2	262.0	0.0	0.0	369.9	1,268.0
1986	14.3	3,789.5	265.0	0.4	7.8	121.2	337.6
1987	14.9	4,471.5	300.1	0.6	3.1	207.8	794.2
1988	10.7	3,210.0	300.0	0.3	1.5	257.6	935.2
1989	10.6	2,915.0	275.0	0.0	0.0	239.8	1,825.7
1990	11.7	3,755.7	321.0	0.0	0.0	389.2	2,052.9
1991	10.8	3,402.0	315.0	0.2	2.7	264.9	1,198.2
1992	12.9	4,011.9	311.0	1.0	4.7	362.3	1,625.2
1993	12.8	4,032.0	315.0	1.7	80.4	269.6	1,053.6
1994	12.9	4,088.0	316.9	5.3	206.2	393.0	1,265.7
1995	13.2	4,158.0	315.0	3.2	212.3	534.6	1,378.5
1996	13.2	4,210.8	319.0	2.5	268.0	671.0	1,251.6
1997	13.3	4,295.0	322.9	6.6	215.3	687.2	2,155.2
1998	13.5	4,380.9	324.5	7.6	174.9	602.1	2,598.3
1999	13.7	4,556.1	332.6	10.9	270.9	812.6	4,399.6
2000 p/	13.8	4,783.9	346.7	21.0	438.2	1,665.3	7,623.4
2001 e/	13.8	4,995.2	362.0				

p/ cifras preliminares
e/ cifras estimadas

Fuente: Banco de Guatemala y UPIE