

# EL CULTIVO DE LA PAPA EN GUATEMALA

*Solanum tuberosum L.*

**PREPARADO POR:**  
Ing. Agr. Julio A. Franco Rivera

**COLABORADORES:**  
Ing. Agr. Alvaro Del Cid H.  
Ing. Agr. Armando de Leon  
Ing. Agr. Guillermo Chavez

**PRIMERA EDICION**



**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DEL 2002.**



# CONTENIDO

Pág.

- 1. Introducción**
- 2. Características botánicas, morfológicas y bromatológicas del cultivo**
  - 2.2. Morfología
    - 2.2.1. Hábito de crecimiento
    - 2.2.2. Raíces
    - 2.2.3. Tallos
    - 2.2.4. Hojas
    - 2.2.5. Inflorescencia
    - 2.2.6. Fruto, semilla
  - 2.3. Composición química e importancia alimenticia
- 3. Condiciones agroclimáticas**
  - 3.1. Clima
  - 3.2. Suelo
- 4. Cultivares recomendados**
  - 4.1. Variedad Loman
  - 4.2. Variedad Tollocan
  - 4.3. Variedad ICTA Chiquirichapa
  - 4.4. Variedad ICTA Xalapan
  - 4.5. Variedad Atzimba
  - 4.6. Variedad ICTAFRIT
  - 4.7. Variedad Atlantic
- 5. Manejo Agronómico**
  - 5.1. Preparación y enmienda al suelo
  - 5.2. Siembra
  - 5.3. Control de malezas y aporque
  - 5.4. Fertilización
  - 5.5. Manejo de plagas
    - 5.5.1. Control de insectos del suelo
    - 5.5.2. Control de insectos que atacan el follaje y los tubérculos
      - 5.5.2.1. Chicharritas (*Empoasca spp*)
      - 5.5.2.2. Polilla de la papa (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*)
      - 5.5.2.3. Pulguilla de la papa (*Epitrix spp*)
      - 5.5.2.4. Mosca Minadora (*Liriomyza huidobrensis*)
      - 5.5.2.5. El sílido de la papa o sílido del tomate (*Paratrioza cockerelli*)
    - 5.5.3. Enfermedades fungosas, bacterianas y viróticas
      - 5.5.3.1. El tizón tardío (*Phytophthora infestans*)
      - 5.5.3.2. Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)
      - 5.5.3.3. Pudrición bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)
      - 5.5.3.4. Sarna común de la papa (*Streptomyces scabies*)
      - 5.5.3.5. Virus X (PVX)
      - 5.5.3.6. Virus Y (PVY)
      - 5.5.3.7. Virus del enrollamiento (PLRV)
      - 5.5.3.8. Control de los virus
- 6. Defoliación**

## **7. Cosecha**

## **8. Manejo poscosecha**

- 8.1. Almacenamiento de papa para consumo
  - 8.1.1. Silo rústico de pila o trinchera
  - 8.1.2. Bodega rústica de almacenamiento
- 8.2. Almacenamiento de papa para semilla

## **9. Mercadeo**

## **10. Costos de producción**

- 10.1. Producción de papa comercial, variedad Loman en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).
- 10.2. Producción de semilla certificada de papa, variedad Loman en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).
- 10.3. Producción de papa comercial, variedad ICTAFRIT en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).
- 10.4. Producción de semilla certificada de papa, variedad ICTAFRIT en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).

## **11. Bibliografía**

# EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN GUATEMALA.

## 1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*), según Engel F., 1970, era conocida en América hace 10,500 años. Su domesticación surgió en fecha posterior en los Altiplanos de Bolivia y Chile, junto al Lago Titicaca por los Colla (Aymara); así mismo la domesticaron los Araucanos (vivían al Sur del Río Bio Bío, Chile). En Perú, luego de cultivarla apareció la primera agroindustria americana en Perú: la elaboración de papa seca o Chuño para conservar el tubérculo.

La papa, entonces, es originaria del Altiplano de América del Sur, donde se consume desde hace más de 8,000 años. Guatemala, es considerado como centro secundario de origen. Los exploradores españoles llevaron la planta a Europa a fines del siglo XVI como una curiosidad botánica. Para el siglo XIX se había extendido por todo el continente, proporcionando alimentación abundante y de bajo costo a los trabajadores de la revolución industrial.

De acuerdo a la historia, las primeras referencias de su cultivo se citan en:

Según Aguado (1946), el conquistador español Jiménez de Quezada conoció la papa en 1,537 en las afueras de la confederación Muisca, Colombia.

Valdivia (Gay, C., 1937), en carta dirigida al monarca Carlos V dice: “que los indios se alimentaban con papas que iban a recoger a las colinas”.

Francisco López Gamarra (1954), en el libro Historia General de las Indias dice: “los hombres viven en Collado (Cusco) cien años o más; no tienen maíz y comen cierta raíz similar a las trufas que llaman “papas” ”.

Cortéz y Larraz (1958), se refieren al cultivo de papas en Santa Catalina Sixa y en Santa María Uslatam, Quetzaltenango, Guatemala, hacia el año 1771.

Actualmente la papa es uno de los cuatro cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar después de los cereales trigo, arroz y maíz. Según datos de la FAO, la producción mundial en el 2001 fue aproximadamente de 308 millones de toneladas en 19 millones de hectáreas con una productividad media de 16 t/ha. Más de un tercio de la producción mundial de papa proviene de los países en desarrollo. A comienzos de los años 60, éstos producían apenas el 11 por ciento. Esto último indica que los esfuerzos en investigación han jugado un papel importante en este cultivo, al proporcionar a los agricultores de escasos recursos una serie de nuevas tecnologías.

Considerando las series históricas de producción de papa en los últimos cuarenta años, muestran una tendencia decreciente de la superficie cultivada con papa en los países desarrollados, mientras se observa una bien definida tendencia creciente en los países en desarrollo (Fernando N. Ezeta, CIP, 2001).

De acuerdo al Centro Internacional de la Papa (CIP), se estima para el año 2,020 una tasa de crecimiento anual promedio del 2.7 %.

De acuerdo a FAO (2002), los principales países productores de papa para el año 2001 fueron:

Cuadro 1. Principales países productores de papa en el mundo.

<b>PAIS:</b>	<b>PRODUCCIÓN: MILLONES TONELADAS</b>	<b>AREA: MILES DE HECTÁREAS</b>	<b>PRODUCTIVIDAD: TON/HA</b>
<b>China</b>	64.1	4,202	15.2
<b>Federación Rusa</b>	34.5	3,335	10.3
<b>India</b>	25.0	1,341	18.6
<b>Polonia</b>	20.4	1,194	20.4
<b>USA</b>	20.2	502	40.1
<b>Ucrania</b>	13.5	1,596	8.5
<b>Alemania</b>	10.9	279	38.9
<b>Bielorrusia</b>	8.7	725	12.0
<b>Países Bajos</b>	7.7	169	45.5
<b>Mundo</b>	308.2	19,301	16.0

Fuente: FAOSTAT, 2002.

En la última década han ocurrido importantes cambios en el comercio mundial y regional de la papa con una participación cada vez mayor de los países en desarrollo. Las cifras de exportaciones de papa a nivel mundial revelan que el porcentaje de la producción que es exportado se ha visto incrementado desde menos de 1 % a principios de los sesenta hasta casi 4 % a fines de la década pasada. Entre los países exportadores más importantes figuran los del Norte de África que exportan a Europa Occidental fuera de la estación. En América Latina los mayores importadores de papa son Brasil, Venezuela, México y Cuba y los principales exportadores son Argentina, Colombia y GUATEMALA (Ezeta, F., CIP, 2001).

En la década de los setenta se importaba principalmente papa fresca, hoy en día se comercia una gran variedad de productos procesados con valor agregado tales como papa deshidratada, hojuelas y papa pre-frita congelada.

En la última década se ha observado un aumento vertiginoso del consumo de papa pre-frita congelada motivado por la expansión de las cadenas multinacionales de comida rápida. Esta demanda no ha podido ser satisfecha con producción local por lo que se ha recurrido a las importaciones desde Norteamérica y Europa (Ezeta, F., CIP, 2001).

De acuerdo a la FAO, se estima que para el año 2002, en Centroamérica y el Caribe se reporta un crecimiento medio del 2 % respecto al rendimiento por unidad de área y un incremento medio por área plantada del 0.2%. Además, esta región contribuye con un 2.3 % de la producción mundial.

Cuadro 2. Producción y área sembrada en América Latina, año 2001.

REGION/SUBREGION/ PAIS	PRODUCCIÓN: MILES DE TONELADAS	AREA: MILES DE HECTÁREAS	RENDIMIENTO: T/ha
Comunidad Andina	7,746	631.7	12.3
Cono Sur	6,157	301.1	20.4
México	1,610	68.3	23.6
Centroamérica y El Caribe	826	36.4	22.7
Latinoamérica y El Caribe	16,340	1,037.5	15.8

Fuente: FAOSTAT, 2002.

Para el caso de Guatemala, la papa es un cultivo propio de regiones frías o templadas a altitudes de 1,500 a 3,600 msnm. Las regiones productoras se establecen en los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, El Quiché, Chimaltenango, Guatemala, Jalapa, Alta y Baja Verapaz.

El cultivo de la papa representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica, especialmente en el altiplano occidental del país. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación y que una familia de seis miembros consume diariamente 6 kilogramos. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística (INE) de Guatemala indica que durante los años 1,988 y 1990 el suministro anual por persona según grupo de alimentos, los guatemaltecos consumieron 13.4 y 16.1 Kg/año de tubérculos, plátanos y bananos respectivamente. Dicho consumo representó el 3 y 4 % del total del alimento consumido en los años mencionados anteriormente. Se considera que el mayor porcentaje (mas o menos 80 %) del consumo per cápita de este grupo de alimentos se refiere a la papa.

De acuerdo a “La papa en cifras”, editado por el ICTA en febrero del 2000, se establece que para 1998 en Guatemala, se plantaron aproximadamente 11,962 hectáreas, y se produjeron 296,418 toneladas métricas. Se estima que para ese año se produjo con un promedio de 24.78 t/ha. Promedio superior al estimado para Centroamérica y el Caribe, establecido por FAO para el año 2002 (22.7 t/ha de papa). Esta actividad generó 3,878,678 jornales.

Se estima que durante el período de 1991 a 1998 se han exportado a Centroamérica especialmente (El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica) y en bajo porcentaje a Estados Unidos, 163,463 toneladas métricas (tm) con un valor en dólares americanos de 11,797,888. Así mismo, durante el período de 1993 a 1998 se han importado al país 1,189.80 toneladas métricas de papa fresca, con un valor de 1,122,727 dólares americanos. Por otro lado, la papa con valor agregado se ha importado en mayor cantidad que la papa fresca, debido a su utilización en repostería, comidas rápidas y otras industrias.

Cuadro 3. Volumen y cantidad de papa con valor agregado importada a Guatemala durante varios períodos en la década de los noventa.

PRODUCTO	VOLUMEN (tm)	DOLARES AMERICANOS	AÑOS
Preparada o conservada sin congelar.	162.5	332,712	1993-1996 y 1998
Copos, gránulos y polvo de papa.	1,055.814	2,510,596	1993-1998
Harina, sémola y polvo de papa.	131.35	94,627	1992-1998
Papas preparadas o conservadas congeladas.	157.78	1,262,623	1993-1998
Papa cocida en agua o vapor, congelada.	21,475.19	18,353,270	1994-1998
<b>TOTAL</b>	<b>22,982.634</b>	<b>22,553,838</b>	

Fuente: Banco de Guatemala.

En lo que respecta a la importación de papa fresca a Guatemala se estima que para el período 1993-1997, ingresaron 1,189.80 toneladas métricas con un valor de 1,122,727 dólares americanos (Banco de Guatemala). Considerando la información del cuadro 3 y el párrafo anterior, en Guatemala existe una brecha que llenar respecto a la generación de tecnología orientada a cultivares de papa con calidad industrial y culinaria.

## 2. CARACTERÍSTICAS BOTANICAS, MORFOLÓGICAS Y BROMATOLOGICAS DEL CULTIVO.

### 2.1. BOTANICA

El conocimiento de la botánica sistemática y la morfología de la papa es importante para entender aspectos botánicos de la planta, que se relacionan con la investigación y la producción.

Botánica sistemática es la identificación organizada, la clasificación y la denominación de las plantas de acuerdo con un sistema de reglas. Todas las plantas incluidas en un grupo comparten un número de atributos (caracteres) similares, tales como forma y estructura.

Morfología es el estudio de la forma y estructura de las plantas.

Basándonos en los caracteres florales, la papa ha sido clasificada de acuerdo al siguiente sistema:

Familia: Solanaceae  
 Genero: Solanum  
 Sección: Petota  
 Subsección: Potatoes

Esta Sección se subdivide en series, especies, y subespecies. Todas las especies de papa, tanto cultivadas como silvestres pertenecen a la Sección Petota.

Hay cerca de 200 especies silvestres consideradas taxonómicamente distintas. Ellas van desde el nivel de las diploides ( $2n = 2x = 24$  cromosomas) hasta el nivel de las exaploides ( $2n = 6x = 72$ ). Todas estas especies existen solo en América: Crecen desde

el sur de Estados Unidos, a través de México, América Central, los países andinos hasta el sur de Chile. Se encuentran desde el nivel del mar hasta más de 4,000 metros de altitud. Aunque la mayoría de las especies silvestres son tuberíferas, algunas no forman tubérculos.

Hay varios sistemas de clasificación de la papa, los cuales se basan principalmente en el número de series y especies reconocidas. Así, hay tres sistemas de clasificación de las variedades cultivadas de papa, los cuales reconocen 3, 8 ó 18 especies, según el grado de variación existente dentro de cada característica usada para distinguir una especie de la otra. De ellos, el que reconoce 8 especies cultivadas es el más universalmente utilizado.

La papa puede ser clasificada en niveles de ploidía. Ploidía es el número de juegos ( $x$ ) de cromosomas presentes en una célula vegetativa (somática). Las células vegetativas normalmente contienen como mínimo dos juegos de cromosomas. El juego de cromosomas de la papa consta de dos cromosomas, es decir,  $x = 12$ . Las células somáticas de las especies cultivadas de papa pueden variar entre el nivel diploide y pentaploide. La expresión  $2n$  simboliza el total de juegos de cromosomas  $y$ , en consecuencia, el número total de cromosomas en las células vegetativas en cualquier nivel de ploidía.

Las ocho especies cultivadas son:

**a. *Solanum stenotomun* (STN)**

Especie cultivada de gran antigüedad; originada inicialmente a partir de la selección constante de los productos de recombinación genética de un complejo de especies silvestres diploides, han desempeñado papel importante en el origen de todas las otras especies cultivadas.

**b. *Solanum phureja* (PHU)**

Especie diploide derivada de *Stenotomun*. Se caracteriza fundamentalmente por el carácter aperiódico (ausencia de reposo) de sus tubérculos. Se cultiva en los valles abrigados y en las vertientes orientales de los Andes y su ciclo vegetativo es corto por lo que localmente se le conoce con el nombre de "Chaucha",

En el Perú se tiene variaciones de *phureja*. Tipos redondos, largos, rojos o amarillos a los que siempre se les denomina como "Chaucha" o como en el caso de Puno (Ollachca, San Juan de ora, Sandía), se les conoce como "phureja" o "phureje".

**c. *Solanum gonicalyx* (GON)**

Derivada igualmente de *stenotomun*. Se caracteriza por el color amarillo intenso o particularmente "Yema de huevo" de la pulpa de sus tubérculos. El clon o variedad "Amarilla" es su representante por excelencia.

**d. *Solanum x ajanhuiri***

Originada con carácter híbrido génico a partir de STN el cual se ha hibridado con la especie silvestre resistente a heladas *S. megistacrolobun*.

**e. *Solanum x juzepzukii* (JUZ)**

Triploide seleccionado de la hibridación de la especie tetraploide silvestre *S. acaule* con la cultivada *stenotomun*. Se cultiva en las partes altas de los Andes desde el centro del Perú hasta el nor-oeste argentino, sus tubérculos son amargos. Se le consume deshidratada en forma de "chuño" o "moraya".

## f. *Solanum x chaucha*

Triploide híbrido de buena calidad culinaria; originado de la hibridación natural y selección de cruces entre la subespecie tetraploide andígena y el diploide STN. Probablemente algunos clones chaucha son alotriploides y autotriploides de clones STN.

## g. *Solanum tuberosum*

Sub-especie tuberosum (TUB). Tetraploide originado por la selección de formas andinas de andígena y de las formas nativas que crecen en el Sur de Chile. Es la sub-especie que se siembra en todo el mundo y especialmente en los países no tropicales. Adaptada a las condiciones de foto período largo.

Las variedades "Russet Burbank", Kathadin", Red Pontiac", "Bintje", King Edward" y otras son las más conocidas.

Sub-especie andígena (ADO). Tetraploide andino, adaptado a foto periodo corto y originado de las hibridaciones, duplicación cromosómica y selección de especies diploides cultivadas (especialmente STN) y silvestres (especialmente *S. sparsipilum*) y otras.

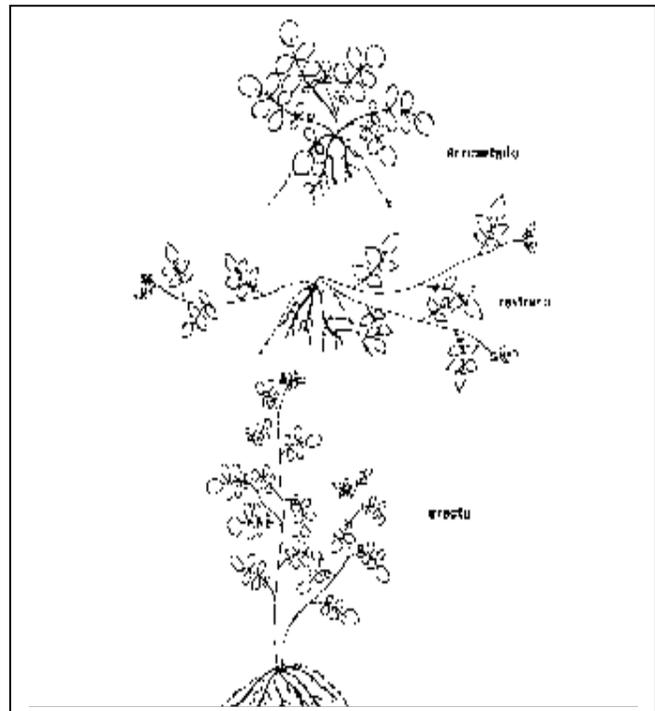
## h. *Solanum x curtilobum* (CUR)

Especie pentaploide de origen híbrido; sus tubérculos pertenecen al grupo de papas amargas y las plantas son de buena tolerancia a heladas. Se ha originado del cruce natural entre *S. x juzepzukii* que habría aportado gametos de  $n = 3x = 36$  cromosomas con la sub-sp. andígena como progenitor polinizador que aportó  $n = 2x = 24$  cromosomas.

## 2.2. MORFOLOGÍA

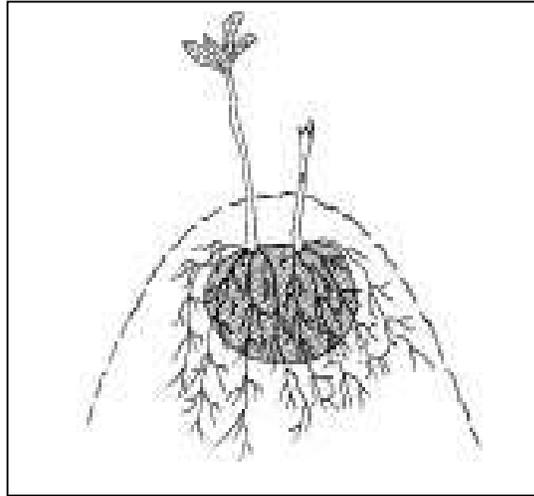
### 2.2.1. HABITO DE CRECIMIENTO

La papa es una planta herbácea. Su hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada una. Cuando todas, o casi todas, las hojas se encuentran cerca de la base —o en la base— de tallos cortos, y están cerca del suelo, se dice que la planta tiene hábito de crecimiento arrosetado o semi arrosetado. Las especies *S. x juzepzukii*, *S. x curtilobum* y *S. Ajanhuiri*, que resisten a las heladas, se caracterizan por tener esos hábitos de crecimiento. Entre las demás especies se pueden encontrar los siguientes hábitos de crecimiento: rastrero (tallos que crecen horizontalmente sobre el suelo), decumbente (tallos que se arrastran pero que levantan el ápice), semi erecto y erecto.



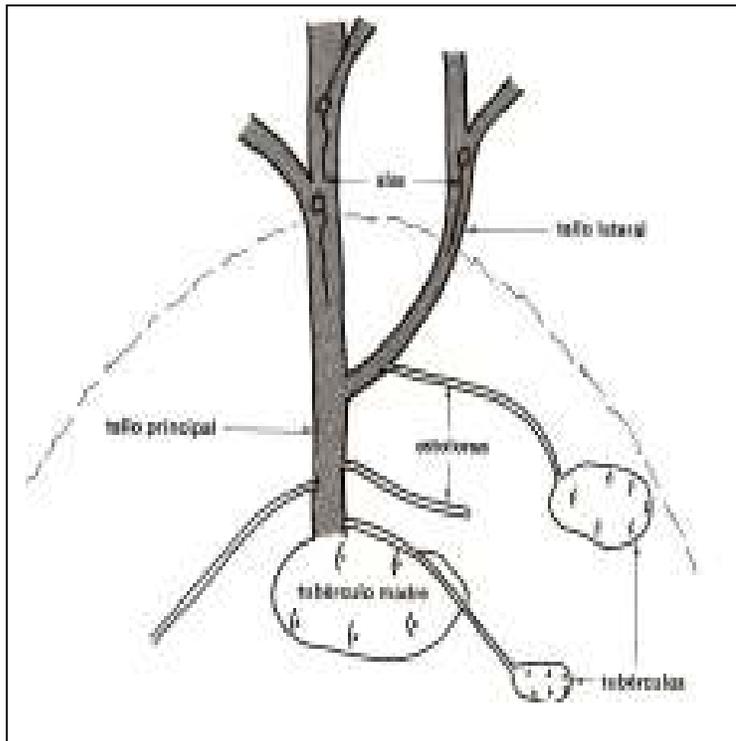
### 2.2.2. RAICES

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada corte y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo de la papa. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo.



Las hojas aisladas, tallos y otras partes de la planta pueden formar raíces, especialmente cuando han sido sometidas a tratamientos con hormonas. Esta habilidad de las diferentes partes de la planta de papa para formar raíces es aprovechada en las técnicas de multiplicación rápida.

### 2.2.3. TALLOS

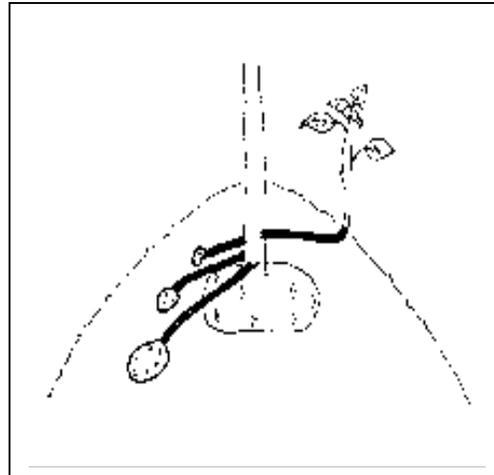


El sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un solo tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales.

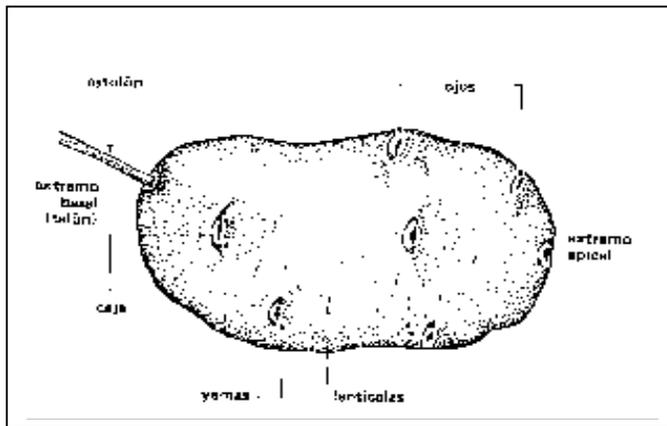
Las yemas que se forman en el tallo a la altura de las axilas de las hojas pueden desarrollarse para llegar a formar tallos laterales, estolones, inflorescencias y, a veces tubérculos.

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones es uno de los caracteres varietales importantes. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres.

Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.



Morfológicamente descritos, los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón que se llama talón, y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal.



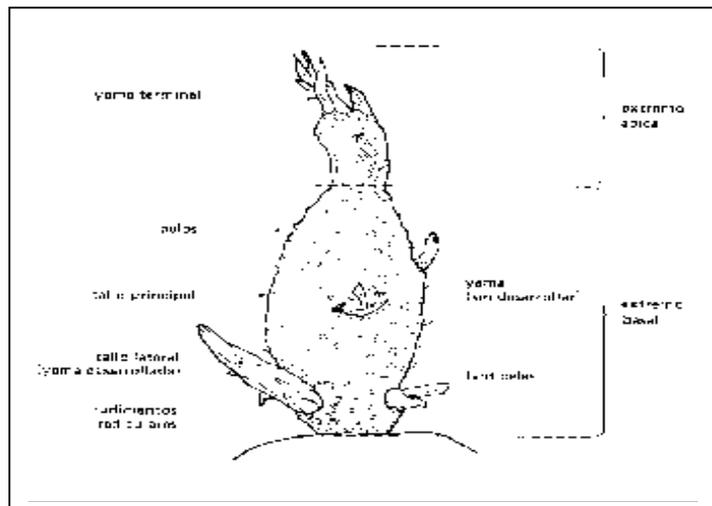
Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se encuentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamadas "cejas". Según la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene varias yemas.

Los ojos del tubérculo de papa corresponden

morfológicamente a los nudos de los tallos; las cejas representan las hojas y las yemas del ojo representan las yemas axilares.

En la mayoría de las variedades comerciales, la forma del tubérculo varía entre redonda, ovalada y oblonga.

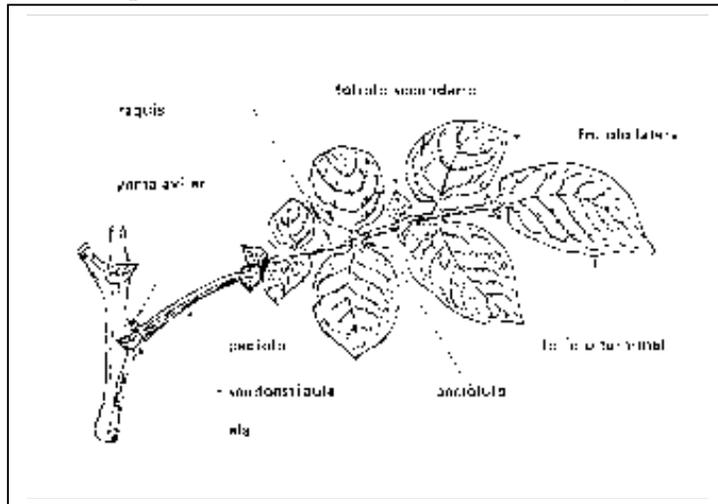
Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o en el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes.



### 2.2.4. HOJAS

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos.

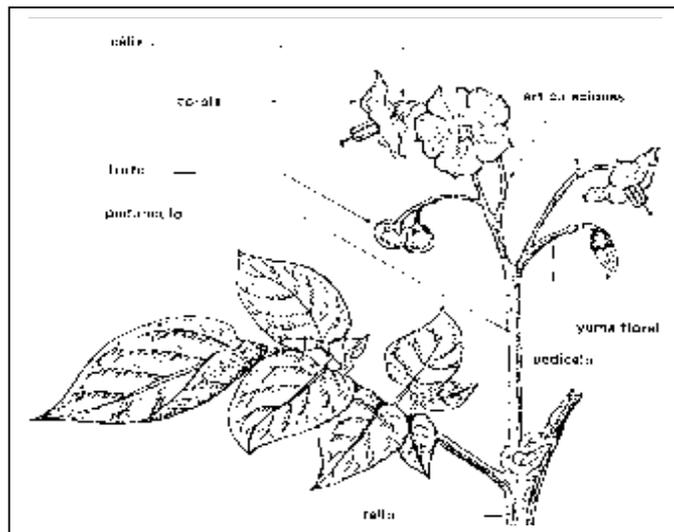
Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo.



### 2.2.5. INFLORESCENCIA.

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo.

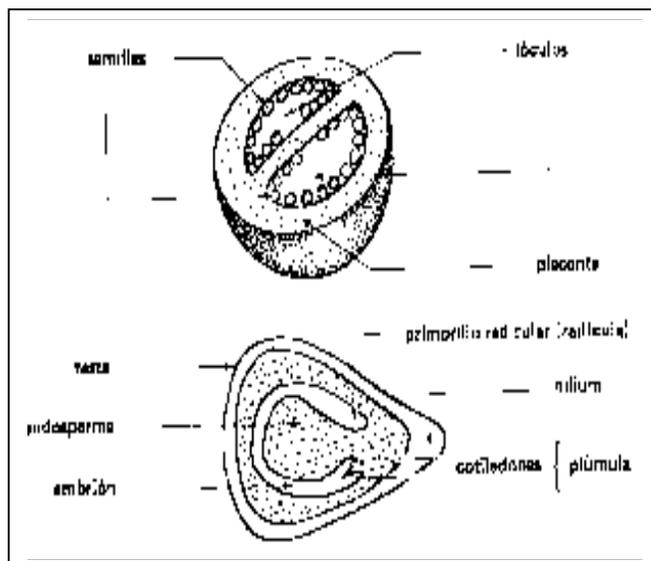


### 2.2.6. FRUTO, SEMILLA

Al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto es generalmente esférico, pero algunas variedades producen frutos ovoides o cónicos.

El número de semillas por fruto llega a más de 200, según la fertilidad de cada cultivar.

Las semillas son también conocidas como semilla verdadera o botánica, para distinguirlas de



los tubérculos-semillas o sea tubérculos utilizados para producir cosechas de papa.

### 2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA E IMPORTANCIA ALIMENTICIA

Una papa de tamaño mediano (aproximadamente 70 gramos) contiene alrededor de la mitad de los requerimientos diarios de vitamina C de una persona adulta. Otros cultivos de primera necesidad como el arroz o el trigo no poseen ninguno. La papa es muy baja en grasa, con sólo el 5 % del contenido de grasa del trigo y una cuarta parte de las calorías del pan. Sancochada, tiene más proteína que el maíz y casi el doble de calcio.

La papa es uno de los pocos alimentos capaces de nutrir a la creciente población mundial no solo como alimento sino como fuente de proteínas, vitaminas y minerales. En los países donde es utilizada como alimento básico, prácticamente no se conocen deficiencias nutricionales. En Europa cerca del 6% de la energía calórica, 5% de la proteína, 8% de hierro, 9% de riboflavina y 34% de ácido ascórbico son provenientes de la papa. En los Estados Unidos de Norte América, el consumo “per capita” es superior al de los cereales, de las frutas y demás hortalizas, siendo inferior a penas al consumo de aves y huevos y contribuye con el 2 % de las necesidades proteínicas de la población.

La papa en Guatemala representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica, especialmente en el altiplano occidental. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación y una familia de 6 miembros consume aproximadamente 6 kilogramos diariamente; por ello es necesario hacer mención de sus cualidades nutritivas.

Cuadro 4. Composición química de la papa

<b>Componentes</b>	<b>Media (%)</b>	<b>Variación (%)</b>
<b>Humedad</b>	<b>77.5</b>	<b>63.20 - 86.90</b>
<b>Sólidos totales</b>	<b>22.5</b>	<b>13.10 - 36.80</b>
<b>Carbohidratos totales</b>	<b>19.40</b>	<b>13.30 - 30.50</b>
<b>Proteínas</b>	<b>2.0</b>	<b>0.70 - 4.60</b>
<b>Cenizas</b>	<b>1.0</b>	<b>0.44 - 1.90</b>
<b>Fibras</b>	<b>0.6</b>	<b>0.17 - 3.48</b>
<b>Grasas</b>	<b>0.1</b>	<b>0.02 - 1.00</b>

Fuente: SMITH, O. Potatoes: Production, storing, procesing.

La papa es uno de los alimentos más nutritivos para el hombre. Tiene proteínas de buena calidad e índice de valor biológico alto (igual a 73.0 que corresponde a cerca del 77% del valor biológico de la proteína del huevo). La relación de proteínas y calorías disponibles indica que puede ser una de las mejores alternativas alimenticias para los pueblos de los países en desarrollo y subdesarrollo. Es uno de los cultivos que presentan mayor producción y proteína por hectárea por día.

La papa presenta una media de 2.1% de proteína total, que significa cerca de 10.4% del peso seco del tubérculo. Esto puede ser considerado excelente si tomamos en cuenta que el trigo y el arroz representan valores del 13 y 7.5% respectivamente. Considerando las producciones y contenidos de proteínas de cada cultivo, la papa puede rendir cerca de 300 Kg de proteína por hectárea, el trigo 200 Kg/ha y el arroz 168 Kg/ha.

Con relación a las vitaminas, la papa es considerada como fuente importante de vitaminas para la nutrición humana, principalmente de ácido ascórbico (vitamina C). Las

principales vitaminas del complejo B presentes son: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido fólico.

Cuadro 5. Contenidos aproximados de las principales vitaminas presentes en la papa (tubérculos frescos).

Vitaminas	µg (micro gramos)/100 g
Retino	3.60 – 7.10
Ácido ascórbico	22.60 – 36.1
Tiamina, B1	60 – 99.30
Riboflavina, B2	31.1 – 78
Niacina	1180 – 2133.3
Piridoxina, B6	123.3 – 241.3
Ácido fólico	9.1 – 21.7

Fuente: SHAW, R. Y BOOTH, R. Simple processing of dehydrated potatoes and potato starch.

### 3. CONDICIONES AGROCLIMATICAS

#### 3.1. CLIMA

Según Parson D. FAO, 1987. El cultivo de la papa, requiere para su crecimiento, una variación de temperatura ambiental, de la siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe alcanzar hasta 20° centígrados para que la planta desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar de los 27° centígrados. Las temperaturas medias óptimas deben ser de 15-18° centígrados y las temperaturas medias por debajo de 5° centígrados no son convenientes.

La papa puede sembrarse en zonas de clima cálido, pero con la condición de que durante la noche la temperatura del suelo sea menor a los 20 grados centígrados. De esta forma la planta puede formar tubérculos. Si esta condición no se cumple, la tuberización no se da o la misma es muy pobre y como consecuencia los rendimientos que se obtienen son bajos. En este tipo de condiciones se debe tener mucho cuidado debido a que los problemas de plagas y enfermedades serán más serios y los tubérculos pueden desarrollar desordenes fisiológicos que pueden demeritar su valor comercial (Del Cid, A., et al, ICTA, 2001).

El tubérculo no requiere luz para brotar. Sin embargo, cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Un sol fuerte durante mucho tiempo reduce la producción.

La planta de papa necesita agua continua durante la etapa de crecimiento. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere un poco menos de agua, pero después hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Harris (1978), menciona que las plantas de papa responden con incrementos de hasta 1.4 ton/ha por cada centímetro de precipitación, constituyendo el suministro de agua en una de las principales causas para las variaciones en los rendimientos observados año con año en muchos cultivares. Conforme el potencial de agua del suelo disminuye, los rendimientos de tubérculos, expresados como peso fresco, también disminuyen en una relación lineal.

Una lluvia fuerte después de un período de sequía, provoca cambios en el crecimiento y desarrollo del tubérculo, disminuyendo su calidad (puede provocar lesiones o rajaduras a nivel de la piel del tubérculo o malformaciones).

Según Egúsquiza, R. (1,987), la papa es una planta muy sensitiva al déficit o al exceso de agua en todos sus estados de crecimiento. El exceso de agua en el suelo favorece a las pudriciones causadas por hongos y bacterias.

La humedad relativa (humedad del aire) como componente del clima es importante para la producción. La humedad relativa de 70-90% es útil para la economía del agua en las plantas pero también peligrosa por ser favorable para el desarrollo y proliferación de hongos que causan enfermedades en la planta.

### 3.2. SUELO

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

Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con un profundidad de 25-30 centímetros. Los suelos muy arenosos no retienen humedad y por esto requieren de riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen los más altos rendimientos.

La calidad del producto depende del tipo del suelo. En suelos francos, la epidermis de los tubérculos es más clara, se desarrollan tubérculos más grandes y se conservan mejor en el almacenamiento.

La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4. Por arriba de pH 5.4, en suelos cultivados por mucho tiempo 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 debajo de 5.0, éste se puede subir por medio de la aplicación de enmiendas calcáreas (encalado de suelos), dos o tres meses antes de la siembra. En el caso contrario, suelos con pH arriba de 5.4, se deben usar abonos a base de sulfatos o bien hacer una aplicación de azufre, sulfato ferroso o sulfato de aluminio (alumbre).

Considerando lo anterior, 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 dicho manejo se requiere que se establezcan como objetivos:

- El mantenimiento de una buena estructura,
- Reacción del suelo, y
- Fertilidad del suelo.

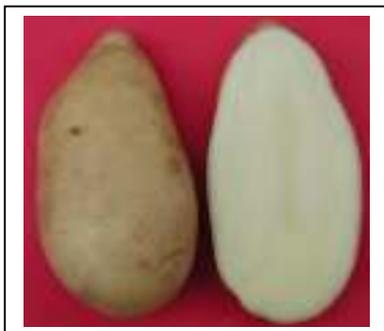
Esta última, es la condición menos difícil de mantener con la ayuda de los fertilizantes comerciales, mientras que mantener y mejorar la estructura de un suelo muy pesado (arcilloso) es muy difícil. El cultivo frecuente y por largo tiempo de un suelo franco-arcilloso fino tiende a decrecer sus espacios porosos.

El manejo de los suelos franco-arenosos y suelos livianos, en general, es relativamente fácil. Debido a la dificultad de cambiar la estructura y la reacción de un suelo, la elección de suelo para papa es muy importante; para mejorar la estructura del suelo se usan los abonos verdes y los estiércoles.

#### 4. CULTIVARES RECOMENDADOS

Dependiendo de las condiciones de altitud, clima, suelo y fertilización, pueden variar algunas características fenotípicas o expresiones genéticas en los diferentes cultivares de papa descritos a continuación.

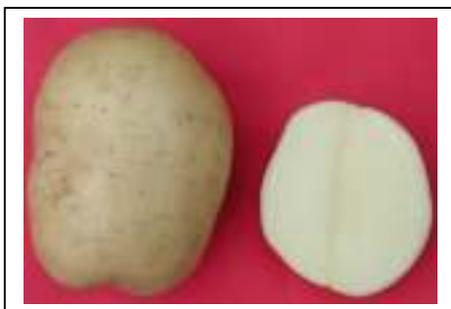
##### 4.1. VARIEDAD LOMAN



Planta con tallos y hojas de color verde oscuro. Su altura de planta varía desde 20-30 cm (3,500 msnm) a 60-65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado a alargado. La pulpa y piel es de color crema, susceptible a Tizón Tardío. Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm).



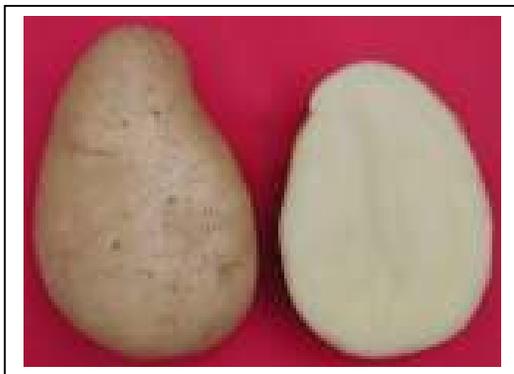
##### 4.2. VARIEDAD TOLLOCAN



Planta con tallos rectos, fuertes y hojas de color verde. Esta puede alcanzar una altura de 70-95 cm. Las flores son de color blanco, las cuales se presentan entre los 55 a 60 días después de la siembra. Su madurez fisiológica la alcanza a los 110 ó 115 días después de la siembra. La piel y la pulpa son de color crema. El tubérculo tiene forma oblonga a redonda. A 2,390 msnm presenta 18.2 % de sólidos totales y 12.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío. De acuerdo a estas características, su uso es adecuado para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas. Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su textura es cerosa.



#### 4.3. VARIEDAD ICTA CHIQUIRICHAPA



Puede alcanzar alturas de planta de 60-70 cm. Su floración se presenta a los 55-60 días después de la siembra. El color de las flores es lila. Su piel y pulpa es de color amarillo. Los tubérculos presentan forma oblongo alargado. A



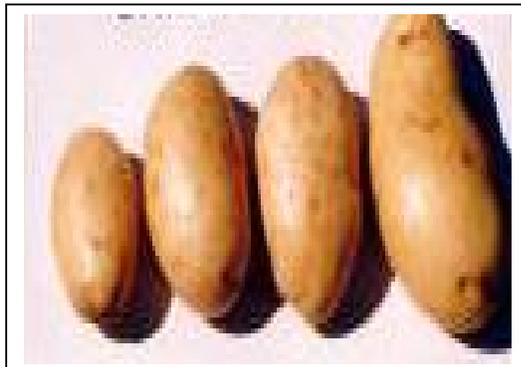
2,390 msnm presenta 19.5 % de sólidos totales y 13.7 % de almidón. Se considera susceptible a Tizón Tardío. Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su uso es adecuado para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas. Su textura es cerosa.

#### 4.4. VARIEDAD ICTA XALAPAN



Variedad de porte alto (75-95 cm), follaje denso de color verde y hojas gruesas. Presenta flores de color morado. Tubérculo de forma alargado. Su hábito de crecimiento es decumbente, por lo que requiere calza alta y oportuna desde la siembra hasta antes de la floración. Su ciclo vegetativo puede variar

de 100 a 140 días después de la siembra. El rendimiento varía de 25 a 40 t/ha. Se considera tolerante a Tizón Tardío así como a heladas no muy severas. Es buena para frituras caseras, ensaladas y papas hervidas.



#### 4.5. VARIEDAD ATZIMBA



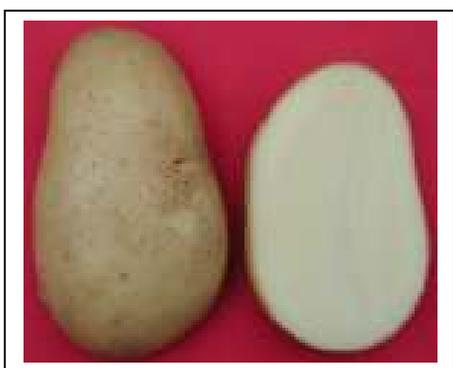
Presenta alturas de planta de 60 hasta 80 cm; flores de color blanco. Su madurez fisiológica la alcanza a los 115 ó 150 días después de la siembra (2,390 msnm y 3,500 msnm, respectivamente). Los tubérculos son redondos a oblongos. Su piel y pulpa es de color crema. A 2,390 msnm



reporta 16.7 % de sólidos totales y 10.9 % de almidón.

Se considera tolerante a Tizón Tardío. De acuerdo a sus características culinarias, es buena para frituras caseras, ensaladas y papas hervidas. Su textura es pastosa.

#### 4.6. VARIEDAD ICTAFRIT



Presenta follaje abundante de color verde oscuro. Plantas que alcanzan los 80-90 cm. Florea entre los 70-75 días después de la siembra (2,390 msnm) y 130 días después de la siembra a 3,500 msnm. Sus flores son de color rozado. La piel y la pulpa es de color blanco. Se caracteriza por que sus ojos en las yemas presentan un color púrpura. A 2,390 msnm se



reporta 17.3 % de sólidos totales y 11.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío. Considerando sus cualidades culinarias, es buena para papas fritas, ensaladas y papas hervidas. Su rendimiento se ve afectado principalmente por altura sobre el nivel del mar; siendo éste de 20-30 t/ha a 2,390 msnm y 60 t/ha a 3,500 msnm.

#### 4.7. VARIEDAD ATLANTIC



Introducida al país por la Empresa Productos René, S.A. y multiplicada en sus inicios por el ICTA. Es de tubérculo oblongo. Color de piel crema y pulpa blanco. Alcanza alturas de planta de 40-50 cm. (2,390 msnm). Florea a los 55-60 días después de la siembra.



El color de sus flores es lila pálido. A 2,390 msnm reporta 21.4 % de sólidos totales y 15.8 % de almidón. Es susceptible a Tizón Tardío. Uno de los atributos principales de esta variedad es su calidad industrial. Es excelente para cocinar papas horneadas, papalinas y papas fritas a la francesa. Presenta una textura harinosa, seca.

#### 5. MANEJO AGRONÓMICO.

##### 5.1. PREPARACIÓN Y ENMIENDA AL SUELO.

La preparación del suelo es muy importante para el buen desarrollo del cultivo. Consiste en un picado profundo (25 a 30 cm), el cual puede hacerse con azadón, piocha o choqueador. También pueden usarse tractor o bueyes, si la inclinación del terreno lo permite. Si los suelos tienen un pH ácido (inferior a 6.5) deben aplicarse por lo menos 2,045.45 Kg de cal dolomítica por hectárea, de uno a dos meses antes de la siembra. Esta aplicación debe hacerse al voleo para mejorar la reacción e incorporarse al suelo durante la preparación del mismo. El efecto de la cal dolomítica se verá en forma más acentuada en el segundo y tercer año después de la aplicación (según trabajos de investigación realizados por el ICTA).

##### 5.2. SIEMBRA.

Los surcos se deben de trazar a una distancia de 90 cm entre si y tener una profundidad entre 15 y 20 cm. Esta distancia puede variar hasta 120 cm dependiendo del hábito de crecimiento de las variedades y del propósito de la plantación (Ejm. ICTA Chiquirichapa, ICTAFRIT e ICTA Xalapán). Cuando se produce semilla, se utiliza una distancia menor; si la variedad presenta crecimiento robusto tanto de tallos y estolones y es con propósitos comerciales donde nos interesan tubérculos grandes, es conveniente utilizar la distancia mayor. El



fertilizante se debe colocar en el fondo del surco. Si se tienen problemas con gallina

ciega también debe aplicarse un insecticida granulado, en polvo o líquido y luego se cubren con un poco de tierra, de tal forma que no queden en contacto con los tubérculos-semilla.

Los tubérculos-semilla se colocan a una distancia de 30 centímetros entre sí. Según trabajos de investigación realizados por el ICTA, a esta distancia se obtienen los mayores rendimientos por unidad de área. Los tubérculos semilla deben tener, de preferencia, el tamaño de un huevo de gallina (un peso aproximado de 1 onza/tubérculo) y tener de dos a tres brotes fuertes. Se necesitan de 2,045.45 a 3,090.91 Kg de semilla por Ha. Esto depende del tamaño de la misma.



Para obtener los máximos rendimientos posibles, es importante la calidad de semilla que se utiliza, se recomienda utilizar semilla certificada. El hacerlo ayudará a obtener los máximos rendimientos y a la vez se evitará el llevar enfermedades a los campos de cultivo. Algunas de estas enfermedades pueden permanecer en el suelo por mucho tiempo y pueden hacer que un buen terreno se convierta en inadecuado para el cultivo de la papa. Un ejemplo se tiene con la enfermedad conocida como pudrición bacteriana (*Ralstonia solanacearum*). Esta enfermedad ha eliminado zonas productoras que eran adecuadas para el cultivo y que por descuido de los productores se han contaminado.

### 5.3. CONTROL DE MALEZAS Y PORQUE .

El control de malezas puede hacerse eficientemente mediante dos limpiezas con azadón. La primera debe hacerse entre los 20 y los 30 días de la siembra. Consiste principalmente de un raspado con azadón. La segunda limpieza se hace a los 35 o 40 días de la siembra y se aprovecha para realizar una calza alta. Con la misma se eliminan las malezas, se evita que los tubérculos salgan a la superficie, se expongan a los rayos del Sol y se vuelvan de color verde. Así mismo, los estolones pueden convertirse en tallos al estar en contacto con la luz y dejar de ser tubérculo. Con esta práctica también se protegen del ataque de las larvas de la polilla de la papa (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*) y de la pulguilla de la papa (*Epitrix spp*).

Puede utilizarse herbicida para el control de malezas. Se recomienda el uso de Sencor<sup>®</sup>. El cual debe aplicarse inmediatamente después de la siembra, siempre y cuando haya suficiente humedad en el suelo. La dosis de aplicación es de 0.43 a 0.87 Kg por Ha. Este producto controla principalmente malezas de hoja ancha. Si se tienen problemas con malezas tipo gramíneas, debe usarse un graminicida tal como Fusilade<sup>®</sup> a una dosis de 1.5 litros a 3 litros por hectárea, dependiendo del tamaño de las gramíneas.

### 5.3. FERTILIZACION.

La práctica de la fertilización consiste en aplicar al suelo los nutrientes que se encuentran deficientes para la producción esperada. Los suelos sometidos a una agricultura intensiva si bien pueden



tener una alta capacidad productiva, generalmente son deficientes en nitrógeno, fósforo, potasio y algunas veces en otros macro y micro elementos que el agricultor necesita aplicarlos para obtener altos rendimientos que le aseguren una buena rentabilidad en el cultivo. Por ello es aconsejable que antes de plantar el cultivo se realice un análisis del suelo para conocer la situación de éste y poder aplicar los elementos necesarios (macro y micro elementos) que el cultivo requiere para su óptima producción. Además es conveniente que durante el desarrollo del cultivo se realicen análisis foliares para corregir algunas deficiencias de micro o macro elementos que puedan afectar la producción.

El cultivo de la papa para producir una tonelada de tubérculo fresco (22 quintales) extrae del suelo (Villagarcía, S., CIP, 1987):

4 a 6 Kg de N,  
0.7 a 1.1 Kg de P (1.6 a 2.5 Kg de  $P_2O_5$ ),  
6 a 7.5 Kg de K (7.2 a 9.0 Kg de  $K_2O$ ),  
0.6 a 0.8 Kg de Mg,  
0.6 a 0.8 Kg de Ca,  
0.6 a 0.8 Kg de S,  
80 a 120 gr de Fe,  
12 a 60 gr de Mn,  
12 a 60 gr de Zn,  
2 a 6 gr de Cu,  
12 a 40 gr de B, y  
2 a 6 gr de Mo.

Las variaciones de la cantidad extraída de nutrientes minerales de la papa depende de la riqueza natural del sustrato (suelo), de la fertilización practicada y de la variedad sembrada. Por ejemplo, en suelos bien provistos en NPK ya sea porque los suelos son ricos por naturaleza o porque fueron suficientemente fertilizados; en los tejidos vegetales de la papa se encontrará mayor concentración de estos elementos y la cantidad extraída por unidad de producción será más alta. Es por ello que se afirma que una adecuada fertilización no sólo incrementa la producción en cantidad sino también en calidad representada en mayor proporción de proteínas, vitaminas, entre otros. En suelos ácidos, la disponibilidad de elementos menores como Fe, Mn, Zn, Cu y B (excepto Mo) habitualmente es mayor, por consiguiente un cultivo de papa que crece en suelos ácidos obviamente tendrá mayor concentración y extraerá mayor cantidad de estos elementos por unidad de producción. De igual manera, si el cultivo estuviera sembrado en un suelo de origen calcáreo, donde los elementos menores se encuentran mayormente en forma oxidada, es decir, en formas menos disponibles para la planta, lo tejidos tendrán menor concentración de estos minerales (Fe, Mn, Zn, Cu y B) y las extracciones por unidad de producción serán menores sin que necesariamente signifique deficiencia que limite la producción. Hay que recordar que la riqueza de los minerales en los tejidos de las plantas son el reflejo de la riqueza del suelo o sustrato y por esta razón es importante evaluar o diagnosticar y analizar las características físicas y químicas del suelo y poder determinar cuánto es necesario completar mediante la fertilización el nutriente o los nutrientes que se consideren insuficientes para obtener una cosecha determinada.

El ICTA, a través de su laboratorio de suelos, programa de hortalizas y equipos de validación y transferencia de tecnología han realizado ensayos y parcelas en centros de investigación y fincas de agricultores durante más de dos décadas con el objetivo de

puntualizar las investigaciones relacionadas a la fertilización de la papa. Se han concretado recomendaciones que en algunos casos, dependiendo del tipo de suelo, no puedan ajustarse adecuadamente considerando que en nuestro país existe variabilidad de suelos influenciados por el clima y su mal manejo. Sin embargo, dichas recomendaciones pueden ser utilizadas en la mayoría de áreas paperas del país, las cuales tienen pocas variantes que pueden influenciar la eficiencia de las mismas.

El fertilizante puede ser 15-15-15 (en suelos con deficiencia de potasio) o 20-20-0 en suelos volcánicos. Las cantidades de fertilizante variarán de 8,494 Kg por hectárea (en terrenos francos o franco arcillosos) a 773 Kg por Ha en terrenos franco-arenosos o pobres. En este tipo de suelo es recomendable hacer una segunda aplicación al momento de la calza. Ésta deberá hacerse con urea, a razón de 104.5 Kg por Ha.



Si se dispone de abono orgánico, se pueden aplicar 4,136 Kg de gallinaza deshidratada (Biocofia® o Fertipest®) por hectárea ó 8,273 a 10,363 Kg de abono preparado en abonera (desechos vegetales o animales totalmente descompuestos). Esta aplicación debe hacerse al fondo del surco, conjuntamente con el fertilizante químico. Es recomendable que éste último no quede en contacto con la semilla de papa; es conveniente taparlo con una capa delgada de suelo y luego colocar encima de esta la papa brotada. Cuando se aplique una segunda fertilización (30 – 41 días después de la siembra) en el momento de la calza, el fertilizante debe quedar completamente tapado.

En suelos con problemas de acidez se recomienda que se realice un muestreo del suelo con 4 ó 6 meses de anticipación a la siembra. Si el suelo tiene un pH menor a 5.5, es necesario aplicar cal dolomítica (no usar cal dolomítica con un índice de neutralización menor del 100%). En suelos con altitudes arriba de 2,000 msnm y con problemas de acidez, se recomienda la aplicación de 4,136 a 8,273 Kg de cal dolomítica por Ha. Su aplicación se realiza incorporándola al suelo de manera manual o mecanizada por lo menos dos meses antes de la siembra. De acuerdo a los trabajos de investigación realizados en la Meseta de la Sierra de Los Cuchumatanes, Huehuetenango por el ICTA, se observó que luego del segundo año, los efectos beneficiosos de la cal dolomítica se expresan en mayor grado y que dicho efecto se pierde a medida que el tiempo transcurre. En dicha investigación se determinó que es necesario realizar nuevamente otra aplicación después de cinco años de la primera con la misma cantidad aplicada al inicio.

Cuando se cuenta con abono orgánico, la dosis de fertilizante químico se recomienda bajarla a la mitad de la misma. La opción de fertilizar con abono orgánico y abono químico es la más conveniente, considerando que con ello se está contribuyendo al mejoramiento y/o conservación del suelo.

Como resultado de investigaciones realizadas en la Meseta de Los Cuchumatanes, se determinó otra forma de fertilizar, utilizando fuentes individuales de nutrimentos (NPK). Para una hectárea se recomienda mezclar 186.32 Kg de urea, 2,068.18 Kg de fosfato natural o roca fosfórica y 2,481.82 Kg de nitrato de potasio.

Esta mezcla se aplica al suelo, siempre al fondo del surco. Si se usa abono ovino, unos 227 sacos por hectárea (cada saco pesa aproximadamente 34 a 41 Kg), se debe reducir la mezcla a la mitad de la dosis planteada.

## 5.5. MANEJO DE PLAGAS

### 5.5.1. CONTROL DE INSECTOS DEL SUELO.

La principal plaga del suelo lo constituye la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*). Las larvas de este insecto dañan primero el sistema radicular y posteriormente a los tubérculos. Si estos son dañados, pierden su calidad comercial.

Debido a que las plantas de papa no muestran signos visibles del ataque de la plaga, es mejor hacer un control preventivo. Esto se hace mediante la aplicación de insecticida al fondo del surco al momento de la siembra. El insecticida puede ser Diazinón<sup>R</sup> en polvo en una dosis de 10 Kg por Ha.

### 5.5.2. CONTROL DE INSECTOS QUE ATACAN EL FOLLAJE Y TUBERCULOS.

Estos insectos deben controlarse únicamente cuando se note que están causando daño a la plantación. De esta manera se evitará hacer aplicaciones innecesarias de insecticidas y se ahorrarán gastos.

#### 5.5.2.1. CHICHARRITAS (*Empoasca spp.*).

Estos insectos son de color verde y causan daño de dos formas: Una es mediante la succión de la savia de las plantas, lo cual debilita a las mismas y reduce su rendimiento comercial. La otra consiste en la transmisión de toxinas y de la enfermedad conocida como punta morada. Para detectar su presencia hay que inspeccionar los campos de cultivo por lo menos una vez a la semana. Contra chicharritas se logra un buen control con aplicaciones de insecticidas tales como: Folidol<sup>R</sup>, Thiodan<sup>R</sup>, Tamarón<sup>R</sup> o Metasystox<sup>R</sup> a razón de 25 cc de producto comercial por bomba de cuatro galones.

#### 5.5.2.2. POLILLA DE LA PAPA.



En Guatemala existen dos especies de polilla de la papa: *Tecia solanivora*, la cual ha sido bautizada en Sudamérica como “polilla guatemalteca” y *Phthorimaea operculella*. Ambas especies de la plaga inician su ataque cuando la papa principia el proceso de tuberización (a partir de los 45-50 días después de la siembra en adelante).

Las larvas de *Tecia solanivora* atacan preferentemente a los tubérculos, mientras que las de *Phthorimaea operculella*, aunque también atacan a los tubérculos, también pueden atacar el sistema foliar de la planta y causar un daño similar al causado por la mosca minadora (esto ocurre principalmente en zonas bajas y de clima cálido). Si no

se controla adecuadamente esta plaga puede causar daños severos que pueden estar entre el 30 al 50 por ciento de la producción.

El ICTA, en colaboración con el Proyecto Regional Cooperativo de la Papa - PRECODEPA-, ha desarrollado un conjunto de técnicas de control integrado. Este conjunto, si es usado adecuadamente, reduce el uso de pesticidas y por consiguiente la contaminación ambiental y los costos del control de la plaga. El mismo integra el control cultural, el control etológico y el control químico.

#### **CONTROL CULTURAL:**

El mismo consiste en hacer una calza alta, recoger los residuos de la cosecha (tubérculos) y arrancar las plantas voluntarias. La calza debe hacerse lo más alto posible para cubrir mejor los tubérculos y evitar que las larvas de la plaga puedan alcanzarlos y penetrar en los mismos. Los residuos de la cosecha deben ser retirados para evitar que los mismos sean colonizados por la plaga y pueda de esta manera completar su ciclo biológico y seguir constituyéndose en un problema en la siguiente siembra. Las plantas voluntarias deben ser eliminadas para evitar que sirvan de refugio para la plaga y que pueda completar su ciclo biológico en las mismas.

#### **CONTROL ETOLOGICO:**

Se hace uso de trampas con feromonas. Las feromonas son hormonas sexuales que atraen a los machos de la polilla, los cuales son atrapados y eliminados en las trampas. Las trampas con feromonas cumplen dos objetivos:



- 1- Servir para monitorear la población de polilla y poder determinar el momento en que se deben aplicar insecticidas.
- 2- Reducir la población de polilla. Si todos los productores de una zona utilizaran trampas con feromonas en forma continua, las poblaciones del insecto pueden llegar a reducirse en forma significativa y disminuir el daño económico que causan.

Se recomienda colocar dos trampas por hectárea. Cuando el número de machos capturados por trampa en una semana es mayor a 50, en época seca, y 100, en época lluviosa, es el momento de aplicar insecticidas. Esto generalmente ocurre en la épocas con poca lluvia y con temperaturas altas. Si el número de machos capturados no excede el límite mencionado, no deben hacerse aplicaciones.

#### **CONTROL QUIMICO:**

Cuando el número de polillas capturadas en las trampas indica que es necesario aplicar un insecticida se puede usar la siguiente gama de los mismos: Javelin® (insecticida biológico), Avisec®, Diazinon®, Gusathión®, Metasystox® o Tamarón®. Cuando no se tienen trampas con feromonas, las aplicaciones deben iniciarse cuando la papa principia a florear (45 a 50 días de la siembra) y deben hacerse cada 15 días (un máximo de cuatro aplicaciones). Debe tenerse cuidado en cubrir bien todo el follaje y la base de los tallos.

#### **5.5.2.3. PULGUILLA DE LA PAPA (*Epitrix* spp).**



Esta plaga es una de las primeras en atacar a las plantas de la papa. Estos insectos son pequeños, de color negro y que tienen la particularidad de saltar por el follaje. Causan daño de dos formas:



- 1- Los adultos hacen perforaciones en las hojas. Esto afecta la capacidad fotosintética de las plantas y por consiguiente se reducen los rendimientos.
- 2- Las larvas atacan los tubérculos que están descubiertos debido a una calza deficiente. Las larvas hacen galerías en la superficie de

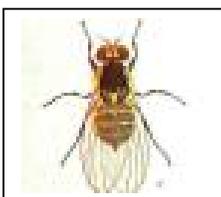
los tubérculos, lo cual favorece la entrada de hongos y bacterias y reduce la calidad de los mismos.

El daño que causa esta plaga se puede controlar de la siguiente forma:

- Eliminar la malezas dentro de la plantación y en los alrededores de la misma, pues las mismas son hospederas de los adultos de la plaga.
- Hacer una calza alta. Con esto se evitará que los tubérculos queden descubiertos y puedan ser atacados por las larvas.
- Aplicar insecticidas tales como: Sevin, Thiodan, Folidol y Ambush en una dosis de 25 cc por bomba de cuatro galones.

#### 5.5.2.4. MOSCA MINADORA (*Liriomyza huidobrensis*).

Esta es una plaga de reciente aparición en Guatemala. Su daño es al follaje de las plantas y el mismo puede llegar a reducir la producción en aproximadamente un 80 por ciento si no se toman las medidas adecuadas para su control. Tiene la propiedad de atacar a una amplia gama de cultivos hortícolas entre los que se pueden mencionar: apio, remolacha, arveja, lechuga, acelga, zanahoria, haba y papa. También ataca a las malezas tales como: lengua de vaca, verdolaga y a la mostaza silvestre.



El adulto es una pequeña mosca de color negro cuyas partes laterales del tórax son de color amarillo. Las hembras poseen un ovipositor en la parte inferior del abdomen, con el cual perforan la cutícula de las hojas e introducen los huevos en la parte interna de la misma. Las larvas que nacen de los huevecillos son las que causan el daño. Las mismas al alimentarse van produciendo minas en la parte interna de las hojas. Las partes de la hoja que han sido minadas se necrosan lo cual produce un daño muy similar al del tizón tardío.

El ICTA en colaboración con el Proyecto Regional Colaborativo de La Papa - PRECODEPA- ha desarrollado una tecnología para el manejo integrado de la plaga. En la misma se combinan el control cultural, el control mecánico y el control químico.

### CONTROL CULTURAL:

El mismo consiste en la eliminación de los residuos de cosecha para que no sirvan de focos de reinfestación. Cuando se tiene riego es bueno mantener el suelo húmedo, pues se ha observado que las pupas que se encuentran en suelo húmedo son afectadas y se reduce en forma significativa la emergencia de adultos.

### CONTROL ETOLOGICO:

Consiste en el uso de trampas de plástico de color amarillo colocadas sobre cartón. Las mismas deben ser cubiertas con un pegamento, tal como el Stiken special<sup>®</sup>. Este pegamento tiene la cualidad de no perder su efectividad a pesar del sol, el viento y la lluvia. Se han observado trampas en buen estado de funcionamiento después de tres o cuatro semanas de haber sido colocadas. También se puede utilizar como pegamento, aceite de motor 40, con el inconveniente de que éste no tarda mucho tiempo por lo que hay que cambiarlo a la semana.



El objetivo de las trampas es el capturar a los adultos de la plaga. La captura es el resultado de dos factores: el efecto de la atracción que el color amarillo ejerce sobre los adultos y la acción del viento que también los arrastra hacia las trampas.

Las trampas deben ser colocadas alrededor del área de producción, debido a que se ha observado que la plaga avanza de las orillas hacia adentro de las parcelas. Las trampas deben ser colocadas a cuatro metros entre ellas y a una altura de 30 a 40 centímetros. Lo que no debe de olvidarse es que las trampas necesitan mantenimiento para conservar su efectividad. Cuando las mismas ya no atrapan adultos debido a que se llenan de insectos y polvo, deben ser reemplazadas por nuevas.

### CONTROL QUIMICO:

Consiste en la aplicación de insecticidas. Estos se utilizan cuando el efecto de las trampas es superado y comienzan a aparecer minas en las hojas inferiores de las plantas. Si se logra que el daño no pase del primer tercio inferior de las plantas, el daño a la producción no será significativo. Se recomienda el uso de insecticidas que tengan la capacidad de penetrar en la hoja y puedan eliminar a las larvas. Un insecticida muy efectivo es el Vertimec<sup>®</sup> en dosis de 100 centímetros cúbicos por Ha por aplicación. Dependiendo del grado del ataque, este insecticida se puede aplicar cada 10 o 15 días. Otro insecticida que es efectivo para controlar adultos es el Evisect<sup>®</sup> en dosis de 0.41 Kg por Ha.

#### 5.5.2.5. EL SILIDO DE LA PAPA O SILIDO DEL TOMATE (*Paratrioza cockerelli*).



Esta plaga es de reciente aparición en nuestro país. En el año de 1998 fue identificada por técnicos del ICTA, pero la misma aún no causaba daño económico. Los primeros daños fueron reportados en el año 2,000 y los mismos se incrementaron el año 2,001.



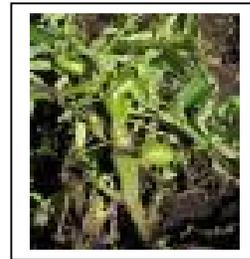
Esta plaga pertenece a la familia Psillydae. El insecto divide su desarrollo en tres etapas: huevo, ninfa y adulto. Es en la etapa de ninfa que el insecto causa el daño. El mismo es causado por una toxina que las ninfas inyectan en las plantas cuando se están alimentando. Esta toxina causa trastornos fisiológicos en las plantas que afectan su desarrollo, rendimiento y la calidad de la producción. Los síntomas del daño pueden confundir a los expertos pues son similares a los que causan otros organismos patogénicos, siendo estos:



- Hojas enrolladas. Este daño es similar al que produce el virus del enrollamiento de las hojas (plrv).



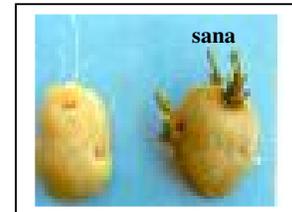
- Tubérculos aéreos. Este síntoma es igual al que produce el micoplasma de la punta morada.
- Las zonas meristemáticas de los tallos presentan un color rojizo similar al que produce el micoplasma de la punta morada
- Las raíces presentan lesiones similares a las que produce *Rizoctonia solani*
- Las plantas producen pocos tubérculos y los mismos son pequeños.



- La pulpa de los tubérculos presenta coloraciones de color pardo claro (similares a las que produce el virus plrv) y alto contenido de azúcares; por lo que su calidad para consumo en fresco y para fabricar papalinas y papas a la francesa no es adecuada. Como consecuencia del ataque los tubérculos pierden su calidad comercial.



- Los tubérculos semilla que se obtienen de plantas atacadas, no llegan a brotar o bien producen brotes ahilados, semejantes a los que producen los tubérculos afectados por virus,
- Por lo general el ataque se inicia en las orillas de las plantaciones y avanza lentamente hacia el interior, pero también pueden observarse manchones de color amarillo pálido rodeados de zonas de color verde.



### FORMA DE CONTROL.

El control de este insecto debe hacerse combinando el uso de trampas de color amarillo recubiertas con pegamento y el uso de insecticidas.

### TRAMPAS:

Deben colocarse alrededor de las plantaciones, a una distancia de 10 metros entre cada una. Para recubrir las trampas se recomienda el pegamento stiken special ©, el cual es de larga duración. Las trampas deben colocarse a los 60 días después de la siembra, cuando su uso de combina con el uso de insecticidas aplicados al suelo. Si se

usan sin ayuda de insecticidas, las trampas deben colocarse a los 30 días después de la siembra y cada 10 días deberá revisarse el estado del pegamento.

## CONTROL QUIMICO:

Una vez la plantación se encuentra colonizada, la única forma de controlar a los síldos es mediante el uso de insecticidas químicos. Los mismos deberán ser aplicados de forma que las plantas sean cubiertas completamente con el producto utilizado, principalmente las hojas bajas. Los productos que se recomiendan para su control se encuentran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Insecticidas recomendados para el control de los síldos de la papa.

NOMBRE DEL PRODUCTO	NÚMERO DE APLICACIONES	APLICACIÓN TOTAL POR HA
Ambush 25w©	varias	1.36 Kg/aplicación/100 gals de agua
Pounce 25 wp©	varias	1.36 Kg/aplicación/100 gals de agua
Thiodan©	varias	4 Litros/aplicación/100 gals de agua
Confidor©	Una a la siembra	Dosis recomendada por el fabricante
	Otra a la calza	Dosis recomendada por el fabricante
Temik *©	una a la siembra	Dosis recomendada por el fabricante

\* = El Temik es un insecticida muy tóxico y que permanece mucho tiempo en la planta (más de 90 días). Solamente debe aplicarse cuando la producción va ser destinada para semilla y se tiene la seguridad de que los tubérculos no van a ser comidos por ninguna persona, pues pueden producirse intoxicaciones serias.

### 5.5.3. ENFERMEDADES FUNGOSAS, BACTERIANAS Y VIROTICAS

Las principales enfermedades de la papa en Guatemala son: tizón tardío (*Phytophthora infestans*), la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y enfermedades viróticas tales como el mosaico de la hoja (virus X), el mosaico rugoso (virus y) y el enrollamiento de la hoja (virus PLRV).

#### 5.5.3.1. EL TIZON TARDIO (*Phytophthora infestans*):

Esta es la enfermedad más importante de la papa. Puede causar pérdidas hasta el 100 por ciento de la producción si no se toman las medidas adecuadas para su control. Las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de esta enfermedad son: alta humedad ambiental y temperaturas superiores a los 18 grados centígrados. Los síntomas iniciales de la



enfermedad son manchas pequeñas de color verde claro a verde oscuro de forma irregular. Bajo condiciones muy favorables del medioambiente, las lesiones progresan convirtiéndose en lesiones necróticas grandes de color café a negro, que pueden causar la muerte del foliolo y diseminarse por todos los tallos hasta matar a la planta completamente. En condiciones favorables de humedad se forma un mildiu veloso en el borde de las lesiones, en el envés de la hoja.

El daño de esta enfermedad puede reducirse significativamente si se utilizan variedades resistentes o tolerantes a la misma. Si se utilizan variedades con cierto grado de tolerancia, lo ideal es hacer monitoreos de la plantación en épocas de mucha lluvia. Esto se hace por medio de muestreos al azar con caminamientos en zigzag a lo largo y ancho del área sembrada. Si el 80 por ciento de las plantas muestreadas tienen al menos una mancha pequeña de tizón en una hoja, lo recomendable es hacer una aplicación de un fungicida de contacto, tales como: Dithane M-45<sup>®</sup>, Antracol<sup>®</sup>, Manzate<sup>®</sup>.

Cuando se siembra una variedad susceptible a la enfermedad, lo mejor es hacer una rotación adecuada de fungicidas sistémicos con fungicidas de contacto. Entre los fungicidas sistémicos se pueden mencionar: Positrón<sup>®</sup>, Curzate<sup>®</sup> y Acrobat<sup>®</sup>. Se recomienda intercalar el uso de fungicidas sistémicos con los de contacto. Por ejemplo, un programa de control, cuando las condiciones de lluvia no son extremas, puede consistir en hacer la primera aplicación con un sistémico a los 20 o 25 días de la siembra. Luego esperar 15 días y posteriormente intercalar tres aplicaciones de fungicidas de contacto los cuales serán espaciados por cinco días. Al finalizar el efecto de la última aplicación de fungicidas de contacto se inicia nuevamente el ciclo con la aplicación de un fungicida sistémico. El efecto de un sistémico dura aproximadamente 15 días, mientras que el de los fungicidas de contacto dura aproximadamente una semana (si las condiciones de precipitación no son extremas). No es recomendable hacer más de dos aplicaciones de un mismo insecticida sistémico en un ciclo de cultivo, debido a que el hongo puede llegar a desarrollar resistencia.

Cuando las condiciones de humedad ambiental son extremas (épocas de temporal, y la variedad que se siembra es susceptible: Loman o Atlantic) deben aplicarse fungicidas sistémicos. Las aplicaciones deberán hacerse cada cuatro o cinco días, hasta que las condiciones de alta humedad cambien.

### 5.5.3.2. RIZOCTONIASIS (*Rhizoctonia solani*)



Es una enfermedad que puede provocar serios daños al tubérculo y a la producción. Los daños más severos se producen en la época lluviosa y especialmente en suelos donde se cultiva papa en el mismo campo de manera sucesiva y que presentan una textura arcillosa provocando un mal drenaje. El patógeno se mantiene de un ciclo a otro en forma de esclerotes en el suelo y sobre los tubérculos o como micelio en restos de vegetales en el suelo. Cuando las condiciones son favorables, los esclerotes germinan e invaden los tallos de papa o los brotes emergentes, especialmente a través de heridas. Durante el desarrollo de la planta, tanto las raíces como los estolones son invadidos provocando lesiones de color castaño rojizo y provocan la muerte de los mismos. Una forma fácil de identificar la enfermedad es cuando en los tallos se forma un micelio de color blanco tal como se muestra en la fotografía. En la superficie de los tubérculos se forman esclerotes de color café a negro, estos se ven como costras negras. Los esclerotes son los órganos de sobrevivencia del hongo los que también provocan un daño cosmético al tubérculo para su comercialización. Cuando el daño en los tubérculos es mayor, estos sufren un tipo de malformación que impide su comercialización.

Es una enfermedad que para su control efectivo es necesario tomar en consideración algunas medidas de prevención como las siguientes:

- Usar semilla libre de la enfermedad y en la siembra aplicar como tratamiento funguicidas sistémicos; por ejemplo: Rovral® en dosis de 1 kilo por Ha.
- El tratamiento a la semilla durante la siembra no es efectivo si el suelo está altamente infestado.

### 5.5.3.3. PUDRICIÓN BACTERIANA (*Ralstonia solanacearum*).



Esta enfermedad produce una pudrición de los tubérculos y marchites, enanismo y amarillamiento del follaje. Inicialmente, sólo una rama de la planta puede presentar síntomas. La pudrición de los tubérculos puede ocurrir tanto en el campo como durante el almacenamiento. Cuando esta enfermedad invade un campo es muy difícil eliminarla, debido a que tiene la habilidad de poder parasitar a plantas de diferentes especies, por lo que puede permanecer en forma indefinida. Las únicas formas de ir reduciendo el daño, a través de los años, son las siguientes:

- Utilizar siempre semilla de buena calidad. En cada siembra deberá usarse semilla preferiblemente certificada. Bajo ningún concepto deben utilizarse como semilla tubérculos producidos en terrenos infectados, pues los mismos serán portadores del patógeno.
- Hacer rotaciones, especialmente con gramíneas (maíz, trigo, etc.). Y al finalizar la cosecha deberán quemarse los rastrojos e incorporar al suelo las cenizas.



### 5.5.3.3. PIERNA NEGRA O PUDRICIÓN BLANDA (*Erwinia carotovora*).



Es una enfermedad bacteriana que se trasmite por semilla (tubérculo) y que causa serios daños en la producción y el follaje cuando las infecciones en los suelos es severa. Los síntomas aparecen en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los tallos afectados muestran una pudrición que tiene la apariencia de tinta negra en la base de los mismos y puede ser desde pocos centímetros hasta afectar gran parte del tallo. Esta pudrición provoca que las plantas se desarrollen de manera elongada y que posteriormente se acamen, dejando al descubierto el daño en los tallos. El follaje se vuelve clorótico, los folíolos inicialmente tienden a enrollarse con los márgenes laterales hacia arriba, luego se marchitan y mueren. Los vientos fuertes causan un acame general cuando la infección es severa. El ataque a los tubérculos se inicia en el almacén o en el suelo antes de la cosecha causando a estos una pudrición blanda. El inóculo primario se encuentra sobre o dentro de la semilla. Después de la siembra, el tubérculo madre o porción de semilla fraccionada se van deteriorando durante el desarrollo de la planta, liberando hacia el suelo gran cantidad de bacterias y produciendo eventualmente plantas infectadas.

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 temperaturas bajas y suficiente humedad. La diseminación de las bacterias se incrementa rápidamente durante las operaciones de fraccionamiento o cortado de la semilla (tubérculo).

Existen diferentes maneras de prevenir esta enfermedad, debido a que cuando ya está presente es muy difícil controlarla de manera eficaz. A continuación se describen varias formas de prevención:

- De preferencia no sembrar tubérculos segmentados o partidos.
- Si se siembran tubérculos partidos, sembrarlos en suelos bien drenados.
- Evitar el riego excesivo, con el objeto de prevenir condiciones anaeróbicas del suelo que favorezcan el deterioro de la semilla madre y la subsiguiente invasión del tallo por los patógenos que causan la pierna negra.
- Tratar la semilla cortada con funguicidas, o suberizarla bien antes de la siembra, con el objeto de reducir la infección por *Fusarium spp* u otros patógenos que predisponen la invasión de bacterias.
- Usar semilla sana.
- Evitar el lavado de la semilla.
- Fertilizar adecuadamente con nitrógeno y entresacar las plantas infectadas tan pronto como se noten los síntomas, con el objeto de evitar la diseminación de las bacterias hacia las plantas sanas.
- Evitar la humedad excesiva del suelo durante la cosecha, con el objeto de disminuir la posibilidad de infección a través de las lenticelas.

#### 5.5.3.4. SARNA COMUN DE LA PAPA (*Streptomyces scabies*).



La sarna de la papa (*S. Scabies*), no es una enfermedad que ocasiona bajas de rendimiento, mas bien su daño provoca demérito de la calidad del tubérculo (daño cosmético). Esta enfermedad bacteriana ha sido introducida en todos los suelos en que se cultiva papa, debido al uso de semilla infectada. Existe evidencia de que Streptomicetos patogénicos se encuentran ya en el suelo como flora nativa antes de la introducción de la papa. El organismo es esencialmente un patógeno débil con capacidad saprofítica considerable, que sobrevive en el suelo por períodos largos sobre material en descomposición y en los que se ha aplicado gran cantidad de estiércol o desechos de origen animal.

La siembra continua de papa en el mismo campo aumenta la severidad de la enfermedad; en contraste, a medida que aumenta el lapso entre siembras sucesivas de papa, la severidad de la sarna disminuye hasta alcanzar un nivel más o menos constante.

El mantener una adecuada humedad del suelo durante el período de tuberización y desarrollo es de suma importancia para el control de la sarna. El riego después de la tuberización y durante el crecimiento de los tubérculos reduce considerablemente la enfermedad.

Las lesiones en los tubérculos son generalmente circulares, a menudo entre 5 a 8 mm de diámetro y rara vez exceden los 10 mm; pueden adoptar también formas

irregulares y ser más grandes si es que se unen varios puntos de infección. El tejido afectado toma una coloración que varía del canela claro al castaño, y puede ser como una ligera capa corchosa superficial; irrumpe o en forma de colchón que sobresale 1 a 2 mm de la superficie; hundida que penetra dentro del tejido pero rara vez sobrepasa los 7 mm de profundidad en el tubérculo. Las lesiones hundidas son de color castaño oscuro casi negro.

Para prevenir esta enfermedad, el éxito depende de la combinación de diversas prácticas:

- Evitar el uso de semilla con sarna,
- Prolongar el tiempo entre siembras sucesivas de papa reduce la incidencia de sarna a un nivel más o menos constante, pero rara vez elimina completamente la población del patógeno en el suelo,
- Mantener niveles altos de humedad en el suelo durante y después del establecimiento de los tubérculos por unas 4 a 9 semanas de acuerdo con el ciclo de la variedad, prácticas culturales de cultivo y clima,
- Evitar la aplicación excesiva de cal en el suelo por que aumenta el pH y disminuye el rango de calcio y fósforo,
- El tratamiento del suelo incluye: empleo de fertilizantes sulfurados y ácido formantes, con el objeto de aumentar la acidez del suelo; aplicaciones de pentacloronitrobenzeno, urea-formaldehído y otros fumigantes del suelo.

#### 5.5.3.5. VIRUS X (PVX)



Es un virus de distribución mundial. Se le ha considerado por mucho tiempo como poco severo para el cultivo, pero se ha demostrado que puede causar reducciones en el rendimiento hasta un 50 %.

Los síntomas que causa son mosaico intervenal que puede ser poco perceptible o no visible si la temperatura es alta. Las plantas generalmente no presentan enanismo ni deformación, pero hay razas virulentas que pueden causar enanismo, rugosidad y encarrujamiento de las hojas. Algunos cultivares reaccionan con necrosis apical moderada o severa que constituye la

hipersensibilidad. Este tipo de infección generalmente causa la muerte de las plantas infectadas o si hay formación de tubérculos, estos son pequeños y presentan necrosis interna.

El virus se disemina por contacto entre plantas sanas y enfermas y por contaminación de los implementos de labranza, ropa y piel de animales. Se ha demostrado que los tractores pueden diseminar PVX durante el aporque o aplicación de productos químicos. También se puede transmitir por contacto o rozamiento entre tubérculos brotados. El virus se transloca con facilidad a los tubérculos en formación si la planta ha sido infectada desde pequeña, pero cuando la infección es tardía, algunos tubérculos pueden estar libres o parcialmente infectados. No existe transmisión por

áfidos, pero los saltamontes y otros insectos masticadores pueden transmitirlo ocasionalmente.

#### 5.5.3.6. VIRUS Y (PVY)



Es el segundo virus más importante a nivel mundial debido a su fácil diseminación y que puede ocasionar reducciones de rendimiento hasta de 80 %. Se le considera de distribución mundial pero a diferencia del PLRV, también puede ser frecuente en algunas zonas frías y altas donde la temperatura es favorable para el desarrollo de poblaciones de áfidos.

Los síntomas que causa depende de los cultivares y de la raza de que se trate, distinguiéndose dos razas importantes: PVY<sup>0</sup> y PVY<sup>N</sup>. PVY<sup>N</sup> induce síntomas de moteado poco definido en infección primaria y secundaria. PVY<sup>0</sup> es la raza más común de papa y los síntomas primarios que causa son moteado o amarillamiento de los folíolos y necrosis que puede estar restringida a algunas nervaduras por el lado del envés o puede ser una necrosis que comienza como manchas o anillos que progresan hasta que produce el colapso de las hojas las cuales se desprenden y caen o permanecen colgadas del tallo. Algunas veces estos síntomas aparecen en un solo tallo pero posteriormente el resto de tallos muestran síntomas similares. Si la infección es tardía los síntomas pueden estar ausentes pero los tubérculos de estas plantas resultan infectados. Los síntomas secundarios son fuerte enanismo, mosaico y encarrujamiento o rugosidad de las hojas. A veces se observa necrosis del tallo y follaje. La necrosis es generalmente más severa en infección primaria que secundaria.

El virus se disemina principalmente por áfidos en forma no persistente, siendo el *Myzus persicae* el vector más eficiente y responsable por la mayor parte de infecciones en el campo; sin embargo otras especies de áfidos pueden ser vectores. Las diseminaciones dependen principalmente de la presencia de áfidos alados.

#### 5.5.3.7. VIRUS DEL ENROLLAMIENTO (PLRV)

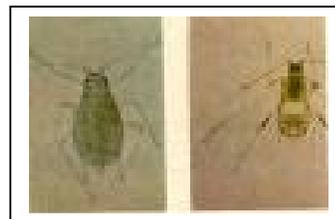
Es el virus más importante de la papa en todo el mundo, incluyendo América Latina. Es particularmente perjudicial en climas cálidos donde existen poblaciones muy altas de áfidos vectores, pudiendo ocasionar una reducción en el rendimiento de hasta 80 %. La reducción en la infección primaria es mucho menor que la secundaria.



Los síntomas primarios se presentan después de la transmisión por áfidos y se caracterizan por hojas apicales erectas y de color

amarillo pálido aunque en algunas variedades se pigmentan de púrpura o rojo. Se observa un enrollamiento parcial de la base de los folíolos. Cuando la infección es tardía los síntomas no se presentan ni hay reducción en el rendimiento pero los tubérculos usados como semillas producen plantas enfermas. Los síntomas secundarios se hacen evidentes cuando un tubérculo infectado produce una planta; y son diferentes según el genotipo del cultivar. El enrollamiento típico del cual la enfermedad deriva su nombre se presenta en los folíolos de la base de la planta los cuales pueden estar además pigmentados de púrpura.

El virus se disemina por áfidos en forma persistente, siendo el vector más importante *Myzus persicae* sin embargo, otras especies de áfidos, son vectores ocasionales. El virus es diseminado a gran distancia por áfidos alados y a cortas distancias por áfidos ápteros que se mueven de planta a planta. En países tropicales se produce transmisión por los áfidos de tubérculo a tubérculo durante el almacenamiento de semilla. Plantas que provienen de tubérculos infectados y plantas infectadas voluntarias sirven como fuente de inóculo.



#### 5.5.3.8. CONTROL DE LOS VIRUS

Algunos de los virus que infectan la papa pueden causar pérdidas considerables en el primer año, especialmente aquellos que dañan el tubérculo, sin embargo, en la mayor parte de los casos las pérdidas se originan cuando se siembra semilla infectada. Por lo anterior se consideran válidas e importantes de tomar en cuenta dos medidas:

- 1) Uso de cultivares resistentes o tolerantes; y
- 2) Uso de semilla sana.

De manera teórica, la primera medida es la ideal, sin embargo a pesar de que se disponen de genes de resistencia para lo virus más comunes, la producción de un cultivar con resistencia a los virus más importantes y con todas las otras cualidades deseables como calidad, características agronómicas, forma y color de tubérculo, entre otras, es bastante difícil en la práctica.

La segunda medida que se refiere a la utilización de semilla sana; como método de control tiene su origen en dos observaciones.

- Si cada vez que se planta un cultivo de papa se usa semilla del mismo campo, se va a producir infección gradual de las plantas con uno o más virus, de tal manera que al cabo de pocos años el campo va a estar cien por ciento infectado. Esto se debe a que los tubérculos procedentes de plantas enfermas van a dar origen a plantas enfermas las cuales a su vez sirven de fuentes de contaminación de las plantas sanas por medio de vectores o por contacto; y
- Un campo con pocas plantas enfermas no sufre una disminución significativa en su rendimiento, mientras que un campo fuertemente infectado si sufre una fuerte merma.

Considerando lo anterior, se concluye que las medidas efectivas de control para virus cuando ya existe infección son imposibles. La única forma de evitar esta situación es la utilización de semilla con bajo porcentaje de tubérculos infectados. Esta semilla que se utiliza en cada siembra recibe el nombre de SEMILLA CERTIFICADA o en muchos de los casos puede ser semilla artesanal o comunal.

## 6. DEFOLIACIÓN

Esta es una práctica que debe hacerse cuando los tubérculos ya han alcanzado el tamaño que se desea (de 80 a 100 días después de la siembra, dependiendo de la variedad). Para ello deben arrancarse algunas plantas para muestrearlas. Para la producción de semilla de papa, esta práctica es muy importante por que nos indica el tamaño adecuado (más o menos 40 gramos o el tamaño de un huevo de gallina) de los tubérculos así como su uniformidad. La defoliación consiste en cortar los tallos con machete al nivel del suelo. Después de la defoliación se recomienda cubrir con tierra a todos aquellos tubérculos o tallos que se encuentren descubiertos o muy superficiales. Otra forma de defoliar grandes áreas de cultivo es con la aplicación de un defoliante químico como Gramoxone®, en dosis de 2 litros por Ha. Las papas deberán permanecer enterradas por lo menos dos semanas antes de la cosecha, con el objeto de que su piel se endurezca o suberice y la papa no se pele al comercializarse.



## 7. COSECHA



La cosecha es una etapa del proceso de producción que requiere cuidado especial para mantener la calidad del producto, es decir, en el caso de la papa es importante que éstas no se golpeen, rajen o sufran magulladuras. Además, en el proceso de clasificación debe de cuidarse una buena selección por tamaño y apariencia física.



La cosecha se debe realizar por lo menos 15 días después de la defoliación. Los tubérculos deben ser clasificados por su tamaño. Los grados de clasificación más usados para papa comercial son: papa súper (250 a 260 g), papa de primera (150 a 170 g), segunda (100 a 120 g) y tercera (80 a 90 g). Las papas deformes (muñecos), las papas con ataque de polilla y gallina ciega y las podridas deben ser separadas. Para el caso de semilla de papa, la clasificación de los tubérculos se realiza de la siguiente manera: semilla de primera (60 a 80 g), semilla de segunda (40 a 60 g) y semilla de tercera (20 a 40 g).

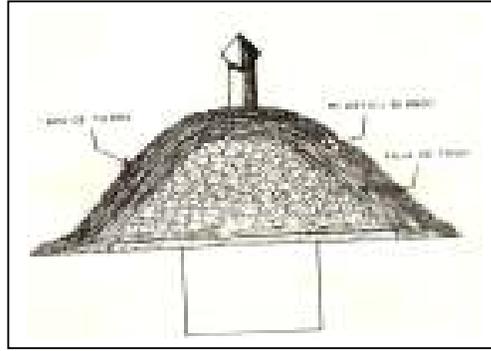
## 8. MANEJO POSCOSECHA

Como producto de las investigaciones realizadas por el ICTA en el tema del manejo poscosecha, se han generado tecnologías para la conservación de la misma, tanto para consumo como para semilla.

### 8.1. ALMACENAMIENTO DE PAPA PARA CONSUMO.

Considerando los volúmenes de producción de papa en el país, generalmente se incrementan en mayor proporción en los meses de junio a noviembre debido a que la

mayor producción se obtiene aprovechando la época lluviosa que empieza a partir del mes de mayo. Esto provoca una saturación del mercado, lo que incide en un menor índice de precios (julio a noviembre). En consecuencia, los mejores precios se muestran durante el período de diciembre a mayo. Dicha estacionalidad de la producción provoca problemas de comercialización, aunados a la alta perecibilidad del producto. Por ello el ICTA (1987-1989), generó y validó dos métodos de almacenamiento de papa para consumo.



El almacenamiento como tal, no mejora el producto, sino que lo conserva en buenas condiciones durante un período de tiempo que en algunos casos puede acortarse o alargarse debido a factores de orden climático, variedad o calidad de producto almacenado.

Durante el período de almacenamiento se registran cambios en la composición química de la papa. Uno de los más importantes es la transformación del almidón en azúcares, lo cual ocurre durante períodos prolongados del mismo.

Las papas almacenadas atraviesan por tres períodos importantes (Velásquez, M., ICTA, 1989):

1. **CURACIÓN:** La papa tiene una gran actividad fisiológica con pérdida de agua por transpiración y respiración. Factores externos (ambientales) favorables provocan la suberización de las heridas y el peridermo o piel de la papa provocando resistencia en la misma.
2. **DORMANCIA:** Es el período durante el cual la intensidad de respiración y transpiración son mínimas; el tiempo puede ser de dos a tres meses, dependiendo de la variedad. Durante este proceso ocurre el cambio del almidón en azúcares y la ruptura de éstos por la respiración.
3. **BROTACIÓN:** Período en que las papas inician la actividad de desarrollo y crecimiento de los brotes; normalmente, se inicia con un brote en uno de los extremos del tubérculo, lo que se denomina dominancia apical.

Los períodos de curación, dormancia y brotación son causa para que los tubérculos o papas pierdan peso durante el almacenamiento.

Para almacenar papa para consumo, es importante considerar la influencia del clima debido a que se deben cumplir ciertos requisitos de orden físico para la óptima conservación. Dentro de las principales condiciones físicas se enumeran:

1. **TEMPERATURA:** Se recomienda que ésta sea baja. De preferencia de 8 a 10 grados centígrados para lograr prolongar el período de dormancia. Las altas temperaturas reducen el tiempo que los tubérculos permanecen en dormancia y dificultan el uso de sistemas sencillos de almacenamiento.

2. **HUMEDAD RELATIVA:** Experiencias de campo demuestran que mientras se mantenga el ambiente húmedo, las papas pierden menos agua por evaporación y respiración. La humedad relativa debe fluctuar entre 70 y 95 %. Períodos prolongados de humedad relativa menor a 70 % son críticos por que los tubérculos pierden agua. Una humedad excesiva provoca condensación aumentando las posibilidades de pudriciones y brotación de los tubérculos.
3. **LUMINOSIDAD:** Para el almacenamiento de papa para consumo, debe evitarse el efecto de la luz, debido a que la formación de clorofila verdea los tubérculos y provoca la aparición de solanina, sustancia que causa daño en humanos.
4. **VENTILACIÓN:** Es importante mantener una circulación uniforme de aire frío por medio del ducto de ventilación del almacén. De lo contrario, puede ocurrir la formación del corazón negro en las papas (trastorno fisiológico).
5. **ALTURA DE PILA:** Se refiere a la altura de papas que se forma al almacenar. Se recomienda que ésta no sobrepase el metro de altura. Con ello se asegura que los tubérculos que se encuentran en el piso del almacén no sufran daño alguno por peso.

Para el almacenamiento de papa para consumo se proponen las siguientes estructuras:

### 8.1.1. SILO RUSTICO DE PILA O TRINCHERA

El silo rústico de pila o trinchera con capacidad para 1,000 Kg se construye siguiendo la secuencia siguiente (Velásquez, M., ICTA, 1989):



1. Excavar una zanja de ventilación de tres metros de largo, un metro de ancho y 70 a 80 centímetros de profundidad, orientado hacia donde prevalecen los vientos.
2. Colocar varillas de madera rústica formando una tarima o tapexco, dejando una sola entrada para ventilación.
3. Poner una capa de paja de trigo en forma de círculo de dos metros y medio de diámetro y treinta centímetros de grosor.
4. Almacenar los tubérculos clasificados y elimine los deformes y lastimados, acumulando en capas gradualmente y formando las pilas hasta donde se logren sostener, tratando de que no sobrepase el metro de altura.
5. Colocar un tubo de bambú, PVC u otro material entre la pila de papas desde un tercio de altura de la misma. El tubo debe perforarse en su base. El la parte superior cubra con un protector de lámina o plástico en forma de cono para evitar la entrada de agua.
6. Cubrir la pila de papas con una capa de paja de trigo de aproximadamente 30 centímetros de grosor. La paja debe estar seca para no incrementar la humedad dentro de las papas almacenadas.



7. Cubrir con plástico delgado, de preferencia colores claros y proteja toda la pila con una

capa de tierra de 20 centímetros, dejando mayor grosor a los costados para que la tierra no se resbale.

8. Aplicar un insecticida en polvo en la zanja de ventilación cada 20 ó 30 días para evitar la infestación del almacén por la polilla de la papa u otra plaga. Se recomienda aplicar Volatón en polvo o granulado, tratando de que este se esparza en el ducto de ventilación desde la entra hasta el fondo.
9. Donde exista problema con animales domésticos, se recomienda que el almacén sea cercado en toda su periferia.



De acuerdo a Rosales, F., ICTA, 1999, los materiales necesarios para construir un silo de pila, en condiciones de la Meseta de la Sierra de los Cuchumatanes con capacidad para 455 Kg, son:

- 4 redes de paja (trigo, avena o pajón),
- 5 metros de plástico (nylon) delgado de color blanco,
- 1 tubo de bambú o pseudo tallo de maguey preparado de 50 cm.,
- 15 varillas de madera rolliza de 5 cm de grosor, para la tarima. Puede sustituirse por tablillas de pseudo tallo de maguey, y
- 1 jornal.

Para la construcción de un silo con capacidad de 1,000 Kg, como se describió anteriormente, se necesita el doble de los materiales descritos.

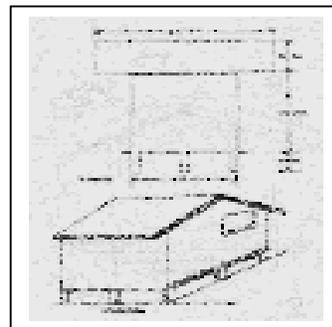
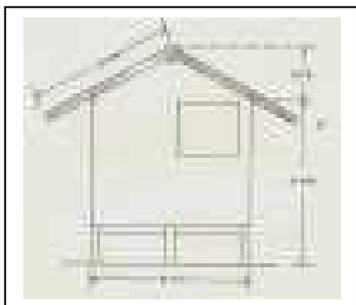
Considerando los resultados obtenidos por Rosales, F., en la Meseta de la Sierra de los Cuchumatanes; las variedades de papa como ICTAFRIT o ICTA Xalapán, pueden almacenarse hasta por cuatro meses; Loman, ICTA Chiquirichapa y Tollocan, hasta por tres meses.

De acuerdo a estudios realizados por el ICTA, las pérdidas en estos tipos de almacén pueden variar de 1 a 3 % hasta por 5 meses de almacenamiento.

### 8.1.2. BODEGA RUSTICA DE ALMACENAMIENTO

Para su construcción se sugieren los siguientes pasos (Velásquez, M., ICTA, 1989):

1. Nivelar y compactar el terreno,
2. Seleccionar y cortar los postes con las medidas correctas,
3. Realizar los cortes para ensambles a media madera para colocar travesaños del piso y para sostener el techo,



4. Cortar las reglas para la cumbrera y travesaños del techo,
5. Cortar las varillas de madera rústica o tablillas y sujételas horizontalmente a los costados de las paredes de la bodega; deje una separación de 3 a 4 centímetros. Las varillas de madera rústica se deben sujetar con clavos o pita plástica.

6. Preparar la mezcla de lodo agregando tierra, paja de trigo y agua; con este material se rellenan las paredes,
7. Colocar varillas de madera rústica para el techo, espaciada de 3 a 4 centímetros, en sentido contrario a la pendiente. Proteja el techo con una capa de paja de trigo y luego, cúbralo con una capa de mezcla. Agregue cal hidratada para lograr mejor adherencia. Repelle la superficie del techo con mezcla de color blanco para mejorar el aislamiento a la irradiación solar. También se puede cubrir el techo con teja de barro.
8. Dejar en la parte superior del techo un tubo de bambú de 50 cm de largo para ventilación. Esto es necesario, debido a que durante el período de almacenamiento se produce aire húmedo y caliente dentro de la bodega, y es necesario disponer de un pequeña ducto de salida.
9. Proteger la puerta con madera, a manera de que quede hermética, para evitar entrada de luz. El ducto de ventilación superior deberá protegerse con un cono de lámina de zinc para evitar la entrada de agua.
10. Proteger el techo con plástico blanco durante los meses de mucha lluvia para evitar que se dañe.
11. Utilizar madera rolliza rústica que tenga un grosor mínimo de 2 a 3 pulgadas para el piso de la bodega. Deje una separación de dos centímetros entre reglas o varillas. Esta separación permitirá la ventilación por el piso.
12. Esperar que el lodo seque en las paredes y el techo para poder utilizar la bodega.
13. Seleccionar bien los tubérculos que va a almacenar. Estos deben estar limpios, pero no los lave para evitar las condiciones que provocan pudrición.

Materiales necesarios para construir una bodega rústica con capacidad de 22 quintales (1 tonelada métrica).

- 6 postes de madera rústica de 12 a 15 cm de grosor por 1.80 metros,
- 2 postes de madera rústica de 12 a 15 cm de grosor por 2.10 metros,
- 1 poste de madera rústica de 12 a 15 cm de grosor por 0.60 metros,
- 3 reglas de madera de 5 x 8 cm x 1.60 metros,
- 32 varillas de madera rolliza de 5 cm de diámetro de grosor x 1.30 metros,
- 14 varillas de madera rolliza de 5 cm de diámetro x 1.60 metros,
- 25 varillas de madera rolliza de 5 cm de grosor x 1.50 metros,
- 40 varillas de madera rolliza de 5 cm de grosor x 1.80 metros,
- 1 tabla aserrada de 30 x 3 cm x 2.50 metros,
- 2 libras de clavo de 4 pulgadas,
- 3 libras de clavos de 3 pulgadas,
- 4 metros de plástico de color blanco,
- 100 metros de pita plástica,
- 1 quintal de cal viva,
- 6 redes de paja de trigo o pajón, y
- 7 jornales.

## **8.2. ALMACENAMIENTO DE PAPA PARA SEMILLA**

Considerando que el tubérculo semilla ha de generar una nueva planta, es de mucha importancia que dicho tubérculo llegue a la siembra en las mejores condiciones de sanidad y vigor a fin de que la futura planta pueda maximizar su rendimiento.

De ahí la importancia de un buen sistema de almacenamiento de semilla de papa, aún más teniendo en consideración que este tubérculo es sumamente perecible.

Para un buen almacenamiento es importante considerar los siguientes factores:

1. **SELECCION Y CLASIFICACION:** Los expertos en almacenamiento coinciden que los problemas fitosanitarios que se presentan en un tubérculo almacenado en un 95% se debe a que el material almacenado en su cultivo de campo ha tenido problemas fitosanitarios, y lo único que se ha favorecido es la proliferación de enfermedades e insectos en almacén.



2. **TEMPERATURA Y VENTILACIÓN:** El tubérculo de papa es un ser vivo, desarrolla acciones fisiológicas, tales como la respiración y la transpiración. Por efecto de la respiración los tubérculos consumen oxígeno, materia seca, produciendo bióxido de carbono, agua y calor. Por efecto de la transpiración los tubérculos pierden agua por evaporación, el que es proporcional al déficit de presión de vapor o al poder secante del aire circulante e inversa con la humedad relativa.

En consecuencia un incremento de temperatura producirá una mayor transpiración y respiración que favorece una deshidratación más rápida, brotamiento acelerado y medio ambiente favorable para la proliferación de microorganismos fundamentalmente, y de ahí la importancia de que el calor producido por los tubérculos almacenados debe extraerse permanentemente vía ventilación natural o forzada con el fin de aminorar los procesos fisiológicos y minimizar las pérdidas por deshidratación, brotación y pudrición.

3. **LUZ DIFUSA:** Los principales efectos que produce la luz difusa son los siguientes:

- Verdeamiento: La piel y pulpa de los tubérculos toman una coloración verde como resultado de la producción de clorofila y solanina, los que son de sabor amargo y pueden llegar a ser tóxicos, esta característica parece conferir cierta resistencia a la penetración de patógenos y al ataque de insectos y animales.
- Rompimiento de la dormancia apical: La gran mayoría de las variedades de papa tienen una respuesta positiva de rompimiento de la dominancia apical, en consecuencia el tubérculo almacenado bajo condiciones de luz difusa tendrá mayor número de brotes que el almacenamiento bajo condiciones de oscuridad.
- Producción de brotes pequeños, fuertes y vigorosos: Bajo el sistema de almacenamiento en oscuridad es necesario el rompimiento del brote apical antes de la siembra, sin embargo bajo el sistema de luz difusa, no es necesario efectuar el desbrote antes de la siembra.
- Favorece la aparición de primordios radiculares.

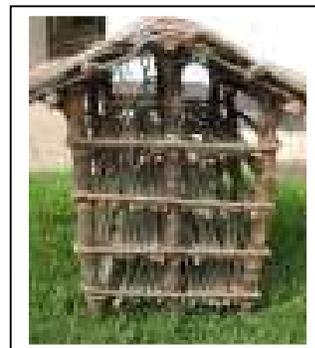


El conocimiento básico de estos factores permitirán un manejo adecuado del almacenamiento y que como consecuencia se puede contar con una semilla vigorosa por efecto de luz difusa.



Materiales para la construcción de un almacén rústico para semilla de papa con capacidad de 1,000 Kg (Velásquez, M., ICTA, 1989):

- 6 postes de madera rústica de 10 cm de diámetro x 2.5 metros de largo para parales externos,
- 6 reglas de madera sin cepillar de 5 x 8 cm x 3 metros para travesaños horizontales del techo,
- 10 reglas de madera sin cepillar 5 x 8 cm x 1.4 metros para travesaños de las tarimas,
- 10 reglas de madera sin cepillar 5 x 8 cm x 2 metros para armaduras,
- 10 tablillas de madera sin cepillar de 5 x 8 cm x 2 metros para proteger laterales de la tarima,
- 200 tiras de bambú o madera rolliza de 5 cm de ancho x 1.5 metros de largo, para piso de las tarimas,
- 12 reglillas de pino de 3 x 18 cm x 2 metros para proteger laterales de tarimas,
- 260 tablillas de pino de 3 x 12 cm x 1.3 metros para proteger el techo y dos paredes laterales. En algunos casos se puede utilizar paja o pajón como techo o cualquier otro material vegetal que proteja el mismo,
- 10 metros de plástico blanco para proteger 2 paredes laterales,
- 10 libras de cal hidratada para encalar toda la instalación,
- 2 litros de preservante de madera para pintar 75 cm de la parte que queda enterrada. También se puede utilizar diesel.
- 4 libras de clavo de 4 pulgadas, y
- 8 libras de clavo de 3 pulgadas para sujetar el techo y las tarimas.



Existen otras formas de almacenar la papa usando luz difusa como se demuestra en las siguientes fotografías.



## 9. MERCADEO

La comercialización o mercadeo agropecuario comprende todas las actividades y los entes que las realizan, involucradas en el movimiento de los productos agropecuarios (materias primas y sus derivados) desde el punto inicial de la producción hasta el consumidor final, y los efectos de dichas actividades en los productores, intermediarios y consumidores (Fort, R., INIAA, 1987).

La comercialización o mercadeo es tan necesaria como la producción. Ningún producto está realmente “producido” hasta que está en una forma que puede ser usado, en un lugar y en un momento en que es necesario y en posición de quien lo va a consumir.

Para el caso de la papa en Guatemala, se establecen dos etapas del mercadeo de la siguiente manera:

- **ACOPIO O CONCENTRACIÓN:** Esta primera etapa del proceso de mercadeo se establece principalmente en el medio rural. Consiste en juntar pequeñas cantidades producidas en el campo para hacer lotes mayores que se dirijan a los mercados. Esta tarea se efectúa utilizando diversos medios de transporte: animal o mecánico. En áreas rurales donde es posible transitar con vehículos de doble tracción, los coyotes o rescatistas son los que la realizan. Por otro lado, en zonas donde no existen medios de transporte, la papa es llevada en caballos o bestias hasta donde se localiza el transporte. En áreas donde existe infraestructura vial asfaltada o balastada y transitable, los centros de acopio son mayores y es donde se establece el precio de la papa. En estos lugares se encuentran los mayoristas departamentales. El transportista mayorista se encarga de recoger toda la carga que han juntado los coyotes o rescatistas. Dependiendo de los mercados (departamental, en la capital o centroamericano), en esta etapa se procede a darle al producto una mejor apariencia, tal el caso del lavado de papa y secado para su posterior traslado. En la mayoría de los casos se utilizan como envases sacos de polipropileno, yute o cajas de madera (ver gráfico 2).
- **DISPERSIÓN (Distribución):** Esta última etapa del proceso hace que las cantidades grandes de papa pasen a ser pequeñas cantidades a disposición de los mercados de consumo y finalmente de los consumidores. En la ciudad capital, el centro mayoritario de dispersión es la terminal de la zona 4. Acá se distribuye hacia los diferentes mercados cantonales, tiendas o vendedores ambulantes (ver gráfico 2).



La etapa de igualación o preparación para el consumo se da en las industrias que procesan el producto (sopas, papalinas, entre otras), no así a nivel del agricultor. Para esta etapa, el ICTA ha generado tecnología apropiada para pequeños agricultores que a nivel artesanal puedan dedicarse a la transformación de la papa (harina, tiras, hojuelas, cuadritos).

De acuerdo a un estudio exploratorio realizado por el ICTA (1987), en el departamento de Chimaltenango con el objeto de determinar las calidades que conforman la producción en el cultivo de papa, se determinó que la superficie promedio cultivada con papa por los agricultores era de 0.356 Has aproximadamente, lo que permitió estimar que cada agricultor en promedio pudo ofrecer 0.96 toneladas métricas de papas de calidades no comerciales (papas dañadas por polilla y gallina ciega, dañadas mecánicamente en la cosecha, tubérculos enfermos, papas con epidermis verdosa y con deformaciones) susceptibles de procesamiento industrial.

De acuerdo a trabajos de investigación realizados en el ICTA, se determinó que el rendimiento de harina (tamizada a 0.5 y 0.2 mm) depende de la variedad de papa que se utilice y de la forma de preparación de la papa y no de la calidad comercial de papa

utilizada. Cuando se usa papa integral (con cáscara), se obtienen los rendimientos más altos de harina: papa Tollocan 13% y papa Loman 12%, y los más bajos utilizando papas no integrales, así: papa Tollocan 10.7% y papa Loman 8%.

De igual manera para la producción de cubos de papa (10 x 10 x 2 mm) se concluyó que el rendimiento de estos depende de la variedad de papa que se utilice y de la forma de preparación y no de la calidad comercial utilizada. Cuando se usa papa integral se obtienen los rendimientos más altos: Tollocan 18% y Loman 16.5% y los más bajos utilizando papas no integrales, así: Tollocan 15.3% y Loman 11.7%.

La deshidratación de estos productos se realizó en secadores solares o colector de energía solar. El proceso consta de las etapas siguientes: pesado, lavado, pelado, rectificado, cortado, escaldado (solución de bisulfito de sodio al 0.2 % por 10 minutos), deshidratado, molienda y tamizado (para harina) y empaque.



La mayoría de agricultores del altiplano medio se han dado a la tarea de darle valor agregado a la papa al llevarla al mercado limpia de tierra, esta pasa por un proceso de lavado y secado.

De manera funcional el mercadeo de la papa es adecuado, aunque hacen falta algunas actividades que optimizan la producción tales como: mejorar empaque para transporte y venta, almacenaje refrigerado o rústico, mejor clasificación y presentación, inspección de calidad (tamaño, peso, forma, color, textura, uniformidad, grado de madurez, entre otros).

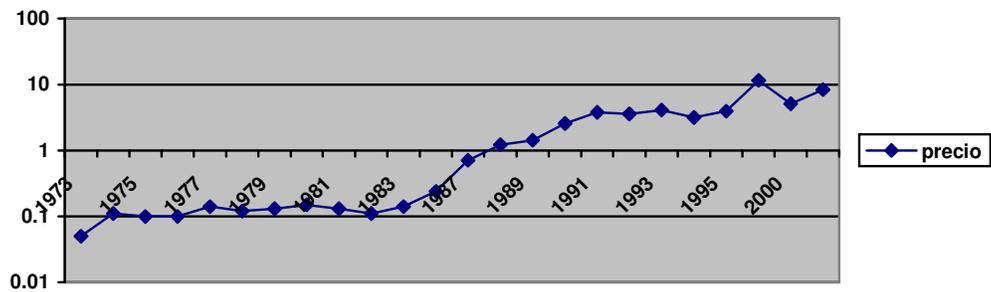


Uno de los factores negativos que desestimula la producción de papa son los precios, tal como se demuestra en el cuadro 7 y la figura 1. Los cuales a partir de la década de los noventa empezaron a ser un poco atractivos. Esto ha hecho que las áreas de cultivo se incrementen a la par del uso de variedades mejoradas liberadas por el ICTA con resistencia a enfermedades, lo que se traduce en un menor costo de producción.

Cuadro 7. Precios promedio de papa en Guatemala (quetzales por libra ajustados al cambio del dólar americano por año). Período 1973 – 1998.

AÑO	PROMEDIO (Q/LIBRA)
<b>1973</b>	<b>0.05</b>
1974	0.11
1975	0.10
1976	0.10
1977	0.14
1978	0.12
1979	0.13
1980	0.15
1981	0.13
1982	0.11
1983	0.14
1984	0.24
1987	0.71
1988	1.22
1989	1.43
1990	2.57
1991	3.77
1992	3.56
1993	4.09
1994	3.15
1995	3.92
1998	11.49
2000	5.10
2001	8.30

Fuente: Banco de Guatemala



Fuente: Banco de Guatemala.

Figura 1. Precio promedio (Q/libra) de la papa en Guatemala. Período 1973 – 2001.

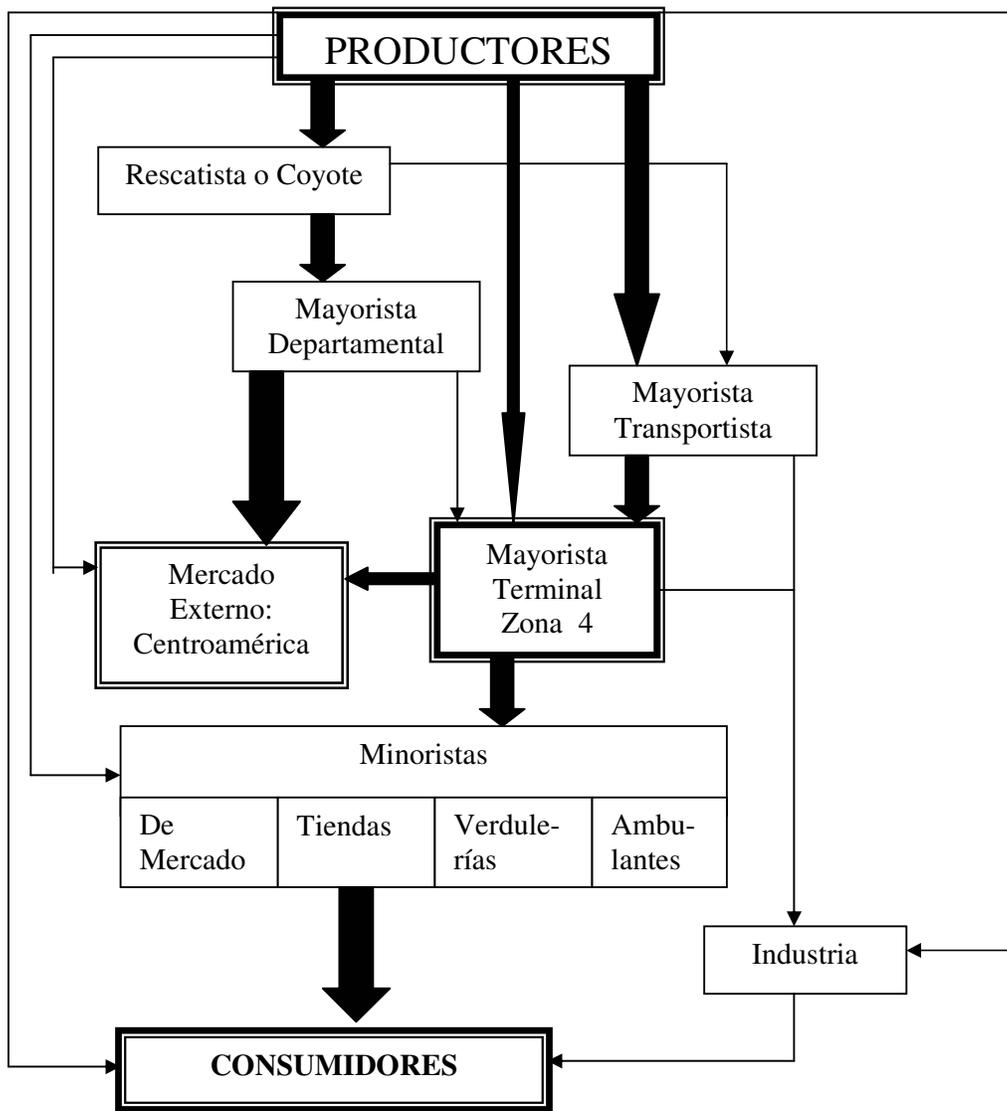


Figura 2. Canales de comercialización de la papa en Guatemala.

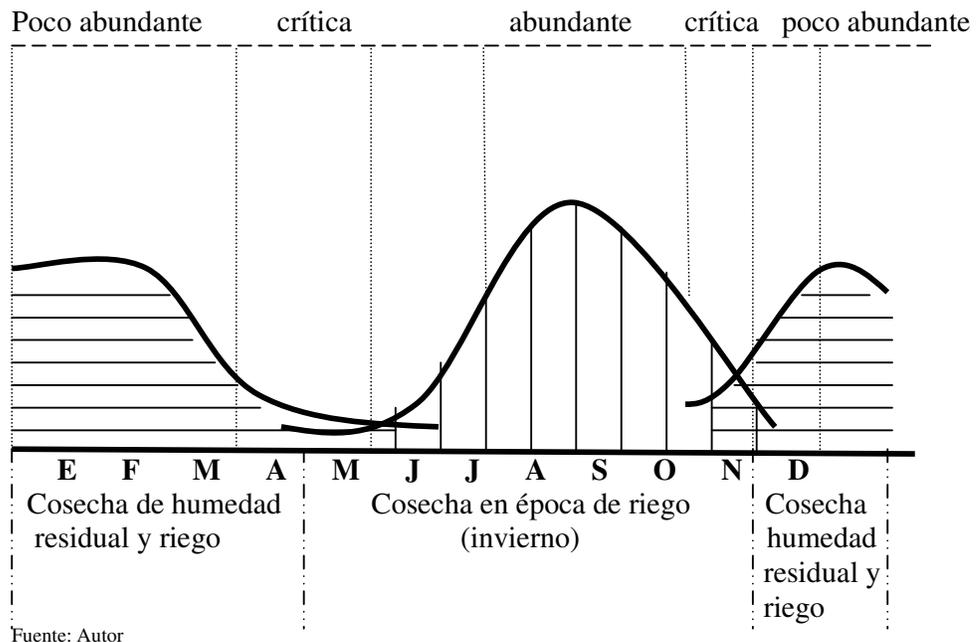


Figura 3. Fluctuaciones estacionales de la producción de papa en Guatemala.

## 10. COSTOS DE PRODUCCIÓN

10.1. Producción de papa comercial, variedad Loman en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Q.	TOTAL Q.
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>MANO DE OBRA:</b>				
Choqueado	Jornal	45	25	1,125
Siembra, abonado y 1ª fertilización	Jornal	79	25	1,975
Limpia y 2ª fertilización	Jornal	34	25	850
Calza	Jornal	22	25	550
Control fitosanitario	jornal	45	25	1,125
Defoliación	Jornal	22	25	550
Cosecha	Jornal	45	25	1,125
Clasificación, pesado y almacenado	jornal	45	25	1,125
Subtotal				8,425
<b>Insumos:</b>				
Semilla	Q Quintal	68.34	75	5,125.50
Fertilizante orgánico	Quintal	91.11	34	3,097.74
Fertilizante 15-15-15	Quintal	17.08	80	1,366.40
Fertilizante urea	Quintal	2.73	89	242.97
Insecticida Thiodan	Litro	9.57	95.5	913.94
Insecticida Volaton	Litro	1.14	100.80	114.91
Insecticida Ambush	Litro	0.57	112.80	64.30
Funguicida Curzate	Kg	9	250	2,250
Funguicida Positron Duo	Kg	14.50	180	2,610
Funguicida Euparen	Kg	6	90.10	540.60
Funguicida Trimilttox	Kg	10.25	74.60	764.65
Funguicida Dithane	Kg	3	32	96
Abono foliar Bayfolan	Litro	13.66	36.5	498.59
Adherente Carrier	Litro	10.25	22	225.50
Subtotal insumos				17,911.10
Subtotal costos directos				26,336.10
<b>Costos Indirectos</b>				
Arrendamiento	hectárea	1	1,708.43	1,708.43
Intereses				
Gastos administrativos	5 % CD			1,316.81
Subtotal costos indirectos				3,025.24
Costo total de producción/Ha	Q.26,336.10			
Producción	452.16 quintales			
Precio de venta	Q. 85.00			
Ingreso bruto	Q. 38,433.6			
Costo de producción por quintal	Q. 58.24			

Fuente: Sub-unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, ICTA, Huehuetenango.

10.2. Producción de semilla certificada de papa , variedad Loman en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Q.	TOTAL Q.
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>MANO DE OBRA:</b>				
Choqueado	Jornal	45	25	1,125
Siembra, abonado y 1ª fertilización	Jornal	79	25	1,975
Limpia y 2ª fertilización	Jornal	34	25	850
Calza	Jornal	22	25	550
Control fitosanitario	jornal	45	25	1,125
Defoliación	Jornal	22	25	550
Cosecha	Jornal	45	25	1,125
Clasificación, pesado y almacenado	jornal	45	25	1,125
<b>Subtotal</b>				<b>8,425</b>
<b>Insumos:</b>				
Semilla Registrada	Quintal	62.64	160	10,022.40
Fertilizante orgánico	Quintal	91.11	34	3,097.74
Fertilizante 15-15-15	Quintal	17.08	80	1,366.40
Fertilizante urea	Quintal	2.73	89	242.97
Insecticida Thiodan	Litro	9.57	95.5	913.94
Insecticida Volaton	Litro	1.14	100.80	114.91
Insecticida Ambush	Litro	0.57	112.80	64.29
Insecticida Confidor	Kilogramo	0.49	2,780	1,362.20
Funguicida Curzate	Kilogramo	9	250	2,250
Funguicida Positron	Kilogramo	14.5	180	2,610
Funguicida Euparen	Kilogramo	6	90.10	540.60
Funguicida Trimiltox	Kilogramo	10.3	74.60	768.38
Funguicida Dithane	Kilogramo	3	32	96
Abono foliar Bayfilan	Litro	13.66	36.6	499.96
Adherente carrier	Litro	10.25	22	225.50
<b>Subtotal insumos</b>				<b>24,175.29</b>
<b>Subtotal costos directos</b>				<b>32,600.29</b>
<b>Costos Indirectos</b>				
Arrendamiento	hectárea	1	1,138.95	1,138.95
Intereses				
Gastos administrativos	15% CD			4,890.04
Almacenamiento	Depreciación de cajas y tarimas por 5 años			480.86
Análisis de fitopatología (3)	Nemátodo dorado y virosis			525
<b>Subtotal costos indirectos</b>				<b>7,034.85</b>
<b>Costo total de producción/Ha</b>	<b>Q.39,635.14</b>			
<b>Producción</b>	<b>452.16 quintales</b>			
<b>Precio de venta</b>	<b>Q. 160.00</b>			
<b>Ingreso bruto</b>	<b>Q. 72,345.60</b>			
<b>Costo de producción por quintal</b>	<b>Q. 87.66</b>			

Fuente: Sub-unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, ICTA, Huehuetenango.

10.3. Producción de papa comercial, variedad ICTAFFRIT en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Q.	TOTAL Q.
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>MANO DE OBRA:</b>				
Choqueado	Jornal	45	25	1,125
Siembra, abonado y 1ª fertilización	Jornal	79	25	1,975
Limpia y 2ª fertilización	Jornal	34	25	850
Calza	Jornal	22	25	550
Control fitosanitario	jornal	45	25	1,125
Defoliación	Jornal	22	25	550
Cosecha	Jornal	45	25	1,125
Clasificación, pesado y almacenado	jornal	45	25	1,125
Subtotal				8,425
<b>Insumos:</b>				
Semilla	Quintal	68.34	75	5,125.50
Fertilizante orgánico	Quintal	91.11	34	3,097.74
Fertilizante 15-15-15	Quintal	17.08	80	1,374.4
Fertilizante urea	Quintal	2.73	89	242.97
Insecticida Thiodan	Litro	18	95.5	1,719
Funguicida Curzate	Kg	1.435	250	358.75
Funguicida Antracol	Kgl	5.28	32	168.96
Funguicida Euparen	Kg	2.46	90.10	221.64
Funguicida Positron Duo	Kg	3	180	540
Abono foliar Bayfolan	Litro	13.66	36.5	498.59
Adherente Carrier	Litro	11.16	22	245.52
Subtotal insumos				13,593.07
Subtotal costos directos				22,018.07
<b>Costos Indirectos</b>				
Arrendamiento	hectárea	1	1,708.43	1,708.43
Intereses				
Gastos administrativos	5% CD			1,100.90
Subtotal costos indirectos				2,809.33
Costo total de producción/Ha	Q.24,827.40			
Producción	862.41 quintales			
Precio de venta	Q. 60.00			
Ingreso bruto	Q. 51,744.60			
Costo de producción por quintal	Q. 28.79			

Fuente: Sub-unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, ICTA, Huehuetenango.

10.4. Producción de semilla certificada, variedad ICTAFRIT en la Meseta de los Cuchumatanes, Huehuetenango (por hectárea).

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Q.	TOTAL Q.
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>MANO DE OBRA:</b>				
Choqueado	Jornal	45	25	1,125
Siembra, abonado y 1ª fertilización	Jornal	79	25	1,975
Limpia y 2ª fertilización	Jornal	34	25	850
Calza	Jornal	22	25	550
Control fitosanitario	jornal	45	25	1,125
Defoliación	Jornal	22	25	550
Cosecha	Jornal	45	25	1,125
Clasificación, pesado y almacenado	jornal	45	25	1,125
<b>Subtotal</b>				<b>8,425</b>
<b>Insumos:</b>				
Semilla registrada	Quintal	62.64	160	10,022.40
Fertilizante orgánico	Quintal	91.11	34	3,097.74
Fertilizante 15-15-15	Quintal	17.08	80	1,366.40
Fertilizante urea	Quintal	2.53	89	225.17
Insecticida Thiodan	Litro	18	95.5	1,719
Insecticida Confidor	Kg	0.57	2780	1,584.60
Funguicida Curzate	Kg	1.44	250	360
Funguicida Positron duo	Kg	3	180	540
Funguicida Antracol	Kg	5.28	32	168.96
Funguicida Euparen	Kg	2.46	90.10	221.65
Abono foliar Bayfolan	Litro	13.67	36.50	498.96
Adherente Carrier	Litro	11.16	22	245.52
<b>Subtotal insumos</b>				<b>20,050.40</b>
<b>Subtotal costos directos</b>				<b>28,475.40</b>
<b>Costos Indirectos</b>				
Arrendamiento	hectárea	1	1,138.95	1,138.95
Intereses				
Gastos administrativos	15% CD			4,271.31
<b>Subtotal costos indirectos</b>				<b>5,410.26</b>
<b>Costo total de producción/Ha</b>	<b>Q.28,475.40</b>			
<b>Producción</b>	<b>862.41 quintales</b>			
<b>Precio de venta</b>	<b>Q. 160.00</b>			
<b>Ingreso bruto</b>	<b>Q. 137,985.60</b>			
<b>Costo de producción por quintal</b>	<b>Q. 33.02</b>			

Fuente: Sub-unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, ICTA, Huehuetenango.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Internacional de Investigación de Hortalizas. Producción de Papa. Brasilia, Brasil. 1987. 239pp.
- De Icochea, T.A. Compendio de enfermedades de la papa. Traducción de Compendium of Potato Diseases. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 1980. 166pp.
- Ezeta, F. N. La competitividad en el cultivo de papa en Latinoamérica y el Caribe: implicaciones y retos inmediatos. Lima, Perú. Centro Internacional de la papa, CIP. sf. 8pp. (fotocopias).
- Hooker, W.J. Compendio de enfermedades de la papa. Traducción de Teresa Ames de Icochea. Lima, Centro Internacional de la Papa. Sf. 166 pp.
- Huamán, Z. Botánica sistemática y morfología de la papa. 2<sup>da</sup> ed. Revisada. Lima, Centro Internacional de la Papa. 1986. 22pp. (Boletín de Información Técnica 6).
- ICTA. Almacenamiento de papa para semilla. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 1990. 27pp. (Folleto Técnico 26).
- \_\_\_\_\_. Almacenamiento de papa para consumo. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 1989. 31pp. 2<sup>da</sup> edición (Folleto Técnico 28).
- \_\_\_\_\_. Catálogo de variedades de papa. Guatemala, Octubre 2002. Primera edición. 22pp.
- \_\_\_\_\_. Curso teórico-práctico para agricultores sobre producción comercial y semilla de tubérculo de papa. Guatemala. Santa Cruz, El Quiché. 1998. 31pp.
- \_\_\_\_\_. Curso: producción de semilla certificada de papa. Guatemala, Quetzaltenango. 2000. 72pp.
- ICTA-DIGESA. Recomendaciones prácticas para el cultivo de papa en Guatemala. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas y Dirección General de servicios agrícolas. 1994. 27pp.
- ICTA-PRECODEPA. El cultivo de la papa en cifras. Guatemala. 2000. 79p.
- ICTA-PRECODEPA. Memoria: primer seminario taller internacional de tecnología post-cosecha en papa. Guatemala. 1987. 266pp.
- ICTA-PROYECTO CUCHUMATANES. Recomendaciones técnicas agropecuarias. Guatemala, Huehuetenango. 1999. 128pp.
- Montaldo, A. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1984. 706pp.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. El cultivo de papa con énfasis en producción de semilla. Lima, Perú. 1987. 327pp.
- Valencia, L. Control integrado de plagas de papa. (Memorias del curso). Centro Internacional de la Papa, CIP. Bogotá, Colombia. 1986. 199pp.
- Wiersema, S. G. Desarrollo fisiológico de tubérculos-semillas de papa. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa, CIP. 1986. 22pp. (Boletín de Información Técnica 6).