

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Establecimiento de las Condiciones para la Selección de Papa (*Solanum tuberosum*) Apta para el Proceso de Freído

Por

**GAZPAR RODRÍGUEZ BERLANGA**

MEMORIA DE EXPERIENCIAS PROFESIONALES

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

SALTILLO COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Establecimiento de las Condiciones para la Selección de Papa (*Solanum tuberosum*) Apta para el Proceso de Freído

Por

**GAZPAR RODRÍGUEZ BERLANGA**

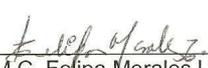
MEMORIA DE EXPERIENCIAS PROFESIONALES

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

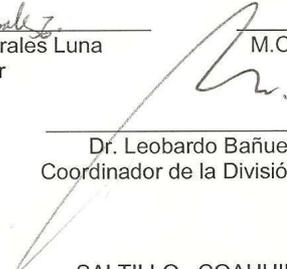
**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada

  
M.C. María Hernández González  
Asesor Principal

  
M.C. Felipa Morales Luna  
Coasesor

  
M.C. Sarahí del Carmen Rangel Ortega  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2013

## AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista

Al departamento de Parasitología por brindarme sus instalaciones durante mi preparación como alumno.

A todos mis maestros que me brindaron sus conocimientos.

A mis compañeros de la generación XLVI

A Norma Irene Cantú Sifuentes por su gran amistad y excelente compañera durante todos mis estudios.

A Juan Manuel Yen Zúñiga y David Jiménez González por su amistad y apoyo.

## DEDICATORIAS

A ti DIOS que siempre has estado a mi lado siempre y en todo lugar.

A mis padres JESUSITA Y PEDRO con todo mi amor

A mis hermanos Francisco, Javier, Pedro, María Elena y Armando con quien he disfrutado esta gran vida.

A Delfina Ortiz Presas mi compañera que está compartiendo mi vida. TE AMO.

A mis hijos Georgina, Augusto Armando y Valeria que son el motor principal de mi vida para que siga adelante y siempre están en mi corazón.

A la M.C. María Hernández González por su gran apoyo en este trabajo.

A la M.C. Felipa Morales Luna por su trabajo y apoyo en este trabajo.

A la M.C. Sarahí del Carmen Rangel Ortega por su trabajo y apoyo en este trabajo.

A la Lic. Ma. Luisa Briones Soto por su apoyo y ayuda en este trabajo.

A mi gran AMIGO Antonio Hernández Paz y a su apreciable familia por su amistad de tantos años en las buenas y en las malas.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIAS.....	IV
RESUMEN.....	X
PALABRAS CLAVE.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1 Utilización de la papa.....	4
2 Generalidades del cultivo.....	5
2.1 Taxonomía.....	6
2.2 Principales enfermedades de la papa.....	7
2.2.1 Tizón tardío de la papa ( <i>Phytophthora infestans</i> ).....	10
2.2.2 Alternaria o tizón temprano de la papa ( <i>Alternaria solani</i> ).....	11
2.2.3 Pierna negra ( <i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> ).....	11
2.2.4 Palomilla ( <i>Phthorimaea operculella</i> ).....	12
3 Cosecha y selección.....	13
3.1 Eliminación de follaje.....	13
3.2 Desordenes fisiológicos.....	17
4 Calibrado.....	21
5 Lavado y cepillado.....	21
6 Almacenamiento.....	21
7 Factores de almacenamiento.....	23
7.1 Temperatura.....	23
7.2 Respiración.....	24
7.3 Brotación.....	25
7.4 Humedad.....	26
7.5 Ventilación.....	26
8 Técnicas para un buen almacenamiento.....	27
9 Recomendaciones finales para evitar pérdidas de cosecha y almacenaje.....	28
10 Uso industrial.....	29
11 Características ideales para procesos industriales de frituras.....	29
12 Aspectos químicos del tubérculo.....	31

12.1	Azúcares solubles .....	31
12.2	Enverdecimiento.....	32
12.3	Ennegrecimiento .....	34
12.3.1	Ennegrecimiento enzimático en crudo .....	34
12.3.2	Ennegrecimiento interno en crudo .....	35
12.3.3	Ennegrecimiento posterior a la cocción .....	35
12.3.4	Ennegrecimiento no enzimático posterior a la cocción .....	35
12.4	Textura .....	36
12.5	Materia seca.....	37
13	Características adecuadas para el uso industrial .....	40
BIBLIOGRAFÍA.....		56
CITAS DE INTERNET .....		57

## ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....	6
--	---

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Influencia de las propiedades de los tubérculos sobre el tipo de daños, (según Hugues, 1980. Citado por Rousselle <i>et al</i> , 1999) .....	16
Figura 2. Tubérculos con segundos crecimientos en cuello de botella o piriformes. (Alonso, 2002).....	18
Figura 3. Tubérculos con crecimiento en rosario o gemación (Alonso, 2002) ....	19
Figura 4. Tubérculos con grietas debidas al crecimiento demasiado rápido. (Alonso, 2002) .....	19
Figura 5. Tubérculos con corazón hueco asociado con necrosis reticular o “salchichón” (Alonso, 2002) .....	20
Figura 6. Rangos de temperatura para almacenaje de la papa (Contreras, citado en Agrarias, 2012). .....	24
Figura 7. Tubérculo con corazón negro producido por asfixia o falta de oxígeno (Alonso, 2002) .....	27
Figura 8. Etapas sucesivas de la transformación de los principales productos derivados de la papa (según Rousselle, <i>et al</i> , 1999).....	30
Figura 9. Evolución de los azúcares solubles, durante el ciclo vegetativo. Var Record (según Burton y Wilson, 1970; citados por Rousselle <i>et al</i> , 1999). .....	31
Figura 10. Evolución del contenido de azúcares reductores de los tubérculos durante la conservación a diferentes temperaturas. Var. Bintje (Grison, 1983; según Rousselle <i>et al</i> , 1999) .....	32
Figura 11. Representación esquemática de las moléculas de solanidina, solanina y chaconina. (Según Rousselle <i>et al</i> , 1999).....	33
Figura 12. Influencia de los índices de tirosina sobre el ennegrecimiento de los tubérculos de papa (según Rousselle <i>et al</i> , 1999).....	34
Figura 13. Relación entre el color de los chips y el contenido del jugo en azúcares reductores (según Fuller y Hugues, 1984, citados por Rousselle <i>et al</i> , 1999).....	36
Figura 14. Conversiones de los pesos específicos, materia seca y contenido en almidón a partir de muestras de 5 Kg .....	39
Figura 15. Efecto del contenido en materia seca de los tubérculos sobre la calidad gustativa de los fritos (bastones) (según Talburt y Smith, 1967; citados por Rousselle <i>et al</i> , 1999) .....	40
Figura 16. Relación entre el rendimiento en chips y contenido de aceite sobre el contenido de materia seca (según Rousselle <i>et al</i> , 1999) .....	40

Figura 17. Criterios de selección de papas para los diferentes usos industriales (según Rousselle <i>et al</i> , 1999) .....	43
Figura 18. Terrones, piedras y residuos de cosecha. ....	45
Figura 19. Papas con brotes.....	45
Figura 20. Papas con grietas o rajaduras. ....	45
Figura 21. Papas con hongos. ....	46
Figura 22. Papas bofas o aguadas. ....	46
Figura 23. Papas verdes.....	46
Figura 24. Papas con plaga. ....	47
Figura 25. Papas podridas.....	47
Figura 26. Papa Mono. ....	47
Figura 27. Selección de papas por tamaños: papa canica, papa chica, papa mediana y papa grande. ....	48
Figura 28. Papas con corazón hueco. ....	48
Figura 29. Papas con daños por grietas .....	49
Figura 30. Papas con daños por plagas. ....	49
Figura 31. Papas con pulpa verde. ....	49
Figura 32. Papa adecuada para la fritura.....	50
Figura 33. Preparación de la muestra para freído utilizando un sacabocados ...	51
Figura 34. Equipo para determinar el color de las papas fritas.....	51
Figura 35. Tablas o plantillas de color comparativas para papas fritas. ....	52
Figura 36. Patrones y muestras de color en papas fritas.....	52
Figura 37. Papas fritas de color no aceptable.....	52
Figura 38. Papas fritas de color aceptable.....	53
Figura 39. Diagrama de flujo en el que se muestra el procedimiento desde recepción de los lotes de papa, hasta su determinación final para el proceso industrial del freído. ....	54

## RESUMEN

Posterior a la cosecha, los tubérculos de papa que se destinan al uso industrial se someten a condiciones de almacenaje adecuados para su proceso industrial, de acuerdo a las necesidades mismas se pueden someter directamente a su uso, cuando este producto pudiera llegar a escasear, previo a pruebas rápidas de freído y determinación de parámetro de color adecuado y prueba de sólidos, además de una inspección visual rápida.

Para que los tubérculos de papa puedan ser sometidos a su proceso industrial de freído se requieren que cumplan con ciertas características físico-químicas las cuales son de gran importancia ya que de no cumplirse pueden generar grandes pérdidas económicas de la materia prima como el mismo tubérculo, agua, electricidad, mano de obra, aceite, maquinaria, etc.

Son de gran importancia los aspectos físicos y químicos que se determinan durante una muestra, se describen como selección de tamaños como papa canica, papa chica, papa mediana y papa gigante; defectos visuales: papas con daño mecánico, papas con coloración verde, papas podridas, papas bofas o aguadas, cantidad de tierra o terrones, piedras, lodo, papas con grietas, deformes, papas enfermas o con plaga, dentro de los aspectos químicos tenemos prueba de sólidos y la prueba de freído para determinar el color adecuado, el sabor y la textura. Posterior a estas pruebas se determina si el lote inspeccionado de papas es apto para el proceso industrial o de lo contrario se procede a rechazar el producto.

## PALABRAS CLAVE

Papa, tubérculo, selección, almacenamiento, industria

## INTRODUCCIÓN

Desde la recolección hasta la utilización, los tubérculos respiran y transpiran activamente y están dispuestos a diversos ataques (daños mecánicos, desarrollo de enfermedades) que pueden provocar rápidamente su destrucción si el medio ambiente es favorable para ello. Asimismo, su contenido en azúcares reductores, de los que depende mucho su aptitud para la transformación en productos fritos, lo cual puede variar durante su conservación.

La industria de las botanas ha cobrado gran auge, la alta producción se debe a que el mercado nacional de las frituras representa uno de los más fuertes ya que cuenta con una gran cantidad de consumidores habituales, y que además destina proporcionalmente una parte de sus ingresos a estos productos, en lugar de la adquisición de alimentos básicos.

El procesamiento de papa y la tendencia del consumo actual se relacionan con los países desarrollados. La producción es altamente industrial, tecnológicamente avanzada y depende en gran medida de un coherente y asegurado suministro de materia prima. El suministro de materia prima es crucial para el desarrollo de una industria moderna de procesamiento y su cadena agroalimentaria. Está basada en cultivos adecuados, buenas prácticas agrícolas, almacenamiento en frío desde la cosecha, control permanente de la calidad durante el almacenamiento y una entrega programada a la planta de transformación.

Los productos de la papa que se fríen en su preparación final, contienen aceite o grasa, además de sal que son ampliamente considerados como no saludables. La industria ya está reaccionando mediante el desarrollo de nuevos productos con menor cantidad de grasa, mejor composición de ácidos grasos y menos sal. Al mismo tiempo algunas propiedades de la papa, tales como su excelente perfil nutricional, el bajo valor energético, su riqueza en vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes podrían valorarse ahora más que nunca.

Para la elaboración de papas fritas se necesitan papas con bajo contenido de carbohidratos ya que el exceso de éste en la hojuela de papa origina coloraciones indeseables en el producto final. La papa óptima para la elaboración de papas fritas en México es la variedad Atlantic.

Para la utilización de la papa en el sector industrial, es necesario determinar los parámetros físicos adecuados para el uso de hojuelas fritas y de acuerdo a las necesidades de la propias de la industria en forma particular esto significa que, lo que es adecuado para la industria en cuanto a aspectos físicos de los tubérculos no significa que lo sea para otra, esto varía según el producto a elaborar.

La papa es la materia prima esencial para la industria del procesamiento en términos de calidad, precio y ganancia. La obtención de nuevas variedades es crucial para su desarrollo futuro. Estas deben de tener una mejor forma, mayor longitud (bastones), un bajo contenido de azúcares reductores, conservar el color después de procesadas y ser más resistentes contra enfermedades y la sequía. En los países en desarrollo como México, Venezuela, Bolivia, Chile, etc. las variedades de papa nativa reemplazaran con el tiempo las variedades americanas y europeas.

Las características aptas de las papas para el proceso de industrialización se pueden resumir como sigue: forma oval u ovoide, libres de plagas y enfermedades, pulpa y color característicos de la variedad, olor, sabor y textura agradables, sólidos totales de (14 a 20%), bajo porcentaje de azúcares reductores y color amarillo claro a amarillo oro como aceptable durante el proceso de freído.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Presentar las características idóneas para el manejo y selección de papa apta para la industria de la fritura.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definir las características de las diferentes variedades de papa aptas para el proceso de freído.

Citar las características físicas y químicas a evaluar para el proceso de aceptación o rechazo de la papa como materia prima.

Citar las características óptimas del correcto almacenamiento del producto escala industrial.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## 1 UTILIZACIÓN DE LA PAPA

La mayoría de las papas producidas en el mundo se consumen en fresco, pero en los países más desarrollados cada vez es más alto el porcentaje de papas que se transforman de una u otra manera para su aprovechamiento posterior en los diferentes usos que se le da. Actualmente en la industria de la papa, las técnicas han evolucionado, los principios siguen siendo los mismos: papas troceadas congeladas y purés deshidratados, a los que hay que añadir otros sistemas de conservación mediante fritura unos y mediante cocción posterior otros (Alonso, 2002).

La papa también sirve de materia prima en otras transformaciones industriales, en especial a partir de uno de sus elementos, el almidón, llamado también fécula. El almidón de fácil extracción y purificación se emplea tal cual o bien despolimerizado en forma de dextrina (“almidón modificado”) en diferentes industrias alimenticias: como espesante y estabilizante de los helados, sopas, salsas, etc.; como sustituto de la harina para aligerar las pastas de fabricación de galletas, repostería, pastelería, etc. En la industria farmacéutica la fécula sirve a menudo como excipiente para los comprimidos. El engrudo de almidón en forma de escamas hinchables y pregelatinizadas, es empleado en la fabricación de pastas de papel, papel couché, cartonajes y en la industria del contraplacado y paneles aglomerados (Alonso, 2002).

Como se ve, las aplicaciones de la papa son múltiples y muy variadas y aunque su principal utilización es para consumo humano en fresco, en algunos países, como Estados Unidos, más del (50%) de la papa producida es transformada industrialmente (Alonso, 2002).

## 2 GENERALIDADES DEL CULTIVO

La papa o patata (*Solanum tuberosum*) es una planta de la familia de las Solanáceas, cultivada en casi todo el mundo por su tubérculo comestible. Es originaria del altiplano andino en un área que coincide aproximadamente con el sur de Perú, donde ha sido cultivada y consumida al menos desde el VIII milenio A.C. Introducida en Europa por los conquistadores españoles, tardo en incorporarse a la dieta por contener sustancias tóxicas en sus partes verdes se ha convertido en uno de los principales cultivos del planeta. *S. tuberosum* es una planta anual, de tallo erecto, que puede medir hasta (1 m) de altura. Sus hojas son compuestas, con siete folíolos de forma lanceolada, con grados variables de pilosidad, las flores tienen forma de estrella y sus pétalos están fusionados. El color de la flor puede ser blanco, rosado o violeta con el centro amarillo. Su fruto es una baya verde, de forma semejante a un tomate pero mucho más pequeño, que contiene en su interior unas (400) semillas. La parte que se consume es el tubérculo, es decir, un engrosamiento subterráneo de los tallos que sirve para almacenar sustancias de reserva. Los tubérculos están cubiertos por una exodermis que aparece al romperse la epidermis que va engrosándose con el tiempo. Sobre su superficie existen “ojos”, hundimientos para resguardar las yemas vegetativas que originan los tallos, que están dispuestos en forma helicoidal. Además, hay orificios, que permiten la respiración, llamados lenticelas (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2012).

La papa es un tubérculo incluida dentro de las hortalizas o en el grupo de los alimentos feculentos o amiláceos, cuyo valor nutritivo ha sido subestimado. La mayoría de la gente la considera como un alimento nutritivamente pobre. Lo cual es completamente falso, ya que la papa aporta más nutrientes que energía al organismo, siendo un alimento muy nutritivo con elevado contenido de potasio, almidón y vitamina C. Desempeña funciones energéticas debido a su gran contenido en almidón, así como también funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra. Además contiene proteínas, presentando éstas un valor biológico relativamente alto dentro

de los alimentos de origen vegetal (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2012).

El valor nutricional de la papa depende mucho de su estado óptimo de madurez y de la forma de consumo. Las papas fritas, por estar impregnadas de aceite, presentan un valor calórico de (4 a 5) veces superior al valor calórico de las papas guisadas o deshidratadas. Además en el proceso de pelado se pierde gran parte de su valor nutricional, ya que su piel es especialmente rica en minerales, proteínas, vitaminas y fibra (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2012).

## 2.1 TAXONOMIA

Báez (1993) y Mier (1986), citados por Cepeda (2003), ubican al cultivo de la papa en los siguientes niveles taxonómicos como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum*)

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Spermatophyta
Tipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledon
Subclase	Gamopétala
Orden	Tubiflora
Familia	Solanacea
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>
Subgénero	Pachyteromum
Sección	Tuberarium
Subsección	Hyperbasartrum
Especie	<i>tuberosum</i>

## 2.2 PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LA PAPA

Gregory y Andrade (1996) y Alonso (2002) citan las principales enfermedades y plagas que afectan al cultivo de la papa, las cuales se presentan a continuación:

Problemas producidos por causas ambientales:

Corazón negro.

Tubérculos helados. Necrosis por frío.

Daños en el follaje por baja temperatura.

Corazón hueco.

Crecimiento secundario y en rosario.

Tubérculos pelados y magullados.

Tubérculos agrietados.

Verdeo.

Daños provocados por granizo, viento, heladas, etc.

Deficiencias de nutrientes (N, P, K, Ca).

Podredumbre apical gelatinosa.

Quemaduras por fertilizante.

Lenticelosis.

Necrosis por calor y sequía.

Mancha negra interna.

Necrosis reticular.

Enrollamientos de hoja no virales.

Deficiencia de oxígeno.

Enfermedades producidas por bacterias:

Pierna Negra y Pudrición Blanda (*Erwinia carotovora*).

Marchitez Bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*).

Necrosis Bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*).

Sarna Común (*Streptomyces scabies*).

Enfermedades producidas por hongos:

Mildiu o Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).  
Alternaria o Tizón temprano (*Alternaria solani*).  
Sarna Pulverulenta o Roña (*Spongospora subterranea*).  
Sarna Verrugosa (*Synchytrium endobioticum*).  
Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*).  
Sarna Plateada (*Herminthosporium solani*).  
Gangrena (*Phoma exigua*).  
Fusarium (*Fusarium solani*).  
Mancha en la Piel (*Oospora pustulans*).  
Pudrición Rosada (*Phytophthora erythroseptica*).  
Esclerotinosia (*Sclerotinia sclerotium*).  
Oidiosis (*Erysiphe cichoracearum*).  
Pudrición Basal (*Sclerotium rolfsii*).  
Marchitez por Verticillium (*Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*).  
Torbo (*Rosellinia* sp.).  
Carbón (*Thecaphora solani*).

Enfermedades producidas por virus:

Virus del Enrollado (VLRV).  
Virus Y (PVY).  
Virus Leves (PVA, PVM, PVS, PVX).  
Virus de la Marchitez Apical (TSWV).  
Viroide del Tubérculo Ahusado (PSTV).  
Enrollamiento de las Hojas (PLRV).  
Moteado de la Papa Andina (APLV).  
Virus Latente de la Papa Andina (APLV).  
Mosaicos (PVX, PVS, PVM, PVY, PVA)  
"Calico" y "Aucuba" (AMV, PAMV, TRSV, TBRV).

Amarillamiento de las Nervaduras de la Papa.

Enfermedades producidas por Micoplasmas:

Punta Morada (*Micoplasma stolbur*).

Plagas de nematodos:

Nematodos del Quiste (*Globodera rostochensis* y *G. pallida*).

Nematodo Formador de Nódulos (Género *Meloidogyne*).

Nematodo de la Podredumbre (*Ditylenchus destructor*).

Falso Nematodo del Nódulo de la Raíz (*Nacobbus aberrans*).

Nematodo de la Lesión Radicular (*Pratylenchus spp*).

Plagas:

Escarabajo (*Leptinotarsa decemlineata*).

Gusano de Alambre (*Agriotes spp*).

Gusanos Grises (*Agrotis spp*).

Afidos (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacortum solani*,  
*Aphis nasturti*).

Palomilla (*Phthorimaea operculella*).

Trips (*Frankliniella spp*).

Cigarritas Verdes (*Empoasca spp*. y otros géneros).

Gusanos Cortadores (*Noctuidae spp*).

Pulguilla de la Papa (*Epitrix spp*).

Gusano Blanco (*Premnotypes spp*).

Gusano Arador (*Phyllophaga spp* y otros *Scarabaeidae*).

Ácaros (*Teranychus spp.*, *Polyphagotarson emuslatus*).

Mosca Minadora (*Liriomyza huidobrensis*).

Escarabajo Negro de la Hoja (*Epicauta spp*):

Escarabajo Verde de la Hoja (*Diabrotica spp*).

Malas Hierbas:

De hoja ancha: (*Iresine diffusa*, *Solanum elaeagnifolium*)

De hoja estrecha: (*Elusine indica*, *Conyza bonariensis*)

A continuación se mencionan las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la papa en el estado de Coahuila.

### 2.2.1 TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA (*Phytophthora infestans*)

El tizón tardío de la papa ocurre casi en todas las regiones donde se cultiva esta. Donde la papa se cultiva en grandes extensiones de tierra y donde el clima húmedo y moderadamente frío favorece tanto la producción de los tubérculos como la enfermedad. El tizón tardío muestra una gran virulencia también en tomates y otras solanáceas. La enfermedad puede destruir los follajes y los tallos de la planta en cualquier momento durante la estación de crecimiento de las plantas, también puede atacar los tubérculos y los frutos, los cuales se pudren en el campo o cuando se almacenan (Agrios, 2008).

La enfermedad puede atacar totalmente la planta en la zona de cultivo al cabo de una o dos semanas, cuando las condiciones del clima son favorables y cuando no se aplica ningún método de control. Los síntomas son principalmente manchas aguanosas circulares o irregulares y por lo común aparecen en las puntas o bordes de las hojas inferiores, las manchas se extienden con rapidez y forman zonas pardas y atizonadas que presentan bordes irregulares. En tiempo húmedo las manchas crecen con gran rapidez hasta morir los folíolos y todos los órganos aéreos pudriéndose y desprendiendo un olor característico. En los climas secos las funciones del hongo se inhiben. Los tubérculos cuando son infectados muestran manchas irregulares y son de color pardo negruzco, cuando se cortan, el tejido tiene apariencia aguanosa presenta color oscuro a rojizo y posteriormente adquieren firmeza continuando la pudrición, posteriormente el tubérculo puede ser atacado por otros hongos y bacterias creando pudriciones

blandas, originando olores desagradables y putrefactos. El tizón tardío se puede controlar satisfactoriamente mediante la combinación de varias medidas sanitarias, variedades resistentes, aspersiones con compuestos químicos aplicados en la temporada adecuada (Agrios, 2008).

### 2.2.2 ALTERNARIA O TIZÓN TEMPRANO (*Alternaria solani*).

La alternaría es una enfermedad producida por el hongo *Alternaria solani* que suele afectar a los tallos y las hojas de la planta y en menor medida a los tubérculos. La infección suele empezar por la hojas de abajo que son las más viejas. Las lesiones aparecen al principio como manchas circulares que se van oscureciendo a medida que crecen. A menudo, las lesiones presentan anillos concéntricos formados por tejido necrótico hundido y levantado alternadamente, lo que da una apariencia de “diana” u “ojo de buey”. Las manchas adquieren un color mate que varía de marrón oscuro a negro. Cuando la enfermedad ataca al tubérculo las lesiones son oscuras y hundidas, la piel que rodea las lesiones esta arrugada, la pulpa por debajo de la lesión se seca, la textura es corchosa de color amarillo a castaño. La enfermedad se presenta con mayor rapidez durante los periodos en que se dan condiciones ambientales de humedad y sequia alternativamente cuando hay muchos días continuos con presencia de rocío. Cuando el ataque es fuerte el hongo mata el follaje por lo tanto reduce el rendimiento del cultivo. Para el control de esta enfermedad se utilizan fungicidas protectores como Mancozeb y Maneb para el follaje y en dejar que los tubérculos maduren antes de la recolección para evitar heridas durante la cosecha, además de una adecuada fertilización (Alonso, 2002).

### 2.2.3 PIERNA NEGRA (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*).

Gregory y Andrade (1996), mencionan que la pierna negra en las plantas de la papa y la pudrición blanda en los tubérculos son enfermedades ampliamente diseminadas y especialmente dañinas en los climas húmedos. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ocurre generalmente en climas calurosos. *E.c.* subsp. *atroseptica* en climas fríos y *E. chrysanthemi* solo en climas calientes. La pierna negra puede aparecer en cualquier etapa del desarrollo de la

planta cuando la humedad es excesiva. A menudo, lesiones negras y mucilaginosas van ascendiendo por el tallo desde un tubérculo-semilla infectado. Los tubérculos nuevos se pudren a veces en el extremo del estolón, las plantas jóvenes son generalmente enanas y erectas, puede darse el amarillamiento y el enrollamiento ascendente de los folíolos, seguidos a menudo por el marchitamiento y muerte de la planta. Las bacterias pueden infectar las lenticelas si la superficie de los tubérculos está húmeda, produciendo zonas circulares cóncavas desde donde la pudrición blanda puede expandirse rápidamente durante el transporte o el almacenamiento de los tubérculos (Gregory y Andrade, 1996).

En el campo o durante el almacenamiento, la pudrición blanda empieza muchas veces en las lesiones del tubérculo causadas por la manipulación mecánica o por enfermedades o plagas, los tejidos afectados se vuelven húmedos, de color entre crema y castaño, y blandos y es fácil separarlos del tejido sano. Esta enfermedad se puede controlar evitando la siembra en suelos húmedos y no regar demasiado, cosechar los tubérculos cuando estén maduros, manipularlos suavemente y no dejarlos expuestos al sol, los tubérculos no deben tener rastros de humedad exterior antes de ser almacenados o transportados. Algunas variedades son más resistentes que otras (Gregory y Andrade, 1996).

#### 2.2.4 PALOMILLA (*Phthorimaea operculella*)

Los daños de esta plaga se manifiestan por la formación de galerías en el interior del tubérculo, donde se encuentra la larva. Estas galerías deterioran el tubérculo y lo deprecian o inutilizan para su comercialización. En las galerías abiertas por las larvas se producen infecciones por hongos y bacterias del suelo, que normalmente pudren el tubérculo. La palomilla es una mariposa de (7 a 9 mm) que pone los huevos en la superficie de los tubérculos que es lo más común, las larvas al eclosionar roen el tubérculo en los puntos más débiles de su piel, generalmente por ojos y yemas penetrando al interior excavando galerías, lo que da origen a focos de putrefacción, favorecidos también por altas temperaturas ya que la “palomilla” es típica de regiones cálidas y solo vuela a

temperaturas muy altas. En los almacenes, además de los daños a los tubérculos se ven los excrementos de insectos, se ve el vuelo de las siguientes generaciones (Alonso, 2002).

Para el control de la plaga se requiere sembrar profundo, mantener el suelo bien regado y sin malas hierbas, utilizar papas libre de palomilla, utilizar insecticidas en la vegetación cuando se vean volar a los adultos, utilizar trampas con feromonas, y en su caso desinfectar almacenes (Alonso, 2002).

### 3 COSECHA Y SELECCIÓN

La cosecha es la actividad final de la producción de campo y una de las labores en que se debe esmerar la atención y cuidados. El cultivo debe de tener una buena maduración (Contreras, citado en Agrarias, 2012). Después de cortar el follaje, es necesario esperar cuando menos (15) días con la finalidad de que la cáscara del tubérculo se endurezca y no se pelen al momento de la cosecha (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012).

#### 3.1 ELIMINACION DE FOLLAJE

A los (80 o 90) días después de la siembra y de acuerdo a la variedad, cuando el follaje empieza a caer o toma un color amarillento, deben de tomarse muestras periódicamente para ver el tamaño de los tubérculos, con el fin de cosecharlos con tamaño comercial. Cuando aproximadamente el (75%) de las papas tengan el tamaño deseado se elimina el follaje, con lo cual se detiene el desarrollo del tubérculo. La eliminación del follaje debe de ser en forma mecánica cuando la papa se destina para consumo y con productos desecantes cuando es para semilla, el fin es dejar los tallos lo más cortos posibles. Los productos utilizados para desecar el follaje son Reglone (Diquat) en dosis de (3 Lt/ha); o bien Gramoxone (Paraquat) de (3 a 5Lt/ha), no se debe de aplicar en terrenos muy secos (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012).

Rousselle *et al*, (1999), mencionan que para la papa de consumo, la eliminación de las matas permite controlar el engrosamiento de los tubérculos y la acumulación de materia seca en función de su destino: En la transformación industrial para frituras, chips, purés de uso doméstico, se buscan contenidos elevados de materia seca (20 hasta 25%) y calibres suficientemente gruesos (50-70 mm para los bastones, 35-60 mm para los chips) La defoliación se realiza prácticamente en la completa madurez, durante la fase de senescencia del follaje. En el consumo de papas al vapor, para ensalada, papas doradas, que requieren un buen tiempo de cocción, es indispensable un contenido en materia seca inferior al (20%). Para el caso de muchas variedades, la destrucción de matas debe realizarse antes de la madurez, es decir “en verde”.

Contreras, citado en Agrarias (2012), menciona que la cosecha como fase final del cultivo es de alto riesgo por los daños que se puede ocasionar a la producción y por lo tanto es importante preocuparse por la calidad del producto a cosechar. Los factores que inciden en mayor grado sobre una buena cosecha de las papas son: madurez, condiciones del suelo al momento de la cosecha y daños mecánicos:

Madurez.- El cultivo tiene que alcanzar su madurez total, de forma natural o bien, prematuramente, mediante la eliminación oportuna del follaje, de esta manera se logra firmeza en la piel lo que da al tubérculo adecuada protección contra microorganismos del suelo adherido, los tubérculos inmaduros son sensibles a daños en su piel debido a que el tejido no está suficientemente suberizado.

Condición del suelo al momento de la cosecha.- El suelo no debe de estar muy húmedo para así poder cosechar tubérculos sanos y limpios, la temperatura no debe ser inferior a 8°C ya que el tubérculo aumenta su susceptibilidad a golpes durante la recolección y transporte.

Daños mecánicos.- Rousselle *et al*, (1999) mencionan que los daños mecánicos son responsables en gran proporción del devaluó de la papa frente a otras hortalizas. Sus consecuencias son múltiples y algunas se citan enseguida:

Pérdida de peso.- Esta aumenta durante la conservación debido a la transpiración, las pérdidas pueden ser hasta un (10%) cuando los tubérculos están fuertemente dañados.

Pérdida de almidón.- Esta pérdida es debido a la respiración y puede llegar hasta duplicarse el porcentaje del daño.

Pérdida por pudriciones.- Ocasionadas por parásitos de las heridas del tubérculo, como *Phoma sp*, *Fusarium sp* y *Erwinia sp*.

Pérdidas por pelado.- Este tipo de pérdidas pueden pasar desde un (13-18%) de la materia bruta hasta un (25-35%) en lotes dañados.

Deterioro de la calidad.- Los cortes, marchiteces y podredumbres deprecian no solamente el aspecto exterior del tubérculo sino que además favorecen el ennegrecimiento interno; así mismo provocan una elevación importante de la concentración en solanina de los tubérculos, especialmente en el caso de reventones y cortaduras.

Los daños mecánicos se producen por la colisión con cuerpos extraños como piedras, terrones, partes angulosas o rugosas de los materiales, o por caídas durante la manipulación, implementos mal usados: azadones, cubiertas de implementos mecánicos sin gomas, pisotones, etc. (Contreras, citado en Agrarias, 2012).

La mancha o ennegrecimiento interno de los tubérculos se produce a consecuencia de golpes, estos golpes en la mayoría de los casos se producen en la superficie del tubérculo, pero las reacciones a ese golpe, en vez de ser superficiales, se sitúan en el anillo vascular, las células lesionadas de esa región se rompen después de algunos días, en el curso de los cuales por una serie de reacciones en cadena se liberan las sustancias fenólicas (Tirosina, ácido clorogénico) y se transforman por la acción de catalizadores (fenolasas) en melanina, dándoles a los tubérculos un color gris azulado (Contreras, citado en

Agrarias, 2012). En la Figura 1 se indica cómo influyen los tipos de daños sobre las propiedades del tubérculo.

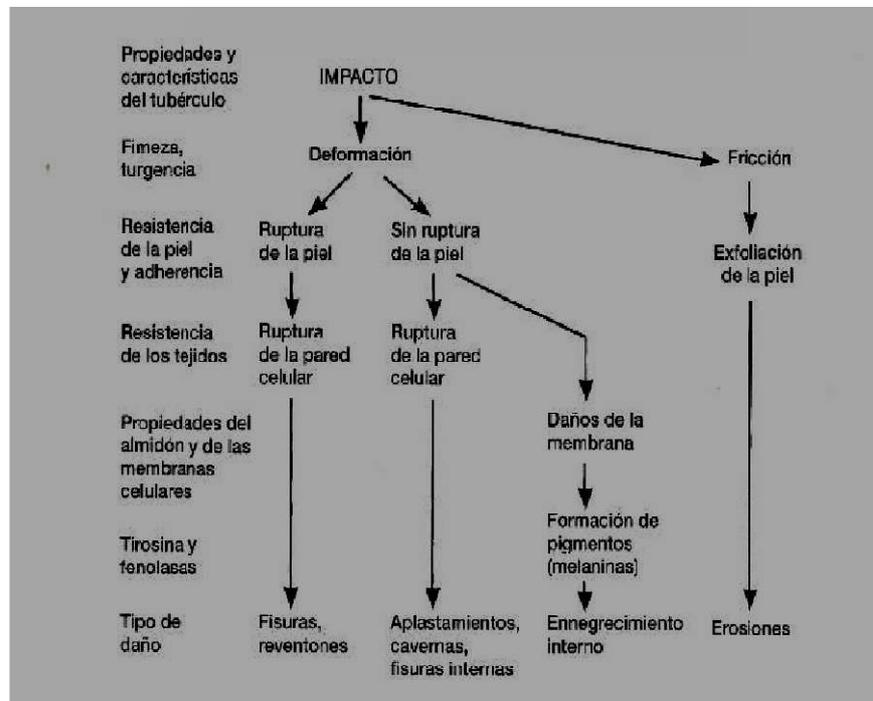


Figura 1. Influencia de las propiedades de los tubérculos sobre el tipo de daños, (según Hugues, 1980. Citado por Rousselle *et al*, 1999)

Contreras, citado en Agrarias (2012), menciona que durante la recolección las causas más comunes de daños son:

Cortes de tubérculos provocados por bandas de cosechadoras mal ajustados o con filos.

Cortes por implementos como azadones o arados.

Golpes fuertes debido a caídas en las cosechadoras.

Agitación violenta con piedras y terrones.

Arrojándolas o aventándolas de una superficie a otra.

Pisando las papas durante las maniobras de cosecha, selección, transporte o almacenaje.

Descarga violenta en almacenes (golpes de bodega).

Mal manejo de los sacos de contención.

### 3.2 DESORDENES FISIOLÓGICOS

Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce (2012), mencionan que los desórdenes fisiológicos son los daños que no son causados por agentes biológicos (microorganismos o insectos), también son llamados “desordenes abióticos” y pueden afectar la buena apariencia externa o interna de los tubérculos. Los factores ambientales, las prácticas inadecuadas, las altas o bajas temperatura, niveles irregulares de humedad o nutrientes del suelo pueden causar desórdenes indeseables.

A continuación se mencionan algunos de los desórdenes más comunes:

Crecimientos Secundarios.- Cuando el estrés ambiental detiene temporalmente el crecimiento del tubérculo, la reanudación del mismo puede originar un desarrollo no uniforme del tubérculo llamado crecimiento secundario, a estas protuberancias, se pueden dar en una o más yemas laterales, se les denomina “cuellos de botella”, “terminación puntiaguda”, “badajo de campana” y “papa mono”. Los factores que pueden interrumpir el crecimiento normal de los tubérculos son: daños por heladas o granizo a las hojas, altas temperaturas del suelo (arriba de 27°C), baja humedad y desbalance en la fertilización o una mala combinación de estos. Los crecimientos secundarios no pueden evitarse completamente, sin embargo se pueden minimizar, con el espacio adecuando entre los surcos para asegurar una adecuada distribución de los tubérculos y manteniendo los niveles de nitrógeno y humedad adecuados que permitan uniformidad en el desarrollo del cultivo (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012). En la Figura 2 se muestran los crecimientos secundarios en el tubérculo de papa.



Figura 2. Tubérculos con segundos crecimientos en cuello de botella o piriformes. (Alonso, 2002)

Tubérculos encadenados.- Estos pueden formarse a partir del tubérculos principal, como una serie de tubérculos seguidos a los largo del estolón, esta condición se presenta posterior a una alta temperatura del suelo (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012).

Tubérculos pequeños.- Este desorden involucra la formación de varios tubérculos secundarios formados a partir de un tubérculo “semilla” que no produce follaje. Los tubérculos secundarios se desarrollan directamente de las yemas o pueden formarse de pequeños estolones que emergen de las yemas y forman pequeñas papas. Este desorden ocurre más frecuentemente cuando se utiliza papa fisiológicamente “vieja”, cuando los tubérculos son sembrados en suelos fríos abajo de (10°C), después de haber sido almacenados a temperaturas mayores a (20°C), para controlar este desorden se debe de almacenar la semilla a (4.4°C), evitar el uso de se milla vieja y no utilizar semilla vieja en suelos fríos o secos (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012). En la Figura 3 se muestran el crecimiento de tubérculos pequeños.

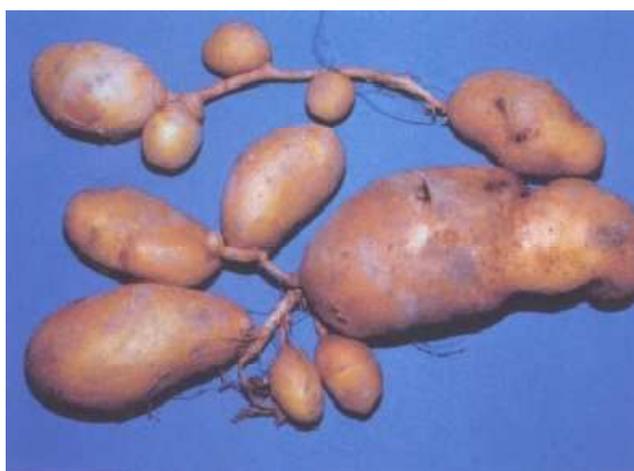


Figura 3. Tubérculos con crecimiento en rosario o gemación (Alonso, 2002)

Formación de grietas.- Son causadas por un repentino y rápido incremento en el volumen del tejido interno. Usualmente se forman a los largo y exponen el tejido cicatrizado, formando fisuras en la superficie del tubérculo. Las condiciones irregulares de humedad causan la formación de grietas, como las lluvias o riego pesado, seguidos por un periodo seco, pueden causar un rápido incremento en la actividad del crecimiento. Además, el desarrollo de grietas es más común donde el espacio entre plantas es más amplio, por lo que es necesario utilizar semilla y espaciamiento uniforme para obtener un adecuado número y tamaño de plantas por surco (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012). En la Figura 4 se muestran tubérculos con grietas.



Figura 4. Tubérculos con grietas debidas al crecimiento demasiado rápido. (Alonso, 2002)

Corazón Hueco.- El desarrollo de cavidades en el interior del tubérculo puede ser pequeño u ocupar toda el área de la pulpa, así mismo es posible encontrar uno o varios “huecos” en cualquier parte del tubérculo, en la pared de la cavidad, ocasionalmente se puede formar una capa suberizada, parecida a la piel del tubérculo. El corazón hueco está asociado con periodos rápidos de crecimiento del tubérculo y deficiencias de potasio. Las temperaturas frescas del suelo durante el inicio de la formación del tubérculo producen en la pulpa del tubérculo un centro café. Aproximadamente con cinco días continuos con temperaturas diurnas menores a (18°C) y nocturnas menores a (10°C) pueden provocar los daños a las células y luego manifestarse los síntomas del corazón hueco. Para disminuir la incidencia de este problema es recomendable disminuir los espacios entre los tubérculos de siembra y utilizar piezas grandes para asegurar una buena densidad de población y un buen número de tallos por surco. Además mantener niveles adecuados de humedad y fertilidad del suelo para lograr crecimientos adecuados del tubérculo, y cuando se estén formando los tubérculos regar cuidadosamente en climas frescos para evitar alta humedad del suelo (Macías *et al*, citados en INIFAP y Fundación Produce, 2012). En la Figura 5 se muestran tubérculos con corazón hueco.

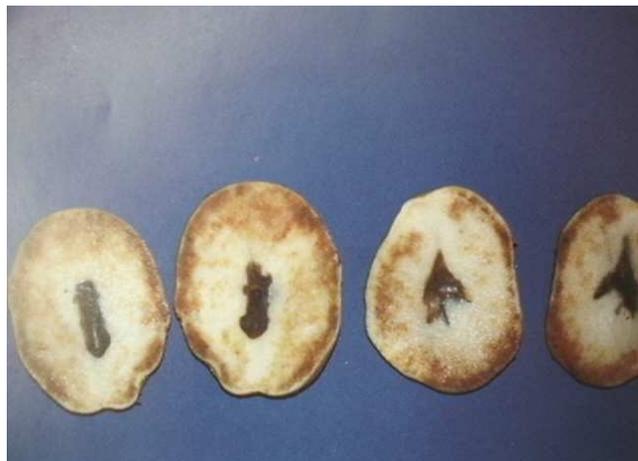


Figura 5. Tubérculos con corazón hueco asociado con necrosis reticular o “salchichón” (Alonso, 2002)

## 4 CALIBRADO

Rouselle *et al*, (1999); mencionan que cualquiera que sea el tipo de producción de papas, es obligatorio su calibrado, únicamente es diferente la distribución por calibres en función del destino del producto, siendo las papas de siembra la más variada clasificación. El calibrado es una operación importante y delicada ya que influye directamente sobre las cantidades de cada calibre y por otra, son grandes los riesgos de heridas y contaminación a los tubérculos. Los calibradores más usados son los de rejillas de mallas cuadradas con sacudidas oblicuas, rodillos de separación variables y las cadenas sin fin de malla cuadrada.

## 5 LAVADO Y CEPILLADO

La mejor presentación de las papas para el mercado puede aconsejar el cepillado, o el lavado para eliminar todo el resto de la tierra sobre los tubérculos, normalmente se realiza un lavado para las papas de primera al igual para las papas de conservación, es el único método que garantiza un producto perfectamente limpio y de aspecto atractivo. Sin embargo solo se puede realizar en lotes sin defectos importantes. En particular el estado sanitario debe de ser perfecto porque existen riesgos altos de podredumbre después del lavado, los cuales son mayores que cuando los tubérculos están heridos o inmaduros. En cualquier caso es necesario un secado antes de ensacar y transportar los tubérculos, las malas condiciones de transporte o almacenaje inducen rápidamente a que se produzcan podredumbres bacterianas. El lavado de los tubérculos en tolvas rellenas de agua es el procedimiento menos agresivo para los tubérculos. (Rouselle *et al*, 1999).

## 6 ALMACENAMIENTO

Después de haber tenido la preocupación de realizar una cosecha cuidadosa, se debe de prestar atención a la forma y modo de almacenar las

papas, para evitar pérdidas por deshidratación, brotación, pudriciones, calidad culinaria e industrial, entre otros. La papa tiene una producción estacional lo que significa épocas del año con ofertas voluminosas al mercado, no toda la papa ofrecida es consumida, lo que obliga a su almacenaje. Las papas se deben de almacenar, en parte, debido a la época de cosecha, ya que en otoño se presenta el grueso de la cosecha a nivel nacional, y como la población del país tiene un consumo uniforme, la producción debe de almacenarse para los periodos en los cuales no se tiene producción directa del campo. Se almacena para evitar que el mal clima del invierno y en terrenos bajos se pudra la papa. Por su parte la papa-semilla debe de esperar la época adecuada para ser plantada, por lo tanto también debe de almacenarse. La papa destinada ala industria requiere ser almacenada por clima y tiempo de procesamiento, igualmente debido a factores de índole económico como la oferta-demanda-precio, determinan esta necesidad de almacenar parte de las producciones (Todopapa, 2005).

Contreras, citado en Agrarias (2012), menciona que la papa es anatómicamente un tallo subterráneo que contiene un (75 a 80%) de agua, las células de la parte media y el parénquima se han multiplicado e hipertrofiado para formar tejido de reserva rico en almidón, succulento que como todo ser vivo respira transformado los carbohidratos en calor, agua y anhídrido carbónico. Una vez cosechado el proceso de respiración y transpiración continua, como también procesos bioquímicos que activan enzimas que conducen a la brotación. Durante el almacenaje tienden a deshidratarse y a brotar después de un periodo de latencia experimentando perdidas de peso y en calidad. Por otra parte su alto contenido de agua facilita el ataque de insectos y microorganismos produciéndose a menudo su destrucción.

En papas para el consumo es necesario mantener las cualidades organolépticas y de contenido nutritivo adecuado para la alimentación humana, limitar perdidas de peso, libre de oxidaciones y evitar el desarrollo de enfermedades, por lo cual es importante controlar la temperatura, humedad relativa del aire y ventilación. Por los motivos expuestos anteriormente se torna

difícil conservar papas por largo tiempo sin que se produzcan pérdidas que a veces pueden ser de consideración, con el objetivo de evitarlas o reducirlas al mínimo es necesario mantener los tubérculos en condiciones ambientales adecuadas que hagan posible retardar los procesos de deshidratación, brotación y pudrición (Contreras, citado en Agrarias (2012)).

Todopapa (2005), menciona que después de dos a tres meses de almacenamiento mal hecho, las papas comienzan a brotar, lo que origina:

Disminución de brotación de los tubérculos.

Pérdida de peso.

Disminución en el contenido de vitamina C.

Baja la presentación interna y externa, y el sabor de las papas se hace desagradable.

Si consideramos solo pérdida de peso, si se guarda en malas condiciones (100 Kg) de papa, después de cinco meses se tendrá (70 Kg) de papa aprovechables. En cualquier tipo de almacenaje se debe de conservar la buena calidad, buen gusto, evitar la deshidratación, brotación y enfermedades (Todopapa, 2005).

## 7 FACTORES DE ALMACENAMIENTO

### 7.1 TEMPERATURA

Los cambios fisiológicos y químicos son activados, en forma importante, por la temperatura a la que se somete el producto. Una temperatura ideal para almacenaje prolongado es de (4.5°C) para papa-semilla y consumo fresco, sin embargo a esta temperatura el proceso respiratorio se activa desdoblándose el almidón en azúcar. Estos azúcares hacen cambiar el color y sabor de las papas al freírlas. Es aconsejable que papas destinadas a frituras sean almacenadas entre (7.5 a 10°C) y las destinadas a puré en escamas y consumo fresco de (6 a 7°C). Las papas con exceso de azúcares reductores al ser llevadas por dos a

tres semanas a temperaturas de (15 a 18°C) transforman sus azúcares en almidón. Sin embargo en almacenaje prolongado a bajas temperaturas este efecto de reacondicionamiento será nulo. Bajo cualquier condición de almacenaje, el contenido en vitamina C baja rápidamente durante el primer mes de almacenaje. Su pérdida es mucho mayor a (4.5°C) que a (10°C) y hay aún menos pérdida de (15 a 20°C) (Contreras, citado en Agrarias, 2012). En la Figura 6 se indican los rangos de temperatura para almacenaje de la papa y su influencia sobre diversos factores.

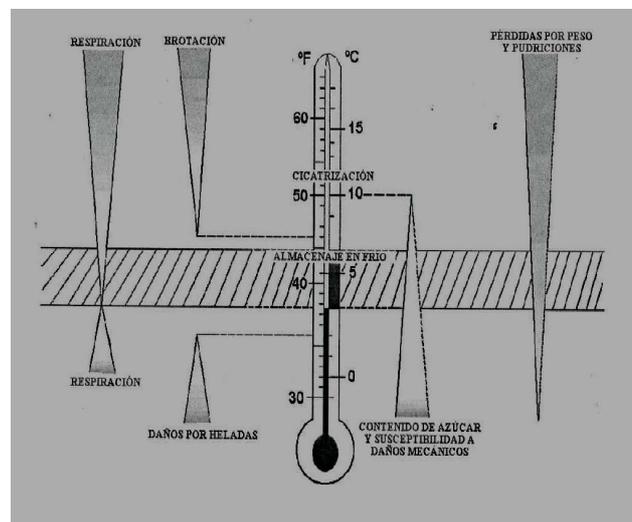


Figura 6. Rangos de temperatura para almacenaje de la papa (Contreras, citado en Agrarias, 2012).

## 7.2 RESPIRACIÓN

Rouselle *et al*, (1999), mencionan que una parte de la energía necesaria para la vida del tubérculo durante el almacenamiento procede de la respiración (formación de gas carbónico y agua a partir de los glúcidos) que produce una importante cantidad de calor. Su intensidad aumenta con la temperatura (la intensidad de la respiración es mínima entre 4 y 8°C), con el grosor del tubérculo, con el número de manipulaciones sufridas por los tubérculos en el

almacenamiento, y, por último, con el número y la importancia de las heridas sufridas durante su recolección.

El proceso depende del estado de madurez de los tubérculos y de la temperatura. La velocidad de respiración de los tubérculos inmaduros es considerablemente más alta que de los tubérculos maduros y posteriormente llega a ser similar. La respiración de los tubérculos maduros es a menudo tres veces mayor que la de los mismos tubérculos una semana después. Esta mayor velocidad de respiración esta, en parte asociada con los daños mecánicos que pueden haberse producido en cosecha y almacenaje, como también a la suberización de la piel (Todopapa, 2005).

### 7.3 BROTACIÓN

Inmediatamente después de la cosecha los tubérculos de papa se encuentran en un estado de receso en que son incapaces de emitir nuevos estados de desarrollo por estar bajo el efecto de inhibidores naturales. Esta latencia es de dos a tres meses y depende de numerosos factores tales como: variedad, condiciones en las que se desarrolló el cultivo, fecha de cosecha y condiciones ambientales del almacenaje. Pasado el periodo de latencia los tubérculos empiezan a emitir brotes, se deshidratan y pierden sabor y vitamina C. Las causas principales de la brotación se deben a problemas de temperatura y humedad relativa en las bodegas de almacenaje. Esta brotación trae por consecuencia una reducción en el peso, en la calidad culinaria y en la presentación interna y externa de la papa, lo que se traduce en una pérdida económica considerable. Alrededor de la mitad de la pérdida en peso se debe a la deshidratación y la otra mitad a la translocación de material de los tubérculos a los brotes. El crecimiento aumenta rápidamente si se lleva a (10°C) y hay un marcado incremento al sobrepasar este nivel (Contreras, citado en Agrarias, 2012).

## 7.4 HUMEDAD

Cuando los tubérculos son colocados en una atmosfera de humedad relativa baja, su humedad se perderá y las papas se pondrán blandas y sueltas. Esto ocurrirá aunque se haya controlado la brotación ya sea por medio de la temperatura o de inhibidores. Las papas blandas son susceptibles de daños por presión y machucones. Cuando comienza la brotación la pérdida de humedad en el tubérculo se acelera. Por esto los inhibidores reducen las pérdidas de humedad. Una humedad relativa superior al (95%) es peligrosa. El tubérculo se pone más susceptible a las pudriciones y la humedad libre se deposita en la superficie. Las lenticelas o poros de respiración se hinchan y proporcionan puntos de entrada a las bacterias de pudrición cuando los tubérculos permanecen húmedos. Al entrar las pudriciones y desarrollarse las partes podridas, no solo mojan a los tubérculos vecinos sino que también los inoculan con los microorganismos y así se producen grandes focos de papas húmedas, malolientes y podridas en el almacén (Todopapa, 2005).

## 7.5 VENTILACIÓN

La ventilación de la bodega y de las papas mediante la circulación forzada de aire humidificado artificialmente, es el medio más barato para controlar la temperatura y la humedad de las bodegas a los niveles requeridos para la buena conservación de la papa. Adicionalmente al uso para enfriar las papas, la ventilación se utiliza para secar aquellos lotes de papas que ingresan mojados a la bodega y para aplicar oportunamente los inhibidores de brotes, al término del periodo de cicatrización de las heridas de los tubérculos. La cantidad de aire que se hace pasar por los tubérculos debe de ser la necesaria para obtener su enfriamiento hasta la temperatura requerida en un plazo de unos (60) días contados desde el término del periodo de cicatrización de las heridas de las papas. Un exceso de aire no aumenta significativamente la velocidad del enfriamiento; pero si aumenta el grado de deshidratación y de ablandamiento y la mancha negra de los tubérculos. Una cantidad insuficiente no enfría las papas con la rapidez requerida. La falta de ventilación en bodegas muy cerradas, papas

amontonadas, estivas muy altas de contenedores, provoca el corazón negro por falta de oxígeno (Todopapa, 2005). En La Figura 7 se muestra un tubérculo con corazón negro causado por asfixia.

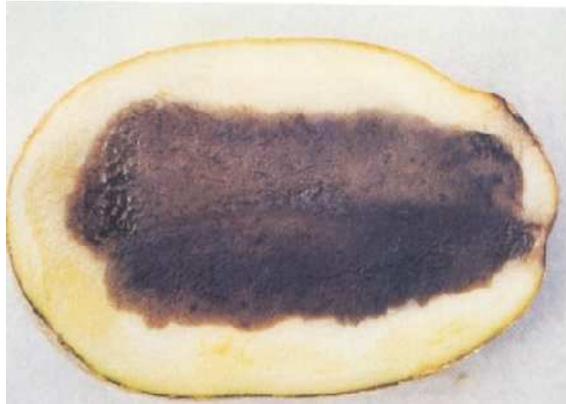


Figura 7. Tubérculo con corazón negro producido por asfixia o falta de oxígeno (Alonso, 2002)

## 8 TÉCNICAS PARA UN BUEN ALMACENAMIENTO

Contreras, citado en Agrarias (2012), menciona que para conservar en buena forma, con el mínimo de pérdidas y por largo tiempo grandes volúmenes de papa es necesario contar con una infraestructura que permita mantener los tubérculos bajo condiciones ambientales apropiadas durante el periodo de almacenaje. Es importante para esto que las papas que se desean conservar lleguen en óptimas condiciones a la bodega. Se estima, que gran parte de los problemas que se producen durante el almacenamiento se deben a un mal manejo del cultivo y al mal trato que reciben los tubérculos antes de entrar al periodo de almacenamiento.

Los factores que inciden en mayor grado sobre la conservación de las papas son:

El estado sanitario y el grado de enmalezamiento del cultivo.

La fertilización.

Los daños mecánicos durante el periodo de cultivo.

El estado de madurez.

Las condiciones del suelo al momento de la cosecha.

Además es importante el trato que reciben los tubérculos durante el proceso de cosecha y recepción en bodega (Contreras, citado en Agrarias, 2012)

## 9 RECOMENDACIONES FINALES PARA EVITAR PÉRDIDAS DE COSECHA Y ALMACENAJE

La cosecha debe de hacerse cuando el cultivo está completamente maduro (madurez comercial), o sea que la pared de las papas sea uniforme y no se desprenda, es decir, que no estén pelonas.

Cuando las papas se cosechan en días de sol, deberán de quedar en la superficie de la tierra, para que se ventilen un cierto tiempo, de este modo disminuye la humedad superficial evitando aumentar las pudriciones en la bodega, la tierra pegada se seca y se desprende con más facilidad.

Las papas no deben golpearse ni pisarse durante el transporte de la cosecha, así se evitan pudriciones.

Preseleccionar y separar las papas.

Guardar aparte según su destino: desecho, consumo, tubérculo-semilla.

Desinfectar la bodega con mezclas de insecticidas y fungicidas.

Si la bodega tiene piso de tierra, tratar de que este lo más seco posible, liso y compacto.

Si el piso es de cemento, es necesario colocar las papas sobre un entablado, con una altura mínima de (10 a 15 cm) mínimo para que exista circulación de aire por abajo.

Colocar canales de tablas, así habrá una mejor ventilación.

Dejar espacios adecuados entre las estibas y contenedores para permitir la ventilación. (Todopapa, 2005).

## 10 USO INDUSTRIAL

Linares y Gutiérrez (2001), mencionan que en los últimos años se ha observado un incremento considerable en el comercio mundial de la papa. Por su versatilidad, al rubro se le facilita la comercialización de distintas maneras: papa consumo, papa semilla y papa procesada. Este último se considera el factor más dinámico del sector papero. Keijbets (2009), menciona que el procesamiento de la papa es un procedimiento altamente industrializado y tecnológicamente avanzado, y se encuentra muy orientado al mercado. La calidad de sus productos y el éxito económico de la industria, sin embargo, depende enormemente del suministro de materia prima. Esto significa de la disponibilidad de variedades apropiadas, su rendimiento en campo y un buen almacenamiento son aspectos de suma importancia para la industria. Una gran variedad en los productos para el consumidor ha tenido lugar en los últimos 50 años. En sus inicios la industria producía papas prefritas congeladas según la demanda de las comidas rápidas. Hoy en día existe una gran variedad de tamaños y cortes, papas para hornear y preparar en microondas, papas fritas crujientes y recubiertas. La demanda de bastones de papa y el crecimiento de las empresas de comida rápida fue seguida por el crecimiento y desarrollo de distribuidores de alimentos.

## 11 CARACTERÍSTICAS IDEALES PARA PROCESOS INDUSTRIALES DE FRITURAS

La calidad de la papa es un conjunto de características percibidas como favorables por el consumidor. Solamente puede ser definida en relación con el destino y la utilización de la cosecha. Las principales características incluidas en el término de calidad son: la apariencia (forma, color, presencia de defectos). La fragancia (aroma y sabor), la textura (resistencia, consistencia a la masticación, crujientes como chips y fritos). Así mismo la calidad supone la sanidad del producto como la ausencia de sustancias tóxicas, valor nutritivo (calorías, proteínas, aminoácidos indispensables, vitaminas, etc.). Estos diferentes

aspectos están en estrecha relación con la composición química del tubérculo, condiciones edafoclimáticas y las técnicas de producción y conservación. En la Figura 8 Se describen las etapas de los procesos de transformación en los principales productos y derivados de la papa. (Rousselle *et al*, 1999).

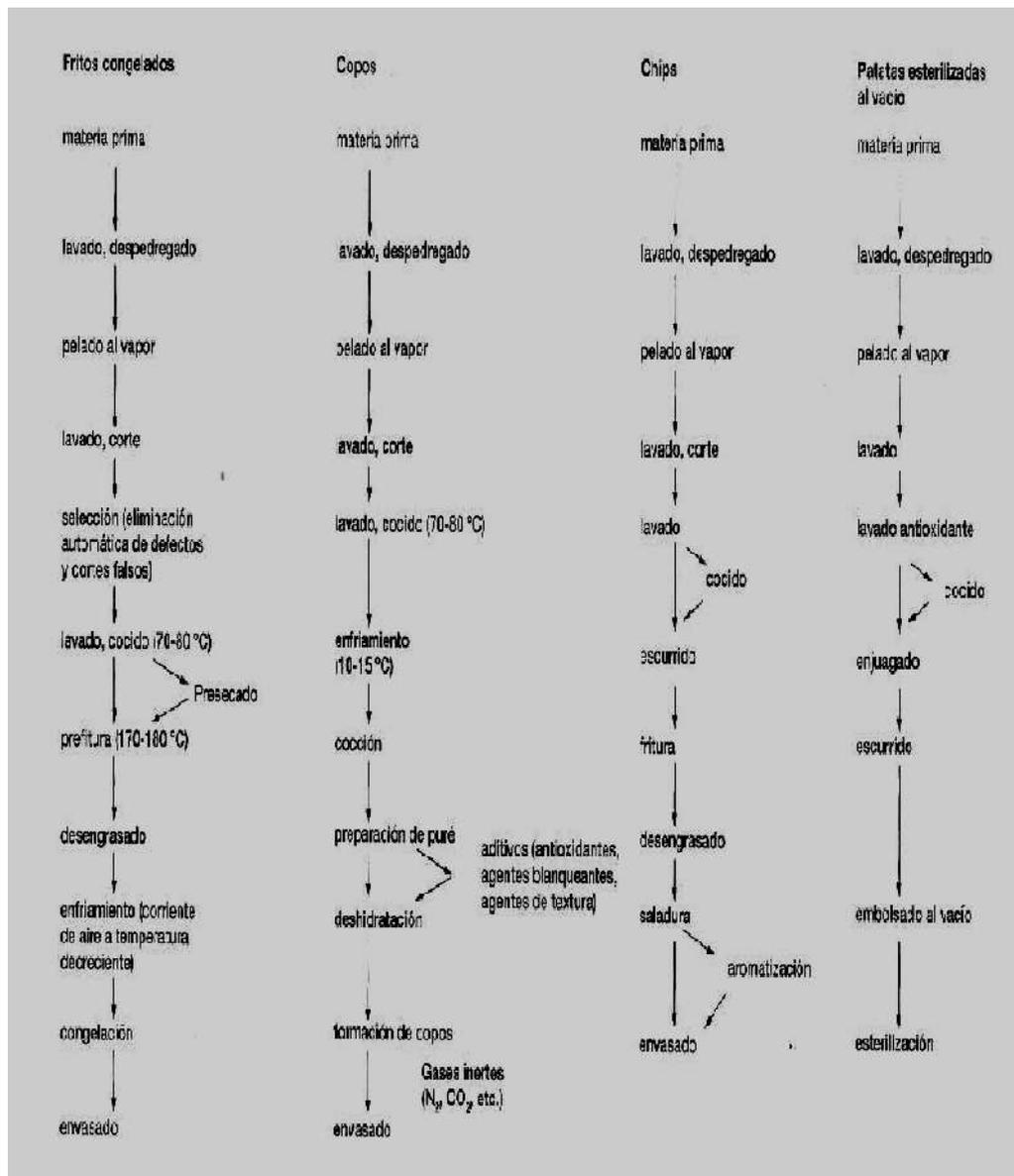


Figura 8. Etapas sucesivas de la transformación de los principales productos derivados de la papa (según Rousselle, *et al*, 1999).

## 12 ASPECTOS QUÍMICOS DEL TUBERCULO

### 12.1 AZÚCARES SOLUBLES

Rouselle *et al* (1999), mencionan que los azúcares solubles del tubérculo de la papa son esencialmente la sacarosa y los azúcares reductores (glucosa y fructosa) y trazas de otras como maltosa, xilosa, rafinosa, etc. Los azúcares reductores pueden reaccionar con los aminoácidos durante la deshidratación, la esterilización y freído de la fritura dando alteraciones de color perjudicadas para la presentación de productos terminados. Ese fenómeno se le conoce como reacción de Maillard. Se ha demostrado que el contenido de azúcares reductores está influenciado por muchos factores:

La variedad: Las variedades con bajos contenidos de materias seca son generalmente más ricas en azúcares reductores que las de contenido elevado. Algunas variedades en forma natural son más ricas que otras en azúcares reductores (Rouselle *et al*, 1999)

Grado de madurez del tubérculo: El contenido de azúcares reductores desciende a lo largo del ciclo vegetativo para alcanzar su nivel mínimo en las cercanías de la madurez. De manera general, todos los factores que retardan la madurez de la planta favorecen la elevación del nivel de azúcares reductores (lluvias importantes, bajas temperaturas, excesiva fertilización nitrogenada, etc.) (Rouselle *et al*, 1999) En la Figura 9 se muestra el comportamiento de los azúcares reductores con respecto al ciclo vegetativo.

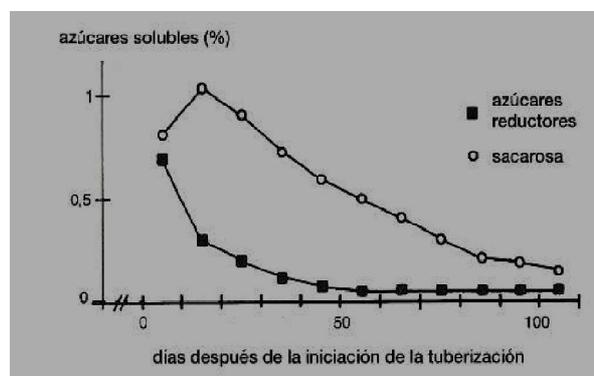


Figura 9. Evolución de los azúcares solubles, durante el ciclo vegetativo. Var Record (según Burton y Wilson, 1970; citados por Rouselle *et al*, 1999).

Fertilización mineral: Las aportaciones elevadas de nitrógeno, suponen en general aumento en los azúcares reductores. Los suelos con carencias de ácido fosfórico y potasio tienen tendencia a dar papas ricas en azúcares reductores (Rouselle *et al*, 1999)

La conservación: A temperaturas bajas de (6-8°C) la proporción de azúcares reductores aumenta rápidamente a causa de la hidrólisis parcial del almidón. Asimismo, el aumento del contenido en azúcares puede ser la causa de un envejecimiento fisiológico del tubérculo después de un periodo prolongado de almacenamiento (Rouselle *et al* (1999). En la Figura 10 se muestra cómo influye la temperatura baja en el índice de los azúcares reductores.

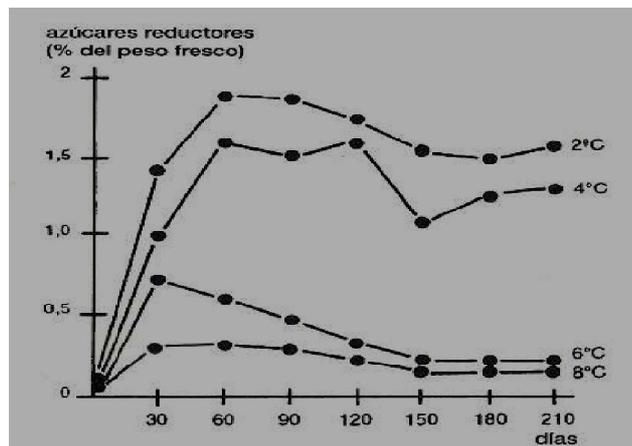


Figura 10. Evolución del contenido de azúcares reductores de los tubérculos durante la conservación a diferentes temperaturas. Var. Bintje (Grisson, 1983; según Rouselle *et al*, 1999)

## 12.2 ENVERDECIMIENTO

Rouselle *et al* (1999), mencionan que el enverdecimiento del tubérculo de la papa, debido a la formación de clorofila en las células subepidérmicas, no plantearía problemas si no revelara frecuentemente la presencia de una cantidad anormal de un alcaloide, la solanina, constituyente habitual de la papa pero que puede ser tóxico a fuertes dosis, la solanina está constituida por una molécula

próxima al colesterol, la solanidina, enlazada con varios azúcares. El tubérculo que se ha sometido a condiciones normales de cultivo y conservación, contendrá una cantidad despreciable de solanina después del pelado. Sin embargo, bajo el efecto de cierto número de factores (luz, exceso de fertilización nitrogenada, defoliación precoz) dicho contenido puede aumentar de forma importante en la piel así como en los tejidos subyacentes, siendo en ese caso ineficaz el pelado para eliminarla. Dicho fenómeno es la causa de dos grandes inconvenientes: deterioro en el sabor a partir de (10mg/100g) de la parte comestible y un riesgo de intoxicación para el hombre que se traduce en dolores gastrointestinales, vómitos y diarreas a partir de los (20mg/100g) de materia fresca. La solanina no es destruida por la cocción en agua, el calor del horno de microondas, así como por la fritura. Todopapa (2005), menciona la exposición prolongada de los tubérculos a la luz natural o artificial produce el verdeo de la piel de los tejidos adyacentes, lo que transmitirá un sabor desagradable. La luz debe de evitarse solo cuando se trata de una producción que se utilizara en la alimentación. En La Figura 11 se representa la molécula de la Solanina.

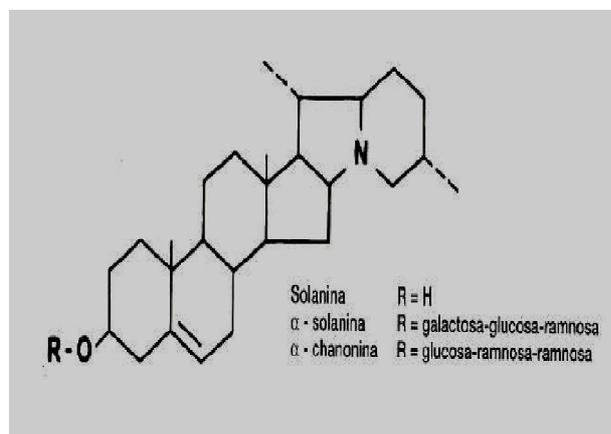


Figura 11. Representación esquemática de las moléculas de solanidina, solanina y chaconina. (Según Rousselle *et al*, 1999)

## 12.3 ENNEGRECIMIENTO

Rousselle *et al* (1999) citan varios tipos de ennegrecimiento en el tubérculo de la papa en crudo y cocido.

### 12.3.1 ENNEGRECIMIENTO ENZIMATICO EN CRUDO

Este tipo de ennegrecimiento se produce en la superficie de la carne de los tubérculos crudos cuando son pelados o cortados y mantenidos durante cierto tiempo expuestos al aire. Esta reacción indeseable supone un inconveniente para la utilización domestica pero es sobre todo perjudicial en la transformación industrial. La causa del ennegrecimiento enzimático es la producción de pigmentos coloreados por la oxidación de las sustancias fenólicas del tubérculo bajo la acción de enzimas (fenolasas). Los dos principales fenoles de la papa son el ácido clorogénico y la tirosina. La tirosina es considerada como el principal fenol responsable del enzimático. En la Figura 12 se representa la relación entre el contenido de tirosina y el ennegrecimiento del tubérculo (Rousselle *et al*, 1999).

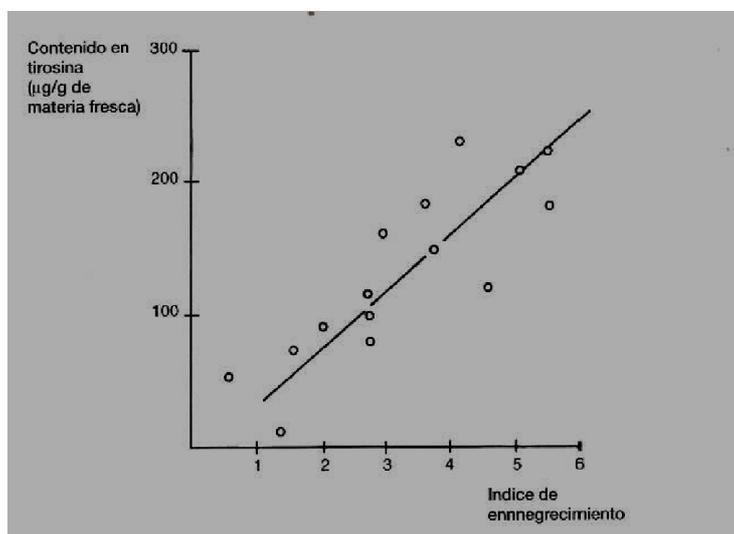


Figura 12. Influencia de los índices de tirosina sobre el ennegrecimiento de los tubérculos de papa (según Rousselle *et al*, 1999)

### 12.3.2 ENNEGRECIMIENTO INTERNO EN CRUDO

El ennegrecimiento interno se presenta en la superficie de las papas, justamente bajo la piel, en forma de manchas difusas de color gris azulado. Para que el ennegrecimiento interno se desarrolle es necesario que los tubérculos sean sensibles y hayan recibido un choque o que han sido sometidos a presión. Las manchas aparecen de uno a tres días después que se haya producido una lesión. El ennegrecimiento interno es el resultado de la formación de melaninas, por una serie de reacciones en cadena, a partir de la tirosina, después de su acumulación al nivel de los tejidos lesionados. La sensibilidad natural de los tubérculos está unida a la variedad, al contenido en materia seca, igualmente la falta de turgencia del tubérculo, las bajas temperaturas en la recolección y sobre todo en el almacenamiento son la causa principal del ennegrecimiento interno (Rousselle *et al*, 1999).

### 12.3.3 ENNEGRECIMIENTO POSTERIOR A LA COCCIÓN

Este tipo de ennegrecimiento se produce después de la cocción en agua o al vapor. El pigmento responsable de esta coloración es un complejo formado un fenol (ácido clorogénico) y del hierro contenido en los tubérculos, a continuación de la oxidación por el oxígeno del aire. Sin embargo, este fenol está en competencia con un ácido orgánico (ácido cítrico) capaz de formar un complejo incoloro con el hierro. Por lo tanto la aparición del ennegrecimiento después de la cocción depende de la relación ácido clorogénico/ácido cítrico, teniendo escasa importancia la concentración de hierro (Rousselle *et al*, 1999).

### 12.3.4 ENNEGRECIMIENTO NO ENZIMÁTICO POSTERIOR A LA COCCIÓN

El ennegrecimiento no enzimático es la consecuencia de un conjunto de reacciones complejas que conducen a la formación de pigmentos pardos a

negros (melanoidinas) que alteran el olor y el sabor de los productos acabados, especialmente los chips y los fritos y, en menor medida, los productos deshidratados, pone en actividad sustancias aminadas y azúcares de función reductora (glucosa y fructosa). La concentración de los azúcares reductores explica la mayor parte de las variaciones del color en productos acabados. En la práctica es reconocido que el contenido de azúcares reductores del tubérculo debe ser inferior al (0.2-0.3%) del peso de la materia fresca para los chips. (0.4-1.0%) para las escamas y otros productos e inferiores de (0.6%) para la fabricación de fritos. Los procedimientos para prevenir el ennegrecimiento no enzimático pueden ser: lavado con agua a (70-80°C), utilización de sales cálcicas que actúan sobre los aminoácidos y acoplamiento de las frituras a corrientes de aire caliente (Rousselle *et al*, 1999). En la Figura 13 se muestra la relación del contenido de los azúcares reductores y la coloración de los chips.

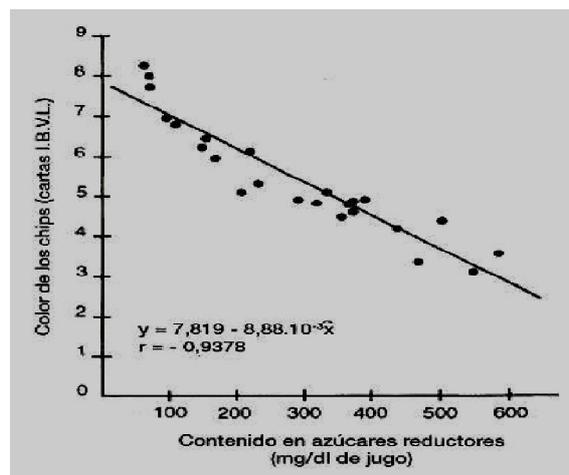


Figura 13. Relación entre el color de los chips y el contenido del jugo en azúcares reductores (según Fuller y Hugues, 1984, citados por Rousselle *et al*, 1999)

## 12.4 TEXTURA

Rousselle *et al*, 1999) mencionan que la textura depende de la variedad, de la madurez de los tubérculos y del medio ambiente. La textura adecuada está en función del uso final del tubérculo. En la textura entran en juego varios

factores físicos cuya función aun no es muy conocida como la consistencia, la cohesión de los tejidos, la elasticidad, la adherencia intercelular y la viscosidad. Se utilizan cuatro aspectos a juzgar en el momento de degustar los cuales son: consistencia, harinosidad, sequedad y grano. En base a estos aspectos es posible clasificar a las papas en cuatro grupos según sus usos culinarios:

Tipo A o papas para ensalada: Tienen carne fina, firme, poco o nada harinosas, acuosa o moderadamente acuosa y no presentan degradación durante la cocción. Las variedades con poca materia seca pertenecen a este grupo.

Tipo B o papas para diversas utilidades: Son de carne fina bastante firme, algo harinosas, disgregan poco en la cocción y sirven para preparar la mayor parte de platos.

Tipo C o papas para puré: Son de carne harinosa, seca, más o menos blanda y presentan una disgregación de la superficie bastante pronunciada. Sirven para purés, para hornear y algunas veces para fritas.

Tipo D o papas feculentas: Son de carne muy harinosa, seca y se disgregan mucho en la cocción (Rousselle *et al*, 1999).

La tendencia más o menos pronunciada de los tejidos del tubérculo a disgregarse durante la cocción es un factor primordial de la calidad. La preparación de papas cocidas o en ensalada requiere de tubérculos que no se disgreguen, mientras que esto es deseable para la preparación de purés (Rousselle *et al*, 1999).

## 12.5 MATERIA SECA

Rousselle *et al*, (1999) mencionan que el contenido en materia seca (constituida esencialmente de almidón), de quien depende la constitución química de la papa, está sujeto a grandes variaciones debido principalmente a la variedad y a la influencia de las condiciones agroclimáticas y de las técnicas culturales. Asimismo, cabe mencionar, que su distribución en el tubérculo es heterogénea y varía de un tubérculo a otro en el interior de la población. Las

condiciones climáticas pueden influir sobre el contenido en materia seca del tubérculo. Una pluviometría excesiva limita la producción de materias seca favoreciendo el desarrollo de las partes aéreas de la planta y retarda la maduración de los tubérculos. Sin embargo si se producen fuertes precipitaciones en un periodo en que las condiciones de temperatura e insolación son favorables a la fotosíntesis se puede provocar por el contrario un aumento en el contenido de materia seca. El contenido en materia seca de los tubérculos aumenta con el alargamiento del ciclo vegetativo, al final del cultivo se ha podido observar a veces un descenso en su valor. En el caso de las variedades destinadas a la alimentación humana, el contenido de materia seca puede variar entre (16 y 27%).

Hasbún *et al* (2009), mencionan que el contenido de sólidos en la papa es una de las características más importantes para el procesamiento industrial, ya que en la mayoría de los procesos, contenidos altos son sinónimo de alto rendimiento. Se pueden utilizar varios métodos para evaluar el contenido en materia seca de las papas, directos como la desecación en estufa o bien indirectos por peso específico. En la práctica, el método más rápido es con la ayuda de un feculometro por pesada de (5 Kg) de papas en el agua. El peso específico puede ser obtenido por la siguiente fórmula:

$$\text{Peso Específico} = \frac{5.000}{(5.000\text{-peso en el agua})}$$

En la Figura 14 se enlista la conversión del peso específico, materia seca y contenido de almidón a partir de muestras de (5 Kg).

Peso en el agua	Peso específico	Materia seca (%)	Almidón (%)	Peso en el agua	Peso específico	Materia seca (%)	Almidón (%)
250	1,053	14,3	8,4	380	1,082	20,7	14,3
255	1,054	14,5	8,6	385	1,083	20,9	14,5
260	1,055	14,8	8,8	390	1,085	21,2	14,7
265	1,056	15,0	9,0	395	1,086	21,4	15,0
270	1,057	15,3	9,2	400	1,087	21,7	15,2
275	1,058	15,5	9,5	405	1,088	21,9	15,4
280	1,059	15,8	9,7	410	1,089	22,2	15,7
285	1,060	16,0	9,9	415	1,091	22,4	15,9
290	1,062	16,2	10,1	420	1,092	22,7	16,1
295	1,063	16,5	10,4	425	1,093	22,9	16,4
300	1,064	16,7	10,6	430	1,094	23,1	16,6
305	1,065	17,0	10,8	435	1,095	23,4	16,8
310	1,066	17,2	11,0	440	1,096	23,6	17,1
315	1,067	17,5	11,3	445	1,098	23,9	17,3
320	1,068	17,7	11,5	450	1,099	24,1	17,6
325	1,070	18,0	11,7	455	1,100	24,4	17,8
330	1,071	18,2	11,9	460	1,101	24,6	18,0
335	1,072	18,5	12,2	465	1,103	24,9	18,3
340	1,073	18,7	12,4	470	1,104	25,1	18,5
345	1,074	19,0	12,6	475	1,105	25,4	18,8
350	1,075	19,2	12,9	480	1,106	25,6	19,0
355	1,076	19,5	13,1	485	1,107	25,9	19,3
360	1,078	19,7	13,3	490	1,109	26,1	19,5
365	1,079	19,9	13,6	495	1,110	26,4	19,8
370	1,080	20,2	13,8	500	1,111	26,6	20,0
375	1,081	20,4	14,0				

Figura 14. Conversiones de los pesos específicos, materia seca y contenido en almidón a partir de muestras de 5 Kg

La materia prima requerida para la transformación en fritos (bastones) debe de contener un contenido en materia seca suficiente aunque no excesiva (20-23%). Esta característica ofrece las ventajas: altos rendimientos en producto acabado, menor retención de aceite y una mejor calidad gustativa (Rousselle *et al*, 1999). En la Figura 15 se muestra la influencia del contenido en materia seca del tubérculo sobre la calidad gustativa en los fritos (bastones).

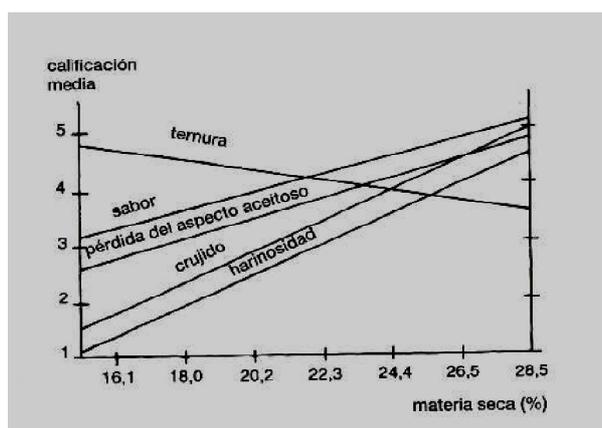


Figura 15. Efecto del contenido en materia seca de los tubérculos sobre la calidad gustativa de los fritos (bastones) (según Talburt y Smith, 1967; citados por Rousselle *et al*, 1999)

Para el caso de las hojuelas (chips) las cuales son laminas delgadas de espesor variable (1.0-1.5 mm) fritas en un baño de aceite a (170-180°C). Deben de ser de color uniforme, crujientes y no grasosas (contenido de agua: 2-3%; contenido en aceite: 30-40%). El rendimiento medio es de aproximadamente (1 Kg) de producto acabado por (4 Kg) de papa. El contenido en materia seca para los chips debe estar preferentemente de (23 a 25%) de la materia fresca. En la Figura 16 se representa el efecto del contenido de materias seca de los tubérculos sobre el rendimiento en chips y el contenido en aceite (Rousselle *et al*, 1999).

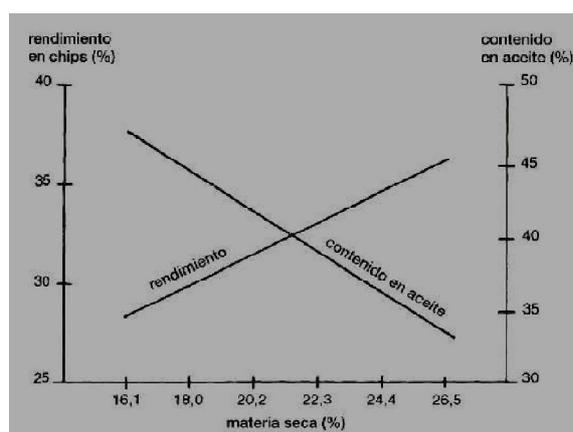


Figura 16. Relación entre el rendimiento en chips y contenido de aceite sobre el contenido de materia seca (según Rousselle *et al*, 199)

## 13 CARACTERISTICAS ADECUADAS PARA EL USO INDUSTRIAL

A continuación se citan algunos diferentes aspectos de características adecuadas para el uso de la papa a nivel industrial:

Moreno (2000), menciona que hay que distinguir entre la calidad interna y externa en la papa para la elaboración de productos de mayor consumo. Ambos factores van a tener una influencia decisiva en la capacidad de elaboración de un producto y en la economía de la producción. La calidad externa de la papa viene determinada por la variedad y condiciones del medio ambiente como el verdeamiento del tubérculo, tubérculos deformados, deterioro, agujeros y corazón hueco de los tubérculos, pudriciones y rajaduras. Las características influidas por la variedad son: color de la carne, color de la piel, forma y tamaño de los tubérculos y producción. Otro factor importante en la calidad externa es la clasificación de los tubérculos en función del producto a elaborar. Así para hojuelas (chips) se exige una forma redonda con un tamaño de tubérculo entre (40 y 50 mm) de diámetro, para papas a la francesa (palitos o bastones) formas oblongas mayores de (55 mm) de largo y para papas en conserva, por debajo de 35 mm.

Para la industria de papas fritas los requerimientos de calidad que hay que cumplir son: color aceptable (bajo contenido de azúcares menos de 0.1%), alto contenido en materia seca (más del 20%), excelente textura y sabor del producto final, libre de enfermedades y daños y tamaño entre (40 y 80 mm). El método utilizado para la determinación de color final de las hojuelas y bastones es una carta de colores. El color tiene una relación directa con el contenido de azúcares reductores. En su apariencia externa y evolución, el color debe ser: desde un color blanco-amarillento,(aceptable) pasando por un color amarillo-oro (deseable) hasta un color marrón-negruzco (rechazo) que viene dado por una alta concentración de azúcares reductores (2%) y que hace un producto indeseable en sabor y apariencia (Moreno, 2000).

La buena apariencia, textura crujiente y sabor agradable son puntos importantes de cara al consumidor y a la venta del producto. Ello se consigue, lógicamente, procesando papas de alta calidad, supervisadas y clasificadas para este tipo de procesamiento (Moreno, 2000).

Guido y Madani (2000), mencionan que en general como toda la industria, la papa como materia prima que se exige debe cumplir ciertas condiciones de calidad que se reflejan en sus características físicas, químicas, biológicas y organolépticas. Sin embargo esta calidad dependerá básicamente del uso que se le dé; a continuación se indican algunas características que los fabricantes de papa frita en Bolivia buscan en la materia prima principalmente en el momento de realizar la compra:

#### Características físicas

Los tubérculos deben de ser:

De tamaño grande (alargado o redondo).

De pocos ojos superficiales.

De piel delgada y lisa.

Libres de impurezas y limpios.

#### Características químicas

Los tubérculos deben de tener:

Bajo contenido de agua (favorable para el almacenamiento).

#### Características biológicas

Los tubérculos deben de ser:

Libres de enfermedades.

#### Características organolépticas

Los tubérculos deben de ser:

De color uniforme

No deben de ser amargos.

La mayor parte de los fabricantes de papas fritas, exigen estas características al proveedor al momento de la compra, si bien o no siguen un análisis o prueba de calidad, observan y definen empíricamente y en algunos casos hacen una prueba de fritura con dos o tres tubérculos (Guido y Madani, 2000).

Rousselle *et al* (1999), mencionan que para las exigencias de las industrias de transformación en materia de calidad las exigencias son similares a las exigencias domésticas, aunque por razones económicas y en términos más precisos. Las principales características buscadas a nivel de materia prima son resumidas en el la Figura 17.

Productos	Criterios				
	Calibre (mm)	Forma	Contenido en materia seca (%)	Contenido en azúcares reductores (%)	Diversos
Fritos	> 50	oblonga a oblonga-alargada	20-25 (21-23)	< 0,4-0,6	Ausencia de ennegrecimiento después de cocción
Copos	> 35	—	20-25	< 1 (< 0,6)	Fácil disgregación y ausencia de ennegrecimiento después de cocción
Chips	35-60	oblonga corta a redonda	20-25 (23-25)	< 0,2-0,3	—
Patatas esterilizadas apertizadas	< 40	—	17-20	< 1 (< 0,6)	Ausencia de ennegrecimiento después de cocción

Figura 17. Criterios de selección de papas para los diferentes usos industriales (según Rousselle *et al*, 1999)

Frito Lay, (2012) citan que en las industrias del procesamiento de papa para la fritura se utiliza la siguiente clasificación de tubérculos para su proceso:

Tamaño de la muestra.

(25 a 40 Kg).

Esta muestra consiste en tomar de varias arpilleras (3 a 5) tubérculos, para completar el tamaño de la muestra, procurando que el muestreo del contenedor de transporte sea en una forma al azar. Es importante registrar los datos del lote total como la variedad, procedencia, peso total del lote, productor, fecha, etc., además de verificar visualmente el contenedor de transporte, acomodo de las arpilleras y condiciones generales de los tubérculos.

Peso total de la muestra.

Una vez colectada la muestra, esta se coloca en la báscula para determinar su peso exacto.

Análisis visual de la muestra para defectos y tamaños.

Se vacía el total de la muestra en una mesa o área de inspección determinada para poder separar los diferentes tubérculos por defecto, tamaño, etc.

Determinación y cuantificación de defectos y tamaños de la muestra.

Separar los tubérculos por defectos visuales (podredumbres, papas con brotes plagas y enfermedades, bofas, papa mono, papa verde, terrones, piedras y residuos de cosecha, etc.) como se muestran en las Figuras 18 a la 26.



Figura 18. Terrones, piedras y residuos de cosecha.



Figura 19. Papas con brotes.



Figura 20. Papas con grietas o rajaduras.



Figura 21. Papas con hongos.



Figura 22. Papas bofas o aguadas.



Figura 23. Papas verdes



Figura 24. Papas con plaga.



Figura 25. Papas podridas.



Figura 26. Papa Mono.

Después se procede a separar las papas por tamaños (canica, chica, mediana, grande) como se muestra en la Figura 27.

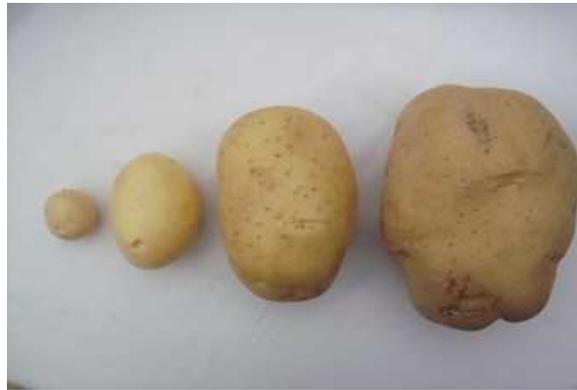


Figura 27. Selección de papas por tamaños: papa canica, papa chica, papa mediana y papa grande.

Posteriormente realizar algunos cortes de las papas para ver las condiciones internas de la pulpa y el color de la carne, como se muestra en las Figuras 28 a 32.



Figura 28. Papas con corazón hueco.



Figura 29. Papas con daños por grietas



Figura 30. Papas con daños por plagas.



Figura 31. Papas con pulpa verde.



Figura 32. Papa adecuada para la fritura.

Es importante que al momento de separar los tubérculos, ya sea por sus defectos y por sus tamaños, se tiene que registrar el peso de cada uno de los aspectos encontrados.

#### Determinación de sólidos totales de la muestra.

Este parámetro se determina tomando una muestra de (5 Kg) de papas y se colocan en la base de un hidrómetro (previamente calibrado) y posteriormente se sumergen dentro de un contenedor de agua con capacidad de (200 Lt) aproximadamente (lo suficiente para que la muestra pueda sumergirse y posteriormente flotar), el cual debe contener el (70%) mínimo de su capacidad en agua. Una vez que la muestra flota y se estabiliza se toma la lectura indicada con el nivel de agua y la lectura del hidrómetro.

#### Análisis de color, sabor y textura en prueba de freído.

Para esta prueba a se toman algunos tubérculos (1-1.5 Kg) en condiciones para freído. Esta muestra debe ser lavada con abundante agua para que los tubérculos estén limpios y posteriormente insertarles un sacabocados para que sean identificados durante el proceso de freído (orificio de identificación). Ya una

vez que están limpios e identificados se procede a procesarlos de forma normal para obtener las muestras de necesarias, ver la Figura 33.



Figura 33. Preparación de la muestra para freído utilizando un sacabocados

Ya una vez teniendo las muestras de freído, esperar a que se enfríen y se procede a evaluarlas de color en el procedimiento que se tenga en el proceso. Se degustan algunas hojuelas y para verificar el sabor y la textura de la muestra como se indica en las Figuras 34 a 38.



Figura 34. Equipo para determinar el color de las papas fritas.

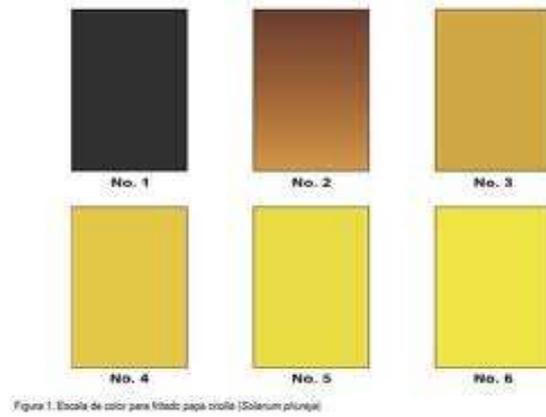


Figura 35. Tablas o plantillas de color comparativas para papas fritas.



Figura 36. Patrones y muestras de color en papas fritas.



Figura 37. Papas fritas de color no aceptable.



Figura 38. Papas fritas de color aceptable.

Determinación de aceptación o rechazo del lote total.

Una vez que se concluyen todas las pruebas a la muestra. Se procede a contabilizar el total de defectos para determinar el porcentaje de defectos. Posteriormente se procede a descontarlos en base del peso total del lote y al valor comercial del producto. Y como conclusión se determina si el lote es aceptado o rechazado en base a las necesidades del proceso y aceptación del proveedor a su descuento, ver la Figura 39.

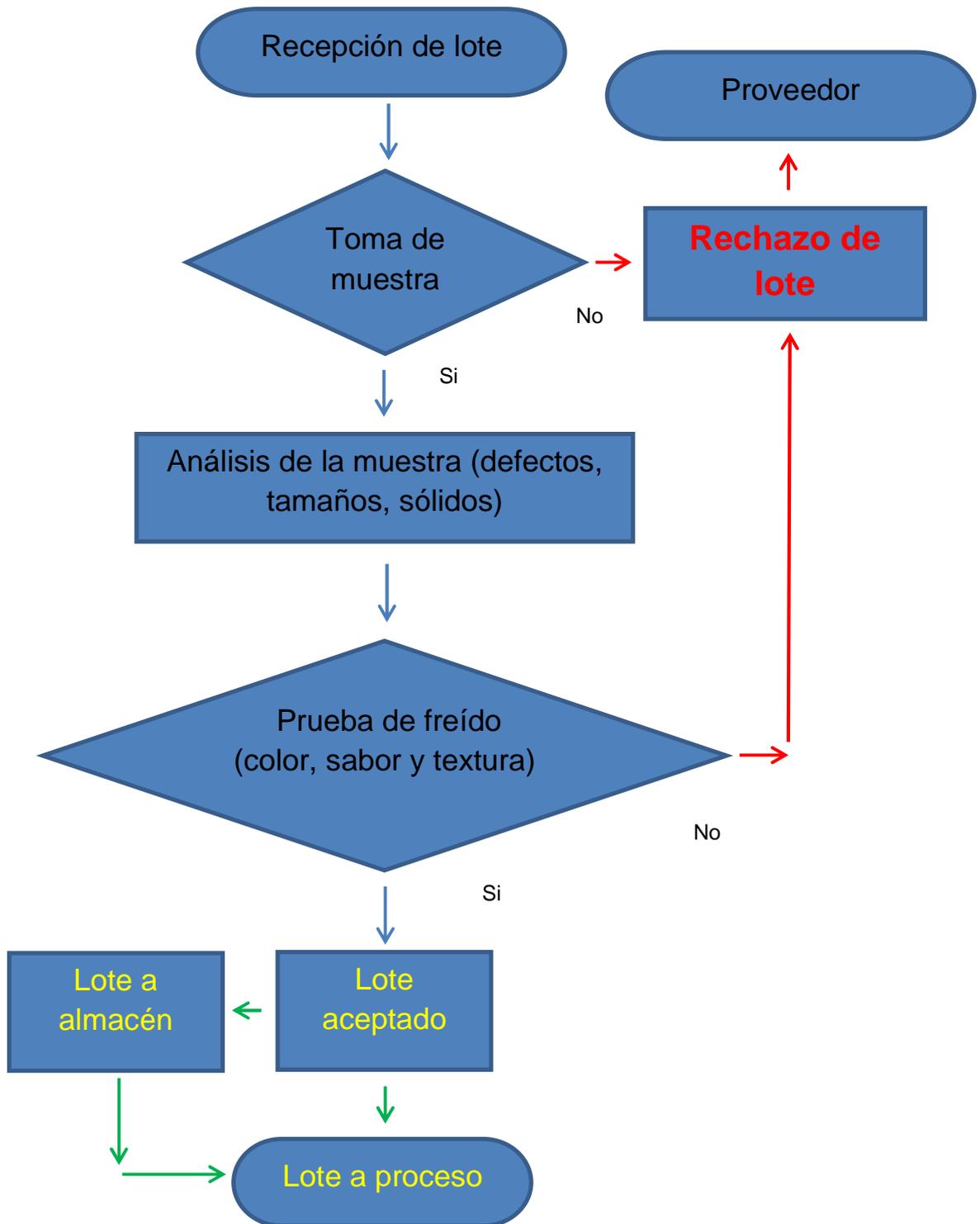


Figura 39. Diagrama de flujo en el que se muestra el procedimiento desde recepción de los lotes de papa, hasta su determinación final para el proceso industrial del freído.

Requerimientos de los lotes de papa para procesamiento industrial de frituras:

Defectos externos: no deben de pasar de más de (10%) de la muestra, es decir, los tubérculos deben de estar sanos, libres de golpes, deformes, papas verdes, insectos, pudriciones, daños internos, papa mono, enfermedades, con nula o poca tierra.

Defectos internos: los tubérculos de papa tienen que estar sanos, libres de ennegrecimientos, plagas, enfermedades, pulpa de color y olor característico.

Forma: Oval u ovoide

Sólidos Totales: (14 a 20%).

Azúcares reductores: inferior al (1%)

Tamaños: papa canica (menor de 35mm), menos del (5%) de la muestra y papa grande (mayor de 160 mm) menos del (20%) de la muestra.

Color: Amarillo claro a Amarillo oro, si se mide en índice agtron este debe de ser mayor a (60), o utilizar las tablas de color y la muestra debe tener un color de (4 a 6).

Sabor: Agradable.

Textura: crujiente.

Olor: Agradable. (Frito Lay, 2012).

## BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G.N. 2008. Fitopatología. Editorial Limusa, Segunda Edición. México. Pp 317-324.
- ALONSO, A.F. 2002. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-Press. Segunda Edición. España. Pp.22-24, 163-165.
- CEPEDA, M.S. 2003. La papa, el fruto de la tierra. Editorial Trillas, Primera Edición. México. Pp.18.
- FRITO LAY, S.A. 2012. Derechos Reservados. U.S.A
- GREGORY, P; ANDRADE, H. 1996. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Pp. 3-5.
- HASBÚN, J; ESQUIVEL, P; BRENES, A; ALFARO, I. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. Agronomía Costarricense, Vol. 33, Núm. 1. Costa Rica. pp. 77-89.
- LINARES, Y; GUTIÉRREZ, A. 2001. El mercado mundial de la papa. Aldea Mundo, noviembre-abril, 2001/vol.5, Núm. 010. Universidad de los Andes, San Cristóbal, Venezuela. Pp.59-69.
- MORENO, J, D. 2000. Calidad de la papa para usos industriales. Boletín de la Papa. 2:1-7.
- ROUSSELLE, P; ROBERT, Y; CROSNIER, J.C. 1999. La patata. Ediciones MundiPress, España. pp.399-500.

## CITAS DE INTERNET

- CONTRERAS, A. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Valdivia –Chile. Disponible en:  
[http://www.agrarias.uach.cl./instituto/prod\\_sanidad\\_vegetal/webpapa/index.htm](http://www.agrarias.uach.cl./instituto/prod_sanidad_vegetal/webpapa/index.htm)  
Fecha de consulta: 18-12-2012, 20:12
- COMISION VERACRUZANA DE COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA. Monografía de la papa. Disponible en:  
<http://portal.veracruz.gob.mx>  
Fecha de consulta: 08-12-2012, 15:00
- GUIDO, F.A; MADANI, R.P. 2000. Características de la cadena agroalimentaria de la papa y su industrialización en Bolivia. Proyecto Papa Andina, CIP-COSUDE. Cochabamba, Bolivia. Disponible en:  
<http://research.cip/.cgiar.org/typo3/.../cadena-papa-bolivia.pdf>  
Fecha de consulta: 15-12-2012, 17:56
- KEIJBETS, M.J. 2009. Procesamiento de la papa para el consumidor: Evolución y desafíos. Disponible en:  
<http://bitacoradelapapa.wordpress.com/2009/02/23procesamiento-de-la-papa-para-el>  
Fecha de consulta: 18-12-2012, 20:35
- MACIAS, L.M.; REYES, L.M.; ROBLES, F.J. Guía para cultivar papa en Aguascalientes. INIFAP-FUNDACIÓN PRODUCE. Disponible en:  
<http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/13.html>  
Fecha de consulta: 15-12-2012, 16:54
- TODOPAPA. OpcionalID=Almacenamiento Argentina. Disponible en:  
<http://www.todopapa.com.ar/?OpcionalID=Almacenamneto>  
Fecha de consulta: 18-12-2012, 21:56