

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PAPAS (*Solanum tuberosum*) CORTADAS EN BASTONES, PREFRITAS Y CONGELADAS

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

PAÚL ALEXANDER MELO PÉREZ
(paulml_55@hotmail.com)

DIRECTOR: JUAN BRAVO Ph.D.
(jbravo@ute.edu.ec)

CODIRECTORA: JENNY RUALES Ph.D.
(jenny.ruales@epn.edu.ec)

Quito, octubre 2012

© Escuela Politécnica Nacional (2012)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Paúl Alexander Melo Pérez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Paúl Alexander Melo Pérez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Paúl Alexander Melo Pérez, bajo mi supervisión.

Juan Bravo Ph.D.
DIRECTOR DEL PROYECTO

Jenny Ruales Ph.D.
CODIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mis padres, Sonia Pérez y Jorge Melo, por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Carlos y David, por su ayuda invaluable.

A toda mi familia por los sabios consejos.

A la Escuela Politécnica Nacional, en especial al Dr. Juan Bravo por su tiempo y guía, y a la Dra. Jenny Ruales por toda su ayuda.

Al Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología, en especial Al Sr. Héctor Ortiz por su ayuda en la Planta Piloto

Y a todas las personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo del presente proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres, mis hermanos y a toda mi familia, pues han sido ellos quienes siempre me han apoyado de distintas maneras para finalizar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	x
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Generalidades sobre la papa	1
1.1.1 Origen e importancia	1
1.1.2 Clasificación taxonómica	2
1.1.3 Morfología	2
1.1.3.1 La raíz	3
1.1.3.2 El tallo	3
1.1.3.3 La hoja	4
1.1.3.4 La flor	4
1.1.3.5 El fruto y la semilla	5
1.1.3.6 El brote	5
1.1.3.7 El tubérculo	5
1.1.4 Manejo agronómico	7
1.1.4.1 Selección y preparación del terreno	7
1.1.4.2 Siembra	7
1.1.4.3 Fertilización y abonadura	9
1.1.4.4. Labores culturales	10
1.1.4.5 Controles sanitarios	11
1.1.4.6 Cosecha	12
1.1.4.7 Poscosecha	13
1.2 Producción, exportación e importación de papa y derivados en el Ecuador	14
1.2.1 Producción	14
1.2.1.1 Zona norte: Carchi e Imbabura	14
1.2.1.2 Zona centro: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar	14
1.2.1.3 Zona sur: Cañar, Azuay y Loja	15
1.2.2 Exportación	16
1.2.3 Importación	17
1.3 Proceso de elaboración de papas prefritas congeladas en bastones	19
1.3.1 Definición del producto	19
1.3.2 Producción de papas prefritas congeladas	19
2. PARTE EXPERIMENTAL	22
2.1 Materiales	22
2.2 Caracterización física y química de la materia prima	22

2.2.1	Métodos físicos	22
2.2.1.1	Color	22
2.2.1.2	Profundidad de los ojos, número de ojos, eje mayor eje menor y espesor	24
2.2.1.3	Gravedad específica	24
2.2.1.4	Textura	25
2.2.2	Métodos químicos	25
2.3	Ensayos de escaldado	26
2.3.1	Lavado	26
2.3.2	Selección	26
2.3.3	Pelado	27
2.3.4	Rectificado	27
2.3.5	Cortado	27
2.3.6	Selección	27
2.3.7	Escaldado	27
2.4	Ensayos de prefritura	28
2.4.1	Enfriamiento	28
2.4.2	Secado superficial	29
2.4.3	Prefritura	29
2.4.4	Esgurrimiento	30
2.4.5	Congelamiento	30
2.4.6	Empaque	30
2.4.7	Almacenamiento	30
2.5	Ensayos de fritura para sugerir al consumidor	30
2.6	Caracterización física y química del producto optimizado	31
2.7	Estudio de estabilidad del producto optimizado	31
2.8	Estudio de ingeniería básica a nivel de prefactibilidad	32
2.9	Estudio de prefactibilidad técnico financiero	33
2.10	Análisis estadístico	33
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1	Caracterización física y química de la materia prima	34
3.1.1	Métodos físicos	34
3.1.1.1	Color	34
3.1.1.2	Profundidad de los ojos, número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor	35
3.1.1.3	Gravedad específica	36
3.1.1.4	Textura	37
3.1.2	Métodos químicos	37

3.2	Ensayos de escaldado	39
3.3	Ensayos de prefritura	41
3.4	Ensayos de fritura para sugerir al consumidor	42
3.5	Caracterización física y química del producto optimizado	44
	3.5.1 Métodos físicos	44
	3.5.2 Métodos químicos	45
3.6	Estudio de estabilidad del producto optimizado	46
3.7	Estudio de ingeniería básica a nivel de prefactibilidad	47
	3.7.1 Estudio técnico	47
	3.7.1.1 Perfil del producto	48
	3.7.1.2 Disponibilidad de materia prima	48
	3.7.1.3 Localización y capacidad de producción de la planta	48
	3.7.1.4 Determinación del personal	50
	3.7.1.5 Consumo de energía eléctrica	50
	3.7.1.6 Balance de materiales	51
	3.7.1.7 Requerimiento de agua	53
	3.7.2 Estudio financiero	53
	3.7.2.1 Inversiones	53
	3.7.2.2 Estructura de financiamiento	55
	3.7.2.3 Costo unitario del producto	55
	3.7.2.4 Precio de venta	55
	3.7.2.5 Ventas netas	55
	3.7.2.6 Estado de pérdidas y ganancias	56
	3.7.2.7 Punto de equilibrio	56
	3.7.2.8 VAN y TIR	57
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1	Conclusiones	59
4.2	Recomendaciones	60
	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1	Producción anual de papa en Ecuador entre 1997 y 2007	16
Tabla 1.2	Exportación anual de papa en Ecuador entre 2000 y 2010	17
Tabla 1.3	Importación anual de papa en Ecuador entre 2000 y 2010	18
Tabla 2.1	Clasificación de la papa por el eje mayor	24
Tabla 2.2	Clasificación de la profundidad de ojos	24
Tabla 2.3	Métodos utilizados para la caracterización química de la materia prima	25
Tabla 2.4	Tratamientos de escaldado para los bastones de papa	28
Tabla 2.5	Tratamientos de prefritura para bastones de papa escaldados	29
Tabla 2.6	Tratamientos de fritura para bastones de papa prefritos y Congelados	31
Tabla 2.7	Métodos empleados para el análisis microbiológico del producto optimizado	32
Tabla 3.1	Color de la materia prima	34
Tabla 3.2	Profundidad de ojos, número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor de la materia prima	35
Tabla 3.3	Gravedad específica de la materia prima	36
Tabla 3.4	Textura de la materia prima	37
Tabla 3.5	Caracterización química de la materia prima	38
Tabla 3.6	Textura después del escaldado	40
Tabla 3.7	Valores de color de la pulpa del tubérculo en los distintos tratamientos de escaldado	40
Tabla 3.8	Valores de color de la pulpa del tubérculo en los distintos tratamientos de prefritura	41
Tabla 3.9	Textura, humedad y contenido de grasa después de la prefritura	42

Tabla 3.10	Valores de color de la pulpa del tubérculo en los distintos tratamientos de fritura	43
Tabla 3.11	Textura, humedad y contenido de grasa después de la fritura	44
Tabla 3.12	Color del producto optimizado	45
Tabla 3.13	Caracterización química del producto optimizado	46
Tabla 3.14	Estudio de estabilidad del producto optimizado	47
Tabla 3.15	Consumo de energía eléctrica mensual	51
Tabla 3.16	Rendimientos y pérdidas en los procesos	51
Tabla 3.17	Requerimiento mensual de agua para la producción de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas	53
Tabla 3.18	Inversiones totales	53
Tabla 3.19	Requerimiento para obras civiles	54
Tabla 3.20	Otros activos	54
Tabla 3.21	Ventas netas	55
Tabla 3.22	Estado de pérdidas y ganancias	56
Tabla AII.1	Datos experimentales para la determinación del color de la materia prima	69
Tabla AI.1	Datos experimentales para la determinación de la profundidad de ojos número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor de la materia prima	70
Tabla AIV.1	Datos experimentales para la determinación de la gravedad específica de la materia prima	71
Tabla AV.1	Datos experimentales para la determinación de la textura de la materia prima	72
Tabla AVI.1	Datos experimentales para la determinación del color del producto optimizado	73
Tabla AVII.1	Equipo necesario para la elaboración de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas	74
Tabla AVIII.1	Determinación del costo unitario del producto	77

Tabla AVIII.2 Determinación del costo de producción del producto	77
Tabla AVIII.3 Materiales directos	78
Tabla AVIII.4 Mano de obra directa	78
Tabla AVIII.5 Mano de obra indirecta	78
Tabla AVIII.6 Materiales indirectos	78
Tabla AVIII.7 Depreciación	79
Tabla AVIII.8 Suministros	79
Tabla AVIII.9 Reparación y mantenimiento	79
Tabla AVIII.10 Seguros	80
Tabla AVIII.11 Imprevistos de la carga fabril	80
Tabla AVIII.12 Gasto de ventas	80
Tabla AVIII.13 Gastos de administración y generales	81
Tabla AVIII.14 Gastos de financiamiento	81
Tabla AIX.1 Determinación del VAN y el TIR	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Esquema de una planta de papa	6
Figura 1.2 Zonas productoras de papa en el Ecuador	15
Figura 2.1 Diagrama cromático CIELAB	23
Figura 3.1 Color de la pulpa del tubérculo de acuerdo al diagrama cromático CIELAB	35
Figura 3.2 Color del producto optimizado de acuerdo al diagrama cromático CIELAB	45
Figura 3.3 Localización de la planta agroindustria	49
Figura 3.4 Distribución de la planta	50
Figura 3.5 Balance de materiales para la obtención de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas	52
Figura 3.6 Punto de equilibrio	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Aplicación del Principio de Arquímedes para determinar el contenido de sólidos en papas.	67
ANEXO II Datos experimentales para la determinación del color de la pulpa del tubérculo, variedad Superchola	69
ANEXO III Datos experimentales para la determinación de la profundidad de ojos, número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor de la materia prima	70
ANEXO IV Datos experimentales para la determinación de la gravedad específica de la materia prima	71
ANEXO V Datos experimentales para la determinación de la textura de la materia prima	72
ANEXO VI Datos experimentales para la determinación del color del producto optimizado	73
ANEXO VII Equipo necesario para la elaboración de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas	74
ANEXO VIII Costo unitario de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas en presentación de 1 kg	77
ANEXO IX Determinación del VAN y el TIR	82

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la prefactibilidad técnica y financiera para la implementación de una planta procesadora de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.

Para esto se realizó la caracterización física y química de la variedad de papa Superchola, la cual presentó un color amarillo intenso, profundidad de ojos superficiales, tamaño adecuado del tubérculo (grado súper), gravedad específica de 1,073, contenido de humedad de 78,3 %, de extracto etéreo <1,5 %, y azúcares reductores de <0,1 %, principales parámetros a tomarse en cuenta en la industrialización de la papa.

Para la determinación del proceso óptimo de producción, se realizaron ensayos de escaldado, el de 5 minutos y 85 °C fue el que presentó la mejor textura. También se realizaron ensayos de prefritura, y el de 2 minutos y 180 °C obtuvo valores altos de textura y luminosidad. Finalmente se realizaron ensayos de fritura para sugerir al consumidor, y el de 10 minutos y 160 °C presentó el color, la textura y contenido de grasa sugerido para el consumo de las papas prefritas y congeladas.

Con respecto a la caracterización física y química del producto optimizado se determinó un color amarillo intenso, un contenido de grasa de 5,2 % y un contenido de azúcares reductores de <0,1 %.

En lo referente al estudio de estabilidad, tanto el recuento de microorganismos e índice de peróxidos presentaron valores bajo los límites permitidos y se determinó que el producto es inocuo para el consumo humano.

En relación al estudio financiero, se obtuvo un VAN de USD 60 622, 32 y una TIR de 25 % lo que hace a este proyecto rentable y económicamente factible.

INTRODUCCIÓN

El consumo mundial de papa (*Solanum tuberosum*) está cambiando de papa fresca a productos procesados, como papas tostadas, prefritas, congeladas y deshidratadas (Moreno, 2000).

Los últimos años han traído cambios en los hábitos alimenticios de los ecuatorianos debido a una mayor urbanización de la población, a la incorporación de la mujer en el mercado laboral y a influencias culinarias de otros países. Esta situación ha hecho que la industrialización de la papa se convierta en una actividad cada vez más importante (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La papa es la principal fuente de alimento para los habitantes de las zonas altas del país, con un consumo anual per cápita que fluctúa según las ciudades: 122 Kg en Quito, 80 Kg en Cuenca y 50 Kg en Guayaquil (Pumisacho y Sherwood, 2002).

En la actualidad es imposible imaginar una alimentación sin la presencia de las papas preparadas en diversas formas como un suave puré, un magnífico "llapingacho" con las adornadas tortillas de papa, en los famosos locros o simplemente cocinada al vapor sin más añadido que un poco de sal, en un almuerzo de campo (Andrade, 1997).

El principal producto congelado de papa es la papa prefrita congelada en forma de bastón, a éste se agregan productos con otras formas de corte o reelaboradas (Mateos, 2003).

La rápida expansión de las cadenas de comidas rápidas multinacionales ha tenido un efecto importante en el comercio de papa prefrita congelada. Alrededor del 90% de la papa prefrita congelada se destina a las cadenas de comidas rápidas (Espinal *et al.*, 2006).

Es así que el presente estudio proporciona las herramientas necesarias para poder producir papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES SOBRE LA PAPA

1.1.1 ORIGEN E IMPORTANCIA

Los Andes americanos albergan la mayor diversidad de papa (*Solanum tuberosum* L.), la cual se cultiva en las tierras altas de estas montañas, incluso crece de manera silvestre. Existen cerca de 5 000 variedades de papa, en la actualidad se cultivan menos de 500 (Pumisacho y Sherwood, 2002).

En 1994, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), realizó un estudio en Ecuador referente a este tubérculo y estableció que existen más de 400 diferentes tipos. Sin embargo, en el país apenas se siembran 30 variedades, de las cuales el tipo Gabriela y Superchola representan más de la mitad del área sembrada tanto en la zona norte, centro y sur (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La papa es uno de los alimentos de origen vegetal más nutritivo y energético debido a su alto contenido de almidones, vitaminas hidrosolubles, minerales, proteínas y fibra. Esto la convierte en un tubérculo ideal para la alimentación básica del ser humano (Contreras, 2002).

En el Ecuador el 90% de la papa se consume en estado fresco y el 10% restante está destinado a uso industrial, ya sea como papas fritas en formas de “chips”, a la francesa, congeladas, prefritas y enlatadas. También se obtiene almidón, alcohol y celulosa de la cáscara. A partir de 1994 la proliferación de restaurantes de comida rápida aumentó en un 6% el consumo anual de este tubérculo (Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Terranova (1995), la papa pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae
Clase: Angiospermae
Subclase: Dicotiledónea
Orden: Tubiflorales
Familia: Solanaceae
Género: *Solanum*
Especie: *tuberosum*

1.1.3 MORFOLOGÍA

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por el sistema aéreo, que cumple con funciones de crecimiento, fotosíntesis y reproducción; por su sistema subterráneo es una planta perenne que se encarga del almacenamiento, absorción de agua y nutrientes (Andrade, 1997; Egúsquiza, 2000).

La papa pertenece a la especie dicotiledónea, su crecimiento es rastrero o erecto con entrenudos cortos. Posee tallos huecos y medulosos, excepto en los nudos que son sólidos. Tiene forma angular y son generalmente de color verde o rojo púrpura. Alcanza una altura entre 0,60 a 1,50 m. Posee hojas compuestas y pinnadas y las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta adulta contiene hojas compuestas en par y alternadas. Especialmente en las variedades mejoradas, las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La planta de papa consta de las siguientes partes: raíz, tallo, hoja, flor, fruto, semilla, brote y tubérculo (Egúsquiza, 2000; Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.1.3.1 La raíz

Cuando la planta de papa se desarrolla a partir de una semilla forma una raíz axonomorfa con ramificaciones laterales y, cuando la planta se desarrolla de un tubérculo forma raíces adventicias en la base de cada brote y posteriormente sobre los nudos en el área subterránea del tallo (Huamán, 1986)

1.1.3.2 El tallo

La planta de papa posee un conjunto de tallos aéreos y subterráneos.

a. Tallos aéreos

El tallo principal se origina del brote del tubérculo, mientras que el tallo secundario se origina de una de sus yemas subterráneas. El tallo estolonífero surge de un estolón que toma contacto con la luz. La rama se origina de una yema aérea del tallo principal. Los elementos del tallo aéreo son: nudo, ala y entrenudo (Egúsquiza, 2000).

b. Tallos subterráneos

El estolón es un tallo subterráneo que se origina en la yema, su extremo tiene forma de gancho y su función es transportar las sustancias (azúcares) que se producen en las hojas a toda la planta para ser almacenadas como almidones en el tubérculo. El número y longitud de estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de todas las condiciones que afectan el crecimiento de la planta (Egúsquiza, 2000).

Por lo tanto la planta de papa es un conjunto de tallos especializados para sostener hojas y flores (tallos aéreos), transportar azúcares (estolones) y almacenar almidones (tubérculos) (Egúsquiza, 2000).

1.1.3.3 La hoja

La hoja sirve para captar y transformar la energía lumínica (luz solar) en energía alimenticia (azúcares y almidones) lo que permite el crecimiento, desarrollo y almacenamiento (producción) de la planta, por esta razón es importante mantenerla sana. La hoja de la papa consta de las siguientes partes: interhojuela (foliolo secundario), raquis o pecíolo, yema, tallo, foliolos laterales y foliolo terminal (Egúsquiza, 2000).

1.1.3.4 La flor

La flor de la planta de papa es bisexual y permite diferenciar y reconocer las variedades. Se presentan en grupos que conforman la inflorescencia cimosa y esta a su vez consta de: cáliz, corola, columna de anteras, estigma, botón floral, pedicelo superior, pedicelo inferior, flor y pedúnculo floral. Las flores se encuentran al final de las ramificaciones del pedúnculo floral (pedicelos), el cual está dividido en dos partes por un codo de abscisión. La antera y filamento, constituyen el androceo, y el estigma, estilo y ovario dan forma al gineceo (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000).

Diversos factores climáticos como la temperatura, la humedad, intensidad y duración de luz, estimulan la floración. Las flores nacen en racimos y poseen cinco pétalos (pentámeras) y sépalos. Sus colores son variados pero comúnmente el blanco, amarillo, rojo y púrpura son los más destacados. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación y la autopolinización se realiza en forma natural, sin embargo la fertilidad del óvulo puede ser modificada por el ambiente (Egúsquiza, 2000; Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.1.3.5 El fruto y la semilla

En la papa, el fruto es una baya carnosa que de acuerdo a la variedad puede presentar una forma esférica, ovoide o cónica que contiene las semillas sexuales. El fruto es de color verde amarillento o castaño rojizo. Además posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. La semilla es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro que se encuentra envuelto en una capa denominada testa la cual protege al embrión y el endosperma que es un tejido nutritivo de reserva. Algunos cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos. En la actualidad, los mejoradores esperan uniformizar la progenie con el fin de obtener una papa con características especiales deseadas (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000; Pumisacho y Sherwood, 2002).

Los elementos internos de la semilla son: plúmula (futuro tallo), hilium, radícula (futura raíz), testa (cubierta seminal), embrión y endospermo (Egúsquiza, 2000).

1.1.3.6 El brote

El brote es un tallo que se origina en los primordios foliares del tubérculo, su tamaño y apariencia pueden variar según las condiciones de almacenamiento del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante, pueden ser blancos, parcialmente o totalmente coloreados. Al momento de la siembra del tubérculo los brotes aceleran su crecimiento y, al salir a la superficie se convierten en tallos. Los brotes no son recomendables cuando el tubérculo se comercializa para consumo, solo cuando se comercializa para semilla (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000).

1.1.3.7 El tubérculo

El tubérculo de la papa es un tallo engrosado y que en su superficie posee yemas axilares las cuales están cubiertas por hojas escamosas (Aguilera, 1997).

Los tubérculos se forman debido a la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta 64 veces. El tejido vascular de los tallos, estolones y tubérculos toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupos de células floemáticas de pared delgada en la parte externa del xilema (floema externo) y hacia el centro en la parte interna del xilema (floema interno). A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende. Mientras el tubérculo está en crecimiento, se forman nuevos grupos de floema, tubos cribosos, células acompañantes y elementos del parénquima conductor, mientras que los hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, ubicadas en la médula y la corteza (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Los tubérculos son tallos modificados que cumplen con la función de almacenamiento. Posee dos extremos: el basal llamado talón y que se encuentra ligado al estolón, y el extremo apical o distal (Huamám, 1986).

En la Figura 1.1 se puede observar las diferentes partes de las cuales está constituida la planta de papa.

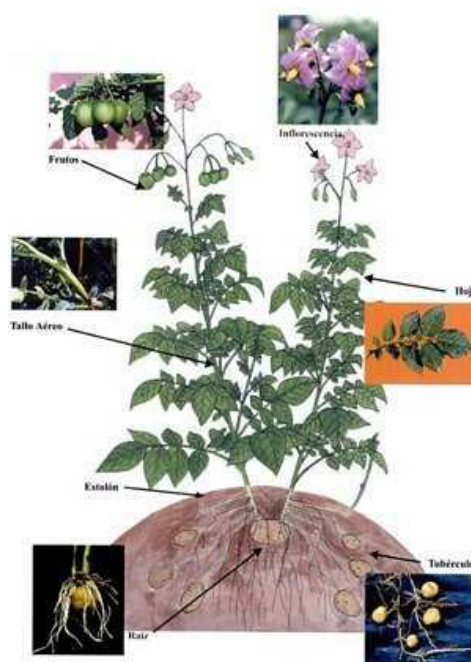


Figura 1.1 Esquema de una planta de papa (Egúsqiiza, 2000)

1.1.4 MANEJO AGRONÓMICO

1.1.4.1 Selección y preparación del terreno

La selección del terreno es particularmente importante para el éxito del cultivo de papa. Se debe tomar en cuenta los siguientes factores para conseguir un buen desarrollo del tubérculo, controlar la presencia de plagas y enfermedades, manejar un adecuado tamaño de los agregados del suelo y considerar que la capa arable debe ser superior a los 0,30 m (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Asimismo, la preparación del terreno depende de las condiciones climatológicas, sin embargo se debe tener en cuenta que el cultivo de papa produce un alto riesgo de erosión, por lo que la mayoría de agricultores remueven los primeros 0,30 m de superficie del suelo. Por lo general, este trabajo se realiza en forma manual o con la un arado de tracción animal o mecánica (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Para que la papa se desarrolle de manera adecuada requiere suelos profundos, un buen sistema de drenaje, alto contenido de materia orgánica con pH entre 5 y 6. Para cultivar en terrenos como potreros viejos, barbechos, primero se debe sembrar materia verde dos a tres meses antes de las labores de preparación del suelo (Andrade, 2005).

1.1.4.2 Siembra

a. Época

En el Ecuador, existen dos épocas de siembra, la primera es de abril hasta julio y la segunda, a partir de septiembre a diciembre (Villavicencio y Vásquez, 2008).

b. Semilla

Se debe utilizar semillas de buena calidad fitosanitaria, física, genética y fisiológica; además, es recomendable que provenga de sitios altos, es decir, que la semilla haya sido cosechada en terrenos cuya altitud es mayor al sitio donde se va a sembrar el cultivo. Al usar una semilla de 60 gramos o dos de 30 gramos por sitio, para una hectárea se requieren alrededor de 25 quintales (1 250 kg), por poner un ejemplo (Villavicencio y Vásquez, 2008).

c. Distancia

La distancia entre las semillas depende de la topografía del terreno y esto determina el tipo de la siembra y la variedad, así como el ancho de los surcos varía entre 1,0 a 1,2 m; mientras más inclinado es el terreno, más amplia debe ser la distancia entre surcos. Por el contrario para la producción de semilla se recomiendan menores distancias 0,30 m entre plantas y entre surcos 1,0 a 1,10 m. Mientras que para producir papa comercial 0,25 a 0,30 m entre plantas y 1,10 a 1,20 m entre surcos y para papa de procesamiento 0,30 m entre plantas y 0,90 m entre surcos. Los surcos sembrados pueden taparse con yunta o con azadón (Andrade, 2005; Villavicencio y Vásquez, 2008).

d. Desinfección de la semilla

Es necesario y muy importante desinfectar la semilla, ya que solo de esta manera se puede controlar y prevenir, enfermedades como la pudrición blanda (*Erwinia carotovora*) o la sarna negra (*Rhizoctonia solani*), enfermedades muy comunes en las papas. El proceso de desinfección se lo puede hacer días antes o al momento de la siembra. La desinfección se la realiza con fungicidas que contengan sulfato de cobre pentahidratado o Iprodione, en dosis de 100 cc y 200 g respectivamente en 100 litros de agua, en esta solución se sumerge la semilla durante 5 minutos. Si la semilla contiene tierra es recomendable lavarla en

agua limpia y luego sumergirla en el desinfectante (Villavicencio y Vásquez, 2008).

1.1.4.3 Fertilización y abonadura

La fertilidad del suelo se mide según sus nutrientes, básicos para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, no siempre se cumple esta regla, ya que se debe tener en cuenta otros factores, como la compactación, mal drenaje, sequía, enfermedades o presencia de insectos en el suelo. Por esta razón, al hablar de fertilidad es necesario el uso de criterios químicos, físicos y biológicos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La fertilización de la papa es una práctica muy utilizada en el país y muy variada en cuanto a dosis, fuentes y épocas de aplicación. La extracción de nutrientes del suelo por el cultivo de papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo. La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Para determinar la fertilización de un cultivo, se debe conocer la diferencia entre la demanda nutricional del cultivo y la disponibilidad de nutrientes del suelo. Para el análisis químico se utiliza una muestra de suelo, tomada en forma representativa del campo, por esta razón un muestreo previo es necesario (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Para realizarlo se toma una muestra de suelo dos meses antes de la siembra. Se recomienda tomar varias submuestras (20 a 25 por hectárea) entre diversos sitios, siguiendo la forma de un zig-zag a través de toda el área de terreno. La profundidad de muestreo para papa debe ser a 0,20 m (Pumisacho y Sherwood, 2002).

En términos generales, al momento de la siembra, para una hectárea, se recomienda aplicar al fondo del surco y a chorro continuo unos 100 sacos de 45 kg de gallinaza o estiércol de ganado, cubrir con una delgada capa de tierra. Luego aplicar unos 9 sacos de 50 kg de fertilizante completo 18-46-00 más 3 sacos de Sulpomag o sulfato de magnesio, de preferencia mezclar los dos fertilizantes en una proporción 3 a 1 y poner en el surco a chorro continuo, ya sea antes o después de colocar la semilla. Es necesario adicionar 3 sacos de 50 kg de Muriato de Potasio (00-00-60), más 3 sacos de úrea por hectárea a los 45 o 60 días después de la siembra, que coincide con el rascadillo o medio aporque (Villavicencio y Vásquez, 2008).

1.1.4.4 Labores culturales

a. Retape

Es una labor que se realiza entre los 15 y 21 días después de la siembra, en la cual se incorpora el fertilizante complementario para el control mecánico de malezas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

b. Rascadillo o deshierba

En esta fase se remueve superficialmente el suelo para lograr el control oportuno de malezas y su oxigenación. Realizar a los 30 o 45 días después de la siembra, cuando las plantas tengan de 0,10 a 0,15 m de altura. En pequeñas extensiones esta labor puede realizarse en forma manual con azadón. En extensiones grandes, o en áreas de topografía más o menos plana, se puede usar un cultivador *tiller*, el mismo que ayuda a aflojar el suelo a una profundidad de 0,05 a 0,10 m (Pumisacho y Sherwood, 2002).

c. Medio aporque y aporque

Consiste en arrimar la tierra a las plantas, dejando camellones bien formados. Se realiza en forma manual (yunta) o mecanizada (tractor). El periodo óptimo para hacer el aporque depende del desarrollo de la planta, en particular la formación de estolones y la tuberización. En general, el medio aporque debe realizarse entre 50 a 60 días y el aporque a partir de los 70 hasta los 80 días. Al medio aporque se debe incorporar la fertilización complementaria (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Los aporques tienen los propósitos de incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización. Además, sirve para controlar malezas, proporcionar sostén a la planta y facilitar la cosecha (Pumisacho y Sherwood, 2002).

d. Riego

Un cultivo de papa localizado a 3 000 msnm (metros sobre el nivel del mar) necesita entre 600 y 700 mm de agua, distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. La etapa crítica, durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de floración-tuberización. El riego artificial puede darse de dos formas: por aspersión y por gravedad, en ambos casos es preciso no encharcar el suelo ya que puede causar pudriciones radiculares y de tubérculos (Pumisacho y Sherwood, 2002; Villavicencio y Vásquez, 2008).

1.1.4.5 Controles sanitarios

a. Plagas

Las más importantes son: gusano blanco (*Premnotrypex vorax* Hustache), pulguilla (*Epitrix* sp.), gusano trozador (*Agrotis ypsilon* Hufnagel), polillas (*Tecia*

solanivora Povolni, *Phthorimaea operculella* Zeller y *Symmetrischema plaesiosema* Turner) (Villavicencio y Vásquez, 2008).

b. Enfermedades

En el espectro de enfermedades de la papa en el Ecuador existen notables ausencias y particularidades. En los países vecinos ocurren enfermedades importantes que no aparecen o no han sido detectadas en el Ecuador (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Existen enfermedades causadas por hongos entre las cuales se encuentran: tizón tardío o lancha (*Phytophthora infestans*); rizoctonia, sarna negra o costra negra (*Rhizoctonia solani*); oidiosis o mildiu pulverulento (*Erysiphe cichoracearum*); y sarna polvorienta o roña (*Spongospora subterranea*). Causadas por bacterias, entre las más importantes se mencionan: pie negro (*Erwinia* spp.) y sarna común (*Streptomyces scabies*). Finalmente, las causadas por virus que son: mosaico leve (Virus PVX), mosaico severo (algunas variantes del virus X, PVX y PVY), mosaico rugoso (interacción virus PVX y PVY), enrollamiento de las hojas (PLRV) y amarillamiento de venas (Gemini-virus) (Andrade, 2005).

Las enfermedades causadas por virus son poco comunes en el Ecuador, aunque pueden presentarse en campos comerciales donde se usa semilla seleccionada del rechazo o semilla que no ha sido renovada por muchos años. Esto se debe a que comúnmente se cultiva la papa sobre los 3 000 metros sobre el nivel del mar (msnm), donde no proliferan vectores tales como los áfidos o la mosca blanca (Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.1.4.6 Cosecha

La época de cosecha es la madurez comercial de los tubérculos, se evidencia con el follaje amarillento y seco. Otra forma de reconocimiento, puede ser friccionar

con el dedo pulgar la cáscara de la papa, la cual no se pela fácilmente (Villavicencio y Vásquez, 2008).

Para el mercado fresco los tres factores importantes son tamaño, forma y apariencia del tubérculo. Por eso, es importante que el productor revise periódicamente el desarrollo de la cosecha para determinar cuando hayan alcanzado las características necesarias para el mercado. Si el uso del cultivo no es el mercado fresco, sino otro (hojuelas o papa frita), se debe realizar la cosecha cuando los tubérculos alcancen las características necesarias de tamaño y contenido de azúcares (Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.1.4.7 Poscosecha

El objetivo fundamental del manejo poscosecha de la papa es su conservación. Al ser un producto perecedero, si no se maneja adecuadamente en su cosecha, manipulación y transporte, la papa se deteriora rápidamente y deja de ser apta para el consumo humano. Como consecuencia de la manipulación inadecuada, el deterioro por plagas, estas pérdidas generalmente llegan a un 25% del valor de la cosecha (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Las pérdidas en la poscosecha son consecuencia de la incidencia e interacción de diversos factores, físicos, fisiológicos y patológicos. Estos factores pueden reducir tanto la cantidad como la calidad de la papa (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La papa cosechada tiene un tiempo máximo de duración de 5 a 8 días antes de su rápida brotación por lo tanto es necesario su uso inmediato ya sea como semilla o para el consumo. Actualmente las investigaciones en poscosecha de papa buscan desarrollar empaques adecuados para el producto. (Anónimo, 2001).

1.2 PRODUCCIÓN, EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE PAPA Y DERIVADOS EN EL ECUADOR

1.2.1 PRODUCCIÓN

En el Ecuador existen tres zonas productoras de papa: norte, centro y sur, como se muestra en la Figura 1.2.

1.2.1.1 Zona norte: Carchi e Imbabura

Esta zona tiene la mayor producción de papa, por área al nivel nacional. Su rendimiento es en promedio de 21,7 t/ha. Aunque Carchi solo ocupa el 25 % de la superficie nacional dedicada al cultivo de este tubérculo (15.000 ha), la provincia produce el 40 % de la cosecha anual del país. El destino del producto es el mercado nacional y colombiano para el consumo en fresco y procesamiento (Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.2.1.2 Zona centro: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar

Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada al cultivo a nivel nacional. Sin embargo, los rendimientos son relativamente bajos (11 t/ha). Existen tres zonas productoras de papa: occidente, nororiente y cordillera central. La región occidental comprende los cantones Riobamba y Colta. La parte nororiental comprende el cantón Chambo. En la cordillera central comprende el cantón Guano (Pumisacho y Sherwood, 2002).

1.2.1.3 Zona sur: Cañar, Azuay y Loja

En Azuay y Loja, debido a las bajas precipitaciones, la producción de papa es baja y el cultivo es de poca importancia. Cañar es la provincia más papicultora. La producción de la zona está entre las más bajas del país (8 a 10 t/ha) (Pumisacho y Sherwood, 2002).

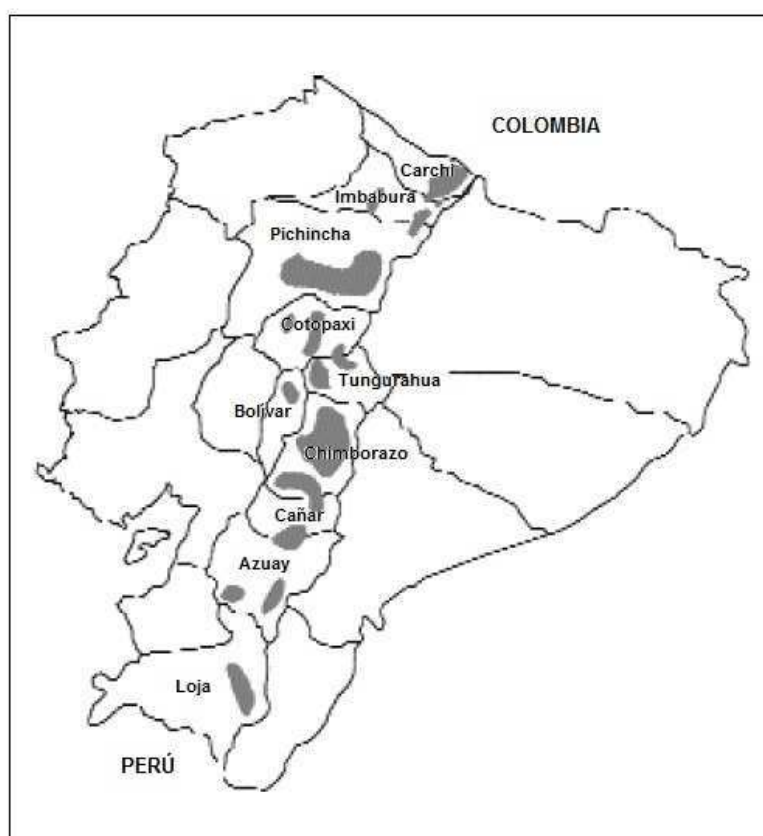


Figura 1.2 Zonas productoras de papa en el Ecuador (Pumisacho y Sherwood, 2002)

En la Tabla 1.1 se presenta la producción y rendimiento anual, a nivel de nacional del cultivo de papa.

Tabla 1.1 Producción anual de papa en Ecuador entre 1997 y 2007

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
	ha	t	t/ha
1990	51 390	368 604	7,17
1991	52 160	372 291	7,14
1992	64 180	497 034	7,74
1993	57 360	428 442	7,47
1994	65 320	531 496	8,14
1995	65 980	473 205	7,17
1996	53 487	309 968	5,80
1997	55 052	432 756	7,86
1998	46 722	376 538	8,06
1999	49 234	400 236	8,13
2000	42 554	239 715	5,63
2001	42 388	406 257	9,58
2002	47 444	375 315	7,91
2003	44 971	396 639	8,82
2004	39 659	431 510	10,88
2005	42 558	441 123	10,36
2006	43 807	425 144	9,70
2007	44 030	429 119	9,75

(SIGAGRO, 2010)

1.2.2 EXPORTACIÓN

Como se muestra en la Tabla 1.2, en el Ecuador la exportación de papa no es constante, pues depende de la sobreoferta que exista en el país y la demanda de países vecinos. Las exportaciones son mínimas, concentradas únicamente en papas congeladas. El principal destino de las exportaciones de este producto es EE. UU., que compra el 99% de las ventas ecuatorianas. La subpartida 200410000 y 2005200000 corresponde a papas frescas y, la 071010000 son papas refrigeradas o congeladas.

Tabla 1.2 Exportación anual de papa en Ecuador entre 2000 y 2010

AÑO	SUBPARTIDA NANDINA	TONELADAS	FOB-DÓLAR
2000	2004100000	100,37	39,2
2001	2004100000	3,40	2,80
2002	2004100000	3,73	0,62
2003	0710100000	30,55	8,22
	2004100000	0,80	1,28
2004	0710100000	50,66	25,80
2005	0710100000	26,25	17,56
	2004100000	2,26	2,24
2006	0710100000	13,68	9,07
	2004100000	10,89	15,32
	2005200000	0,01	0,03
2007	0710100000	29,26	25,38
	2004100000	2,18	2,44
2008	0710100000	35,09	24,72
2009	0710100000	45,35	66,19
2010 (Enero- Septiembre)	0710100000	0,93	1,47

(BCE, 2010)

1.2.3 IMPORTACIÓN

En la Tabla 1.3 se presentan los valores de las importaciones, los cuales son diferentes de año a año y por tanto no presentan una tendencia definida. Los productos importados son papas congeladas y papas preparadas o preservadas de otra forma que no sea en ácido acético, no congeladas. La subpartida 200410000 y 2005200000 corresponde a papas frescas y, la 071010000 son papas refrigeradas o congeladas.

Tabla 1.3 Importación anual de papa en Ecuador entre 2000 y 2010

AÑO	SUBPARTIDA NANDINA	TONELADAS	FOB-DÓLAR
2000	0710100000	783,09	523,10
	2004100000	71,47	58,89
	2005200000	10,56	24,50
2001	0710100000	1 717,67	1 028,05
	2004100000	129,17	106,93
	2005200000	36,27	73,13
2002	0710100000	1 843,06	1 272,71
	2004100000	1 748,19	966,45
	2005200000	64,93	149,02
2003	0710100000	1 544,01	1 069,95
	2004100000	2 644,38	1 429,83
	2005200000	41,70	139,17
2004	0710100000	18,76	14,32
	2004100000	4 263,65	2 760,66
	2005200000	178,62	531,80
2005	0710100000	0,01	0,01
	2004100000	5 139,03	3 046,02
	2005200000	201,55	649,44
2006	0710100000	0,01	0,01
	2004100000	5 244,21	3 299,33
	2005200000	236,31	671,08
2007	2004100000	5 134,74	4 047,99
	2005200000	372,59	1 151,61
2008	2004100000	6 257,45	5 193,45
	2005200000	497,74	1 837,32
2009	2004100000	5 236,06	3 900,77
	2005200000	634,13	2 586,93
2010 (Enero - Septiembre)	2004100000	4 726,36	3 708,67
	2005200000	414,24	1 890,99

(BCE, 2010)

En los supermercados también se puede encontrar harina lista para preparar puré de papa. Este tipo de papa proviene de Chile desde donde se importa al país para comercializarlo a través de los supermercados; sin embargo su volumen no es significativo razón por la que, ninguna empresa procesadora se ha interesado en la producción a nivel local (Montesdeoca, 1998).

1.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAPAS PREFRITAS CONGELADAS EN BASTONES

1.3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Las papas prefritas congeladas en bastones son un producto preparado con tubérculos limpios, maduros y sanos de la planta de papa que posean las características de la especie *S. tuberosum*. Los tubérculos son seleccionados, lavados, pelados, cortados y fritos en aceite o grasa comestible hasta lograr un color satisfactorio. Las operaciones de elaboración deben garantizar una estabilidad adecuada de color y sabor durante los ciclos normales de comercialización (Codex Alimentarius, 2003).

1.3.2 PRODUCCIÓN DE PAPAS PREFRITAS CONGELADAS

Las papas prefritas congeladas son un producto comercial de gran volumen de producción. En la mayoría de los países se usa el nombre *French fries* para denominar a las tiras de papas (paralelepípedos de 1x1 cm de sección por 4 a 7 cm de largo) que se fríen en aceite caliente (Lisinska y Leszczynski, 1991).

Según Lisinska y Leszczynski (1991), existen tres tipos de papas fritas que se producen comercialmente:

- Papas congeladas completamente fritas que solo requieren de calentamiento en el horno;
- Papas congeladas parcialmente fritas (*par-fried*) que requieren de una fritura posterior o calentamiento en el horno;
- Papas pre-fritas refrigeradas de corta vida para fritura posterior

El proceso comienza con la recepción de la materia prima, la remoción de piedras y otros sólidos indeseados, lavado, pesado y clasificación por tamaño. Para retirar

la corteza se utiliza peladoras de vapor a presión o con álcali y posteriormente pasan a una removedora de cáscaras provista de cepillos y de allí a la cortadora. Este equipo consta de un tubo con agua que posiciona las papas en sentido del eje mayor para enfrentar a los cuchillos, pues se trata de obtener las tiras más largas y de grosor uniforme. Las tiras cortadas pasan a un clasificador vibratorio, el cual las separa según su grosor y longitud (Aguilera, 1997).

Hay varias razones que se argumentan para someter las papas cortadas a un escaldado antes de freír.

- Mejorar el color del producto terminado.
- Reducir la absorción de grasa o aceite durante la fritura.
- Reducir el tiempo de fritura.
- Mejorar la textura del producto.

Algunas plantas usan escaldadores de vapor o agua caliente. La temperatura del agua es generalmente 60-85 °C y se le puede agregar sustancias que previenen la decoloración (pirosulfito de sodio) o que mejoran la textura (sales de calcio o magnesio) (Aguilera, 1997).

Es necesario remover el exceso de humedad de la superficie de las papas escaldadas, ya que de esta manera se reduce el tiempo de fritura y la cantidad de aceite absorbido. El agua se remueve sacudiendo el producto en mallas y posteriormente en una secadora que utiliza aire caliente. La remoción de humedad en las capas más externas de los trozos permite mantener un color uniforme, mejora la estabilidad del producto, evita la textura suave y reduce la absorción de grasa durante la fritura (Aguilera, 1997).

Las papas que salen de esta última etapa se prefieren en una freidora tipo continuo la cual usa un transportador. Las condiciones de fritura más comunes son 2-3 minutos a 160-180 °C. La pretrituración es además necesaria para inactivar enzimas que permanecen activas después del escaldado y al eliminar la humedad superficial, previene que los trozos se peguen durante el congelado. Las papas

una vez prefritas deben ser liberadas del exceso de aceite en mallas vibradoras y posteriormente enfriadas por aire durante unos 20 minutos. El enfriado proporciona una mejor textura al final y acondiciona el producto para el congelado (Aguilera, 1997).

Los trozos de papas prefritas son congelados en un túnel continuo de cinta bajo condiciones de fluidización, con lo que se consigue reducir el tiempo de congelación hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 7 minutos y pasar rápidamente por la zona de formación de cristales grandes (0 a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Las papas prefritas congeladas son normalmente envasadas en bolsas de polietileno/polipropileno o en cajas de cartón para uso institucional. La vida útil del producto no excede los 6 meses. El rendimiento final del proceso (con respecto a papas crudas) está entre 30 a 45 % (Aguilera, 1997).

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALES

Tanto para las pruebas preliminares como para la optimización del proceso de producción de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas se trabajó con papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Superchola, la cual fue recolectada cuando alcanzó las características necesarias de tamaño y contenido de azúcares. Se adquirió a productores de Tulcán-Ecuador.

2.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima (*S. tuberosum*) fue caracterizada en función de sus propiedades físicas: color, profundidad de los ojos, eje mayor, eje menor, espesor, gravedad específica y textura; y químicas: humedad, cenizas, grasa, fibra cruda, proteína y azúcares reductores.

2.2.1 MÉTODOS FÍSICOS

2.2.1.1 Color

Para determinar el color de la pulpa del tubérculo se utilizó un método instrumental de medida (Calvo y Duran, 1997), con un colorímetro tri-estímulo marca Minolta modelo CR-200. Se tomó una muestra representativa de 30 tubérculos. En cada tubérculo se midió el color de la pulpa. Los resultados se presentan en valores de **L** como indicador de luminosidad; **a** espectro que va desde verde (-) hasta rojo (+); y, **b** espectro que va desde azul (-) hasta amarillo (+), ejes del diagrama cromático CIELAB.

El diagrama cromático CIELAB esta formado por un eje vertical (L) que representa la luminosidad o claridad en una escala de 0 a 100. En el cual 0 representa el tono negro que se encuentra en la base del eje, los tonos grises en la porción intermedia hasta llegar a 100 que representa el tono blanco y se encuentra en la parte superior del eje.

Además existen cinco tonos fundamentales (rojo, amarillo, verde, azul y púrpura) y cinco secundarios (rojo/amarillo, verde/amarillo, azul/verde, púrpura/azul y rojo/púrpura) que están localizados en un círculo perpendicular al eje. Y según estos tonos la saturación se da debido a la distancia del color respecto al eje. Como se muestra en la Figura 2.1.

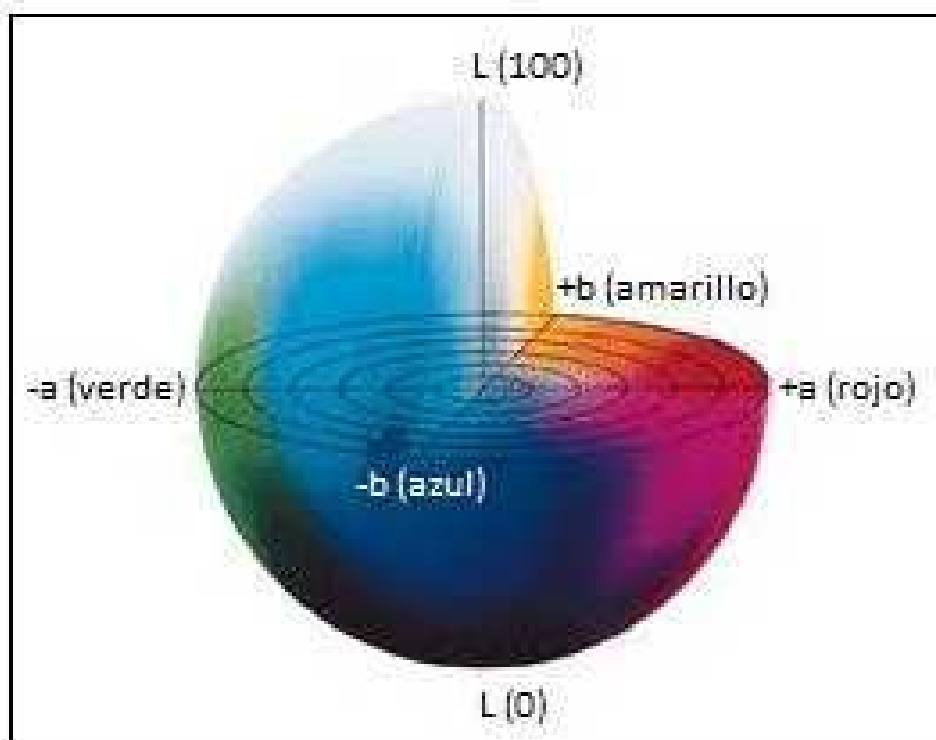


Figura 2.1 Diagrama cromático CIELAB

Las mediciones obtenidas fueron procesadas estadísticamente, se obtuvo el promedio y su respectiva desviación estándar, para su posterior ubicación en el diagrama cromático CIELAB.

2.2.1.2 Profundidad de los ojos, número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor

La profundidad de los ojos, el eje mayor, el eje menor y el espesor fueron determinados mediante un calibrador, tipo pie de rey, de precisión en milímetros. El número de ojos se determinó por conteo. El material se clasificó de acuerdo a su eje mayor como se muestra en la Tabla 2.1, de la siguiente manera:

Tabla 2.1. Clasificación de la papa por el eje mayor

CLASES	MEDIDA
Grado Súper	> 8,8 cm
Primer Grado	6,7 a 8,8 cm
Segundo Grado	4,4 a 6,6 cm

(Bonierbale *et al.*, 2000)

La profundidad de los ojos se clasificó según la Tabla 2.2 que se presenta a continuación.

Tabla 2.2 Clasificación de la profundidad de ojos

CLASES	MEDIDA
Sobresaliente	< 1 mm
Superficial	1 a 3 mm
Medio	4 a 7mm
Profundo	8 a 10 mm
Muy profundo	> 10 mm

(Martínez, 2009)

2.2.1.3 Gravedad Específica (G_p)

De acuerdo con el método descrito por Aguilera y Alvarado (2001), que se presenta en el Anexo I, se tomaron 30 tubérculos. Primero se realizó un pesaje de cada tubérculo en el aire y posteriormente se realizó el segundo pesaje bajo agua, con la ayuda de una balanza marca OHAUS modelo Champ II C-11.

$$S = -138,36 + 147,83 (G_p) \quad [2.1]$$

Donde:

S: sólidos totales
 G_p: gravedad específica

2.2.1.4 Textura

Para evaluar la textura de los tubérculos, cortados en bastones, se realizaron pruebas de corte o cizalla en un equipo de ensayos universales Instron el cual consta de una cuchilla Warner-Bratzler. Se realizaron 10 determinaciones de medición. El parámetro que se mide es la fuerza máxima de cizallamiento.

2.2.2 MÉTODOS QUÍMICOS

La caracterización química se realizó mediante el análisis proximal junto con el análisis de azúcares reductores, de las muestras a evaluarse, de acuerdo con los métodos señalados en la Tabla 2.3

Tabla 2.3. Métodos utilizados para la caracterización química de la materia prima

PARÁMETRO	MÉTODO
Humedad (%)	AOAC 925.10
Cenizas (%)	AOAC 923.03
Grasa (%)	AOAC 922.06
Fibra cruda (%)	AOAC 945.18
Proteína (%)	AOAC 920.87
Azúcares reductores (%)	AOAC 974.06

2.3 ENSAYOS DE ESCALDADO

Previamente a los ensayos de escaldado se realizó el siguiente proceso:

Pruebas preliminares

El objetivo de las pruebas preliminares fue determinar un método adecuado para la elaboración de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas, y también determinar los procesos a optimizar; para lo cual se realizaron varios experimentos estableciéndose el siguiente procedimiento para obtener dicho producto.

2.3.1 Lavado

Se realizó con agua clorada (100 ppm) a presión en una lavadora rotativa. En los tubérculos que presentaron ojos profundos y tierra adherida, se extrajo manualmente.

2.3.2 Selección

Los tubérculos se seleccionaron manualmente y debieron cumplir con los siguientes índices de calidad, necesarios para el proceso y presentación final:

- Ausencia de defectos externos como manchas en la piel, brotes de crecimiento y magulladuras.
- Ausencia de defectos internos como pudrición y gusano blanco.
- Uniformidad del tubérculo y formas propias de la variedad.
- Los calibres Grado Súper y Primer Grado, son requeridos para el desarrollo de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.

2.3.3 Pelado

Los tubérculos fueron pelados en una peladora abrasiva de marca Skymssen y modelo EL-10.

2.3.4 Rectificado

Se realizó manualmente con un cuchillo, para retirar restos de cáscara de las papas.

2.3.5 Cortado

Las papas fueron cortadas en una cortadora manual de fabricación nacional sin marca. Los cortes del área transversal fueron de 1 x 1 cm por el mayor largo posible de la papa.

2.3.6 Selección

Se buscaron los bastones de papa sin defectos de corte, puntos o manchas de mal aspecto.

2.3.7 Escaldado

Los papas fueron sometidas a un escaldado por inmersión en agua caliente, en una relación 1 a 2 peso de papa/ volumen de agua en una marmita de volteo (80 L), calentada por vapor.

Factores de estudio

Factor A: Tiempo de escaldado

$t_1 = 5$ minutos

$t_2 = 10$ minutos

Factor B: Temperatura de escaldado

$T_1 = 65$ °C

$T_2 = 85$ °C

Los factores de estudio para la optimización del proceso de escaldado se realizaron en dos niveles cada uno. Se planteó un diseño experimental factorial AxB, con 10 observaciones para evaluar cada tratamiento mediante el análisis de la textura y el color. La Tabla 2.4, presenta los tratamientos de escaldado en las papas cortadas en bastones.

Tabla 2.4 Tratamientos de escaldado para los bastones de papa

DESCRIPCION
A 65 °C durante 10 minutos
A 65 °C durante 5 minutos
A 85 °C durante 5 minutos
A 85 °C durante 10 minutos

2.4 ENSAYOS DE PREFRITURA

Para realizar los ensayos de prefritura fueron necesarios los siguientes pasos:

2.4.1 Enfriamiento

Las papas cortadas en bastones escaldadas fueron sometidas a enfriamiento con agua a 6 °C, en un recipiente de acero inoxidable de 80 L.

2.4.2 Secado superficial

El agua se removió sacudiendo los bastones sobre mallas.

2.4.3 Prefritura

Las papas que salieron de esta última etapa se prefrieron en una freidora eléctrica marca BETTY G modelo CF53 de 0,004 m³ en una relación 1 a 3 peso de papa/ volumen de aceite.

Factores de estudio

Factor A: Tiempo de prefritura

$t_1 = 2$ minutos

$t_2 = 3$ minutos

Factor B: Temperatura de prefritura

$T_1 = 160$ °C

$T_2 = 180$ °C

Los factores de estudio para la optimización del proceso de prefritura se realizaron en dos niveles cada uno. Se planteó un diseño experimental factorial AxB, con 10 observaciones para evaluar cada tratamiento mediante el análisis de color, textura, humedad y contenido de grasa. La Tabla 2.5, presenta los tratamientos de prefritura en papas escaldadas.

Tabla 2.5 Tratamientos de prefritura para bastones de papa escaldados

DESCRIPCION
A 160 °C durante 2 minutos
A 180 °C durante 2 minutos
A 180 °C durante 3 minutos
A 160 °C durante 3 minutos

2.4.4 Escurrimiento

El exceso de aceite de las papas prefritas se removió sacudiendo los bastones a través de mallas.

2.4.5 Congelamiento

Los tiras de papas prefritas fueron congeladas en un túnel de congelamiento rápido (IQF) a -17 °C durante 20 minutos.

2.4.6 Empaque

Las tiras de papas congeladas fueron empacadas en fundas plásticas de polietileno de baja densidad en presentación de 1 kg.

2.4.7 Almacenamiento

Las fundas plásticas en presentación de 1 kg fueron almacenadas en un cuarto frío a -18 °C.

2.5 ENSAYOS DE FRITURA PARA SUGERIR AL CONSUMIDOR

La fritura de las papas se realizó en una freidora eléctrica marca BETTY G modelo CF53 de 0,004 m³ en una relación 1 a 3 peso de papa/ volumen de aceite.

Factores de estudio

Factor A: Tiempo de fritura

$t_1 = 10$ minutos

$t_2 = 12$ minutos

Factor B: Temperatura de fritura

$T_1 = 160$ °C

$T_2 = 180$ °C

Los factores de estudio para la optimización del proceso de fritura se realizaron en dos niveles cada uno. Se planteó un diseño experimental factorial AxB, con 10 observaciones para evaluar cada tratamiento mediante el análisis de color, textura, humedad y contenido de grasa. La Tabla 2.6, presenta los tratamientos de fritura en papas congeladas.

Tabla 2.6 Tratamientos de fritura para bastones de papa prefritos y congelados

DESCRIPCION
A 180 °C durante 12 minutos
A 180 °C durante 10 minutos
A 160 °C durante 12 minutos
A 160 °C durante 10 minutos

2.6 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL PRODUCTO OPTIMIZADO

Para la caracterización de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas se analizó el color, los contenidos de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa), fibra cruda, proteínas y azúcares reductores.

2.7 ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO OPTIMIZADO

El estudio de estabilidad de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas se realizó dentro de un lapso de 30 días, durante los cuales se

efectuaron análisis microbiológicos según los métodos FDA, que se describen a continuación en la Tabla 2.7; y el índice de peróxidos con el método AOAC 965.33 a los 10, 20 y 30 días de almacenamiento, a una temperatura de -18 °C.

Tabla 2.7 Métodos empleados para el análisis microbiológico del producto optimizado

ANÁLISIS	MÉTODO DE ENSAYO
Contaje total de aerobios mesófilos (UFC/g)	FDA – BAM - CAP 3
Coliformes totales (NMP/g)	FDA – BAM – CAP 4
Escherichia coli (NMP/g)	FDA – BAM - CAP 4
Hongos (upc/g)	FDA – BAM – CAP 18
Levaduras (upc/g)	FDA – BAM – CAP 18

En este caso, la durabilidad de la papa prefrita en bastón se determinó, con base en las especificaciones de calidad del grupo AVIKO (exportador de papas prefritas), que establece como aceptables los siguientes recuentos de microorganismos e índice de peróxidos:

Aerobios: máximo 100 000 UFC/g

Coliformes totales: máximo 1000 NMP/g

Escherichia coli: <10 NMP/g

Hongos: máximo 1000 upc/g

Levaduras: máximo 500 upc/g

Índice de peróxidos: máximo 20 mEq/Kg

2.8 ESTUDIO DE INGENIERÍA BÁSICA A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

Para el estudio de ingeniería básica a nivel de prefactibilidad se consideró el perfil del producto, disponibilidad de la materia prima, balance de materiales, localización y capacidad de producción de la planta, determinación del personal, consumo de energía eléctrica y requerimiento de agua.

2.9 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-FINANCIERO

En este estudio de prefactibilidad se realizó un análisis técnico y financiero. El estudio técnico incluyó la ingeniería básica y en el estudio financiero, para determinar la viabilidad de la aplicación del proyecto a escala industrial, se determinó el punto de equilibrio, la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN). Para los cálculos se utilizó la matriz de la Corporación Financiera Nacional.

2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la discusión de los resultados se utilizó el paquete estadístico Statgraphics versión Plus 5.1, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 99% de confiabilidad.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

3.1.1 MÉTODOS FÍSICOS

3.1.1.1 Color

En la Tabla 3.1 se presentan los resultados de color de la pulpa del tubérculo de la variedad Superchola, según el método descrito en el numeral 2.2.1.1. Los datos experimentales se presentan en el Anexo II.

Tabla 3.1 Color de la materia prima

Color	L	a	b
Pulpa del tubérculo	70,82 ± 1,62	-7,56 ± 0,54	31,55 ± 2,81

n=30; Media ± DE

Conforme los valores ubicados en el diagrama cromático CIELAB que se muestra en la Figura 3.1, la ubicación para el color de la pulpa del tubérculo está en el segundo cuadrante en una zona amarillo intenso.

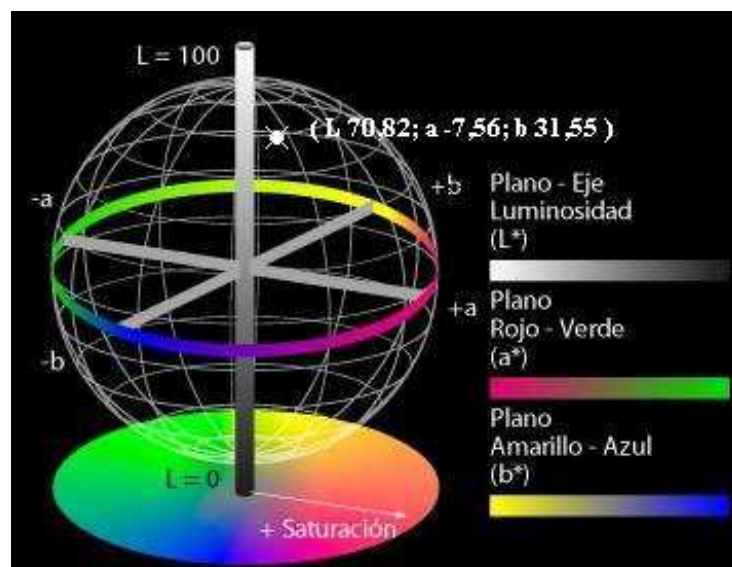


Figura 3.1 Color de la pulpa del tubérculo de acuerdo al diagrama cromático CIELAB

Los resultados obtenidos coinciden con lo expuesto por Coba (2004), quien indica que el color de la pulpa del tubérculo de la variedad Superchola presentó un color amarillo intenso, que es característico de esta variedad, lo cual Moreno (2000), lo define como favorable para la industria ya que tiene gran aceptabilidad entre los consumidores.

3.1.1.2 Profundidad de los ojos, número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor

En la Tabla 3.2, se presentan los resultados de profundidad y número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor de la materia prima. Los datos experimentales se presentan en el Anexo III.

Tabla 3.2 Profundidad de ojos, número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor de la materia prima

Profundidad de ojos (cm)	Número de ojos	Eje mayor (cm)	Eje menor (cm)	Espesor (cm)
$0,21 \pm 0,06$	$13,33 \pm 2,02$	$10,99 \pm 1,15$	$8,39 \pm 0,73$	$5,90 \pm 0,53$

n=30; Media \pm DE

De acuerdo a la Tabla 2.2, la profundidad de ojos de la variedad Superchola fue superficial, lo que Bonierbale *et al.* (2000), y Andrade (1997), consideran

importante para el procesamiento agroindustrial, ya que reduce las pérdidas de materia prima al facilitar el pelado mecánico.

El diámetro mayor y menor, proporcionan información cuantitativa sobre el tamaño y la forma del tubérculo. El diámetro mayor favorece la obtención de bastones de gran longitud mientras el diámetro menor influye en el rendimiento de bastones útiles para el proceso. Según, Coba (2004), el tamaño y la forma de los tubérculos condicionan su aptitud para el procesamiento de bastones, ya que la longitud mínima requerida para este propósito es 8 cm; así lo menciona también Andrade (1997), quién explica que para papas fritas tipo francesas, se prefieren tubérculos alargados de 6 cm o más, de esta manera, la variedad Superchola, analizada en esta investigación, tiene la longitud requerida para obtener papas fritas tipo francesas.

3.1.1.3 Gravedad Específica

En la Tabla 3.3, se presenta el resultado de gravedad específica de la materia prima. Los datos experimentales se presentan en el Anexo IV.

Tabla 3.3 Gravedad específica de la materia prima

Gravedad específica (g.g ⁻¹)
1,073 ± 0,037

n=30; Media ± DE

En comparación al valor promedio obtenido por Quilca (2007), que es de 1,07 existe homogeneidad con el resultado determinado en el presente estudio y, al aplicar la ecuación 2.1, se obtuvo un valor de 20,3 % de sólidos totales, que de acuerdo a lo explicado por Lisinska y Leszczynski, (1991), la gravedad específica tiene relación con el contenido de sólidos totales, elemento importante en la selección de variedades de papa para los distintos tipos de procesamiento industrial. Valores superiores al 20 % son favorables para los procesos industriales en la obtención de papas prefritas, así lo corrobora Andrade (1997),

quién afirma que a mayor contenido de sólidos en el tubérculo, existe un menor consumo de aceite en la fritura, lo que reduce además los costos por requerir menor cantidad de energía para evaporar el agua.

3.1.1.4 Textura

En la Tabla 3.4, se presenta el resultado de textura de la materia prima como fuerza máxima de cizallamiento. Los datos experimentales se presentan en el Anexo V.

Tabla 3.4 Textura de la materia prima

Fuerza máxima de cizallamiento (N)
32,66 ± 2,75
n=10; Media ± DE

En comparación al resultado obtenido por Galicia (2001), que fue de 22,63 N. La media de la fuerza máxima de cizallamiento obtenida en la presente investigación es mayor, debido a la diferencia en el contenido de almidón. Rached *et al.*, (2006), explican que el almidón contribuye en gran parte a las propiedades de textura de muchos alimentos, ya que actúa, entre otras cosas, como espesante y agente gelificante, enlazante de agua o grasa, controla e influye sobre ciertas características, tales como humedad, consistencia, apariencia y estabilidad en el almacenamiento; además de jugar un papel importante en la aceptabilidad y palatabilidad de numerosos productos alimenticios.

3.1.2 MÉTODOS QUÍMICOS

En la Tabla 3.5, se presentan los resultados de humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y azúcares reductores.

Tabla 3.5 Caracterización química de la materia prima

Parámetro	Valor
Humedad (%)	78,3
Cenizas (%)	1,5
Extracto etéreo (%)	< 0,1
Fibra cruda (%)	0,9
Proteína (%)	2,8
Azúcares reductores (%)	< 0,1

El valor promedio de humedad reportado por Quilca (2007) fue de 75,36 % y el reportado por Coba (2004) fue de 77,72 %, valores que son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

Los valores mínimos y máximos obtenidos son 63,2 y 86,9 %, límites de humedad recomendados para papas según Contreras y Kusch (2001). Las variaciones del contenido de agua pueden darse debido a que su contenido depende de las células constitutivas de los tubérculos y su capacidad de almacenamiento al momento de la cosecha, al igual que las variaciones diurnas de temperatura y humedad relativa a lo largo del día.

El valor de cenizas obtenido se encuentra dentro del intervalo 0,44 y 1,9 %, descrito por Contreras y Kusch, (2001). La cantidad de ceniza es un indicativo de la cantidad de minerales presentes en un producto alimenticio.

Al comparar el valor de grasa obtenido por Coba (2004), que fue de 0,09 %; y el valor obtenido en el presente estudio, existe homogeneidad; y se encuentran entre 0,02 y 0,2 %, límites de grasa sugeridas para papas, según Contreras y Kusch (2001). Estos resultados, que son contenidos bajos de grasa son deseables en papas, debido al incremento de este componente en el proceso de fritura.

En lo referente al valor de fibra cruda, se encuentra dentro del intervalo 0,17 y 3,48 %, reportado y sugerido por Contreras y Kush (2001).

El valor de proteína obtenido se encuentra dentro del intervalo 0,7 y 4,6 % descrito por Contreras y Kush (2001).

Finalmente, con respecto al contenido de azúcares reductores, el valor reportado por Quilca (2007), que es 0,1 %, es mayor al determinado en la presente investigación. Es importante indicar que de acuerdo a lo expuesto por Rodríguez y Wrolstad (1997); y Feltran *et al.*, (2004), valores inferiores a 0,3% son ideales para una buena calidad de papas prefritas congeladas.

3.2 ENSAYOS DE ESCALDADO

Las experiencias de escaldado se realizaron de acuerdo a lo explicado en el numeral 2.3.7. Para la medición de la textura y el color se procedió conforme a lo indicado en los numerales 2.2.1.4 y 2.2.1.1, respectivamente. Los resultados que se presentan en las Tablas 3.6 y 3.7, fueron analizados estadísticamente según lo señalado en el numeral 2.10.

En la Tabla 3.6 se observa que al mantener la temperatura de escaldado, la textura es mayor al menor tiempo, y menor al aumentar el mismo; sin embargo si se compara la textura a un mismo tiempo, ésta disminuye si se aumenta la temperatura. Este comportamiento se debe a que a mayor temperatura y tiempo de proceso, el alimento recibe una mayor cantidad de energía, lo cual inicia el proceso de cocción, provocando cambios en su estructura como es la gelatinización y retrogradación del almidón, que se traduce en un ablandamiento de la papa (Kim *et al.*, 1997; Jane *et al.*, 1999; Martens y Thybo, 2000; Kaur *et al.*, 2002; Lamberti *et al.*, 2004).

Tabla 3.6 Textura después del escaldado

Tratamiento	Denominación	Textura (N)
1	10 minutos 65 °C	11,47 ± 0,82 ^b
2	5 minutos 65 °C	13,53 ± 1,27 ^a
3	5 minutos 85 °C	10,49 ± 0,67 ^c
4	10 minutos 85 °C	4,81 ± 0,40 ^d

n=10, Media ± DE

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia estadística significativa al 99%

Con respecto al color, en la Tabla 3.7 se observa que la luminosidad, el valor de a y el valor de b, aumentan al incrementar la temperatura y el tiempo de escaldado, esto puede deberse a la lixiviación de azúcares reductores durante su escaldado (Trujillo *et al.*, 2003).

Tabla 3.7 Valores de color de la pulpa del tubérculo en los distintos tratamientos de escaldado

Tratamiento	Denominación	L	a	b
1	10 minutos 65 °C	60,67 ± 1,75 ^b	-8,38 ± 0,42 ^b	17,33 ± 0,84 ^b
2	5 minutos 65 °C	57,49 ± 2,50 ^c	-7,77 ± 0,45 ^a	16,65 ± 0,86 ^b
3	5 minutos 85 °C	64,45 ± 2,93 ^a	-10,40 ± 0,53 ^c	18,96 ± 1,04 ^a
4	10 minutos 85 °C	65,57 ± 2,90 ^a	-10,05 ± 0,55 ^c	19,38 ± 1,10 ^a

n=10, Media ± DE

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia estadística significativa al 99%

Para el proceso de escaldado las condiciones que se determinaron fueron de 5 minutos y 85 °C, porque a esta temperatura se obtuvo un valor alto de textura, mayor luminosidad que se mantuvo en el tiempo a diferencia de las muestras tratadas a 65 °C que se oscurecieron a los pocos minutos de terminado el proceso.

3.3 ENSAYOS DE PREFRITURA

Las pruebas de prefritura se realizaron de acuerdo a lo explicado en el numeral 2.4.3. Para la medición del color, textura, humedad y contenido de grasa se procedió conforme a lo indicado en los numerales 2.2.1.1, 2.2.1.4 y 2.3, respectivamente. Los resultados que se presentan en las Tablas 3.8 y 3.9, fueron analizados estadísticamente según lo señalado en el numeral 2.10.

En la Tabla 3.8 se aprecia que al incrementar la temperatura y el tiempo de prefritura, aumentan la luminosidad, el valor de a y el valor de b, esto puede deberse a que el contenido de azúcares reductores se correlaciona con el grado de oscurecimiento no enzimático, que se desarrolla durante el calentamiento (Moreno, 2000).

Tabla 3.8 Valores de color de la pulpa del tubérculo en los distintos tratamientos de prefritura

Tratamiento	Denominación	L	a	b
1	2 minutos 160 °C	69,33 ± 1,82 ^b	-9,88 ± 0,40 ^{ab}	20,46 ± 1,02 ^d
2	2 minutos 180 °C	70,36 ± 1,50 ^a	-9,91 ± 0,38 ^b	21,17 ± 0,89 ^c
3	3 minutos 180 °C	68,59 ± 1,44 ^c	-9,46 ± 0,45 ^a	24,88 ± 1,17 ^a
4	3 minutos 160 °C	68,82 ± 1,69 ^c	-10,48 ± 0,54 ^c	23,46 ± 1,23 ^b

n=10, Media ± DE

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia estadística significativa al 99%

En la Tabla 3.9 se puede observar que al mantener la temperatura de prefritura, la textura disminuye mientras transcurre el tiempo, esto es, a los 2 minutos se obtuvieron valores mayores que a los 3 minutos.

Con respecto al contenido de humedad residual en el producto, se aprecia que a la misma temperatura de prefritura, tiende a disminuir, pero si se compara a los 3

minutos, la humedad residual disminuye al incrementar la temperatura (Budzaki y Segura, 2005; Garayo y Moreira, 2002).

En lo referente al contenido de grasa, éste se ve influenciado directamente por la temperatura, si se aumenta, también se incrementa el contenido de grasa; también se aprecia una relación con el contenido de humedad residual, tal como lo mencionan Budzaki y Segura (2005), y Math *et al.* (2004), quienes explican que a mayor temperatura se pierde más rápidamente el agua, con lo cual el contenido residual de agua es menor y, por lo tanto, se dispone de más espacio intercelular que puede ser ocupado por el aceite.

Tabla 3.9 Textura, humedad y contenido de grasa después de la prefritura

Denominación	Textura (N) ¹	Humedad (%) ¹	Grasa (%) ¹
2 minutos 160 °C	42,95 ± 4,12 ^b	66,67 ± 0,41 ^{ab}	2,0 ± 0,08 ^b
2 minutos 180 °C	49,72 ± 4,31 ^a	66,80 ± 1,19 ^{ab}	2,93 ± 0,17 ^a
3 minutos 180 °C	32,95 ± 3,43 ^c	62,83 ± 0,41 ^b	3,30 ± 0,08 ^a
3 minutos 160 °C	33,64 ± 2,84 ^c	68,57 ± 1,39 ^a	1,63 ± 0,21 ^b

¹ n=10, Media ± DE

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia estadística significativa al 99%

Para el proceso de prefritura las condiciones que se escogieron fueron de 2 minutos y 180 °C, pues a este tiempo y temperatura se consiguió un valor alto de textura y luminosidad. Características como la textura y el color resultan de gran relevancia, siendo estos los parámetros de calidad más importantes en los productos procesados a partir de papa (Thygesen *et al.*, 2001).

3.4 ENSAYOS DE FRITURA PARA SUGERIR AL CONSUMIDOR

Los ensayos de fritura se realizaron de acuerdo a lo explicado en el numeral 2.5. Para la medición del color, textura, humedad y contenido de grasa se procedió

conforme a lo indicado en los numerales 2.2.1.1, 2.2.1.4 y 2.3, respectivamente. Los resultados que se presentan en las Tablas 3.10 y 3.11, fueron analizados estadísticamente según lo señalado en el numeral 2.10.

En la Tabla 3.10 se puede observar que a las condiciones de temperatura y tiempo de fritura, los valores de L, a y b, no evidencian cambios significativos, y cuyos valores indican el color característico del producto, desarrollado por la fritura.

Tabla 3.10 Valores de color de la pulpa del tubérculo en los distintos tratamientos de fritura

Denominación	L	a	B
12 minutos 180 °C	71,70 ± 2,27 ^a	-7,60 ± 0,66 ^a	24,49 ± 2,61 ^{ab}
10 minutos 180 °C	73,13 ± 0,95 ^a	-7,78 ± 0,68 ^a	24,55 ± 2,93 ^{ab}
12 minutos 160 °C	71,30 ± 1,57 ^a	-8,19 ± 0,69 ^{ab}	23,21 ± 2,19 ^b
10 minutos 160 °C	72,77 ± 1,19 ^a	-8,73 ± 0,51 ^b	25,58 ± 2,17 ^a

n=10, Media ± DE

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia estadística significativa al 99%

En la Tabla 3.11 se observa que a estas condiciones de temperatura y tiempo de fritura, la textura no presenta diferencia significativa entre los tratamientos.

Con respecto a la humedad residual, ésta disminuye al incrementar la temperatura y el tiempo de fritura, confirmando lo expuesto por Budzaki y Segura, 2005; Garayo y Moreira, 2002.

En lo referente al contenido de grasa se aprecia que a excepción del ensayo que se realizó a 160 °C y 12 minutos, el valor alcanzado está alrededor del 11 %, y se encuentra entre 8 y 16 %, valores límites reportados por Aguilera (1997). Además,

es menor al contenido de las papas fritas en rodajas “chips” que contienen entre 35 y 45 % de grasa.

Tabla 3.11 Textura, humedad y contenido de grasa después de la fritura

Denominación	Textura (N)	Humedad (%)	Grasa (%)
12 minutos 180 °C	22,65 ± 2,35 ^a	49,33 ± 0,41 ^c	11,10 ± 1,63 ^b
10 minutos 180 °C	13,63 ± 1,47 ^a	51,50 ± 0,70 ^b	11,05 ± 0,29 ^b
12 minutos 160 °C	10,89 ± 1,96 ^a	52,90 ± 0,22 ^a	12,97 ± 0,25 ^a
10 minutos 160 °C	15,89 ± 7,64 ^a	54,17 ± 0,21 ^a	11,73 ± 0,12 ^b

n=10, Media ± DE

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencia estadística significativa al 99%

Con estas experiencias se determinó que a los 10 minutos y 160 °C, se obtuvo un producto con la textura, color y contenido de grasa sin diferencias significativas con las otras condiciones, por lo tanto, estos son los parámetros que se sugieren para el consumo de las papas prefritas congeladas.

3.5 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL PRODUCTO OPTIMIZADO

3.5.1 MÉTODOS FÍSICOS

a. Color

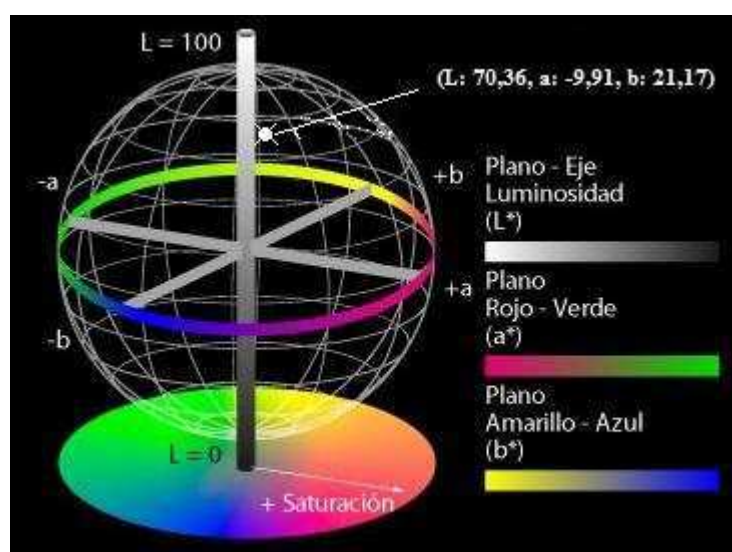
En la Tabla 3.12 se presentan los resultados de color del producto optimizado, según el método descrito en el literal 2.2.1.1. Los datos experimentales se presentan en el Anexo VI.

Tabla 3.12 Color del producto optimizado

Color	L	a	b
Producto optimizado	70,36 ± 1,50	-9,91 ± 0,38	21,17 ± 0,89

n=10; Media ± DE

Conforme a los valores ubicados en el diagrama cromático CIELAB que se muestra en la Figura 3.2, la ubicación para el color del producto optimizado está en el segundo cuadrante en una zona amarillo intenso.

**Figura 3.2** Color del producto optimizado de acuerdo al diagrama cromático CIELAB

De acuerdo a lo expuesto por Moreira *et al.*, (1999), quienes reportan que durante el procesamiento de bastones de papa, sometidos a un tratamiento térmico leve como lo es el escaldado y la prefritura, estas condiciones promueven que las reacciones características de los azúcares reductores no incidan significativamente en el color de los bastones.

3.5.2 MÉTODOS QUÍMICOS

En la Tabla 3.13, se presentan los resultados de humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y azúcares reductores del producto optimizado.

Tabla 3.13 Caracterización química del producto optimizado

Parámetro	Valor
Humedad (%)	64
Cenizas (%)	1,2
Extracto etéreo (%)	5,2
Fibra cruda (%)	< 0,5
Proteína (%)	3
Azúcares reductores (%)	< 0,1

De acuerdo a lo expuesto por Aguilera (1997), la humedad se reduce en el proceso de fritura pues éste constituye un proceso de deshidratación parcial y localizada en la parte externa del producto, la que se transforma progresivamente en una corteza dura.

En lo referente al contenido de grasa, y según Blumenthal y Stier (1991), en los productos de fritura es de esperar que a mayor contenido de humedad, con el que el producto ingresa al proceso, mayor sea el contenido de grasa, debido al reemplazo del agua por el aceite.

Pritchard y Adam (1994) explicaron que la presencia de azúcares reductores es de gran importancia en la fritura, ya que el contenido de azúcares reductores se correlaciona con el grado de oscurecimiento no enzimático que se desarrolla durante el calentamiento. Por tanto, al no presentarse el oscurecimiento se corrobora la no variación en su valor.

3.6 ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO OPTIMIZADO

En la Tabla 3.14, se presentan los resultados del índice de peróxidos y del análisis microbiológico que se realizó al producto optimizado.

Tabla 3.14 Estudio de estabilidad del producto optimizado

	DÍA 0	DÍA 10	DÍA 20	DÍA 30
Índice de peróxidos mEqO ₂ /kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Contaje total aerobios mesófilos (UFC/g)	10 ²	50	380	<10
Coliformes totales (NMP/g)	<3	<3	<3	<3
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	<3	<3	<3	<3
Hongos (upc/g)	<10	<10	<10	<10
Levaduras (upc/g)	<10	20	<10	<10

mEq: Miliequivalentes

UFC: Unidades Formadoras de Colonia

NMP: Número Más Probable

upc: Unidades Propagadoras de Colonias

La aplicación de la congelación resultó ser el método más efectivo para la conservación de los bastones prefritos, ya que las temperaturas bajo 0 °C, limitan la disponibilidad de agua como disolvente reactivo y fijan la estructura de los tejidos (Coba, 2004), ya que de acuerdo a los valores del índice de peróxidos, aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli*., hongos y levaduras se encuentran bajo los límites permitidos según lo expuesto en el literal 2.7.

3.7 ESTUDIO DE INGENIERÍA BÁSICA A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

El estudio de ingeniería básica a nivel de prefactibilidad provee la información para cuantificar las inversiones y los costos de operación pertinentes que intervienen en la producción de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.

3.7.1 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico servirá para determinar el mejor proceso de producción de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.

3.7.1.1 Perfil del producto

El producto propuesto en el presente trabajo es el resultado del procesamiento de papas cortadas en bastones (paralelepípedos de 1 cm x 1 cm de sección por 6 cm o más de largo), prefritas y congeladas, empacadas en fundas plásticas de polietileno de baja densidad, en presentación de 1 kg.

3.7.1.2 Disponibilidad de materia prima

La zona de influencia del presente proyecto comprende el norte de la sierra ecuatoriana en la provincia del Carchi. Aunque Carchi solo ocupa el 25 % de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa, la provincia produce el 40 % de la cosecha anual del país. Consecuentemente se tiene una disponibilidad inicial de materia prima estimada de 171 647 toneladas métricas.

3.7.1.3 Localización y capacidad de producción de la planta

La empresa se ubicará en la provincia de Pichincha, en el cantón Quito, en la parroquia de Pomasqui como se muestra en la Figura 3.3. El sector goza de todas las instalaciones necesarias como agua, luz, teléfono y alcantarillado.



Figura 3.3 Localización de la planta agroindustrial

El buen estado de las vías de acceso, la cercanía a grandes ciudades y por ende el acercamiento hacia los clientes potenciales son también características importantes de la ubicación de la planta.

La planta se orienta a procesar 3,5 toneladas de materia prima en una jornada de 8 horas, 20 días al mes, es decir que en un año se trabajará 240 días. La distribución de la planta se muestra en la Figura 3.4.

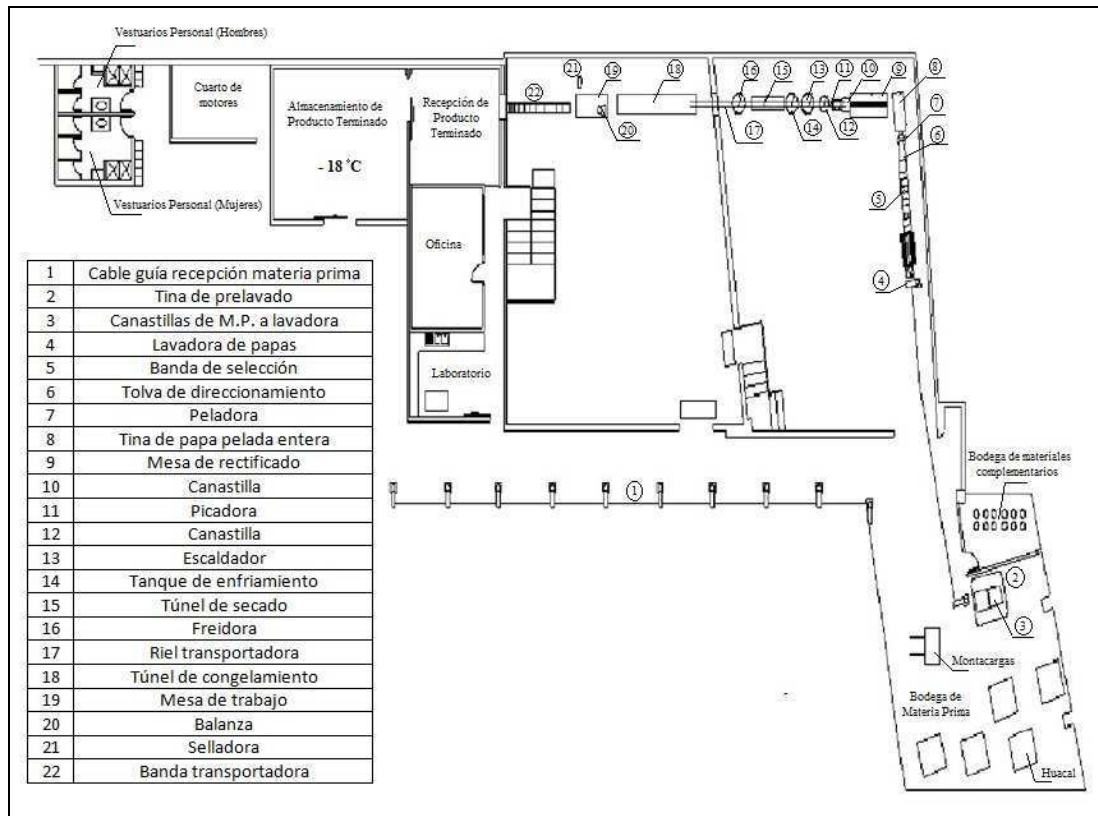


Figura 3.4 Distribución de la planta

3.7.1.4 Determinación del personal

El requerimiento de personal es de 5 operarios y un supervisor para el área de producción. En cuanto al personal administrativo se necesitarán 4 personas: el gerente general, el jefe de planta, el jefe de ventas y una secretaria.

3.5.1.5 Consumo de energía eléctrica

En la Tabla 3.15, se detalla el consumo mensual de energía eléctrica necesaria para la elaboración de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas. Los equipos trabajarán 8 horas diarias en un proceso continuo.

Tabla 3.15 Consumo de energía eléctrica mensual

Maquinaria	Potencia (kw)	Horas de trabajo al mes	Energía kw/h/mes
Lavadora de papas con agua y sistema motriz	0,19	160	29,82
Banda de enjuague y preselección de papa con cáscara	0,56	160	89,49
Peladora de papa	0,11	160	17,6
Picadora	0,11	160	17,6
Túnel de enfriamiento y secado	0,75	160	119,31
Motor del túnel de congelación	16,41	160	2 625,60
Motor de Pre-cámara de frío	2,24	160	357,92
Motor de Cámara de almacenamiento	3,73	160	596,80
Evaporador de túnel de congelamiento (BTU)	73,27	160	11 722,40
Evaporador de pre-cámara de frío (BTU)	14,65	160	2 344
Evaporador de cámara de almacenamiento (BTU)	5,86	160	937,92
TOTAL			18 858,464

3.7.1.6 Balance de materiales

Los rendimientos y pérdidas obtenidos en los distintos procesos para la elaboración de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas; se muestran a continuación en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16 Rendimientos y pérdidas en los procesos

Proceso	Rendimiento (%)	Pérdidas (%)
Selección después del lavado	98,00	2,00
Pelado	90,32	9,68
Rectificado	99,20	0,80
Selección después del cortado	72,00	28,00
Escaldado	99,70	0,30
Prefritura	99,90	0,10
Empaque	99,82	0,18

En la figura 3.5, se presenta el balance de materiales para 3 500 kg diarios de papa para la producción de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.

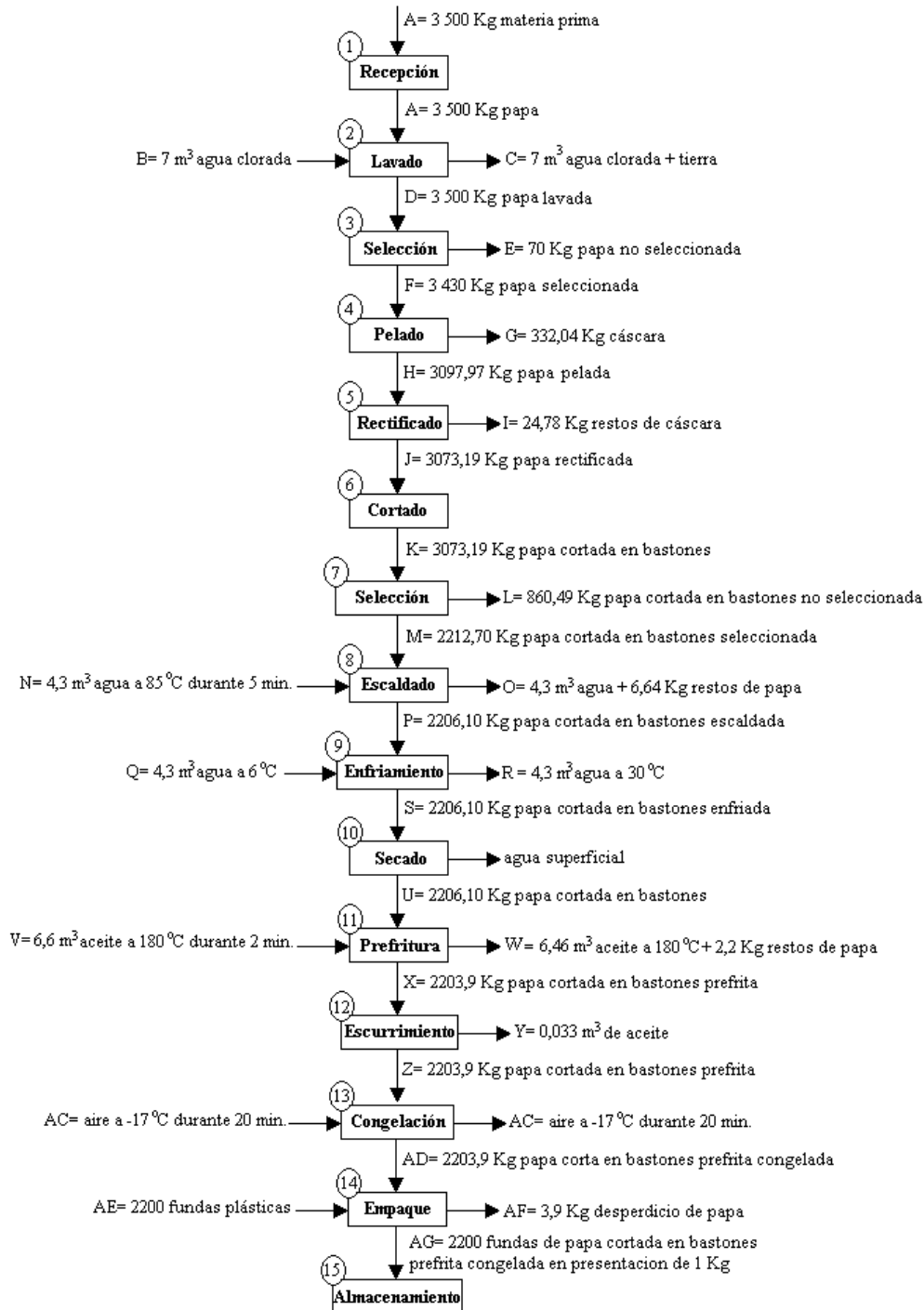


Figura 3.5 Balance de materiales para la obtención de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas

3.7.1.7 Requerimiento de agua

En la Tabla 3.17 se aprecian las cantidades de agua que se utilizará en la planta mensualmente en los diferentes procesos.

Tabla 3.17 Requerimiento mensual de agua para la producción de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas

Proceso	Cantidad de agua (m ³ /mes)
Lavado	140
Escaldado	86
Enfriamiento	86
Total	312

3.7.2 ESTUDIO FINANCIERO

3.7.2.1 Inversiones

En la Tabla 3.18, se presenta la inversión requerida para la implementación de la planta procesadora de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas. Dentro de la inversión se incluye el costo por construcciones, maquinaria y equipo, 2 % imprevistos para cubrir los valores de mantenimiento que no constan en la garantía, y otros activos.

Tabla 3.18 Inversiones totales

	Valor (USD)	%
Inversión fija	412 430	69,09
Capital de operación	184 515	30,91
TOTAL	596 944	100

a. Construcciones

En la Tabla 3.19, se presentan los requerimientos de terreno y construcción para la unidad de producción.

Tabla 3.19 Requerimiento para obras civiles

Concepto	Cantidad (m ²)	Costo (USD/m ²)	Total (USD)
Terreno	1 300	50	65 000
Fábrica	606	275	166 650
Oficinas y laboratorio	66,80	250	16 700
Exteriores y cerramiento	60	20	1 200
Bodegas	66	180	11 880
Vestidores y Baños	30	200	6 000
Guardianía	12	150	1 800

b. Maquinaria y equipo

Dentro de este rubro se incluyen los equipos de producción, equipos auxiliares y los gastos por instalación y montaje. La maquinaria requerida para el proceso de elaboración de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas se presenta en el Anexo VII.

c. Otros activos

En la Tabla 3.20, se presentan otros activos que forman parte de la inversión, que incluyen los equipos de oficina, constitución de la sociedad, etc.

Tabla 3.20 Otros activos

Denominación	Precio (USD)
Equipos y muebles de oficina	4 000
Constitución de la sociedad	2 000
Material y suministros de laboratorio	2 000
Equipos de computación	2 400
TOTAL	10 400

3.7.2.2 Estructura de financiamiento

El proyecto será financiado, el 40% por una institución financiera al 10,3% de interés anual de acuerdo a la tasa vigente en la Corporación Financiera Nacional y, el 60% restante por capital propio de la empresa.

3.7.2.3 Costo unitario del producto

El costo unitario se obtiene de la suma de los costos de producción, gastos en ventas, gastos administrativos y gastos financieros lo que se muestra en el Anexo VIII. El costo de producción por unidad es de 1,01 USD por cada presentación de 1 kg y el precio unitario es de 1,15 USD.

3.7.2.4 Precio de venta

Para calcular el precio de venta se consideró un margen de ganancia del 49% sobre el costo unitario del producto, dicho margen se encuentra dentro del promedio para la industria, obteniéndose 1,71 USD/kg, valor al que se le entrega al distribuidor.

3.7.2.5 Ventas netas

El detalle se presenta en la Tabla 3.21

Tabla 3.21 Ventas netas

Producto	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor Total (USD)
Papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas en presentación de 1 kg	528 000	1,71	903 408
TOTAL			903 408

3.7.2.6 Estado de Pérdidas y Ganancias

El estado de pérdidas y ganancias para el primer año de funcionamiento de la planta se detalla en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22 Estado de Pérdidas y Ganancias

Concepto		Valor (USD)	%
Ventas netas		903 408	100,00
Costos de producción		535 834	59,31
Utilidad bruta en ventas		367 574	40,69
Gastos de ventas		12 701	1,41
Utilidad neta en ventas		354 873	39,28
Gastos de administración y generales		32 466	3,59
Utilidad neta en operaciones		322 407	35,69
Gastos de financiamiento		24 475	2,71
	%		
Reparto de utilidades a trabajadores	15	44 690	4,95
Utilidad neta del periodo antes del impuesto sobre las utilidades		253 243	28,03
Impuesto a la renta	25	63 311	7,01
Utilidad neta a repartir		189 932	21,02

Se puede apreciar que la utilidad neta a repartir representa el 21% aproximadamente de las ventas netas, se puede notar desde ya, que se tiene buena rentabilidad.

3.7.2.7 Punto de equilibrio

Se puede ver en la Figura 3.6 que el punto de equilibrio se alcanza cuando se trabaja con el 35,69% de la capacidad instalada, sobre este punto se comienza a tener ganancias. Es decir que, con ingresos superiores a 322 426,32 se tienen utilidades.

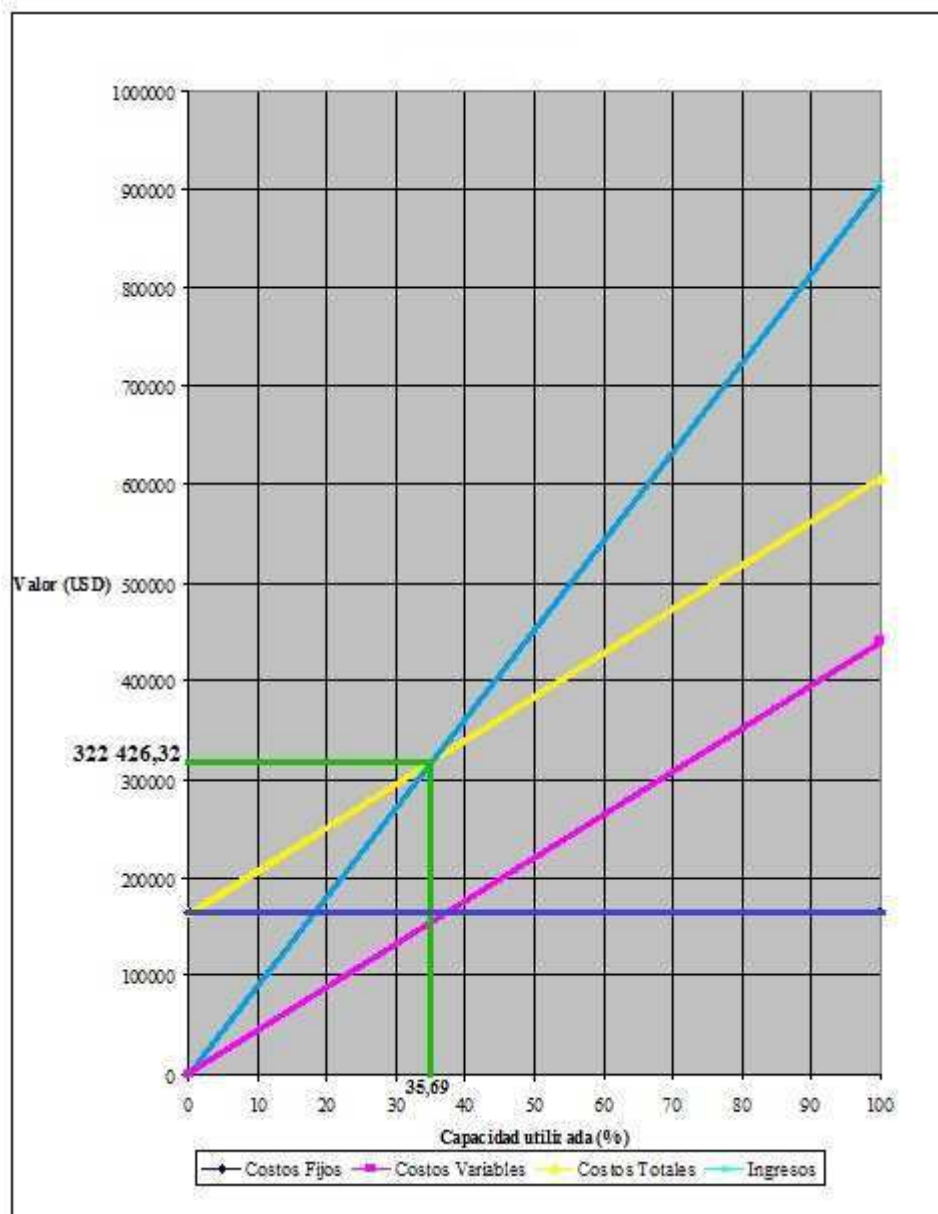


Figura 3.6 Punto de equilibrio en ventas anuales de papas cortadas en bastones prefritas y congeladas

3.7.2.8 VAN y TIR

Para la determinación del VAN y TIR, como se muestra en el Anexo IX, se considera un crecimiento anual en ventas del 10% de acuerdo al promedio de la industria y la capacidad instalada de la planta. Del estudio realizado para un período de 5 años se obtiene un VAN positivo de 60 622,30 USD y una TIR del

25% porcentaje de retorno superior a la ofrecida por una entidad bancaria (7%), se puede indicar que el proyecto es económicamente rentable.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. De la caracterización física y química se determinó que la variedad de papa Superchola, de acuerdo al tamaño, color, gravedad específica y contenido de azúcares reductores es óptima el procesamiento de papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas.
2. Al aplicar el proceso de escaldado, las mejores condiciones de temperatura y tiempo fueron 85 °C y 5 minutos, pues evitó los cambios de color por pardeamiento.
3. La temperatura y tiempo que se determinó para el proceso de prefritura, fueron 180 °C y 2 minutos, ya que a estas condiciones se consiguió valores altos de textura y luminosidad.
4. Las condiciones de fritura que se sugieren al consumidor son, 160 °C y 10 minutos, ya que a estos valores se obtuvo un producto con las características propias de las papa fritas.
5. Las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas, analizadas a los 30 días de almacenamiento a -18 °C, presentaron valores del índice de peróxidos, aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, hongos y levaduras, inferiores a los valores máximos permitidos de acuerdo a las especificaciones de calidad del grupo AVIKO.
6. De acuerdo a los valores del VAN y la TIR, 60 622,30 USD y 25 %, respectivamente, se determinó que el proyecto es económicamente factible.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Evaluar el uso de pretratamientos para reducir la absorción de aceite en el producto final con el fin de beneficiar la salud del consumidor.
2. Estudiar la aplicación de diferentes métodos de pelado para mejorar los rendimientos.
3. Investigar otras formas de empaque y almacenamiento para aumentar la vida útil del producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC, 2006, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA, Cap. 32 pp. 1, 5, 14; Cap. 25 p. 33, Cap. 4 p. 55.
2. Aguilera, J., 1997, "Fritura de alimentos", en Aguilera, J., "Temas en tecnología de alimentos", Editorial CYTED-IPN, México D.F., México, p. 191.
3. Aguilera, J. y Alvarado, J., 2001, "Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos", Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp. 21, 22.
4. Andrade, H., 2005, "Guía técnica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) para la agroindustria transformadora chips y bastones", Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, pp. 11, 12.
5. Andrade, H., 1997, "Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa", Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), pp. 9, 21.
6. Anónimo, 2001, "Producción de papa criolla", http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm, (Noviembre, 2010).
7. Banco Central del Ecuador (BCE), 2010, "Comercio exterior – estadísticas", http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp, (Octubre, 2010).
8. Blumenthal, M. y Stier, R., 1991, "Optimization of deep fat frying operations", "Journal of Food Science", 58, 411.
9. Bonierbale, M., Amorós, W., Espinoza, J., Q Li, X. y Walker, T., 2000, "Estrategias y desafíos para el mejoramiento de papa para el procesamiento", <http://www.redepapa.org/agroindustriared.html>, (Octubre, 2009).

10. Budzaki, S. y Segura, B, 2005, "Moisture loss and oil uptake during deep fat frying of krostula dough", *European Food Research and Technology*, 220, 90.
11. Calvo y Duran, 1997, "Propiedades físicas II. Ópticas y color", en Aguilera, J., "Temas en tecnología de alimentos", Editorial CYTED-IPN, México D.F., México, p. 282.
12. Coba, V., 2004, "Influencia de la materia prima y del proceso sobre la calidad y la vida útil de la papa frita, prefrita y precocida en bastones", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia, ESPOCH, Riobamba, Ecuador, p. 70.
13. Codex Alimentarius, 2003, "Norma del Codex para las papas fritas congeladas rápidamente, CODEX STAN 114-1981", <http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do;jsessionid=4E07CF4F1FDC5B9F1AB27C76042405F2>, (Noviembre, 2010).
14. Contreras, A., 2002, "La papa, un recurso vegetal chileno de importancia internacional", http://www.agrarias.uach.cl/instituto/prod_sanidad_vegetal/webpapa/lapapachilena.html, (Octubre, 2010).
15. Contreras, A. y Kusch, M., 2001, "La papa en su mesa: calidad y usos", Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, p. 3.
16. Egúsqiza, R., 2000, "La papa, producción, transformación y comercialización", Editorial Prisma, Lima, Perú, pp. 18-28.
17. Espinal, C., Martínez, H., Pinzón N. y Peña, Y., 2006, "La industria procesadora de Papa, Plátano y Yuca: el mercado de pasabocas (snacks) y congelados en Colombia", http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/anuario2005/Capitulo6_Papa_yuca_platano.pdf, (Noviembre, 2010).

18. FDA, 2012, "U.S. Food and Drug Administration", <http://www.fda.gov/default.htm>, (Enero 2012).
19. Feltran, J., Borges-Lemos, L. y Lopes-Vieitis, R., 2004, "Technological quality and utilization of potato tubers", "Scientia Agricola", 61, 598.
20. Galicia, R., 2001, "Efecto de una atmósfera rica en CO₂ en la acumulación de etanol y actividad de la polifenoloxidasas mediante la formación de pigmentos en papa", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Master en Biotecnología, UAM, México D. F., México, p. 88.
21. Garayo, J. y Moreira, R., 2002, "Vacuum frying of potato chips", Journal of Food Engineering, 55(2), 181.
22. Huamán, Z., 1986, "Botánica sistemática y morfología de la papa", Boletín de información técnica, 6, 1.
23. Jane, J., Chen, Y., Lee, L., McPherson, A., Wong, K., Radosavi-Jevic, M. y Kasemsuwan, T., 1999, "Effects of amylopectin branch chain length and amylase content on the gelatinization and pasting properties of starch", "Cereal Chemistry", 78, 629.
24. Kaur, L., Singh-Sodhi, N. y Singh-Gujura, H., 2002, "Some properties of potatoes and their starches", Food Chemistry: Cooking, textural and rheological properties of potatoes, 79, 177.
25. Kim, Y., Wiesenborn, D. y Grant, L., 1997, "Pasting properties and thermal properties of potato and bean starches", "Starch", 49, 97.
26. Lamberti, M., Geiselman, A., Conde-Petit, B. y Escher, F., 2004, "Starch and structure development in production and reconstitution of potato flakes", "LebensmittelWissenschaft und Technologie", 37, 417.

27. Lisinska, G. y Leszczynski, W., 1991, "Potato Science and Technology", Editorial Elsevier Applied Science, London, p. 391.
28. Martens, H. y Thybo, A., 2000, "An integrated microstructural, sensory and instrumental approach to describe potato texture", "LebensmittelWissenschaftund Technologie", 33, 471.
29. Martínez, F., 2009, "Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papas nativas (*Solanumtuberosum*. L) en la provincia de Chimborazo", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador, p. 65.
30. Mateos, M., 2003, "Papa prefrita congelada", Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Buenos Aires, Argentina, p. 2
31. Math, R., Velu, V., Nagender, A., y Rao, D., 2004, "Effect of frying conditions on moisture, fat and density of *papad*", Journal of Food Engineering, 64, 429.
32. Montesdeoca, F., 1998, "El mercado de la papa para la agroindustria tiene un crecimiento significativo demandando especialización y organización gremial de los productores", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Master en Administración de Negocios, SEK, Quito, Ecuador, p. 5
33. Moreira, R., Castel-Perez, M- y Barrufet, M., 1999, "Deep-fat frying fundamentals and applications", "Aspen Publication", p. 335.
34. Moreno, J., 2000, "Calidad de la papa para usos industriales", Boletín de la papa, 2 (1), 1.
35. Ordoñez, C., Limongelli, J., Chiesa, A., Abarza, C., Martinnuzzi, F. y Szentivanyi, N., 1981, "Papas chips VIII Tablas de conversión y los parámetros de calidad de los tubérculos de papa (*Solanumtuberosum*L.) materia prima para la industria", Facultad de Agronomía, 2 (3), 123.

36. Pritchard, M. y Adam, L., 1994, "Relationship between fry color and sugar concentration in stored Russet, Burbank and Shepody potatoes", "American Potato Journal", 71, 59.
37. Pumisacho, M. y Sherwood, S., 2002, "El cultivo de la Papa en Ecuador", Editorial INIAP-CIP, Quito, Ecuador, pp. 21, 24, 29, 30, 33-36, 51, 54, 69, 81, 82, 97, 98, 171.
38. Quilca, N., 2007, "Caracterización morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar sus usos futuros", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, EPN, Quito, Ecuador, pp. 43.
39. Rached, L., Vizcarrondo, C., Ricón, A. y Padilla, F., 2006, "Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado", Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 56 (4), 10.
40. Rodríguez, L. y Wroldstad, R., 1997, "Influence of potato composition on chip color quality", "American Potato Journal", 74, 87.
41. Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria (SIGAGRO), 2010, "Estadísticas de producción", http://sigagro.flunal.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=165, (Octubre, 2010).
42. Terranova, 1995, "Producción agrícola", Editorial Terranova editores, Bogotá, Colombia, pp. 341-346.
43. Thygesen, L., Thybo, A. y Engelsen, B., 2001, "Prediction of sensory texture quality of boiled potatoes from low-field ¹H NMR of raw potatoes. The role of chemical constituents", LebensmittelWissenschaft and Technology, (34), 469.

44. Trujillo, Y., Arroquí, C., Virseda, P. y Durán, D., 2003, “Efectos de la temperatura en el procesado mínimo de patatas peladas y cortadas”, *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 180 (1), 63.
45. Villavicencio, V. y Vásquez, C., 2008, “Guía técnica de los cultivos”, INIAP, Manual N° 73, Quito, Ecuador, pp. 56-59.

ANEXOS

ANEXO I

Aplicación del principio de Arquímedes para determinar el contenido de sólidos en papas

FUNDAMENTO

La gravedad específica (GE) fue definida como la relación entre el peso de una sustancia y el peso de un volumen igual de agua, a 4 °C según los físicos, y 15,6 °C según los ingenieros; por lo tanto, la gravedad específica corresponde por definición al peso específico relativo con relación al del agua. Debido a que el volumen de un cuerpo sumergido es igual al volumen del agua desplazada, la relación entre los dos pesos específicos es la misma que la de los pesos del alimento y de un volumen igual de agua (Aguilera y Alvarado, 2001).

Estos pesos se determinan pesando la muestra en el aire y sumergida en agua; su diferencia corresponde a la pérdida aparente de peso en el agua, que es el peso del agua desalojado según el principio de Arquímedes, en consecuencia, la gravedad específica puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$(GE) = w / (w - w_a) \quad [AI.1]$$

Ordoñez *et al.*, (1981) indicó que los valores de gravedad específica, materia seca y almidón en papas, son elementos importantes en la selección de cultivares para distintos tipos de procesamiento industrial. A través del dato experimental de la gravedad específica de los tubérculos, se pueden obtener los contenidos de almidón y de materia seca, aplicando las distintas tablas de conversión o ecuaciones establecidas.

MATERIALES Y EQUIPOS

- 1 Recipiente plástico (2 L)
- Balanza

MÉTODO

Seleccionar veinte o más tubérculos sanos. Limpiar individualmente los tubérculos. Con el uso de la balanza registrar el peso en aire y sumergido en agua, y determinar el valor de la gravedad específica.

ANEXO II

**Datos experimentales para la determinación del color de la pulpa del
tubérculo, variedad superchola**

Tabla AII.1 Datos experimentales para la determinación del color de la materia prima

Muestra	L1	a1	b1	L2	a2	b2	L3	a3	b3	L	a	b
1	70,43	-7,37	30,10	71,06	-7,56	30,66	68,46	-7,11	29,58	69,98	-7,35	30,11
2	68,22	-7,09	30,51	70,35	-7,39	31,96	71,04	-7,73	32,94	69,87	-7,40	31,80
3	66,08	-7,74	32,39	68,93	-8,00	34,29	66,63	-7,61	31,97	67,21	-7,78	32,88
4	70,07	-8,50	34,32	70,59	-8,68	35,83	70,54	-8,71	35,50	70,40	-8,63	35,22
5	72,46	-8,17	35,37	73,00	-8,32	36,78	72,65	-8,41	36,76	72,70	-8,30	36,30
6	70,08	-7,41	30,21	71,25	-7,47	31,24	66,91	-6,86	28,03	69,41	-7,25	29,83
7	68,61	-7,21	30,65	72,12	-7,53	31,22	72,14	-7,57	31,99	70,96	-7,44	31,29
8	70,31	-7,80	35,89	71,67	-8,31	37,10	71,29	-7,95	36,55	71,09	-8,02	36,51
9	70,88	-7,08	29,51	73,11	-7,15	29,84	72,77	-7,17	30,06	72,25	-7,13	29,80
10	71,96	-6,87	28,93	70,92	-6,75	28,24	70,41	-6,63	27,59	71,10	-6,75	28,25
11	67,80	-7,95	33,67	68,00	-8,00	33,57	68,00	-8,02	33,86	67,93	-7,99	33,70
12	68,44	-7,36	31,57	71,41	-7,76	34,81	72,53	-7,81	35,39	70,79	-7,64	33,92
13	70,14	-6,98	26,87	72,18	-7,28	29,33	72,76	-7,49	30,78	71,69	-7,25	28,99
14	70,32	-7,78	36,39	70,53	-7,99	37,48	69,14	-7,70	34,67	70,00	-7,82	36,18
15	66,29	-7,10	29,41	67,34	-7,14	29,74	68,70	-7,32	30,12	67,44	-7,19	29,76
16	71,50	-7,32	30,53	72,17	-7,82	33,47	71,70	-7,73	31,28	71,79	-7,62	31,76
17	70,93	-6,73	26,85	71,01	-6,50	26,31	73,40	-6,77	27,36	71,78	-6,67	26,84
18	70,93	-8,27	35,66	72,90	-8,54	38,06	71,95	-8,57	35,67	71,93	-8,46	36,46
19	71,14	-7,57	30,37	71,10	-7,25	28,47	70,76	-7,11	28,36	71,00	-7,31	29,07
20	68,49	-7,39	29,39	71,23	-7,93	31,39	70,59	-7,75	31,06	70,10	-7,69	30,61
21	71,20	-6,74	27,93	70,74	-6,68	27,35	71,06	-6,68	28,07	71,00	-6,70	27,78
22	69,03	-7,16	28,33	71,19	-7,21	29,16	70,22	-7,33	28,99	70,15	-7,23	28,83
23	74,73	-8,78	34,10	75,42	-8,71	34,55	74,34	-8,08	31,73	74,83	-8,52	33,46
24	70,58	-7,09	27,55	71,43	-6,87	27,82	70,10	-6,84	26,86	70,70	-6,93	27,41
25	69,18	-7,46	28,19	68,82	-7,81	30,10	68,48	-7,60	29,67	68,83	-7,62	29,32
26	73,88	-7,47	32,06	71,40	-6,44	29,82	73,33	-7,01	31,38	72,87	-6,97	31,09
27	72,76	-7,87	32,83	74,24	-8,03	33,89	72,28	-7,71	32,74	73,09	-7,87	33,15
28	72,07	-8,26	34,05	71,86	-7,97	33,81	70,02	-7,73	31,08	71,32	-7,99	32,98
29	70,72	-7,63	31,62	69,54	-7,54	31,27	72,27	-7,87	33,75	70,84	-7,68	32,21
30	70,34	-7,55	30,73	71,72	-7,50	31,19	72,09	-7,50	31,22	71,38	-7,52	31,05
Promedio										70,82	-7,56	31,55
Desviación estándar										1,62	0,54	2,81

ANEXO III

**Datos experimentales para la determinación de la profundidad de ojos,
número de ojos, eje mayor, eje menor y espesor de la materia prima**

Tabla AIII.1 Datos experimentales para la determinación de la profundidad de ojos,
número de ojos, eje mayor, eje menos y espesor de la materia prima

Muestra	Profundidad de ojos	N° de Ojos	Eje mayor	Eje menor	Espesor
	cm		cm	cm	Cm
1	0,11	12	11,40	8,55	5,65
2	0,26	14	10,87	9,17	6,60
3	0,30	14	12,66	8,90	5,95
4	0,12	11	9,60	8,58	6,06
5	0,25	11	9,53	8,50	6,28
6	0,22	13	10,06	7,82	5,97
7	0,13	15	11,77	7,82	5,97
8	0,22	13	9,96	8,13	5,73
9	0,11	13	10,45	7,72	5,94
10	0,21	15	13,49	7,97	5,67
11	0,26	12	10,96	9,07	6,13
12	0,314	14	10,68	7,61	4,88
13	0,29	14	11,99	8,16	5,70
14	0,29	9	10,42	8,91	5,33
15	0,163	15	11,24	7,34	5,31
16	0,17	10	9,67	7,72	5,24
17	0,26	18	9,93	7,92	6,09
18	0,32	16	10,15	7,67	5,88
19	0,19	12	11,32	8,17	6,10
20	0,31	13	8,90	8,46	5,18
21	0,24	12	12,77	8,24	6,45
22	0,05	16	10,48	9,35	5,76
23	0,20	11	12,44	9,78	6,64
24	0,15	13	10,30	8,45	6,80
25	0,26	14	12,87	9,21	7,56
26	0,17	16	11,32	7,03	4,94
27	0,10	11	10,18	7,46	5,18
28	0,18	15	12,91	10,35	6,70
29	0,19	15	11,34	9,78	5,98
30	0,20	13	9,95	7,72	5,14
Promedio	0,21	13,33	10,99	8,39	5,90
Desviación estándar	0,06	2,02	1,15	0,73	0,53

ANEXO IV

Datos experimentales para la determinación de la gravedad específica de la materia prima

Tabla AIV.1 Datos experimentales para la determinación de la gravedad específica de la materia prima

Muestra	Peso en aire	Peso en agua	Gravedad específica
	g	g	g.g-1
1	316	38,81	1,140
2	406	56,00	1,160
3	458	63,17	1,160
4	249	22,64	1,100
5	326	40,04	1,140
6	301,5	8,78	1,030
7	366,5	17,45	1,050
8	273	17,86	1,070
9	296,5	14,12	1,050
10	416	30,81	1,080
11	372,5	17,74	1,050
12	262	10,08	1,040
13	331	35,46	1,120
14	325	9,47	1,030
15	270	15,28	1,060
16	246	13,92	1,060
17	296,5	14,12	1,050
18	279	10,73	1,040
19	361,5	13,90	1,040
20	257	9,88	1,040
21	445	51,19	1,130
22	373,5	40,02	1,120
23	548	49,82	1,100
24	344,5	22,54	1,070
25	569,5	21,90	1,040
26	248	9,54	1,040
27	246,5	4,83	1,020
28	522,5	29,58	1,060
29	389,5	18,55	1,050
30	245	9,42	1,040
Promedio			1,073
Desviación estándar			0,037

ANEXO V**Datos experimentales para la determinación de la textura de la materia prima****Tabla AV.1** Datos experimentales para la determinación de la textura de la materia prima

	Fuerza máxima
Muestra	N
1	30,70
2	37,40
3	31,00
4	32,30
5	31,60
6	33,70
7	27,90
8	36,40
9	33,00
10	32,10
Promedio	32,66
Desviación estándar	2,75

ANEXO VI

Datos experimentales para la determinación del color del producto optimizado

Tabla AVI.1 Datos experimentales para la determinación del color del producto optimizado

Muestra	L	a	b
1	69,87	-11,00	24,76
2	67,29	-10,53	24,58
3	65,49	-11,01	24,07
4	66,87	-11,02	23,77
5	69,14	-10,71	22,31
6	68,71	-11,03	24,76
7	69,12	-9,87	21,48
8	70,53	-9,62	22,06
9	71,08	-9,80	23,13
10	69,94	-10,69	23,49
11	68,54	-9,94	23,21
12	69,74	-10,77	24,77
13	67,67	-11,11	24,59
14	68,44	-11,07	24,84
15	69,45	-10,66	23,26
16	70,91	-10,21	22,54
17	67,29	-10,06	22,59
18	71,43	-10,25	24,75
19	67,58	-9,91	22,07
20	67,12	-9,87	22,01
21	66,76	-9,92	21,65
22	68,01	-9,84	23,73
23	66,33	-10,83	21,97
24	69,11	-9,78	24,87
25	69,14	-9,93	21,98
26	66,71	-10,96	24,94
27	70,12	-11,17	23,68
28	70,43	-10,62	24,56
29	71,11	-10,84	24,83
30	70,64	-11,25	22,49
Promedio	68,82	-10,48	23,45
Desviación estándar	1,69	0,54	1,23

ANEXO VII

**Equipo necesario para la elaboración de papas cortadas en bastones,
prefritas y congeladas**

Tabla AVII.1 Equipo necesario para la elaboración de papas cortadas en bastones,
prefritas y congeladas

Maquinaria y equipo	Especificaciones	Precio (\$)
Cable guía para recepción de materia prima	Estructura de soporte tubo de acero galvanizado 4'' empotrado en zapatas de concreto, cables tensores de acero, riel de desplazamiento perfil H; e= 3 mm acero galvanizado, con poleas laterales de deslizamiento Ø 5 mm, gancho de acero para soporte de quintal de yute o nylon con poleas de deslizamiento. L= 30,10 m, h= 1 800 mm.	2 000
Huacales para almacenamiento de materia prima	Cajones de madera de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m de 1 tonelada de capacidad	450
Montacargas	Montacargas eléctrico de 1 tonelada de capacidad, hmax de levantamiento 4 m	8 000
Lavadora de papas con agua y sistema motriz	Tambor circular con dispositivo helicoidal interno para arrastre y tubo de lavado con perforaciones Ø 10 mm en Acero inoxidable ASTM 240, tipo 304, Ø 780 x 1210 mm con recolector de lodos, desfogues Ø 3'' hacia alcantarilla Motorreductor ¼ hp, Trifásico, termoprotegido con tablero de control. Hmáxima al eje = 1000 mm del piso. Hmin al eje = 800 del piso (Recolector de agua de lavado y tanque de acopio, con bomba a presión) Bandeja de acero inoxidable ASTM 240, tipo 304, con tanque de recolección 600 x500 x 300 mm; e=2 mm; válvulas para control de salida a bomba de presión Ø ¾ '' y entrada de agua Ø ½ '', drenajes de Ø 2''. Bomba de presión ½ Hp succión. Y descarga Ø ¾'' 110 V/60 hz.	5 284,5
Banda de enjuague y preselección de papa con cáscara	L1= 1750 mm plano horizontal, L2 = 2500 mm plano inclinado según implantación, a = 450 de polipropileno con cejas de arrastre de h = 50 mm cada 250 mm. Mesa soportante de acero inoxidable ASTM 240, tipo 304, Motorreductor de velocidad variable ¼ '' hp. Cuatro líneas de duchas roceadoras de abanico ubicadas según diseño en los primeros 1000 mm. Y sujetas a los soportes de la banda. Líneas de descarga a roceadores de ½ '' acero inoxidable ASTM 409, e= 1,65 mm. Roceadores de acero inoxidable con ranura transversal Ø 1/8 '' roscado macho. Tablero de control con protección térmica. h en L1= 800 mm al piso; hmáx. en L2= 1300 mm al piso	1 176,5
Tolva de acopio y direccionamiento de papas a peladora	Acero inoxidable ASTM 240, tipo 304; e= 2 mm, según diseño L= 1350 mm H máx. = 1250 mm al piso; hmin= 810 mm al piso	300
Peladora de papa	Abrasiva eléctrica 110 V – capacidad 25 kg/min. Boca de entrada Ø 223 mm - Ø ext. 420 mm. H máx. a la boca = 800 mm	1 950

Tina de reposo papa entera pelada	Acero inoxidable ASTM 240, TIPO 304 V= 0.3 m ³ , e= 2mm L = 1640 mm; a = 650 mm; h = 500 mm, e= 2 mm tubería, válvula de abastecimiento Ø ½ '' y desfogue Ø 2'' de agua, accesorios de acople y patas con anclaje al piso. H total al filo superior = 550 mm del piso	560
Mesa de rectificado	Estructura hierro; forro con resguardos hacia arriba de filo redondeados h = 50 mm en plancha de acero inoxidable ASTM 304, e= 2 mm. L = 2400 mm; H= 1200 mm; a= 1050 mm. Con bordes y refuerzos soldados a estructura o empernados. Canaleta ½ caña en el centro con inclinación 25° hacia abajo hasta boca de procesadora de alimentos (picadora) h min= 1010 mm según diseño	700
Canastilla para recoger papa rectificada	Acero inoxidable ASTM 240, tipo 304; e= 2 mm. Manijas para manipuleo y accesorios de enganche a riel transportadora a ambos lados L= 500 mm; a = 500 mm; h = 600 mm	75
Procesadora de alimentos (Picadora)	Estructura de acero inoxidable AISI 304 con tolva de alimentación constante, cámara con tambor rotatorio, cuchilla regulable para diferentes espesores, compuerta para descarga de producto, pulsador de encendido y apagado, motor eléctrico trifásico 1.5HP – 1700 rpm. L= 600 mm, a= 400 cm, h= 1000 mm	3 300
Canastillas para recoger papa picada	Acero inoxidable ASTM 240, tipo 304; e= 2 mm; agujereada Ø 10 mm con refuerzos en bordes y al centro. Manijas para manipuleo y accesorios de enganche a riel transportadora a ambos lados, Ø 650 mm, h = 650 mm	200
Escaldadora por inmersión	Estructura y túneles de acero inoxidable ASTM 240, tipo 304, modular, con cabina para evitar fuga de vapor, intercambiador de calor de tobera, quemadores a gas de 600.000 BTU, válvulas de abastecimiento y desfogue acero inoxidable ASTM 240 tipo 304, patas y anclajes al piso, soportes de accesorios. L= 800 mm; a = 800 mm; h = 820 mm. H= altura al eje central = 800 mm. Censores con controles de temperatura del agua y tablero de mando con protección térmica	6 700
Tanque de enfriamiento	Estructura de acero inoxidable ASTM 240, tipo 304, válvulas de abastecimiento y desfogue patas, anclajes al piso, soportes de accesorios. L= 800 mm; a = 800 mm; h = 820 mm. H= altura al eje central = 800 mm	1 500
Túnel de secado	Estructura y túnel modular de tres niveles en acero inoxidable ASTM 240, tipo 304; con cadena transportadora y banda agujereadas, para el adecuado flujo de aire frío, ventiladores industriales de alta potencia, toberas de direccionamiento de aire, motorreductor de velocidad variable de 1 Hp tablero eléctrico de mando con protección térmica. L total estructura =2000 mm; a estr.= 500 mm; L total de bandas = 3600 mm; a= 400 mm; h mín. de banda inferior al piso= 500 mm; H máxima banda superior al piso= 900 mm	5 000
Freidora	Construcción de cámara de vacío en acero de 6 mm con freidora interna en acero inoxidable de capacidad de fritura de 200 IL en volumen, consta, resistencia eléctrica, controlador de temperatura digital, tanque de recepción de aceite y canastilla de escurrido con motor de 1HP, incluye el variador de frecuencia y bomba pequeña. Bomba de vacío Tuthill con sello de agua de 1,5 HP	8 500
Túnel de congelamiento	Estructura en acero inoxidable ASTM 240, tipo 304; con cadena transportadora y banda agujereadas, para el adecuado flujo de aire frío, ventiladores industriales de	20 000

	alta potencia, toberas de direccionamiento de aire, motorreductor de velocidad variable de 1 Hp tablero eléctrico de mando con protección térmica. L total estructura =5000 mm; a estr.= 800 mm; L total de bandas = 9600 mm; a= 600 mm; h mín. de banda inferior al piso= 500 mm; H máxima banda superior al piso= 900 mm	
Mesa de trabajo	Mesa de trabajo en acero inoxidable L= 2000 mm, a= 1000 mm y h=1000 mm	200
Balanza	Balanza MOBBA de 15 kg de capacidad	80
Selladora eléctrica	Selladora eléctrica 110V	175
Cuartos fríos	Precámara (1° a 5° C) L= 5600 x 5000 x 2200 mm. Condensador hermético marca Copeland de 3 Hp con evaporador Krack de 20.000 BTU/h (-35°). Cámara de mantenimiento L= 8450 x 6400 x 2200 mm; condensador hermético marca Copeland de 5 Hp con evaporador Krack de 25 000 BTU/h (-18°C). Aislamiento de poliuretano 100 mm de espesor en paneles desmontables. Tablero eléctrico de comando con protector termomagnético. Los equipos de refrigeración tienen amortiguador de vibraciones y sensor de control de presión. Eléctricos, trifásico 220/60	16 000

ANEXO VIII

Costo unitario de las papas cortadas en bastones, prefritas y congeladas en presentación de 1 kg

Tabla AVIII.1 Determinación del costo unitario del producto

Concepto	Valor (USD)
Costo de producción	535 834
Gasto de ventas	12 701
Gastos de administración y generales	32 466
Gastos de financiamiento	24 475
TOTAL	605 476
Unidades producidas	528 000
Costo unitario 1 kg	1,15

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tabla AVIII.2 Determinación del costo de producción del producto

Concepto	Valor (USD)	%
Materiales directos	420 000	78,382
Mano de obra directa	20 150	3,760
Carga fabril		
Mano de obra indirecta	23 737	4,430
Materiales indirectos	24 710	4,612
Depreciación	25 578	4,773
Suministros	6 021	1,124
Reparación y mantenimiento	7 440	1,388
Seguros	3 642	0,680
Imprevistos	4 556	0,850
TOTAL	535 834	100, 00
Unidades producidas	528 000	
Costo por unidad	1,01	

Materiales directos**Tabla AVIII.3 Materiales directos**

Concepto	Cantidad (Kg)	Valor unitario (USD/kg)	Valor total (USD)
Papa	840 000	0,50	420 000

Mano de obra directa**Tabla AVIII.4 Mano de obra directa**

Denominación	Cantidad	Sueldo mensual (USD)	Total anual (USD)
Personal no calificado	5	240	14 400
Cargas sociales			5 570
TOTAL			20 150

Carga Fabril**Mano de obra indirecta****Tabla AVIII.5 Mano de obra indirecta**

Denominación	Cantidad	Sueldo mensual (USD)	Total anual (USD)
Jefe de Planta	1	700	8 400
Supervisor	1	300	3 600
Bodeguero	1	240	2 880
Guardia	1	200	2 400
Cargas sociales			6 457,41
TOTAL			23 737,41

Materiales indirectos**Tabla AVIII.6 Materiales indirectos**

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Fundas plásticas (empaque)	528 000 (u)	0,02	10 560
Aceite	10 560 (l)	1,34	14 150
TOTAL			24 710

Depreciación

Tabla AVIII.7 Depreciación

Concepto	Vida útil (años)	Costo (USD)	Valor anual (USD)
Construcciones	20	269 230	13 462
Maquinaria y equipo	10	82 951	8 295
Computadoras	3	2 400	800
Imprevistos de la inversión fija	10	18 209	1 821
Gastos de puesta en marcha	10	12 000	1 200
TOTAL			25 578

Suministros

Tabla AVIII.8 Suministros

Concepto	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Energía eléctrica (Kw/h)	18 858	0,14	2 640
Gas (Kg)	3 510	0,11	386
Agua (m ³)	3 744	0,80	2 995
TOTAL			6 021

Reparación y mantenimiento

Tabla AVIII.9 Reparación y mantenimiento

Concepto	%	Costo (USD)	Valor total (USD)
Maquinaria y equipo	5	94 951	4 748
Edificios y construcciones	1	269 230	2 692
TOTAL			7 440

Seguros

Tabla AVIII.10 Seguros

Concepto	%	Costo (USD)	Valor total (USD)
Maquinaria y equipo	1	94 951	950
Edificios y construcciones	1	269 230	2 692
TOTAL			3 642

Imprevistos de la carga fabril

Tabla AVIII.11 Imprevistos de la carga fabril

Concepto	Valor total (USD)
Aprox. 5% de los rubros anteriores	4 556

GASTO DE VENTAS

Tabla AVIII.12 Gasto de ventas

Denominación	Cantidad	Sueldo mensual (USD)	Total anual (USD)
Jefe de ventas	1	700	8 400
Cargas sociales			2 971
Publicidad y propaganda			960
Imprevistos			370
TOTAL			12 701

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y GENERALES

Tabla AVIII.13 Gastos de administración y generales

Denominación	Cantidad	Sueldo mensual (USD)	Total anual (USD)
Gerente general	1	1 500	18 000
Secretaria	1	400	4 800
Cargas sociales			7 920
Depreciación de muebles y equipo de oficina (10 años)			400
Amortización de la constitución de la sociedad (10 años)			200
Depreciación de equipos de laboratorio (10 años)			200
Imprevistos			946
TOTAL			32 466

GASTOS DE FINANCIAMIENTO**Tabla AVIII.14** Gastos de financiamiento

Concepto	Tasa (%)	Valor anual (USD)
Intereses del préstamo	10,3	24 475

ANEXO IX

Determinación del VAN y el TIR

Tabla AIX.1 Determinación del VAN y el TIR

Inversión		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión Fija	412 430					
Capital de operaciones	184 515					
Total de inversión	596 944					
Ventas netas		903 408	993 749	1 093 124	1 202 436	1 322 680
Costo de producción		535 834	589 418	648 360	713 196	784 515
Utilidad bruta en ventas		367 574	404 331	444 764	489 240	538 164
Gastos de ventas		12 701	13 971	15 368	16 904	18 595
Utilidad neta en ventas		354 873	390 360	429 396	472 336	519 570
Gastos de administración y generales		32 466	35 712	39 284	43 212	47 533
Utilidad neta en operaciones		322 407	354 648	390 113	429 124	472 036
Gastos de financiamiento		24 475	26 922	29 614	32 576	35 833
Reparto de utilidades a trabajadores		44 690	49 159	54 075	59 482	65 430
Utilidad neta del período antes del impuesto sobre las utilidades		253 243	278 567	306 424	337 066	370 772
Impuesto a la Renta (25%)		63 311	69 642	76 606	84 266	92 693
Utilidad Neta	-596 944	189 932	208 925	229 818	252 799	278 079
Tasa de descuento	20%					
VAN	60 922,22					
TIR	25%					