



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**ELABORACIÓN DE RODAJAS FRITAS DE PIÑA (*Ananás
comosus*) APLICANDO FRITURA AL VACÍO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

CARLA RUBI ALVAREZ RIVADENEIRA

DIRECTOR: ING. JUAN BRAVO PhD.

Quito, Agosto 2014

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **CARLA RUBI ALVAREZ RIVADENEIRA**, 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 Universidad Tecnológica Equinoccial 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.

Carla Rubí Alvarez Rivadeneira

C.I. 1716130743

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Elaboración de rodajas fritas de piña (*Ananás comosus*) aplicando fritura al vacío**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera de alimentos** fue desarrollado por **Carla Rubí Alvarez Rivadeneira**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Juan Bravo PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1001367414

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme llenado de bendiciones a lo largo de mi vida y por permitirme llegar a esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres:

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.

A mi papi Carlos, por darme siempre tanto amor y por enseñarme que para tener éxito y ser feliz en la vida no se necesita riquezas, sino tener a Dios en el corazón y ayudar a los que más necesitan.

A mi mami Rubí, por enseñarme que con la perseverancia se puede lograr todo lo que se desea y que a pesar de todos los obstáculos que nos ponga la vida, todo es superable.

A mis Abuelitos Inesita y Alfonsito:

Que son los angelitos que me cuidan desde el cielo y me acompañan en cada logro y derrota. Gracias a su sabiduría influyeron en mi la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ustedes esta tesis en agradecimiento por todo su amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Porque sin Él dentro de mi corazón no hubiera tenido la fuerza para concluir esta etapa tan importante.

A mis Padres:

Ya que gracias a su apoyo, esfuerzo y dedicación pude llegar a culminar mi carrera universitaria y por entregarme la mejor herencia que se le puede dejar a un hijo, la educación.

A mi mejor amiga:

Compañera de tantos momentos felices y tristes. Gracias a las risas y palabras de aliento que me ayudaron a lo largo de esta etapa. Gracias por ayudarme en los largos días dentro del laboratorio, ya que sin ella realizar la parte práctica me hubiera costado mayor tiempo y esfuerzo.

A mis tías y primos:

Que supieron darme palabras de aliento cuando sentía que no tenía salida y me ayudaron a buscar soluciones a los problemas que se me iban presentando a lo largo de este camino.

A mi director de tesis y Profesores:

Que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias para la culminación de este trabajo y para formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida.

A mis compañeros de fritura al vacío:

Con quienes hemos compartido, fortalecido e intercambiado conocimientos para llegar a la culminación exitosa de nuestro proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 LA PIÑA	4
2.1.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PIÑA	5
2.1.2 VARIEDADES DE PIÑA EN ECUADOR.....	7
2.1.3 PRODUCCIÓN DE PIÑA EN ECUADOR	9
2.1.4 EXPORTACIONES DE PIÑA.....	11
2.1.5 INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PIÑA	13
2.1.6 PRINCIPALES PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PIÑA ..	14
2.2 FRITURA	16
2.2.1 DESVENTAJAS DE LA FRITURA	17
2.2.2 NORMATIVA EN ECUADOR FRENTE A LOS ALIMENTOS CON ALTO CONTENIDO DE GRASA	19
2.3 FRITURA AL VACÍO	20
2.3.1 BENEFICIOS DE APLICAR LA FRITURA LA VACÍO	20
2.3.2 EFECTO DE LA PRESIÓN.....	21
2.3.3 EFECTO DE LA TEMPERATURA	22

	PÁGINA
2.3.4 EFECTO DEL TIEMPO.....	23
2.3.5 EFECTO DE PRE Y POS-TRATAMIENTOS.....	24
2.3.6 PRODUCTOS ELABORADOS APLICANDO FRITURA AL VACÍO.....	25
2.4 ACEPTABILIDAD SENSORIAL.....	27
2.4.1 CONDICIONES GENERALES PARA PRESENTAR LAS MUESTRAS DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL.....	28
2.4.2 ESCALAS HEDÓNICAS.....	28
3. METODOLOGÍA.....	30
3.1 PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.....	30
3.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	30
3.3.1 DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ DE LA PIÑA FRESCA.....	30
3.3.2 HUMEDAD DE LA PIÑA FRESCA.....	31
3.3.3 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS <i>CHIPS</i> DE PIÑA.....	32
3.3.4 ANÁLISIS DE CONTENIDO ACEITE DE LOS <i>CHIPS</i> DE PIÑA.....	32
3.3.5 FUERZA DE RUPTURA DE LOS <i>CHIPS</i> DE PIÑA.....	32
3.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE <i>CHIPS</i> DE PIÑA MEDIANTE FRITURA AL VACÍO.....	33

	PÁGINA
3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	34
3.4 ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE LOS <i>CHIPS</i> DE PIÑA.....	35
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	36
4.1 CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA	36
4.2 ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE LOS <i>CHIPS</i> DE PIÑA.....	38
4.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD	38
4.2.2 CONTENIDO DE GRASA.....	40
4.2.3 FUERZA DE RUPTURA (TEXTURA)	42
4.3 ANÁLISIS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CHIPS DE PIÑA MEDIANTE FRITURA AL VACÍO.....	45
4.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL.....	47
4.5 ACEPTABILIDAD SENSORIAL.....	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1 CONCLUSIONES	50
5.2 RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Componentes nutricionales de la piña por cada 100 g de porción comestible	6
Tabla 2. Vitaminas en piña, frutilla, limón, naranja y mandarina por cada 100 g de porción comestible.....	7
Tabla 3. Variedades de piña producidas en Ecuador	8
Tabla 4. Variedades de piña de exportación producidas en Ecuador.....	9
Tabla 5. Productos finales de la industrialización de la piña	15
Tabla 6. Desventajas del uso de altas temperaturas y exposición al oxígeno en la fritura de alimentos	18
Tabla 7. Contenido de grasa y concentraciones permitidas	19
Tabla 8. Beneficios de los Pre-Tratamientos más utilizados en fritura al vacío.....	24
Tabla 9. Condiciones generales para presentar las muestras de aceptabilidad sensorial.....	28
Tabla 10. Factores y niveles aplicados en el proceso de fritura al vacío de <i>chips</i> de piña.....	35
Tabla 11. Caracterización Física de la Piña fresca	36
Tabla 12. Caracterización Química de la Piña fresca.....	37
Tabla 13. Rendimiento del proceso de fritura al vacío	46
Tabla 14. Condiciones de fritura del producto final	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Planta de Piña	5
Figura 2. Producción nacional de piña en Ecuador. Superficie Cosechada.....	10
Figura 3. Producción nacional de piña fresca en Ecuador	10
Figura 4. Total de exportaciones de piña desde el año 2005 al 2013.....	12
Figura 5. Exportaciones por país en el año 2013	13
Figura 6. Principales productos de la industrialización de la piña.....	14
Figura 7. Frutas elaboradas industrialmente aplicando fritura al vacío.....	26
Figura 8. Vegetales elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío.....	26
Figura 9. Productos exóticos del Asia elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío.....	27
Figura 10. Diagrama del equipo de fritura al vacío.....	33
Figura 11. Proceso de elaboración de <i>chips</i> de piña aplicando fritura al vacío	34
Figura 12. Piñas en un lote según su calibre	37
Figura 13. Contenido de humedad en <i>chips</i> de piña sometidos a diferentes temperaturas y tiempos	38
Figura 14. Interacción Temperatura - Tiempo para el contenido de humedad.....	40

Figura 15. Contenido de grasa en <i>chips</i> de piña sometidos a diferentes temperaturas y tiempos.....	41
Figura 16. Fuerza de ruptura de <i>chips</i> de piña sometidos a diferentes temperaturas y tiempos.....	43
Figura 17. Interacción Temperatura - Tiempo para la fuerza de ruptura	44
Figura 18. Rendimiento del proceso de obtención de <i>chips</i> de piña con diferentes tratamientos.....	47
Figura 19. Promedios de aceptabilidad sensorial.....	48
Figura 20. Respuesta en porcentaje de consumidores para la pregunta de si comprarían o no el producto.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1	60
REQUISITOS FISICOQUIMICOS DE LA MADUREZ DE CONSUMO DE LA PIÑA	
ANEXO 2	61
CHIPS DE PIÑA COMERCIALIZADOS EN ECUADOR	
ANEXO 3	63
ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO	
ANEXO 4	64
ANOVA MULTIFACTORIAL PARA EL ANÁLIS DE CARÁCTERÍSTICAS QUÍMICAS DE CHIPS DE PIÑA	
ANEXO 5	65
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE HUMEDAD Y GRASA DE CHIPS DE PIÑA	
ANEXO 6	69
FOTOGRAFÍAS DE LOS CHIPS FRITOS CON DISTINTOS TRATAMIENTOS	

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue obtener *chips* de piña (*Ananás comosus*) por fritura al vacío, para esto se utilizó piña de la variedad hawaiana. Primero se realizó una caracterización físico-química de la piña fresca donde se obtuvo el peso, diámetro, contenido de humedad y contenido de sólidos solubles. Después, se cortó la fruta fresca longitudinalmente hasta obtener ocho pedazos (octavos) y cada octavo fue cortado transversalmente para obtener rodajas de 3.0 mm de espesor. Sin aplicar ningún pre tratamiento, las muestras de 250 g de piña fueron procesadas aplicando fritura al vacío con dos temperaturas (110 y 120 °C) durante 480 y 600 s a una presión absoluta de 4.41 kPa. En las rodajas fritas se evaluó el contenido de humedad, grasa y la fuerza de ruptura; los resultados se analizaron con ANOVA multifactorial. Los chips obtenidos de los diferentes tratamientos mostraron valores de humedad y grasa que se ajustan a la Norma Técnica Ecuatoriana vigente para bocaditos de productos vegetales; encontrándose en el intervalo de productos con mediano contenido de grasa para la norma de etiquetado de alimentos y el reglamento de bares escolares. No se obtuvieron diferencias significativas entre las muestras en el análisis estadístico de contenido de humedad, grasa y fuerza de ruptura, por lo tanto, se escogió la muestra procesada con el menor tiempo y temperatura. Para el análisis de la aceptabilidad sensorial de los chips de piña, se utilizó la muestra escogida. Se elaboró una encuesta con escala hedónica del 1 al 10 para determinar el nivel de agrado de 100 consumidores en cuanto a color, sabor, textura (crocancia) y aceptabilidad global de la muestra. La fritura al vacío es una alternativa viable para la producción de bocaditos fritos de piña con menor contenido de grasa que los bocaditos realizados con fritura convencional, que por lo tanto son más saludables.

ABSTRACT

The aim of this study was to obtain pineapple chips (*Ananás comosus*) applying vacuum frying. The Hawaiian variety was used for this purpose. First, a physical-chemical characterization of fresh pineapple was performed in order to obtain the values of the weight, equatorial diameter, moisture content and soluble solids content in the fresh fruit. Then fresh fruit was longitudinally cut to obtain eight pieces (eighths) and each eighth was transversely cut to obtain slices of 3.0mm thick. Without applying any pre-treatment, the 250 g of pineapple samples were processed applying vacuum frying with two temperatures (110 and 120 ° C) for 480 and 600 s at an absolute pressure of 4.41 kPa. The moisture, fat content and the breaking force of fried slices were evaluated; the results were analyzed with multivariate ANOVA. The chips obtained from the different treatments showed moisture and fat values that fit the current Ecuadorian Technical Standards for snacks of vegetable products; being in the range of products with medium fat content according to the labeling rule for food and the school bar regulation. There were any significant differences between the samples after the statistical analysis of moisture content, fat content, and breaking force, therefore, the sample processed with the least time and temperature was chosen. The chosen sample with the analysis of fat content, moisture content and breaking force was used for the analysis of sensory acceptability of the pineapple chips. A survey with a hedonic scale from 1 to 10 was developed to determine the level of satisfaction of 100 consumers in color, flavor, texture (crispness) and overall acceptability of the sample. Vacuum frying is a viable alternative to produce fried snacks with lower fat content than the snacks produced by conventional frying, thus, it is a healthier alternative.

1. INTRODUCCIÓN

La fritura es una de las técnicas más antiguas de preparación de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos tienen una popularidad cada vez mayor en el mundo y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida. Su aspecto y sabor corresponden a los deseados por el consumidor (Bravo, 2008). Esta situación ha conllevado a que la fritura se haya extendido en establecimientos de alimentos rápidos ("fast food"), en la industria alimenticia (snacks), en los hogares, etc. (Gomez, 2001). Las frituras son alimentos con una alta densidad de energía proveniente de grasas principalmente saturada. Estas grasas son las que dan un sabor característico a los alimentos, pero al consumirlas en exceso producen aumento de peso y elevación de colesterol y triglicéridos en sangre, con el riesgo de padecer enfermedades del corazón (trombosis, aterosclerosis, infartos, etc.) (Landa, 1999). Debido a los antecedentes descritos anteriormente y la ingesta de estos alimentos no saludables con exceso de calorías, en el Ecuador las enfermedades crónicas (obesidad, diabetes) y enfermedades metabólicas (daño hepático) han ido aumentando. Por esta razón, se debe crear conciencia en las industrias de alimentos y snacks del país para que fabriquen productos de calidad con valor nutricional (Calderon, 2011). La fritura al vacío o a presión reducida es una técnica de fritura de alimentos en aceite a presión subatmosférica en un sistema cerrado, de tal forma que baja la temperatura de ebullición del agua en el alimento y, por tanto, la temperatura del medio de fritura (por ejemplo aceite vegetal) (Bravo, 2008). Una alternativa para elaborar snacks o aperitivos saludables es aplicar la fritura al vacío, ya que trae muchas ventajas al momento de preservar no solo las características organolépticas sino también las características nutricionales. Entre las ventajas está que el alimento posee un bajo contenido de grasa, conserva mejor el color y el sabor natural; además, por la baja temperatura de fritura y el bajo contenido de oxígeno durante la fritura se tiene la ventaja de prolongar la vida útil del

aceite. Adicionalmente se previene la formación de acrilamida en productos propensos a ello (Bravo, 2008). En este proyecto, para la elaboración del snack saludable, se utilizará la piña ya que es apreciada desde hace mucho tiempo por sus propiedades beneficiosas. Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1836:2009 la Piña *Ananás comosus* (L.) es un fruto de las plantas de la familia de las Bromeliáceas de forma ovalada y/o cilíndrica, con rangos de color desde verde a anaranjado de acuerdo a su madurez de consumo, de color agradable, pulpa jugosa y sabor dulce ligeramente ácida. Tiene pulpa carnosa de consistencia firme y las variedades más comunes en el Ecuador son: hawaiana (cayena lisa), milagreña (cambray) o perolera, criolla (marañona), MD-2 (golden, súper o extra sweet) y champaca (INEN, 2009). La piña no contiene grasa ni colesterol y su contenido calórico es bajo. El principal componente de la piña es el agua, que constituye aproximadamente el 86% de su peso. Esta cantidad de agua convierte a la piña en un alimento con un valor energético muy bajo, por lo que personas con problemas de exceso de peso u obesidad pueden incluirla en su alimentación sin ningún problema (Aflallo, 2007). El nutriente principal de la piña son los hidratos de carbono simples, que suponen aproximadamente el 11% de su peso, mientras que las proteínas y las grasas apenas están presentes en esta fruta, al igual que en el resto. Esta fruta también contiene un principio activo denominado bromelina (enzima proteolítica capaz de romper las proteínas) (Aflallo, 2007). En cuanto al contenido en vitaminas cabe destacar la presencia de vitamina C, responsable de numerosas e importantes funciones en el organismo como su participación en la formación del colágeno (proteína presente en huesos, dientes y cartílagos), de los glóbulos rojos, de los corticoides (hormonas) y de los ácidos biliares. Además la vitamina C favorece la absorción de hierro por parte de nuestro cuerpo y posee una importante función inmunológica ya que potencia la resistencia del organismo frente a las infecciones. La vitamina C es una sustancia con acción antioxidante, es decir, nos protege frente a los radicales libres, asociados al envejecimiento y a algunas enfermedades.

Además de vitamina C, la piña posee en cantidades inferiores, vitamina B1 y B6 (Aflallo, 2007).

OBJETIVO GENERAL

Elaborar rodajas fritas de Piña (*Ananás comosus*) aplicando fritura al vacío.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar la caracterización de la fruta fresca (Piña).
2. Determinar los parámetros de fritura al vacío.
3. Caracterizar las rodajas fritas de Piña.
4. Efectuar un análisis de aceptabilidad sensorial del producto final

2. MARCO TEÓRICO

2.1 LA PIÑA

La piña proviene de las zonas tropicales de América Central, Brasil y Paraguay. Posteriormente, se cultivó en Asia y África (Samaniego, 2009). Desde antes del descubrimiento de América ya formaba parte de la dieta de los nativos del lugar. En la actualidad, la producción mundial de piña fresca se encuentra diversificada entre Asia del Este, América Latina, Asia del Sur y África Subsahariana, lo que permite un buen abastecimiento de la fruta a nivel mundial (UTEIPI, 2006).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (2009) la Piña *Ananás comosus* (L.) es un fruto de las plantas de la familia de las Bromeliáceas de forma ovalada y/o cilíndrica, con intervalos de color desde verde a anaranjado de acuerdo a su madurez de consumo, de color agradable, pulpa jugosa y sabor dulce ligeramente ácida. Tiene pulpa carnosa de consistencia firme.

El sistema de propagación de la piña se da a través de retoños o hijuelos (Marin & Ballagán, 2004). La planta de piña produce una sola piña compuesta sobre su vástago central como lo muestra la Figura 1. Esta fruta alcanza la madurez 18 o 22 meses después de ser plantada. Según la variedad, el fruto puede tener forma cilíndrica más o menos alargada y pesar entre 0.5 y 2 kg (UTEIPI, 2006).



Figura 1. Planta de Piña
(Pinto, 2012)

La cáscara está formada por los sépalos y brácteas de la flor. Fisiológicamente, la piña es una fruta no climatérica, es decir, que, una vez cosechada, su estado de madurez (nivel de azúcar y acidez) no varía. Sin embargo, el color verde de la cáscara puede cambiar a un color más claro o amarillento porque la clorofila continúa degradándose. Su pulpa puede ser amarilla anaranjada o blanca, dependiendo de la variedad. Tiene un sabor agridulce cuando está bien madura y un poco ácido al inicio de su madurez comercial (UTEIPI, 2006; Velázquez, 2000).

Normalmente, la maduración del fruto se lleva a cabo en unos 5 o 6 meses después de la formación de la inflorescencia, dependiendo de las condiciones climáticas (Velázquez, 2000).

2.1.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PIÑA

El principal componente de la piña es el agua, que constituye aproximadamente el 86% de su peso. Esta cantidad de agua convierte a la piña en un alimento con un valor energético muy bajo, por lo que las personas con problemas de sobrepeso u obesidad pueden incluirla en su dieta (Samaniego, 2009). El contenido de humedad en la piña se incrementa

mientras aumenta su estado de madurez (Shamsudin, Wan Ramli Wan, Mohd Sobri, & Hassan, 2007). La piña también está constituida 12 a 15% de azúcares de los cuales dos terceras partes se encuentran en forma de sacarosa y el resto como glucosa y fructosa. Prácticamente no contiene almidón y su contenido de proteínas y grasa es muy bajo, 0.54 g y 0.12 g respectivamente (por cada 100 g de fruta comestible). Contiene 0.6 a 0.9% de ácidos de los cuales el 87% es ácido cítrico y el resto ácido málico. La Tabla 1 presenta una amplia descripción de los macro y micronutrientes que contiene la piña por cada 100 gramos de porción comestible. (Menchú & Méndez, 2007; Velázquez, 2000). La piña se considera un alimento digestivo debido a que contiene Bromelina, una enzima que favorece la degradación de los péptidos (Samaniego, 2009; Velázquez, 2000).

Tabla 1. Componentes nutricionales de la piña por cada 100 g de porción comestible

COMPONENTE	UNIDADES	VALOR
Agua	%	86.46
Energía	kcal	48.00
Proteína	g	0.54
Grasa Total	g	0.12
Carbohidratos	g	12.63
Fibra	g	1.40
Ceniza	g	0.24
Calcio	mg	13.00
Fosforo	mg	8.00
Hierro	mg	0.28
Vit. B1	mg	0.08
Vit. B2 (Riboflavina)	mg	0.03
Vit. B3 (Niacina)	mg	0.49
Vit. C	mg	36.00
Vit. A	mcg	3.00
Ac. Grasos mono-insaturados	g	0.01
Ac. Grasos poli-insaturados	g	0.04
Ac. Grasos saturados	g	0.01
Potasio	mg	115.00
Sodio	mg	1.00
Zinc	mg	0.10
Magnesio	mg	12.00
Vit. B6	mg	0.11

(Menchú & Méndez, 2007)

El consumo de vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, es esencial para la vida en los seres humanos debido a que el cuerpo no la sintetiza. Es importante tener una dieta rica en frutas y vegetales para poder consumir esta vitamina. En la Tabla 2 se puede observar que el limón, naranja, mandarina y piña son frutas con importante contenido de vitamina C. De acuerdo a la creencia popular, los cítricos (limón, naranja, mandarina) son los más utilizados como fuente de vitamina C para la prevención y tratamiento de enfermedades respiratorias. Según la Junta de Alimentos y Nutrición de Estados Unidos se recomienda una ingesta diaria de 100 mg, y 100 g de piña aporta el 36% del consumo diario de vitamina C. Además, se debe conocer que la cantidad de vitaminas B3 y B6 en la piña es mayor que en el resto de cítricos numerados en la Tabla 2 (Deruelle & Baron, 2008; Menchú & Méndez, 2007).

Tabla 2. Vitaminas en piña, frutilla, limón, naranja y mandarina por cada 100 g de porción comestible

	PIÑA	LIMÓN	NARANJA	MANDARINA
Vit. B1 (mg)	0.08	0.04	0.09	0.06
Vit. B2 (mg)	0.03	0.02	0.04	0.04
Vit. B3 (mg)	0.49	0.10	0.28	0.38
Vit. C (mg)	36.00	53.00	53.00	27.00
Vit. A (mcg)	3.00	1.00	11.00	34.00
Vit. B6 (mg)	0.11	0.08	0.06	0.08

(Menchú & Méndez, 2007)

2.1.2 VARIEDADES DE PIÑA EN ECUADOR

En la actualidad, Las variedades de piña más comunes producidas en el Ecuador están descritas junto con sus principales características en la Tabla 3. Estas variedades son la Hawaiana, Milagreña, Criolla, MD-2 y Champaca (INEN, 2009). De estas, las principales variedades de piña cultivadas para la exportación son la Hawaiana (Cayena) y la MD-2 (Golden Sweet), siendo la primera el insumo óptimo para la industria de enlatados (Fernandez, 2000).

Tabla 3. Variedades de piña producidas en Ecuador

VARIEDAD	CARACTERÍSTICA	IMAGEN
Hawaiana (cayena lisa)	Posiblemente originaria de Guyana, con un área de cultivo en permanente expansión dada sus posibilidades para la industrialización y la exportación como fruta fresca, de tamaño medio, la fruta tiene forma cilíndrica, ojos superficiales, corazón delgado y pulpa amarilla.	
Milagreña (Cambray o Perolera)	Originaria del Brasil y hasta hace poco la más cultivada, su fruto se destina exclusivamente al consumo local como fruta fresca, de tamaño grande, tiene forma cónica y ojos profundos, corazón grueso, pulpa blanca, es poco adecuada para la industrialización.	
Criolla (Marañona)	Denominado “piña de azúcar”, muy apreciada por sus características de sabor y tamaño.	
MD-2 (golden, súper o extra sweet)	Cáscara color dorado, sabor extra dulce, alto contenido de vitamina C, sabor tropical y exótico. Bajo nivel de acidez	
Champaca	Es un clon puro de la variedad Cayena Lisa, es más resistente a enfermedades que las otras variedades, es una variedad con gran aceptación y alta demanda en los mercados de exportación.	

(INEN, 2009; ProEcuador, 2011; Velázquez, 2000).

La Tabla 4 indica las características más representativas que explican la razón por la cual las variedades Hawaiana y MD-2 son producidas en Ecuador para la exportación (ProEcuador, 2011).

Tabla 4. Variedades de piña de exportación producidas en Ecuador

NOMBRE	CARACTERÍSTICA
Hawaiana (Cayena Lisa)	<ul style="list-style-type: none">• Utilizada mayormente en la agroindustria.• Color dorado de la cáscara• Sabor extra dulce• Alto contenido de vitamina C• Sabor tropical y exótico• Bajo nivel de acidez
MD2 (Golden Sweet)	<ul style="list-style-type: none">• Sabor dulce• Tamaño• Aroma• Es la más exportada en Ecuador

(INEN, 2009; ProEcuador, 2011; Velázquez, 2000).

2.1.3 PRODUCCIÓN DE PIÑA EN ECUADOR

La producción de piña en el Ecuador ha evolucionado favorablemente en la última década gracias a las excelentes condiciones para el cultivo de esta fruta. El cultivo de la piña en Ecuador se está desarrollando debido su alto consumo como fruta fresca y en la industrialización de rodajas, conservas, jugos, etc. (ProEcuador, 2011). El Ecuador cuenta con condiciones favorables para el cultivo de piña. De hecho, en el país ésta puede ser producida con menos luminosidad que la comúnmente requerida en otras partes (UTEIPI, 2006).

En la Figura 2 se evidencia que en el año 2005 se sembró 5 809 hectáreas de piña en Ecuador, mientras que en el 2010 aumentó a 7922 hectáreas, lo que significa un incremento del 26.67%. La Figura 3 demuestra el aumento de 18.14% que ha tenido la cosecha de la fruta fresca medida en toneladas

métricas desde el 2005 (103 511) hasta el 2010 (126 454) (ProEcuador, 2011).

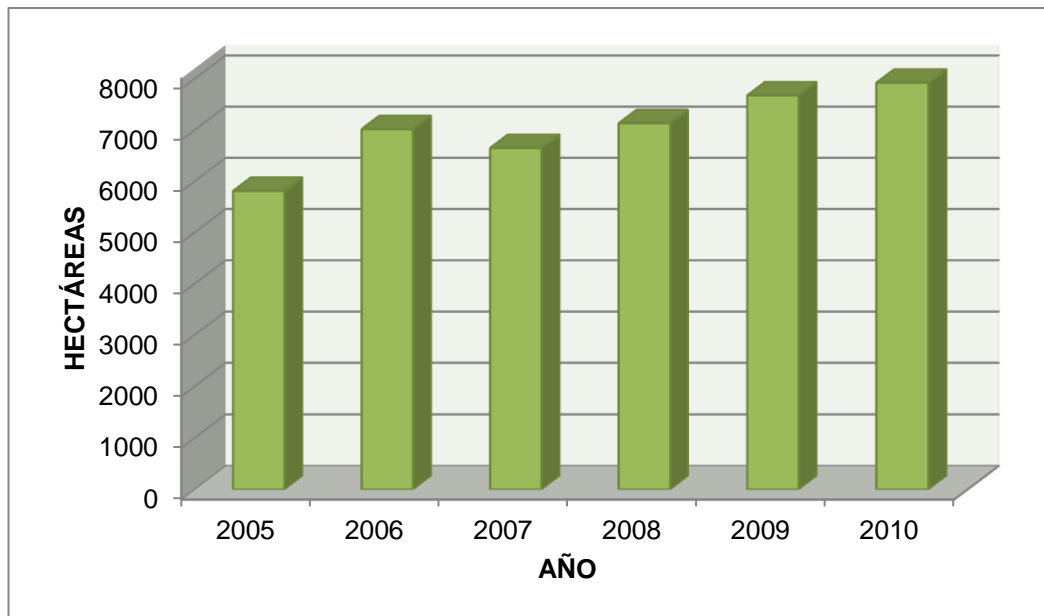


Figura 2. Producción nacional de piña en Ecuador. Superficie Cosechada (ProEcuador, 2011)

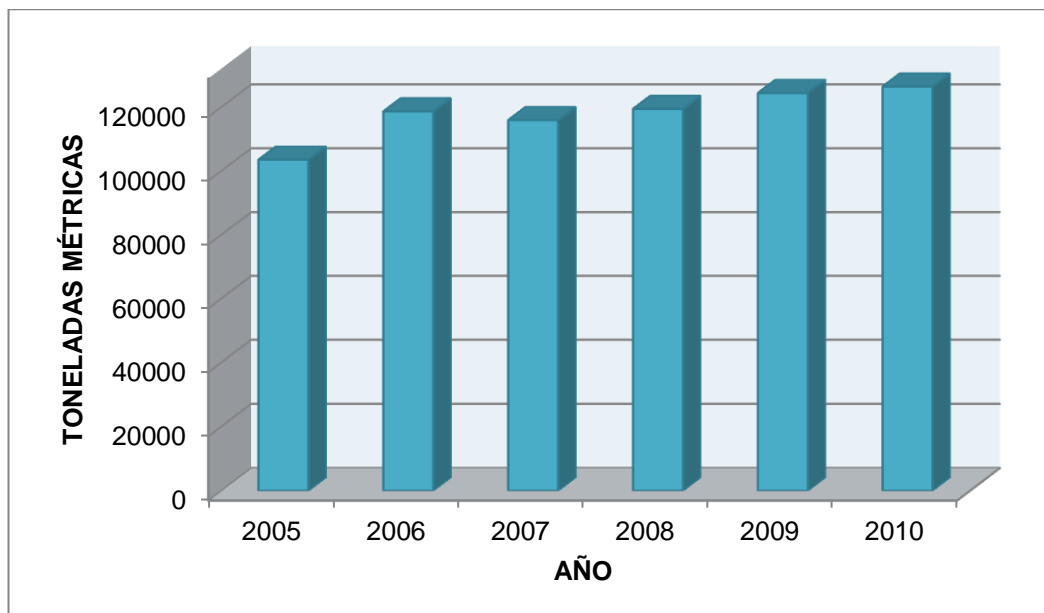


Figura 3. Producción nacional de piña fresca en Ecuador (ProEcuador, 2011)

El Ecuador cuenta con condiciones geográficas favorables para el cultivo de piña, pues se requiere de un clima tropical seco o tropical húmedo, el cual es característico de las regiones Litoral y Oriental (Casilari & Hidalgo, 2007).

Las principales zonas de cultivo de piña se desarrolla en las provincias de la Costa por ser una fruta tropical, en primer lugar resalta Guayas (Milagro, Yaguachi, Naranjito), seguido de los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro (Huaquillas, Pasaje, Arenillas), Esmeraldas (Quinindé, San Lorenzo) y Manabí (Portoviejo, Chone). Las tres primeras provincias indicadas son las que poseen mejores condiciones para la producción de piña (ProEcuador, 2011).

En Ecuador la disponibilidad de la piña, se da durante todo el año lo cual permite asegurar el abastecimiento en el mercado local y también para los principales destinos de exportación (ProEcuador, 2011).

2.1.4 EXPORTACIONES DE PIÑA

La Producción y exportación de la piña se ha desarrollado en el país desde los años 70. Esta actividad ha ido aumentando en los últimos años por los tratados firmados por el Ecuador con diferentes mercados, entre ellos Europa y los Estados Unidos (Sandoval Calero, 2006). Esta fruta ocupa la sexta posición entre las exportaciones no tradicionales hortifrutícolas del Ecuador. Se estima que existen en la actualidad aproximadamente 4 938 hectáreas sembradas de piña de exportación. Además de exportar piña fresca, el Ecuador exporta elaborados de piña en jugo, concentrado y conserva (ProEcuador, 2011).

La Figura 4 indica el total (en toneladas) de piña que se exportó desde el año 2005 hasta el año 2013. En esta figura se puede evidenciar la gran cantidad de piña que sale del Ecuador a mercados internacionales. De los 9 años evaluados el 2007 es el año en el que se registró la mayor cantidad de

toneladas exportadas (113 241 TON), mientras que en el año 2013 es cuando menos cantidad se exporta (52 037 TON) (BCE, 2014).

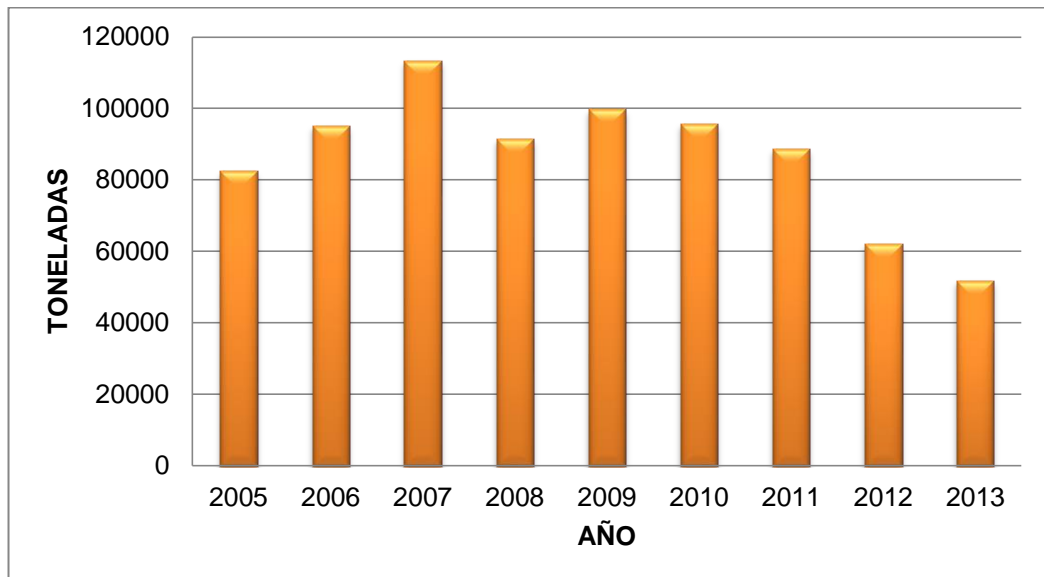


Figura 4. Total de exportaciones de piña desde el año 2005 al 2013
(BCE, 2014)

Según la base de datos del Banco central del Ecuador BCE (2014), en el 2013 se exportó piña a 17 países dando un total de 52 037 toneladas. Los países antes mencionados están descritos en la Figura 5. Chile encabeza la lista con la mitad (50.19%) de las exportaciones del año 2013, seguido por Alemania (12.88%), Argentina (5.44%) y España (8.81%). En último lugar se encuentran los Emiratos Árabes Unidos con 0.04%.

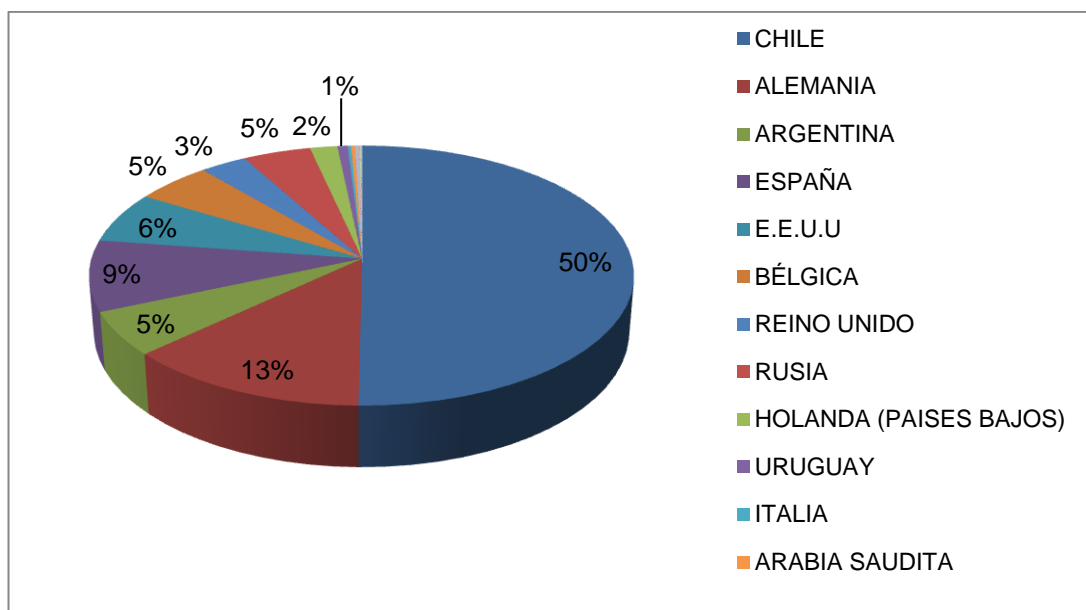


Figura 5. Exportaciones por país en el año 2013
(BCE, 2014)

2.1.5 INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PIÑA

La piña fresca comenzó a ser comercializada por el mundo con mucho éxito gracias a su agradable sabor. Sin embargo, dado lo extenso de las rutas, el limitado tiempo de vida útil de la fruta constituía un problema. Fue entonces que se vio la importancia de procesarla para facilitar su conservación. Los primeros intentos se realizaron en Brasil, México y la India Occidental (UTEIPI, 2006).

En la actualidad, la producción mundial de piña fresca se encuentra diversificada entre Asia del Este, América Latina, Asia del Sur y África Subsahariana (lo que permite un buen abastecimiento de la fruta a nivel mundial), mientras que la producción de piña procesada está concentrada principalmente en Asia del Este (UTEIPI, 2006).

2.1.6 PRINCIPALES PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PIÑA

Ecuador se utiliza industrialmente la piña en cantidades muy limitadas para la preparación de coctel de frutas, rodajas en almíbar, concentrados, deshidratados, etc. los cuales se observan como ejemplos en la Figura 6. La diversidad de elaborados permite utilizar todas las partes de la fruta que serían desechos de cada proceso (Herdoiza, 2002).



Figura 6. Principales productos de la industrialización de la piña.

En la Tabla 5 se encuentran las características de los productos finales que se pueden obtener de la industrialización de la piña.

Tabla 5. Productos finales de la industrialización de la piña

PRODUCTO	FORMA DE OBTENCIÓN	CARÁCTERÍSTICAS	EMPAQUE
Piña envasada	A partir del troceado de la piña	Rebanadas, trozos pequeños y trozos en pedacitos. Cóctel de frutas (mezcla con otras frutas).	Latas o envases de vidrio que se llena con almíbar
Piña deshidratada	A partir de la eliminación controlada de la mayor parte del agua libre de la piña	Trozos o rodajas enteras	Bolsa plástica y caja de cartón
Jugo	A partir de una trituración de trozos de fruta, seguida de una separación de las partes sólidas por algún método de filtración adecuado	Jugo mixto de fruta (mezclado con jugo de otras frutas)	Plástico, lata con recubrimiento para protegerlo de la acidez, laminado (plástico, cartón y metal) y otros.
Néctar	Obtenido de diluir la pulpa hasta alcanzar 30 grados brix.	Es pasteurizado, se añade algún preservante o se mantiene en refrigeración.	Se utilizan los mismos tipos de empaque que para el jugo.
Pulpa concentrada congelada	Obtenido de aplicar calor a la pulpa y eliminar como mínimo el 50% del agua inicial	Al ser reconstituida deben presentarse las mismas características de la pulpa original	
Pulpa aséptica	Recibe el tratamiento térmico suficiente para lograr su esterilidad	No lleva ningún tipo de aditivo y tiene una larga vida de estante	Empacada en ambiente y empaque escéptico
Jugo concentrado congelado	Aplicación de calor al jugo de piña, de modo que se baja su contenido de humedad	Producto sin aditivos químicos	
Jalea	Obtenido a partir del jugo de la fruta y se llega a obtener una consistencia de gel, puede contener trozos de fruta o no	El grado de dureza final depende del uso de agentes gelificantes como la pectina. Se pueden añadir aditivos químicos.	Envasada en caliente
Mermeladas	Obtenido a partir del jugo de la fruta y se llega a obtener una consistencia final semifluida.	Tiene una vida útil relativamente alta	Envasado en caliente en empaque adecuado.
Vinagre	Se realiza por actividad de cepas de bacterias propias de la materia prima (cáscara y residuos de la piña)	Tiene alta acidez y es un producto estable a temperatura ambiente	Botellas de vidrio debidamente cerradas

(Casilari & Hidalgo, 2007; Herdoiza, 2002; Hernández & Cornejo, 2011; Izurieta & Cuadrado, 2000)

2.2 FRITURA

La fritura es uno de los procesos más antiguo, rápido, y simple para deshidratar alimentos. Se define como un procedimiento para la cocción de los alimentos por inmersión en un líquido comestible (grasa) a una temperatura por encima del punto de ebullición del agua (150 – 200 °C) en condiciones atmosféricas. Esta operación unitaria compleja implica transferencia simultánea de masa y energía, por lo tanto el agua del alimento se elimina en forma de vapor de agua (burbujas) y el aceite entra a la superficie del alimento, consecuentemente, migra hacia la estructura del alimento (Bello, García, & Martínez, 2011; Dueik & Bouchon, 2011a; Fan, Zhang, Xiao, & Tao, 2005; Tarmizi & Niranjana, 2012).

El principal propósito de la fritura es desarrollar características organolépticas como una textura crocante, color dorado y aromas y sabores característicos de los alimentos fritos que son apreciados por los consumidores. Estos cambios se logran debido a los cambios fisicoquímicos, en proteínas, grasas y carbohidratos poliméricos, producidos durante la fritura y también gracias a la absorción de ciertos componentes del aceite (Fellows, 2011; Villamizar, Quiceno, & Giraldo, 2011).

Durante la fritura, el calor del aceite se transmite por convección a la superficie del producto para después trasladarse al centro del producto por conducción, lo que aumenta su temperatura. El agua se evapora cuando el producto alcanza la temperatura del punto de ebullición del agua (Yamsaengsung, Rungsee, & Prasertsit, 2008). La superficie del alimento se comienza a deshidratar, por lo que se forma una corteza y el frente de evaporación de agua se va trasladando al interior del producto. La costra superficial que se forma al freír posee capilares de diferentes tamaños. Los capilares de mayor tamaño se rellenan con aceite después de la eliminación de agua (Fellows, 2011).

Durante el proceso de fritura tienen lugar multitud de cambios físicos, químicos y nutricionales en el alimento. Estos cambios dependen, entre

otros factores, de la humedad y del tipo de alimento, de la calidad de aceite utilizado y de la temperatura del proceso, así como del tiempo que se mantiene el producto en el aceite caliente (Urbano Ramos, García Segovia, & Martínez Monzó, 2009).

La temperatura de fritura se define dependiendo del tipo de producto y de consideraciones económicas. Aunque a mayor temperatura (180 - 200 °C) un alimento se fríe más rápido y se puede lograr una mayor productividad, el aceite se deteriora en menor tiempo (Fellows, 2011).

2.2.1 DESVENTAJAS DE LA FRITURA

El consumo de alimentos fritos se ha convertido en una preocupación en cuanto a los efectos sobre la salud, ya que el alimento absorbe aceites, grasas y productos de degradación durante el proceso de fritura. El alto consumo de estos alimentos se ha asociado con la obesidad y otras condiciones, tales como enfermedad cardíaca coronaria. Además, el proceso de fritura genera diversos productos de oxidación de lípidos, algunos de los cuales han sido relacionados con el envejecimiento prematuro, daño de la membrana celular, la enfermedad cardíaca, hígado graso y el cáncer (Al-Abdullah, Angor, Al-Ismael, & Ajo, 2011; Kassama, 2003).

Los efectos adversos de la fritura no solo se observan en la salud de los consumidores sino también sobre las características nutricionales y organolépticas del alimento frito. El resultado de la fritura sobre el valor nutritivo de los alimentos depende del tipo de proceso que se utilice. En procesos donde el alimento requiera solo de la formación de una costra superficial, se conservan una mayor proporción de nutrientes. En el proceso para hacer *chips* donde se deshidrata el alimento, se tiene una mayor pérdida de nutrientes en especial de vitaminas liposolubles. Las vitaminas hidrosolubles termosensibles y sensibles a la oxidación también resultan destruidas a estas temperaturas (Fellows, 2011).

Las altas temperaturas y la exposición al oxígeno son los factores más perjudiciales que afectan severamente a la calidad y valor nutricional de los alimentos fritos. Por lo tanto, se presentan efectos no deseados como la degradación de importantes compuestos nutricionales y la generación de moléculas tóxicas como la acrilamida (Villamizar et al., 2011). Además, la materia hidrosoluble como la vitamina C y los minerales, pueden salir del alimento con el agua que se evapora y la liposoluble como los carotenoides se puede quedar en el aceite de fritura (Dueik & Bouchon, 2011a). En la Tabla 6 se presentan descritos algunos de los principales efectos que tienen la exposición al oxígeno y las altas temperaturas que se utilizan para el proceso de fritura.

Tabla 6. Desventajas del uso de altas temperaturas y exposición al oxígeno en la fritura de alimentos




	EFEECTO	RESULTADO
EXPOSICIÓN AL OXÍGENO	Oxidación del aceite de fritura	Mal sabor
	Oxidación de trans y cis carotenoides	Mal sabor, cambio de color, pérdida de la actividad biológica
	Oxidación de la vitamina C	Pérdida de la actividad biológica
	Oxidación de betalainas (colorantes naturales con actividad antioxidante)	Cambio de color, pérdida de la capacidad antioxidante
	Oxidación de antocianinas	Cambio de color, pérdida de la capacidad antioxidante, pardeamiento
	Absorción de aceite (principalmente durante el enfriamiento)	Corteza grasosa, sabor grasoso, mal sabor.
ALTAS TEMPERATURAS	Degradación térmica del aceite de fritura	Menor vida útil de fritura, menor vida útil en percha del producto
	Hidrólisis del aceite de fritura	Mayor susceptibilidad a la degradación, producción de acroleína
	Reacción de Maillard	Pardeamiento, mal sabor, pérdida de valor nutricional, formación de compuestos tóxicos
	Degradación térmica de la vitamina C	Pardeamiento, mal sabor, pérdida de valor nutricional, formación de compuestos tóxicos, pérdida de la actividad biológica
	Caramelización de azúcares	Pardeamiento, formación de compuestos tóxicos y antioxidantes
	Degradación térmica de betalainas y antocianinas	Cambio de color, pérdida de capacidad antioxidante

(Dueik & Bouchon, 2011a; Fellows, 2011)

2.2.2 NORMATIVA EN ECUADOR FRENTE A LOS ALIMENTOS CON ALTO CONTENIDO DE GRASA

Según la Norma Técnica INEN (2010) los bocaditos fritos deberán tener una humedad máxima de 5% y un contenido de grasa máximo de 50%, pero debido a la gran preocupación que generan los efectos indeseables del consumo de alimentos fritos, el gobierno Ecuatoriano ha propuesto reglamentos para que los consumidores estén informados de los componentes del producto que adquieren y por lo tanto, puedan proteger su salud. En estos reglamentos se realiza una valoración de varios componentes de los alimentos (Grasas totales, azúcares, sal, entre otros) y las concentraciones permitidas de cada uno. Según el Reglamento de Bares Escolares del Sistema Nacional de Educación y el nuevo sistema de etiquetado, se creó una semaforización donde se ordena a los alimentos según el contenido de los componentes anteriormente mencionados, acorde con los colores característicos de un semáforo. En la Tabla 7 se describe la semaforización para el contenido de grasa de los alimentos, donde se observa que un alimento es considerado con bajo contenido en grasa cuando apenas tiene el 3% de grasa en 100 g de alimento o 1.5% en 100 ml de alimento. En los bares se podrán vender únicamente los alimentos de bajo y mediano contenido (Martínez & Fuenmayor, 2013; MEC & MSP, 2010).

Tabla 7. Contenido de grasa y concentraciones permitidas

NUTRIENTES INDICADORES	BAJO	MEDIANO	ALTO
			
GRASAS TOTALES	≤ 3 g en 100 g ≤ 1.5 g en 100 ml	> 3 y < 20 g en 100 g > 1.5 y < 10 g en 100 ml	≥ 20 g en 100 g ≥ 10 g en 100 ml

(Martínez & Fuenmayor, 2013; MEC & MSP, 2010)

2.3 FRITURA AL VACÍO

A pesar de la intranquilidad de los consumidores por la ingesta de frituras, no están dispuestos a sacrificar las propiedades organolépticas de este tipo de alimentos, es por esta razón que la fritura al vacío es una alternativa saludable para producir bocaditos fritos. Mediante el uso del vacío es posible reducir sustancialmente la humedad del producto en un ambiente pobre en oxígeno, por lo que la aplicación de esta tecnología es una alternativa para proteger los alimentos sensibles al calor durante la deshidratación (Dueik & Bouchon, 2011b).

La fritura al vacío es el proceso de fritura por inmersión que se lleva a cabo en presiones menores a la atmosférica y en un sistema cerrado, lo que corresponde a un proceso de deshidratación por vacío, preferiblemente debajo de 6.65 kPa (50 Torr), por lo tanto se reduce el punto de ebullición del agua del alimento y del aceite de fritura, permitiendo que se pueda freír a temperaturas más bajas que las convencionales (Bello et al., 2011; Dueik & Bouchon, 2011b; Garayo & Moreira, 2002; Perez-Tinoco, Perez, Salgado-Cervantes, Reynes, & Vaillant, 2008; Shyu & Hwang, 2001). En su mayoría es utilizada para producir snacks de frutas y vegetales con un grado óptimo de deshidratación y sin un excesivo pardeamiento o quemadura del producto (Bravo, 2008; Diamante, Savage, Vanhanen, & Ihns, 2012).

2.3.1 BENEFICIOS DE APLICAR LA FRITURA LA VACÍO

Existen varios beneficios que se obtienen al usar la fritura al vacío. Puede reducir el contenido de aceite en el producto frito debido a las bajas temperaturas y a la baja exposición al oxígeno durante el proceso. En el estudio de Dueik, Robert, & Bouchon (2010) se obtuvo como resultado que la fritura al vacío ayuda a reducir aproximadamente el 50% de absorción de aceite comparada con la fritura convencional. La ausencia de aire durante la

fritura puede inhibir la oxidación lipídica y el pardeamiento enzimático, por lo tanto, se preservará el color, sabor y los nutrientes naturales del producto. Da Silva & Moreira (2008) determinaron que en general, los snacks fritos al vacío retienen más de sus colores y sabores debido a una menor oxidación. Dueik et al. (2010) concluyeron que se logra preservar alrededor de 90% de los trans α - caroteno y el 86% de los trans β -carotenos, lo que ayuda por lo tanto a la preservación del color de los *chips* de zanahoria. Los antioxidantes comunes presentes en frutas y verduras, tales como la vitamina C (ácido ascórbico) y E, carotenoides, flavonoides, y tiol (SH) son altamente sensibles a las condiciones atmosféricas normales de fritura, pero bien podría ser conservados bajo fritura al vacío (Dueik & Bouchon, 2011b). La fritura al vacío ayuda a conservar mayor cantidad de nutrientes como la vitamina C que en el estudio de Villamizar et al. (2011) se mantiene 56.8% con fritura al vacío mientras que con fritura a presión atmosférica se mantiene apenas 6.2%. Bajo estas condiciones, la humedad del alimento se puede remover a temperaturas más bajas por lo que se prolonga el tiempo de vida útil del aceite (Existen menores efectos adversos en la calidad del aceite). La formación de acrilamida (probable carcinógeno que se puede encontrar en alimentos fritos u horneados) es significativamente más baja que al aplicar fritura convencional ya que en el estudio de Villamizar et al. (2011) se logró reducir el 94% de contenido de acrilamida en *chips* de mango (Basuny, Arafat, & Ahmed, 2012; Bello et al., 2011; Fan et al., 2005; Garayo & Moreira, 2002; Perez-Tinoco et al., 2008; Shyu & Hwang, 2001)

2.3.2 EFECTO DE LA PRESIÓN

Mientras más baja sea la presión, más alta será la tasa de evaporación y por lo tanto será más alta la tasa de secado. Además, al reducir suficientemente la presión se podrá tener tasas de fritura similares a las obtenidas con fritura convencional solo que utilizando temperaturas más bajas. También, se observó que el agua del alimento se evapora más rápidamente al reducir la

presión debido a que baja el punto de ebullición del agua, por lo tanto existe una correlación negativa entre la presión de vapor y la tasa de humedad a una misma temperatura (Bravo, Sanjuán, Clemente, & Mulet, 2011; Fan et al., 2005; Garayo & Moreira, 2002; Tan & Mittal, 2006).

En la fritura de donas la absorción de aceite se incrementa al incrementar el vacío (Tan & Mittal, 2006). En esto coinciden Fan et al. (2005) que dicen que al elevar el vacío, la velocidad de evaporación de agua se incrementa y por lo tanto ingresa más grasa al producto.

El uso de presiones bajas podrían reducir el tiempo de fritura por lo tanto obtener un producto con mejor color y sabor (Yuniarti, Susingih, Hidayat, & Lastriyanto, 2012). La fuerza de ruptura de *chips* de zanahoria decrece al reducir la presión de vacío (Fan et al., 2005). La variación del volumen del alimento frito se incrementa al incrementar el vacío o al reducir la temperatura. Sin embargo, la influencia de la presión disminuye cuando aumenta la temperatura (Tan & Mittal, 2006).

Al reducir la presión de -66.7 kPa a -93.3, se reducen los azúcares reductores de los *chips* de piña. Durante la reducción del contenido de humedad se puede obtener una actividad de agua (0.6 - 0.7) que acelerará la reacción de Maillard y entonces se dañará el azúcar (Yuniarti et al., 2012).

2.3.3 EFECTO DE LA TEMPERATURA

Según Fan et al. (2005), la temperatura afecta significativamente el contenido de humedad. A mayor temperatura de fritura, menor contenido de humedad. Esto concuerda con la fritura de manzana de Bravo et al. (2011) que dice que cuando la temperatura se incrementa, la velocidad de secado también se incrementa. Los cambios en la humedad tienden a ser similares cuando la temperatura incrementa (Pedreschi, Hernández, Figueroa, & Moyano, 2005; Shyu, Hau, & Hwang, 2005; Tan & Mittal, 2006). Diamante, Savage, & Vanhanen (2012) en la fritura de rodajas de kiwi donde el

contenido de humedad generalmente decrece al incrementar el tiempo y temperatura de fritura. A mayor temperatura y tiempo de fritura más largo, el producto final tendrá menor contenido de humedad debido a la mayor evaporación que tendrá el producto.

La absorción de aceite, en donas, se incrementó al reducir la temperatura de fritura (Tan & Mittal, 2006).

La variación del color en las donas es afectada por la temperatura de fritura, mas no por el vacío. Esto se debe a que es causado por un pardeamiento no enzimático durante el calentamiento debido a la reacción de Maillard. Entonces, la variación de color incrementa progresivamente con el incremento de la temperatura de fritura. Para un mismo tiempo de fritura, una mayor temperatura resulta en una mayor pérdida de agua y por lo tanto una menor variación de volumen. El uso apropiado de la temperatura de fritura al vacío podría proporcionar productos con un mayor volumen (Tan & Mittal, 2006).

La temperatura de fritura muestra un efecto significativo sobre el contenido de azúcar reductor de *chips* de piña, pero no sobre el contenido de almidón (Yuniarti et al., 2012). Afecta significativamente al contenido de α -caroteno, β -caroteno y el contenido total de carotenoides. Al incrementar la temperatura, se reduce el color del alimento y la dureza del producto final (Fan et al., 2005).

2.3.4 EFECTO DEL TIEMPO

El tiempo de fritura afecta al contenido de humedad y grasa. A mayor tiempo menor humedad y mayor absorción de grasa. El tiempo de fritura está en función de la temperatura de fritura y es independiente del vacío. Mientras mayor sea la temperatura, menor será el tiempo de fritura (Bravo et al., 2011; Tan & Mittal, 2006). Esto difiere del estudio de Garayo & Moreira (2002) que concluye que al bajar la presión de vacío, a los *chips* de papa les

toma menor tiempo de fritura llegar al mismo contenido final de humedad. Esto se debe a que baja el punto de ebullición del agua del alimento y del aceite por lo que el agua se evapora más rápidamente.

2.3.5 EFECTO DE PRE Y POS-TRATAMIENTOS

Los pre-tratamientos son muy importantes para controlar cambios químicos, físicos y estructurales de la materia prima durante el proceso de fritura que puede contribuir al color no deseado, la textura y el sabor de los *chips* fritos (Ismail, 2011). El objetivo principal de estos es mejorar la textura del alimento y disminuir el contenido de aceite en el producto final. Los tratamientos pueden ser aplicados independientemente o combinados entre sí (Bravo, 2008). En la Tabla 8 se describen los pre-tratamientos más utilizados en fritura al vacío y los beneficios que se obtienen al aplicarlos.

Tabla 8. Beneficios de los Pre-Tratamientos más utilizados en fritura al vacío

PRETRATAMIENTO	DEFINICIÓN	BENEFICIOS
Blanqueamiento	Sumergir el alimento en agua hirviendo o en vapor	Reduce la actividad enzimática (pardeamiento enzimático) y separa los azúcares reductores, reduce la absorción de aceite, mejora la textura del producto final.
Secado	Reducir el contenido total de humedad para crear una superficie seca alrededor del alimento.	Reduce la humedad y limita la absorción de aceite del producto final, incrementa la crocancia.
Deshidratación osmótica	Reducir el contenido de humedad inicial al sumergir los alimentos en una solución hipertónica (jarabe de azúcar, ácidos orgánicos, minerales, sales, etc.). El agua sale del alimento y el soluto de la solución entra en el alimento.	Previene la decoloración. Conserva y mantiene la calidad inicial de las frutas y hortalizas elaboradas.
Revestimientos	Inmersión por corto tiempo de un alimento crudo en una suspensión de recubrimiento justo antes de la fritura.	Reduce la superficie porosa, construye una barrera en contra de la absorción de aceite.
Congelamiento	La congelación es conocida por cambiar la estructura de la pared celular de la materia vegetal.	Aumenta la velocidad de secado y la calidad del producto final, acelera la eliminación de humedad debido a la formación de cristales de hielo

(Bello et al., 2011; Fan, Zhang, & Mujumdar, 2006; Nunes & Moreira, 2009).

La finalidad de los tratamientos posteriores es disminuir el contenido de aceite en la superficie del producto frito, ya que la absorción de aceite es un proceso complejo que en su mayoría ocurre al principio de la etapa de enfriamiento del producto. El tratamiento utilizado generalmente es la centrifugación (Bello et al., 2011; Bravo, 2008).

Otro pos-tratamiento investigado para reducir el contenido de grasa y humedad es el drenaje de alto vacío. En los estudios realizados por Tarmizi & Niranjana (2012) se descubrió que el contenido de aceite de papas fritas que se frieron al vacío (20 y 50.67 kPa) puede reducirse significativamente cuando se aplica drenaje a una presión inferior a la presión de fritura, dando un producto con contenido de aceite entre 39 y 49 g aceite/100 g de materia seca desgrasada en comparación con el producto que solamente fue frito al vacío sin ningún tratamiento posterior (71.40 g aceite/100 g de materia seca no grasa en el caso de condiciones de fritura más bajas y 57.42 g aceite/100 g materia seca no grasa en el caso de otro tipo).

2.3.6 PRODUCTOS ELABORADOS APLICANDO FRITURA AL VACÍO

Actualmente, el proceso de fritura al vacío es conocido y aplicado en varios países, en especial en países del continente asiático como China, Japón, Tailandia, Vietnam e Indonesia. Estos productos se elaboran industrialmente y se distribuyen a nivel mundial. A continuación, las Figuras 7, 8 y 9 presentan algunos de los productos elaborados a nivel mundial aplicando la fritura al vacío (AlibabaGroup, 2013).



Figura 7. Frutas elaboradas industrialmente aplicando fritura al vacío.
 (AlibabaGroup, 2013)



Figura 8. Vegetales elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío.
 (AlibabaGroup, 2013)



Figura 9. Productos exóticos del Asia elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío.

(AlibabaGroup, 2013)

2.4 ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Según la División de Evaluación Sensorial del Instituto Tecnológico de Alimentos (IFT) de Estados Unidos, la evaluación sensorial es “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimento y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.” La preferencia y aceptabilidad de los alimentos están basadas principalmente en si es que sus propiedades sensoriales gustan o disgustan (Hough & Fiszman, 2005; Sosa, Martinez, Marquez, & Hough, 2008).

El análisis sensorial se aplica en varios campos de la industria de alimentos, pero el desarrollo de nuevos productos es el área donde más se aplica. En las distintas fases del desarrollo de un producto se aplican los siguientes ensayos: diferencias con un modelo que se quiere imitar; descripción de las diferencias para saber hacia dónde orientar el futuro desarrollo; ensayos de vida útil en función del tiempo y condiciones de almacenamiento, y pruebas de aceptabilidad sensorial con grupos reducidos de consumidores como un paso previo a un estudio de mercado más amplio (Hough & Fiszman, 2005).

2.4.1 CONDICIONES GENERALES PARA PRESENTAR LAS MUESTRAS DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Las condiciones presentadas en la Tabla 9 son necesarias para evitar errores causados por factores psicológicos. Las condiciones mentales y físicas del evaluador, así como la influencia del medio ambiente donde se desarrollan las pruebas, afectan la evaluación sensorial, por lo que, cuando se use a las personas como instrumento, es necesario controlar todos los métodos y condiciones (Hough, 2013)

Tabla 9. Condiciones generales para presentar las muestras de aceptabilidad sensorial

Condiciones	Requisitos
Temperatura de las muestras	Servir las muestras a la temperatura que normalmente se consumen
Cantidad de muestra	Se determina dependiendo de la muestra (aprox. 15ml muestra líquida y 30g muestra sólida)
Número de muestras	Depende del análisis que se realice.
Codificación y orden de presentación	Orden de presentación al azar, ordenamiento balanceado y códigos numéricos de tres dígitos.
Neutralizantes	Agua, apio, manzana, galleta, tiempo (5min).
Numero de entrevistados	≥100 consumidores

(Hough, 2013)

2.4.2 ESCALAS HEDÓNICAS

La medición de aceptabilidad sensorial se realiza a través del uso de escalas hedónicas. Se basan en que el consumidor dé su impresión una vez que ha probado las muestras, señalando cuánto le agradan o desagradan (grado de aceptabilidad sensorial). El consumidor debe evaluar cada muestra sobre una escala que puede ser de tipo estructurada, semiestructurada o no

estructurada. La marca que realiza el consumidor sobre la escala se transforma en un valor numérico (puntuación) que luego se analiza estadísticamente por análisis de varianza (Hough & Fiszman, 2005). Según Sosa et al. (2008), para escoger entre cualquiera de las 3 escalas y su puntuación, es necesario conocer la sociedad a la que va dirigida la encuesta, de esta manera se evitara errores. Por ejemplo, en Argentina se evalúa en las escuelas, colegios y universidades del 1 al 10 siendo 10 el puntaje más alto, por lo que en una evaluación de aceptabilidad sensorial resultará más fácil de entender una escala de este tipo.

3. METODOLOGÍA

3.1 PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

Este proyecto se realizó en los laboratorios de la Universidad Tecnológica Equinoccial utilizando como materia prima piña de la variedad Hawaiana (*Ananás comosus*) adquirida en el mercado de Lñaquito de la ciudad de Quito.

Las piñas fueron pesadas con corona incluida y peladas manualmente. Posteriormente se procedió a descorazonar la piña para luego cortarla longitudinalmente en 8 partes (octavos). Cada octavo de piña se cortó transversalmente en una rebanadora con un espesor aproximado de 3 mm.

La piña rebanada se enjuagó y se centrifugó por 30 s para eliminar el exceso de agua.

Se pesó 250 g de piña rebanada en una balanza con sensibilidad a 1 g para cada tratamiento de fritura.

3.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

3.3.1 DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ DE LA PIÑA FRESCA

Una vez obtenida la fruta fresca se realizaron pruebas fisicoquímicas para determinar el cumplimiento de los requisitos planteados en la NTE INEN Frutas Frescas. Piña. Requisitos 1836:(2009). Primero se midió el diámetro ecuatorial y se pesó la fruta utilizando una balanza con sensibilidad a 1 g.

Con los datos obtenidos, se realizó la correlación entre calibre, diámetro y masa de acuerdo con los datos de la Tabla 1.1 del Anexo 1.

A continuación, se determinó el contenido de pulpa mediante extracción manual (separando la pulpa de la cáscara) y se estableció la relación de la masa de pulpa con respecto a la masa total de la fruta, tomando en cuenta el corazón. Para esto, se utiliza la ecuación 1 de la NTE INEN 1836 (2009) y el resultado se expresa en porcentaje (%), estos valores se comparan con la Tabla 1.2 del Anexo 1.

$$\text{Contenido de pulpa} = \frac{\text{Masa pulpa}(g)}{\text{Masa fruto}(g)} \times 100 \quad [1]$$

Se determinó también el contenido de sólidos solubles con el método refractométrico descrito en NTE INEN 380 (1986), utilizando un brixómetro con escala de 0 a 30 °Brix. El análisis se realizó por triplicado y se utilizó el promedio de los 3 valores para el análisis. Los valores obtenidos se compararon con los requisitos máximos y mínimos de sólidos solubles totales de la Tabla 1.2 del Anexo 1.

3.3.2 HUMEDAD DE LA PIÑA FRESCA

El contenido de humedad se determinó utilizando el método 950.46B (AOAC, 2005).

3.3.3 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS *CHIPS* DE PIÑA

Los análisis de humedad del producto final fueron realizados en la planta piloto de alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial mediante el método de termo gravimetría (105°C) según el método 44-15.02 de la AACC (2010). Se utilizó una termo balanza modelo XM 66 marca Precisa con sensibilidad de 0.001 g. Se utilizó el promedio del valor de las mediciones por duplicados.

3.3.4 ANÁLISIS DE CONTENIDO ACEITE DE LOS *CHIPS* DE PIÑA

Los análisis de contenido de aceite del producto final fueron realizados en Multianálityca Cia Ltda mediante el método oficial AOAC 2003.06 (2006). El análisis fue realizado en un laboratorio certificado.

De acuerdo con la información nutricional del producto comercial Frutix que se observa en la Figura 1.2 del Anexo 2, se realizó el cálculo del contenido de grasa conforme a la Ecuación 1.1 del mismo Anexo para la posterior comparación con el contenido de grasa de los *chips* de piña realizados en este estudio.

3.3.5 FUERZA DE RUPTURA DE LOS *CHIPS* DE PIÑA

Una vez obtenidos los chips de piña se realizó una medición de la fuerza de ruptura (N) con un penetrómetro marca Italy. Se colocó la muestra (chip de piña) en un soporte cilíndrico de diámetro de 2.4×10^{-3} m para atravesarla con una punta esférica de diámetro de 6×10^{-3} m según el método utilizado por Garayo & Moreira (2002) en *chips* de papa.

3.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE *CHIPS* DE PIÑA MEDIANTE FRITURA AL VACÍO

El proceso de fritura se llevó a cabo en un sistema de fritura al vacío cuyo diagrama se observa en la Figura 10 y que fue construido en la Universidad Tecnológica Equinoccial con el proyecto IV.UIO.ING.06 (Fritura al vacío).

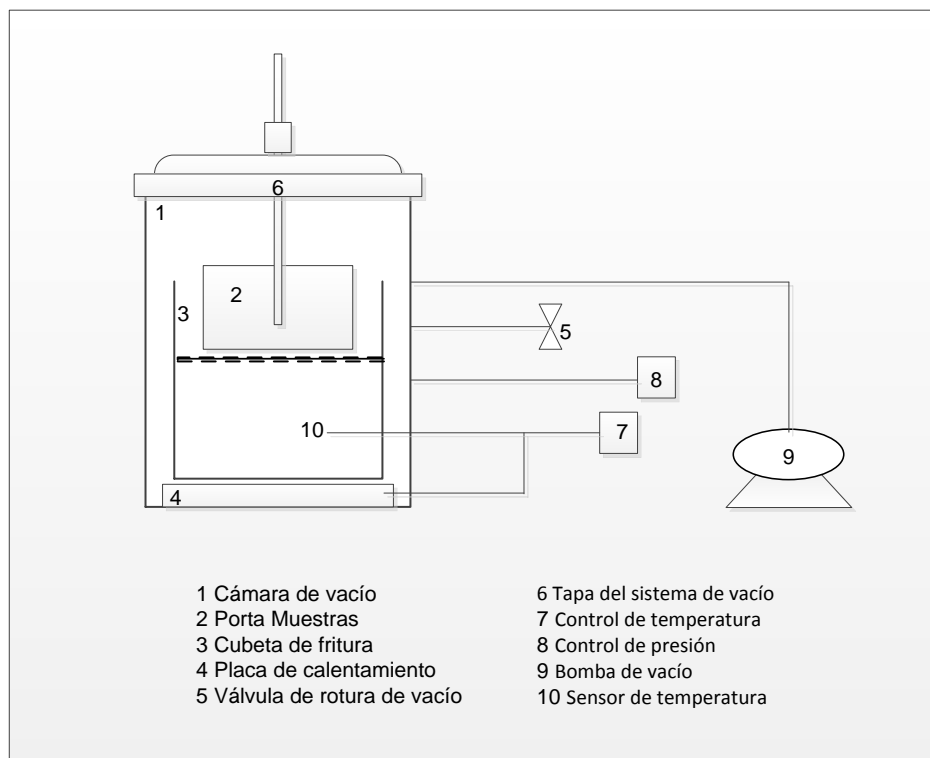


Figura 10. Diagrama del equipo de fritura al vacío

Para la obtención de *chips* de piña mediante fritura al vacío se siguió el proceso indicado en la Figura 11, se pesó 250 g de piña preparada y se aplicó fritura a una presión constante de 4.41 kPa con 2 temperaturas (110 y 120 °C) y 2 tiempos (480 y 600 s) en aproximadamente 12 L de aceite de origen vegetal Sabrofrito (Mezcla de aceite de soya con oleína de palma) de La Fabril.

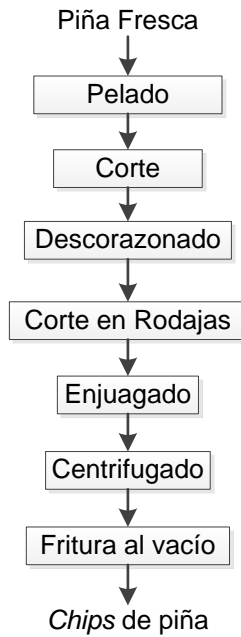


Figura 11. Proceso de elaboración de *chips* de piña aplicando fritura al vacío

Concluido el tiempo de fritura, se rompió el vacío del sistema y se extrajo la canastilla con las hojuelas fritas de piña, se pesó el lote y se almacenó para posteriores análisis. Cada fritura se realizó por duplicado. Al final del proceso se obtuvo el rendimiento.

3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos, se aplicó un diseño factorial AxB. Los dos factores empleados fueron temperatura de fritura y tiempo de fritura con dos niveles; se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Factores y niveles aplicados en el proceso de fritura al vacío de *chips* de piña

FACTORES	NIVELES	
Tiempo (s)	480	600
Temperatura (°C)	110	120

Las variables de respuesta de este estudio fueron contenido de humedad, contenido de grasa y textura de los *chips* de piña fritos al vacío.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA multifactorial con la prueba de Tukey al 5% para establecer diferencias significativas entre los tratamientos, para lo cual se utilizó el paquete estadístico STATSGRAPHICS Centurion XV Versión 15.2.05.

3.4 ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE LOS *CHIPS* DE PIÑA

La aceptabilidad sensorial se realizó mediante una encuesta, cuyo formato se encuentra en el Anexo 3, que califica color, sabor, textura (crocancia) y aceptabilidad global de la muestra de piña escogida. Los parámetros fueron calificados de acuerdo con una escala hedónica del 1 al 10 siendo el número 1 “me disgusta mucho” y el 10 “me gusta mucho”. El grupo de consumidores evaluados fue de 100 personas. Cada una de las muestras pesó aproximadamente 1 g, se las sirvió en un plato desechable (Hough, 2013). Este análisis se realizó en las instalaciones del laboratorio de Análisis Químico de Alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial y los datos obtenidos fueron analizados obteniendo las medias y desviación estándar para cada parámetro.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Se aplicó la metodología descrita en el numeral 3.3.1 y 3.3.2 para determinar las características físico químicas de la piña hawaiana fresca cuyo resultado se presenta en las tablas 11 y 12.

Tabla 11. Caracterización Física de la Piña fresca

PARÁMETRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Masa promedio (g)	859.25 ± 81.25	1123.00 ± 59.16	1909.00 ± 103.24
Diámetro ecuatorial (mm)	97.09 ± 2.60	130.62 ± 28.03	161.00 ± 12.73
Contenido de pulpa (%)	70.26 ± 7.46	67.05 ± 4.46	65.24 ± 1.21

Promedio ± Desviación Estándar; n=10

Según los análisis realizados y basándose en los parámetros de masa promedio y diámetro ecuatorial de la Norma Técnica INEN (2009) de la piña fresca, se determinó que se utilizaron 4 piñas de calibre pequeño (40%), 4 piñas de calibre mediano (40%) y 2 piñas de calibre grande (20%) como se observa en la Figura 12. El contenido de pulpa para cada calibre se encuentra dentro de los parámetros de madurez de consumo de la norma antes mencionada ya que supera el requisito mínimo de 50% de contenido de pulpa.

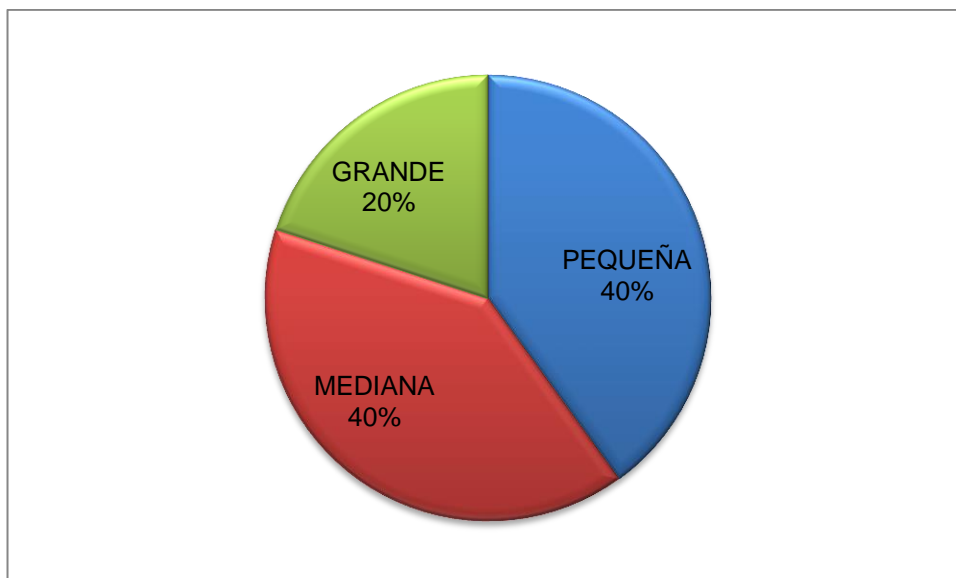


Figura 12. Piñas en un lote según su calibre

Tabla 12. Caracterización Química de la Piña fresca

PARÁMETRO	PIÑA
Humedad (%)	82.52 ± 4.42
Solidos Solubles* (°Brix)	14.69 ± 1.96

Promedio ± Desviación Estándar; n=9; *n=16

Según Shamsudin et al. (2007), los resultados del análisis de humedad pueden variar de un autor a otro dependiendo de la variedad o especie de fruta, el estado de madurez de cosecha y las condiciones ambientales y climáticas durante el crecimiento de la fruta. El contenido de humedad tiene una tendencia creciente al incrementar su estado de madurez en almacenamiento a temperatura ambiente. El valor obtenido de la humedad de la piña fresca fue de 82.52 ± 4.42% (4.72 g agua/ g sólido seco) y es similar al reportado por otros autores (86.46%) (Menchú & Méndez, 2007).

El valor reportado de solidos solubles fue de 14.69 ± 1.96 y se encuentra entre el valor máximo (17 °Brix) y mínimo (11 °Brix) de la Norma Técnica

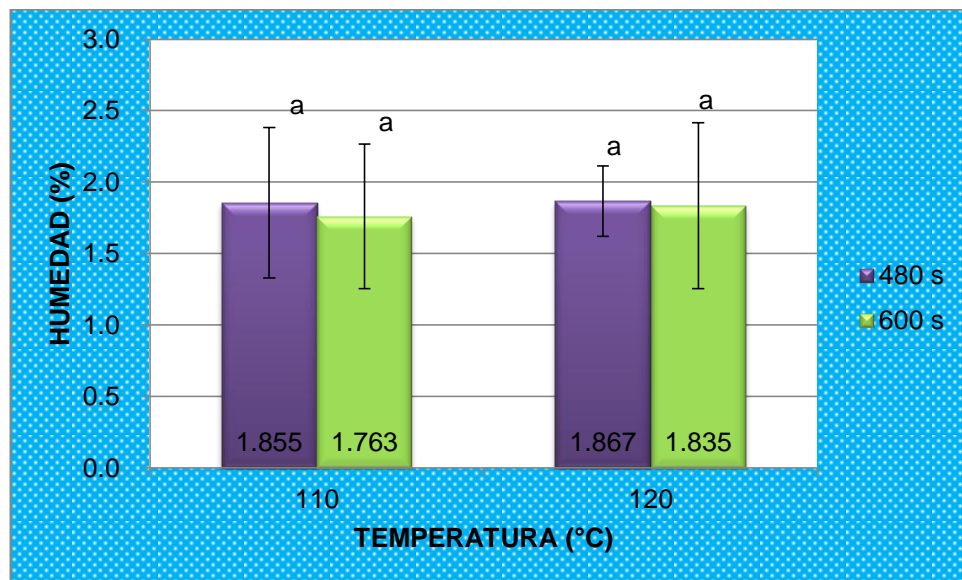
Ecuatoriana 1836:2009 (Tabla 1.2, Anexo 1), lo que indica que las piñas hawaianas utilizadas eran óptimas para ser procesadas.

4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS *CHIPS* DE PIÑA

4.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

El promedio de los valores finales de contenido de humedad obtenidos en *chips* de piña y las diferencias estadísticamente significativas obtenidas entre los diferentes tratamientos se muestran en la Figura 13.

Todos los valores de contenido de humedad de las condiciones estudiadas cumplen con el requisito que establece la Norma Técnica Ecuatoriana 2561:2010 Bocaditos de Productos Vegetales. Requisitos INEN (2010) (máximo de 5% de humedad).



Las letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de 5% de Tukey

Figura 13. Contenido de humedad en *chips* de piña sometidos a diferentes temperaturas y tiempos

No existen diferencias estadísticamente significativas en el contenido de humedad en los tratamientos estudiados, por lo tanto, se escoge el tratamiento de menor tiempo y temperatura, es decir 110 °C y 480 s de fritura, ya que requiere de menor energía para poder llevar a cabo el proceso de obtención de los *chips*. Este tratamiento tiene una humedad de 1.855% de humedad (0.0186 g de agua/ g de ss).

En la figura también se aprecia que el contenido de humedad de los *chips* de piña presenta una tendencia decreciente en relación al aumento de tiempo de fritura ya que las muestras de mayor tiempo de fritura (600 s) tienen menor contenido de humedad comparados con las muestras fritas en 480 s, esto está de acuerdo con Bello et al. (2011) y Diamante, Savage, & Vanhanen (2012) que dicen que al incrementar el tiempo de fritura, el contenido de humedad baja.

El resultado del tratamiento elegido es menor al valor expuesto por Fan et al. (2005) de 5% de humedad a 100 °C por 15 min en su estudio de *chips* de zanahoria fritos al vacío y también menor al valor de *chips* de papa fritos al vacío del experimento de Song, Zhang, & Mujumdar (2007) que reporta un contenido de humedad de 7.7% fritos a 100 °C por 20 min. El valor que se aproxima al resultado de la medias del tratamiento escogido es 2% de humedad reportado por Tarmizi & Niranjana (2012) en *chips* de papa fritos a 140 °C y 20 kPa, Dueik et al. (2010) en *chips* de zanahoria fritos a 160 °C y Nunes & Moreira (2009) en *chips* de mango fritos a 120 °C por 2 min y deshidratados osmóticamente. El valor reportado de humedad en el producto final es menor que los valores de Perez-Tinoco et al. (2008) en *chips* de piña (3% – 4%).

La disminución en el contenido de humedad de la piña fresca con respecto al contenido de humedad de los *chips* de piña es de 97.75%. La reducción del contenido de agua del alimento confirma que la fritura es un proceso de deshidratación que implica transferencia simultánea de calor y de masa, por lo tanto el agua del alimento se elimina en forma de vapor de agua

(burbujas) (Bello et al., 2011; Dueik & Bouchon, 2011a; Fan et al., 2005; Tarmizi & Niranjana, 2012)

En la Figura 14 se observa el grado de interacción entre las variables independientes (temperatura y tiempo) que muestran el cambio en la respuesta al variar un factor para distintos valores del otro factor. Con un $P= 0.89$ se observa que la interacción de los factores no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de humedad del producto final con un Tukey de 0.05. Los resultados del análisis de varianza se encuentran en la Tabla 1.3 del Anexo 4. Las líneas muestran como varía el contenido de humedad al modificar la temperatura y el tiempo de fritura. Esto quiere decir que a menor tiempo de fritura el contenido de humedad del producto final es mayor (Bravo et al., 2011; Tan & Mittal, 2006).

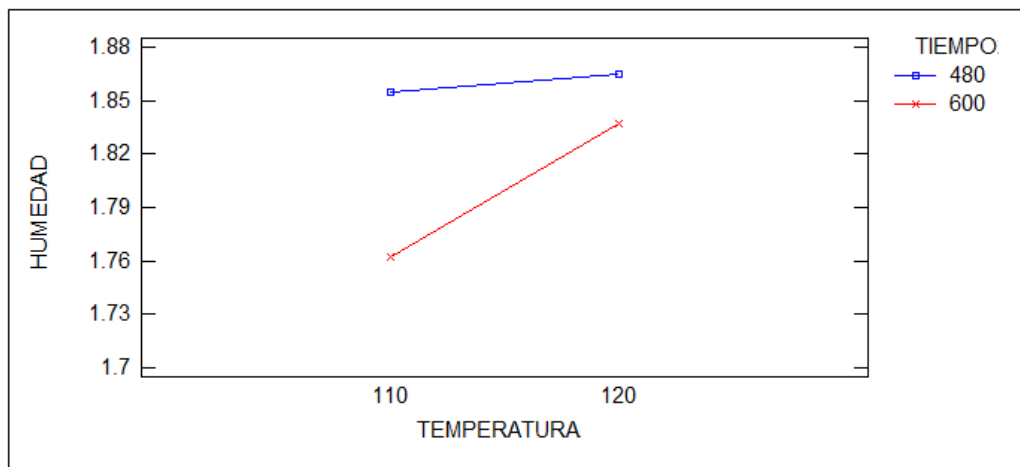


Figura 14. Interacción Temperatura - Tiempo para el contenido de humedad

4.2.2 CONTENIDO DE GRASA

Los valores reportados de contenido de grasa para los diferentes tratamientos aplicados para el estudio se exponen en la Figura 15. Los resultados de los análisis de grasa se encuentran en el Anexo 5.

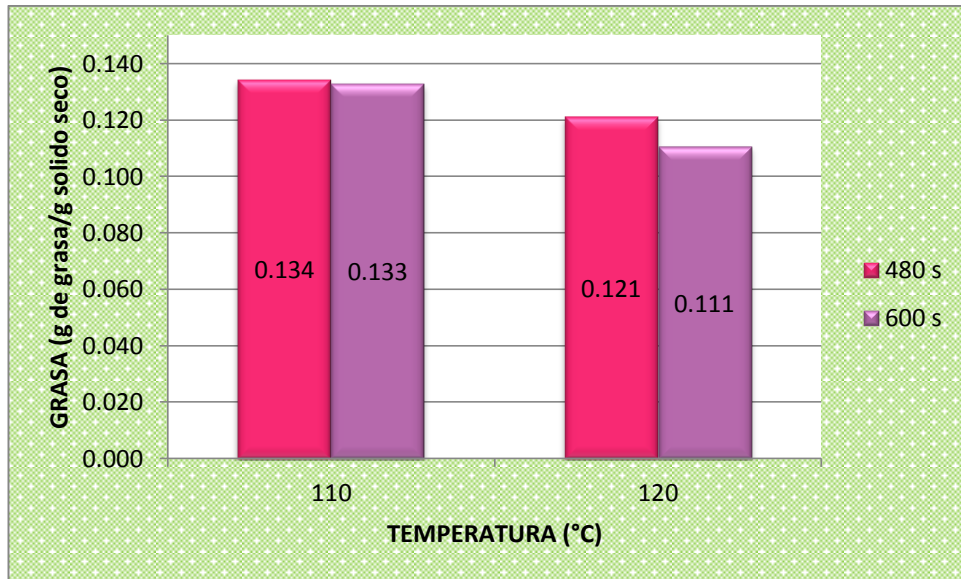


Figura 15. Contenido de grasa en *chips* de piña sometidos a diferentes temperaturas y tiempos

Según la Tabla 7 donde se encuentra la semaforización del reglamento de bares escolares y etiquetado de productos alimenticios del Ecuador en cuanto al contenido de grasa, todos los valores reportados en este estudio se encuentran en la categoría amarilla ya que son mayores al 3% y menores al 20% (Martínez & Fuenmayor, 2013; MEC & MSP, 2010). La Norma Técnica INEN de bocaditos de productos vegetales INEN (2010) reporta que estos *snacks* no deben exceder del 50% de contenido de grasa, los valores reportados en este estudio se encuentran entre 11.23% y 13.74% (b.s) de contenido de grasa lo que indica que los *chips* de piña producidos están por debajo del contenido máximo permitido.

Los *chips* de piña realizados en este estudio tienen 3.27% menos de contenido de grasa que los *chips* comerciales Frutix (16.67%). El contenido de grasa del tratamiento escogido es de 0.134 g grasa/ g ss y es comparable con los expuestos por Serrano (2013) en *chips* de mashua (0.11 g grasa/ g ss), Suntaxi (2013) en *chips* de oca (0.10 g grasa/ g ss). Todos los tratamientos se encuentran por debajo de los valores expuestos por Dueik et al. (2010) en *chips* de zanahoria (0.37 g grasa/ g ss), Garcés (2013) *chips* de

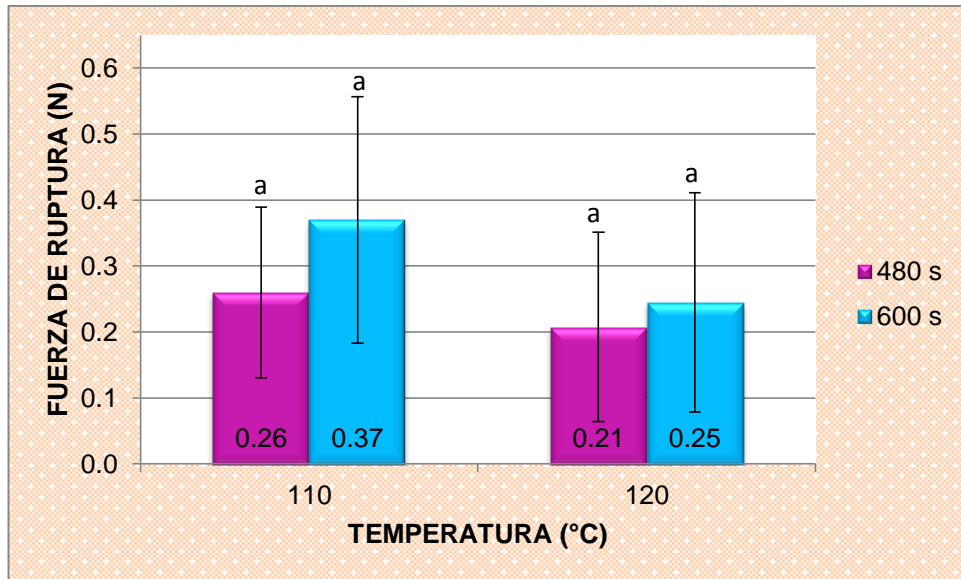
cebolla perla (0.225 g grasa/ g ss) y paiteña (0.177 g grasa/ g ss) y Nunes & Moreira (2009) en *chips* de mango (0.22 g grasa/ g ss) fritos a 120 °C por 2 min y deshidratados osmóticamente, dando una diferencia de 63.67%, 40.26%, 20.07% y 39.91% respectivamente.

Existe una diferencia de 32.8% entre el valor obtenido por Perez-Tinoco et al. (2008) en *chips* de piña (0.20 g grasa/ g ss) con respecto al contenido final de grasa conseguido con este estudio (0.134 g grasa/ g ss). Esto puede deberse al contenido inicial de humedad ya que según Tan & Mittal (2006) el contenido de humedad inicial influye en la ganancia de grasa. A mayor contenido inicial de humedad, menor absorción de aceite.

La diferencia en el contenido de grasa en un mismo tiempo y diferentes temperaturas es de 9.78% para 480 s y 17.46% para 600 s. En consecuencia, al incrementar el tiempo y temperatura de fritura, el contenido de grasa tiene una tendencia decreciente. Esto está de acuerdo con Pedreschi et al. (2005) que en su estudio con *chips* de papa concluyeron que al incrementar la temperatura disminuye la absorción de aceite por parte del producto. Sin embargo, esta conclusión difiere de la conclusión de Fan et al. (2005) (*chips* de zanahoria) y Diamante, Savage, Vanhanen, et al. (2012) (*chips* de durazno) que concluyeron que el contenido de grasa se incrementa al incrementar el tiempo y la temperatura de fritura.

4.2.3 FUERZA DE RUPTURA (TEXTURA)

La crocancia de un snack es un factor difícil de medir, por esta razón se tomó la fuerza de ruptura del *chip* como un indicador para la medición de textura, se toma en cuenta que una fuerza de ruptura baja corresponde a una mayor crocancia. En la Figura 16 se observan las medias de la fuerza de ruptura para los distintos tratamientos aplicados.



Las letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de 5% de Tukey

Figura 16. Fuerza de ruptura de *chips* de piña sometidos a diferentes temperaturas y tiempos

No se observan diferencias significativas entre ningún tratamiento, por lo tanto se elige el tratamiento de menor temperatura y tiempo de fritura (110 – 480 s) que tiene una fuerza de ruptura de 0.26N. Perez-Tinoco et al. (2008) reportaron valores de 2.3 N, 1.9 N y 2.5 N en frituras a 108°C, 112°C y 116°C respectivamente en 7 min y una presión constante de 24 kPa y concluyeron que el valor aceptable para los *chips* de piña es menor a 1.9 N. La fuerza de ruptura del tratamiento escogido es 86.32% menor a 1.9 N y es mucho menor a los valores reportados por Dueik et al. (2010) en *chips* de zanahoria (entre 5.01 y 5.68 N).

Perez-Tinoco et al. (2008) concluyen que los *chips* de piña que fueron fritos a mayor temperatura por más tiempo tienden a presentar valores mayores de fuerza de ruptura. Esto difiere de los datos reportados en este estudio ya que la mayor fuerza de ruptura reportada es 0.37 N que representa a la fritura realizada a 110 °C (nivel bajo de temperatura) y 600 s, pero es semejante a la conclusión de Shyu et al. (2005) y Shyu & Hwang (2001) que

al freír *chips* de zanahoria y manzana respectivamente, afirman que al incrementar el tiempo y temperatura de fritura, la fuerza de ruptura decrece.

La Figura 17 representa el gráfico de las interacciones Temperatura – Tiempo de fritura para la fuerza de ruptura. Con un $P=0.10$ para el efecto de la temperatura, $P=0.66$ para el efecto de tiempo de fritura y $P=0.51$ para la interacción, se puede concluir que la interacción no tiene un efecto significativamente estadístico sobre el valor de la fuerza de ruptura. Los valores del análisis de varianza se encuentran en la Tabla 1.4 del Anexo 4. El gráfico indica que las dos líneas tienen una pendiente negativa, por lo tanto tienen una tendencia decreciente, esto quiere decir que a mayor temperatura y tiempo de fritura se obtienen datos más bajos de fuerza de ruptura.

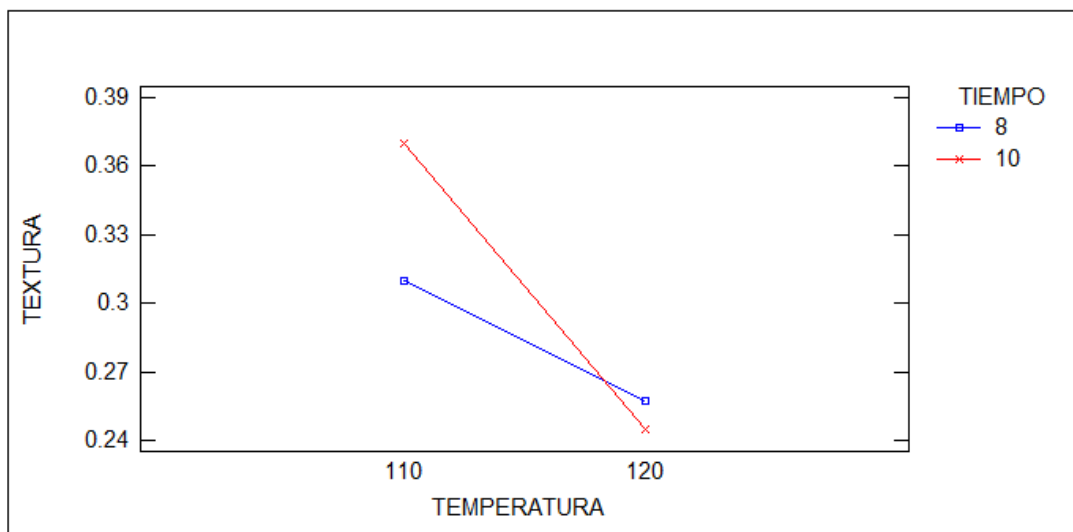


Figura 17. Interacción Temperatura - Tiempo para la fuerza de ruptura

4.3 ANÁLISIS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CHIPS DE PIÑA MEDIANTE FRITURA AL VACÍO

Las fotografías de los chips de piña fritos con los distintos tratamientos constan en el Anexo 6.

En la Tabla 13 se encuentra el rendimiento de cada paso del proceso de acondicionamiento de la piña y el proceso de fritura al vacío.

Durante el acondicionamiento de la materia prima se encuentran los procesos de pelado y corte, descorazonado y corte en rodajas; durante estas etapas se pierde 32.36%, 1.43% y 29.44% respectivamente, por lo tanto en el proceso que se registra mayor pérdida durante el acondicionamiento de la materia prima es en el pelado, ya que se pierde la cascara y corona de la fruta.

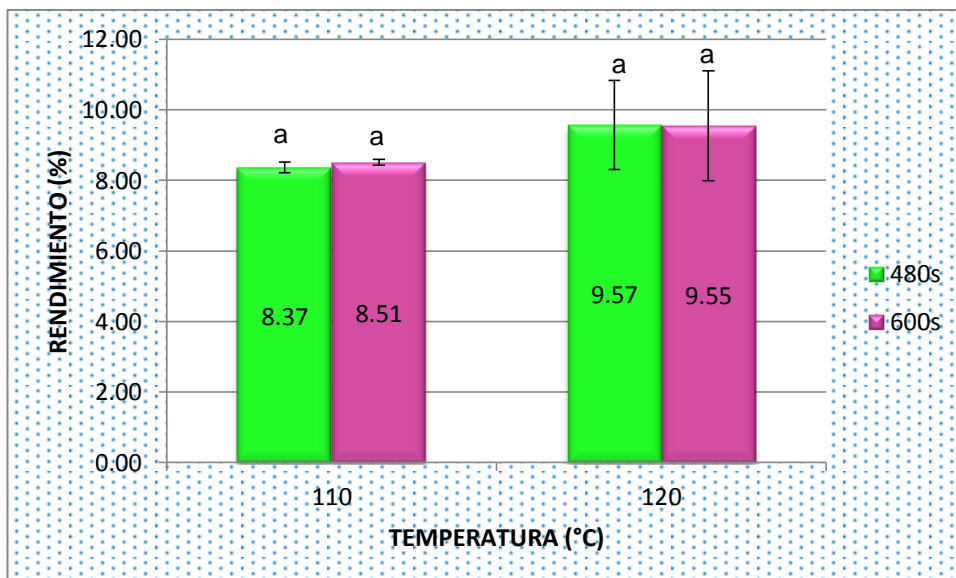
Durante el proceso de fritura, la pérdida varía según el tratamiento. Se observa pérdidas del 82.12% (110 °C – 480 s), 81.80% (110 °C – 600 s), 79.55% (120 °C – 480 s) y 79.59% (120 °C – 600 s). De acuerdo con estos valores, se determina que el proceso de fritura al vacío es donde se pierde mayor cantidad de peso. Esto se debe a que la fritura al vacío es un proceso de deshidratación y el mayor componente de la piña es el agua, que se evapora.

Tabla 13. Rendimiento del proceso de fritura al vacío

PROCESO	RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO (%)			
	110 - 480	110 - 600	120 - 480	120 - 600
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	100	100	100	100
PELADO y CORTE (octavos)	67.64 ± 5.45	67.64 ± 5.45	67.64 ± 5.45	67.64 ± 5.45
DESCORAZONADO	66.67 ± 0.20	66.67 ± 0.20	66.67 ± 0.20	66.67 ± 0.20
CORTE EN RODAJAS	47.04 ± 2.82	47.04 ± 2.82	47.04 ± 2.82	47.04 ± 2.82
FRITURA AL VACÍO*	8.41 ± 0.07	8.56 ± 0.08	9.62 ± 1.27	9.60 ± 1.56

Promedio ± Desviación Estándar; n=10; *n=4

La Figura 18 muestra el rendimiento del proceso de elaboración de *chips* de piña para cada tratamiento aplicado en el estudio. La piña al ser un producto que tiene gran contenido de agua y al aplicar un tratamiento de deshidratación como la fritura al vacío, se observa que se tiene un bajo rendimiento del producto final.



Las letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de 5% de Tukey

Figura 18. Rendimiento del proceso de obtención de *chips* de piña con diferentes tratamientos

4.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Debido a que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en ningún tratamiento, se escogió como mejor tratamiento al tratamiento de menor temperatura y tiempo de fritura ya que representa menor gasto de energía y tiempo para realizar el proceso. Por lo tanto, el tratamiento que se debe aplicar para obtener los *chips* de piña se encuentra descrito en la Tabla 14.

Tabla 14. Condiciones de fritura del producto final

Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Presión (kPa)
110	480	4.41

4.5 ACEPTABILIDAD SENSORIAL

La evaluación de aceptabilidad sensorial se realizó de acuerdo a la metodología especificada en el apartado 3.4 y la muestra sometida a análisis fue la de 110°C – 480 s puesto a que no se encontraron diferencias significativas entre el análisis de las variables de respuesta.

En la Figura 19 se observan los valores promedio de aceptabilidad obtenidos para cada variable en la evaluación de los parámetros de color, sabor textura y aceptabilidad sensorial. El promedio de aceptabilidad para el atributo color fue de 8.36 ± 1.80 , para sabor 8.39 ± 1.75 , para textura 8.07 ± 1.81 y para la aceptabilidad 8.29 ± 1.45 .

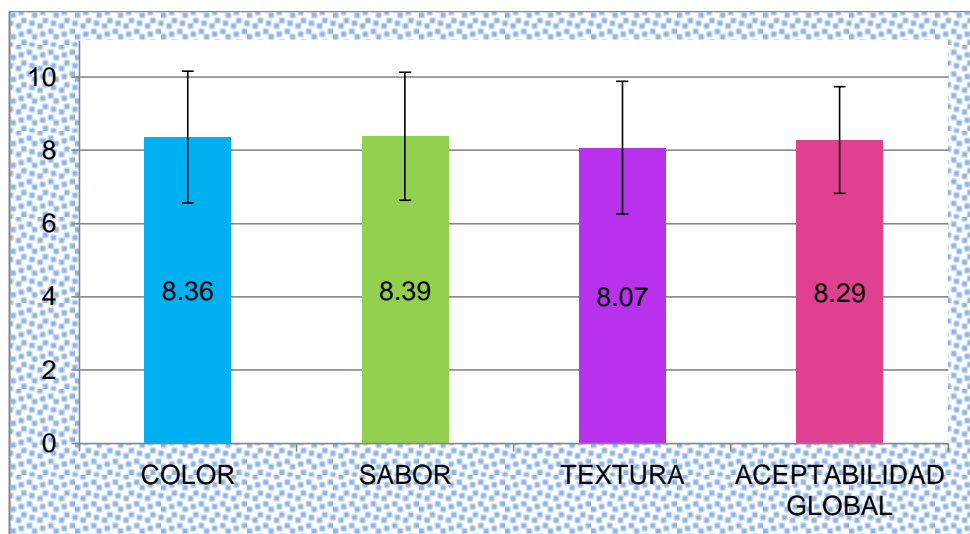


Figura 19. Promedios de aceptabilidad sensorial

La Figura 20 representa en porcentaje los consumidores que comprarían y no comprarían el producto. El 80% de los encuestados respondieron que Si comprarían el producto, demostrándose una buena aceptación.

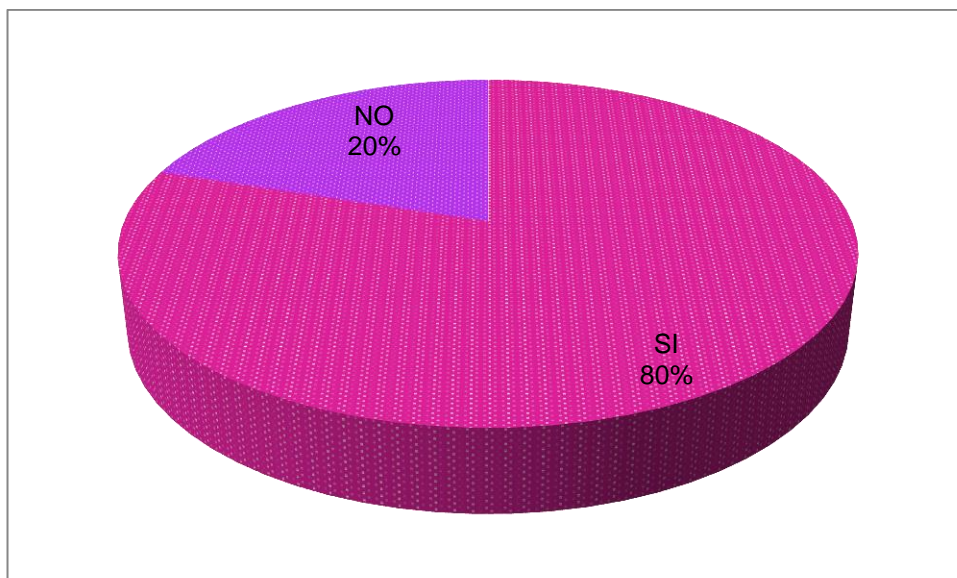


Figura 20. Respuesta en porcentaje de consumidores para la pregunta de si comprarían o no el producto

Algunos consumidores presentaron comentarios y sugerencias. En cuanto a la textura sugirieron que debería tener una mayor crocancia. La mayoría de los consumidores comentaron que el producto es muy novedoso y que conserva su sabor a piña. En contraste, otros consumidores evaluados sugirieron que se le debería reducir el sabor ácido y aumentar el dulzor al producto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los valores reportados para masa promedio (1174.70 g), diámetro ecuatorial (113.86 mm) y contenido de pulpa (67.97%) afirman que las piñas utilizadas eran de calibre mediano. Además, el contenido de sólidos solubles (14.69 °Bx) confirma que las piñas utilizadas para el proceso de elaboración de *chips* se encuentran dentro de los parámetros de estado de madurez para ser procesadas. El valor obtenido del contenido de humedad de piña fresca (82.52%) es coherente con la bibliografía consultada.
- Los resultados expuestos en el trabajo y su análisis muestran que el *chip* de piña frito al vacío a 110 °C, 480 s y 4.41 kPa es el mejor tratamiento para la elaboración de estos bocaditos ya que requiere menor energía y tiempo para su elaboración. Se eligió este tratamiento al no encontrar diferencias estadísticamente significativas al analizar los datos obtenidos.
- Los *chips* de piña elegidos tienen un contenido de humedad de 1.86%, contenido de grasa de 13.44%, fuerza de ruptura de 0.26 N.
- En cuanto a la aceptabilidad sensorial del producto final, el atributo color tiene una calificación de 8.36, para sabor 8.39, para textura 8.07 y para la aceptabilidad 8.29.
- Con este estudio se demostró que la fritura al vacío es una técnica de deshidratación alternativa para producir productos más saludables ya que al aplicarla se pueden obtener productos fritos con un contenido final de grasa que represente menor daño para la salud y con un menor contenido de humedad que ayudará a prolongar el tiempo de vida útil del producto.

- Los *chips* de piña producidos mediante fritura al vacío se encuentran en la categoría amarilla (nivel medio de grasa) según el nuevo reglamento de etiquetado de alimentos y el reglamento de bares escolares.

5.2 RECOMENDACIONES

- Efectuar el estudio del tiempo de vida útil de los *chips* de piña.
- Realizar un estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de los *chips* de piña obtenidos mediante fritura al vacío.
- Estudiar el efecto de la deshidratación osmótica con diferentes solutos en la cinética del color, absorción de grasa, contenido de humedad, y características nutricionales de los *chips* de piña.
- Aplicar la fritura al vacío en diferentes matrices preparando mezclas de piña.

BIBLIOGRAFÍA

- AACC. (2010). *AACC International. Approved Methods of Analysis. Method 44-15.02. Moisture Air Oven Methods* (11va ed.). Estados Unidos.
- Aflallo, A. (2007). *El poder curativo de los alimentos. La salud está en su despensa*. España: Editorial EDAF.
- Al-Abdullah, B. M., Angor, M. M., Al-Ismail, K. M., & Ajo, R. Y. (2011). Reducing Fat Uptake During Deep-Frying Of Minced Chicken Meat-Balls By Coating Them With Different Materials, Either Alone Or In Combination. [Article]. *Italian Journal of Food Science*, 23(3), 331-337.
- AlibabaGroup. (2013). Vegetales y Frutas Producidas al vacío. Recuperado el 2014 - 17 - 01, de http://spanish.alibaba.com/trade/search?selectedTab=product&_csrf_token_=h4b1751cdstj&SearchText=vac%C3%ADo+vegetales+fritos
- AOAC. (2005). *Association of Analytical Communities. Official Methods of Analysis of AOAC International*. Estados Unidos: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2006). *Association of Analytical Communities. Métodos oficiales de análisis*. Estados Unidos: Association of Official Analytical Chemists.
- Basuny, A. M. M., Arafat, S. M., & Ahmed, A. A. A. (2012). Vacuum Frying: An Alternative To Obtain High Quality Potato Chips And Fried Oil. [Article]. *Banat's Journal of Biotechnology*, 3(5), 22-30.
- BCE. (2014). Banco Central del Ecuador. Consulta de Totales por Nandina (Toneladas y miles de dólares). Importaciones y Exportaciones. Disponible en Banco Central del Ecuador Comercio Exterior. Información Estadística Retrieved 01-01-2013 http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp

- Bello, A., García, P., & Martínez, J. (2011). Vacuum frying: An alternative to obtain high-quality dried products. *Food Engineering Reviews*, 3(2), 63-78.
- Bravo, J. (2008). *Contribución al estudio de la fritura al vacío: deshidratación de rodajas de manzana*.
- Bravo, J., Sanjuán, N., Clemente, G., & Mulet, A. (2011). Pressure effect on deep fat frying of apple chips. *Drying Technology*, 29(4), 472-477.
- Calderon, M. (2011). La obesidad en el Ecuador. Recuperado el 04-04-2012, de http://www.fedenador.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=284:obesidad-en-el-ecuador&catid=52:documentos-dtm&Itemid=98
- Casilari, I. M., & Hidalgo, R. J. (2007). *Proyecto de exportación de mermelada de mango con trocitos de piña al mercado Europeo*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Da Silva, P. F., & Moreira, R. G. (2008). Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *Lwt-Food Science and Technology*, 41(10), 1758-1767.
- Deruelle, F., & Baron, B. (2008). Vitamin C: Is Supplementation Necessary for Optimal Health? [Article]. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 14(10), 1291-1298. doi: 10.1089/acm.2008.0165
- Diamante, L., Savage, G., Vanhanen, L., & Ihns, R. (2012). Effects of maltodextrin level, frying temperature and time on the moisture, oil and beta-carotene contents of vacuum-fried apricot slices. [Article]. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(2), 325-331. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02842.x
- Diamante, L. M., Savage, G. P., & Vanhanen, L. (2012). Optimisation of vacuum frying of gold kiwifruit slices: application of response surface

- methodology. [Article]. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(3), 518-524. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02872.x
- Dueik, V., & Bouchon, P. (2011a). Development of Healthy Low-Fat Snacks: Understanding the Mechanisms of Quality Changes During Atmospheric and Vacuum Frying. [Article]. *Food Reviews International*, 27(4), 408-432. doi: 10.1080/87559129.2011.563638
- Dueik, V., & Bouchon, P. (2011b). Vacuum Frying as a Route to Produce Novel Snacks with Desired Quality Attributes According to New Health Trends. [Article]. *Journal of Food Science*, 76(2), E188-E195. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01976.x
- Dueik, V., Robert, P., & Bouchon, P. (2010). Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. *Food Chemistry*, 119(3), 1143-1149.
- Fan, L.-P., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2006). Effect of various pretreatments on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Drying Technology*, 24(11), 1481-1486.
- Fan, L.-P., Zhang, M., Xiao, G.-N., & Tao, Q. (2005). The optimization of vacuum frying to dehydrate carrot chips. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(9), 911-919.
- Fellows, P. J. (2011). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. USA: CRC Press.
- Fernandez, J. C. (2000). *Cultivo y exportación de piña enlatada variedad hawaiana en el Ecuador*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Garayo, J., & Moreira, R. (2002). Vacuum frying of potato chips. *Journal of Food Engineering*, 55(2), 181-191.

- Garcés, V. (2013). *Obtención de chips de cebolla perla (Allium cepa L.) aplicando fritura al vacío.*, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Gomez, C. (2001). *Nutrición en atención primaria.* España: Laboratorios Novartis.
- Herdoiza, H. (2002). *Analizar la demanda de la producción y comercialización de piña para determinar la posibilidad de exportación a los Estados Unidos.*, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Hernández, A., & Cornejo, F. (2011). *Desarrollo de Rodajas Deshidratadas de Piña. Facultad de Ciencias Ingeniería en Mecánica y Producción.* . Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Hough, G. (2013). *Curso - Taller de Análisis Sensorial de Alimentos.* Documento presentado en 2do Seminario Internacional de Análisis Sensorial, UTE, Ecuador.
- Hough, G., & Fiszman, S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos (1ra ed.).* España: Programa CYTED.
- INEN. (1986). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 380:1986. Conservas Vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.
- INEN. (2009). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 1836:2009. Frutas Frescas. Piña. Requisitos.
- INEN. (2010). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 2561:2010. Bocaditos de Productos Vegetales. Requisitos. .
- Ismail, N. A. (2011). *Effect of vacuum frying treatment on texture, colour and sensory of sweet potato (Ipomoea batatas Lam) crisps.* Universiti Teknologi Mara.

- Izurieta, K. E., & Cuadrado, J. (2000). *Fomento del Sector Agroindustrial de la Piña en Pequeñas y Medianas Inversiones*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Kassama, L. (2003). *Pore development in food during deep-fat frying*. McGill University.
- Landa, M. (1999). ¿Son malas las frituras?. Recuperado el 23-04-2012, de <http://www.fitness.com.mx/alimenta246.htm>
- Marin, S., & Ballagán, H. (2004). *Estudio de factibilidad para la exportación de piñas a Chile*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para Consumo Humano, 4522 C.F.R. (2013).
- Ministerio de Educación y Cultura. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Reglamento de Bares Escolares del Sistema Nacional de Educación, Acuerdo Interministerial 4 C.F.R. (2010).
- Menchú, M., & Méndez, H. (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (2da. ed.). Guatemala: INCAP/OPS.
- Nunes, Y., & Moreira, R. G. (2009). Effect of Osmotic Dehydration and Vacuum-Frying Parameters to Produce High-Quality Mango Chips. *Journal of Food Science*, 74(7), E355-E362.
- Pedreschi, F., Hernández, P., Figueroa, C., & Moyano, P. (2005). Modeling water loss during frying of potato slices. *International Journal of Food Properties*, 8(2), 289-299.
- Perez-Tinoco, M. R., Perez, A., Salgado-Cervantes, M., Reynes, M., & Vaillant, F. (2008). Effect of vacuum frying on main physicochemical and nutritional quality parameters of pineapple chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6), 945-953.

- Pinto, B. (2012). El cultivo de la piña y el clima en Ecuador. *Revista El Agro*.
- ProEcuador. (2011). Perfil de la Piña Ecuatoriana. Recuperado el 04-04-2012, de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/11/PROEC-P2011-PINA-ECUATORIANA.pdf>
- Samaniego, G. (2009). La Piña: Un excelente aporte nutricional. Recuperado de <http://www.escuelaavicena.com.ar/pdf/pinia-aporte-nutricional.pdf>
- Sandoval Calero, C. (2006). *Estudio De Factibilidad Y Rentabilidad Del Montaje De Una Planta Industrial Exportadora De Concentrado Y Jugo De Piña*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Serrano, V. (2013). *Obtención de productos tipo aperitivo (snack) de Mashua (Tropaeolum tuberosum) mediante la aplicación de fritura al vacío.*, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Shamsudin, R., Wan Ramli Wan, D., Mohd Sobri, T., & Hassan, O. (2007). Physicochemical Properties of the Josapine Variety of Pineapple Fruit. [Article]. *International Journal of Food Engineering*, 3(5), 1-14.
- Shyu, S.-L., Hau, L.-B., & Hwang, L. S. (2005). Effects of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11), 1903-1908.
- Shyu, S.-L., & Hwang, L. S. (2001). Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Research International*, 34(2), 133-142.
- Song, X., Zhang, M., & Mujumdar, A. (2007). Optimization of Vacuum Microwave Predrying and Vacuum Frying Conditions to Produce Fried Potato Chips. [Article]. *Drying Technology*, 25(12), 2027-2034. doi: 10.1080/07373930701728638
- Sosa, M., Martinez, C., Marquez, F., & Hough, G. (2008). Location And Scale Influence On Sensory Acceptability Measurements Among Low-

Income Consumers. [Article]. *Journal of Sensory Studies*, 23(5), 707-719. doi: 10.1111/j.1745-459X.2008.00181.x

Suntaxi, A. (2013). *Obtención de un producto tipo aperitivo (snack) a partir de oca (Oxalis tuberosa) mediante fritura al vacío.*, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.

Tan, K. J., & Mittal, G. S. (2006). Physicochemical Properties Changes of Donuts During Vacuum Frying. [Article]. *International Journal of Food Properties*, 9(1), 85-98. doi: 10.1080/10942910500473947

Tarmizi, A. H. A., & Niranjana, K. (2012). Combination of Moderate Vacuum Frying with High Vacuum Drainage—Relationship Between Process Conditions and Oil Uptake. *Food and Bioprocess Technology*, 1-9.

Urbano Ramos, Á. M., García Segovia, P., & Martínez Monzó, J. (2009). *Evaluación del Comportamiento de Yuca (Manihot Esculeta Cranz) en el Proceso de Fritura a Vacío de Chips.*, Universitat Politècnica de València. Servicio de Alumnado - Servei d'Alumnat Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/14424>

UTEIPI. (2006). Piña. Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competitividad en la Cadena de Valor y Perspectivas del Mercado. Recuperado de http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Pina_estudio_agroindustrial_en_el_Ecuador.pdf

Velázquez, C. J. A. (2000). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Recuperado de http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm#toc

Villamizar, R. H., Quiceno, M. C., & Giraldo, G. A. (2011). Comparación de la fritura al vacío y atmosférica en la obtención de pasabocas de mango (Manguifera indica L.)

- Yamsaengsung, R., Rungsee, C., & Prasertsit, K. (2008). Simulation of the heat and mass transfer processes during the vacuum frying of potato chips. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(1), 109-115.
- Yuniarti, Y., Susinggih, W., Hidayat, N., & Latriyanto, A. (2012). Determination of Frying Temperature and Vacuum Pressure to Produce Pineapple Chips Using Simple Vacuum Fryer. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(3).

ANEXO 1

REQUISITOS FISICOQUIMICOS DE LA MADUREZ DE CONSUMO DE LA PIÑA

Tabla 1.1. Calibres de la Piña Hawaiana.

CALIBRE	DIÁMETRO ECUATORIAL (mm)	MASA PROMEDIO (g)
Grande	>120	>1500
Mediana	120 – 110	1500 – 1000
Pequeña	<110	<1000

(INEN, 2009)

Tabla 1.2. Requisitos fisicoquímicos de la piña Hawaiana de acuerdo con su estado de madurez.

	MADUREZ DE CONSUMO	
	Min	Max
Solidos Solubles totales (°Bx)	11.0	17.0
Contenido de Pulpa (%)	50	-

(INEN, 2009)

ANEXO 2

CHIPS DE PIÑA COMERCIALIZADOS EN ECUADOR



Figura 1.1. Anverso de la presentación



Figura 1.2. Reverso de la presentación

Ecuación 1.1. Contenido de grasa (%) de los chips de piña Frutix

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Contenido de grasa por porción (g)}}{\text{Tamaño de porción (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Grasa} = \frac{2 \text{ g}}{12 \text{ g}} \times 100 = 16.67\%$$

ANEXO 3

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO

Producto: *Chips de piña*

Fecha:.....

Nombre:.....

Edad:.....

Por favor deguste las siguientes muestras, e indique su nivel de agrado utilizando un puntaje del 1 al 10 según corresponda, siendo el 1 “Me disgusta mucho” y 10 “Me gusta mucho”.

Color

Sabor

Textura (Crocancia)

Aceptabilidad Global

¿Compraría este producto?

SI

NO

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:

.....
.....
.....
.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACION!

ANEXO 4

ANOVA MULTIFACTORIAL PARA EL ANÁLISIS DE CARÁCTERÍSTICAS QUÍMICAS DE *CHIPS* DE PIÑA

Tabla 1.3. Análisis de varianza para la interacción Temperatura – Tiempo de la humedad de *chips* de piña

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0.007225	1	0.007225	0.03	0.8630
B:TIEMPO	0.0144	1	0.0144	0.06	0.8076
INTERACCIONES					
AB	0.004225	1	0.004225	0.02	0.8950
RESIDUOS	2.78895	12	0.232412		
TOTAL (CORREGIDO)	2.8148	15			

Tabla 1.4. Análisis de varianza para la interacción Temperatura – Tiempo de la fuerza de ruptura de *chips* de piña

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TEMPERATURA	0.157531	1	0.157531	2.63	0.1093
B:TIEMPO	0.0112812	1	0.0112812	0.19	0.6658
INTERACCIONES					
AB	0.0262813	1	0.0262813	0.44	0.5101
RESIDUOS	4.56088	76	0.0600115		
TOTAL (CORREGIDO)	4.75597	79			

ANEXO 5

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE HUMEDAD Y GRASA DE CHIPS DE PIÑA



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 0010683

SA 11450b

Cliente:	KARLA ALVAREZ	Lote:	---
Dirección:	ATACAMES N24-23 Y LA GASCA	Fecha Elaboración:	22/08/2013
		Fecha Vencimiento:	-----
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	05/09/2013
Muestra de:	PIÑA	Hora Recepción:	9:10
Descripción:	PIÑA FRITA(B)	Fecha Análisis:	06/09/2013
		Fecha Entrega:	11/09/2013
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
HUMEDAD	%	6,63	MFQ-04	AOAC 925.10
		6,41		
GRASA	%	13,3	MFQ-02	AOAC 2003.06



Pamela Jacome
 Dr^a. Pamela Jacome
 DIRECTORA DE CALIDAD

RFQ.4.1-06
 Pagina 1 de 1

Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Anibal Páez - Telf.: 2267895 • 2269743 • 0999441402 • 0998281144 • 0987371064 - www.multianalityca.com
 Quito - Ecuador

Figura 1.3. Resultados de la fritura a 110°C – 10 min

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 0010684

SA 11450c

Cliente:	KARLA ALVAREZ	Lote:	----
Dirección:	ATACAMES N24-23 Y LA GASCA	Fecha Elaboración:	21/08/2013
		Fecha Vencimiento:	-----
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	05/09/2013
Muestra de:	PIÑA	Hora Recepción:	9:10
Descripción:	PIÑA FRITA (C)	Fecha Análisis:	06/09/2013
		Fecha Entrega:	11/09/2013
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
HUMEDAD	%	6,08	MFQ-04	AOAC 925.10
		6,17		
GRASA	%	13,44	MFQ-02	AOAC 2003.06



Pamela Jacome
Dra. Pamela Jacome
DIRECTORA DE CALIDAD

RFQ.4.1-06
Pagina 1 de 1

Figura 1.4. Resultados de la fritura a 110°C – 8 min

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 0010686

SA 11450e

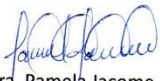
Cliente:	KARLA ALVAREZ	Lote:	----
Dirección:	ATACAMES N24-23 Y LA GASCA	Fecha Elaboración:	22/08/2013
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	-----
Muestra de:	PIÑA	Fecha Recepción:	05/09/2013
Descripción:	PIÑA FRITA E	Hora Recepción:	9:10
		Fecha Análisis:	06/09/2013
		Fecha Entrega:	11/09/2013
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
HUMEDAD	%	5,42	MFQ-04	AOAC 925.10
		5,06		
GRASA	%	11,08	MFQ-02	AOAC 2003.06




Dra. Pamela Jacome
DIRECTORA DE CALIDAD

RFQ.4.1-06
Pagina 1 de 1

Figura 1.5. Resultados de la fritura a 120°C – 10 min

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 0010689

SA 11450h

Cliente:	KARLA ALVAREZ	Lote:	----
Dirección:	ATACAMES N24-23 Y LA GASCA	Fecha Elaboración:	22/08/2013
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	-----
Muestra de:	PIÑA	Fecha Recepción:	05/09/2013
Descripción:	PIÑA FRITA (H)	Hora Recepción:	9:10
		Fecha Análisis:	06/09/2013
		Fecha Entrega:	11/09/2013
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	50g
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
HUMEDAD	%	5,92	MFQ-04	AOAC 925.10
		5,65		
GRASA	%	12,14	MFQ-02	AOAC 2003.06



[Firma]
Da Pamela Jacome
DIRECTORA DE CALIDAD

RFQ 4.1-06
Pagina 1 de 1

Figura 1.6. Resultados de la fritura a 120°C – 8 min

ANEXO 6

FOTOGRAFÍAS DE LOS *CHIPS* FRITOS CON DISTINTOS TRATAMIENTOS



Figura 1.7. *Chips* fritos a 110°C – 10 min



Figura 1.8. *Chips* fritos a 110°C – 8 min



Figura 1.9. *Chips* fritos a 120°C – 10 min



Figura 1.10. *Chips* fritos a 120°C – 8 min