



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

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

**APLICACIÓN DE LA FRITURA DE VACÍO PARA LA
OBTENCIÓN DE BOCADITOS DE BERENJENA (*Solanum
melogena*)**

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

MANUEL FRANCISCO POZO JIMÉNEZ

DIRECTOR: Ing. JUAN BRAVO. PhD

Quito, marzo, 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **Manuel Francisco Pozo Jiménez**, 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.

Manuel F Pozo

C.I. 171080065-5

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Aplicación de la fritura de vacío para la obtención de bocaditos de berenjena (*Solanum melogena*)**”, que, para aspirar al título de Ingeniero/a en alimentos fue desarrollado por Manuel Pozo, 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. 100136741-4

DEDICATORIA

Al Señor mi Dios, por darme el don de la vida y por permitirme culminar esta labor de investigación.

A mis padres, por amarme, por creer en mí, por guiarme, por incentivar me a cumplir mis objetivos y principalmente por enseñarme cómo vivir la vida de manera correcta.

A mis hermanos que siempre me han apoyado en mi vida cotidiana y a lo largo de mi carrera.

A mi director de tesis, por confiar en mí y brindarme su amistad.

A mis amigos, por brindarme su cariño.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica Equinoccial y a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, por toda mi formación como profesional.

Al Dr. Juan Bravo, Dra. Gabriela Vernaza, Ing. Rubén Amagua e Ing. Manuel Coronel, por su apoyo y amistad.

Al centro de investigación de alimentos de la UTE, por tomarme en cuenta para la realización de este proyecto de investigación.

A mis amigos de la carrera, Juan Pablo Pillajo, Adriana Paramo, David Garzón, Mónica Arteaga, Julio Sánchez, Adrián Moreno, Anita Macías, Tania Bonilla, Estefanía Tapia, por las vivencias, ocurrencias, desveladas, tristezas, alegrías, pero principalmente por brindarme su apoyo en esta etapa de mi vida, gracias totales amigos y compañeros de carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. BERENJENA	3
2.1.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA BERENJENA	5
2.1.2. PRODUCCIÓN DE BERENJENA (<i>Solanum melogena</i>) EN EL ECUADOR	6
2.2. SNAKS, BOCADITOS O PASA BOCAS	7
2.2.1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE “SNACKS” EN EL ECUADOR.	8
2.3. FRITURA	9
2.3.1. FRITURA AL VACÍO	10
2.4. ANÁLISIS SENSORIAL	16
2.4.1. PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD	17
3. METODOLOGÍA	19
3.1. MATERIA PRIMA	19
3.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.	19
3.2. PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	19
3.3. PROCESO DE FRITURA AL VACÍO	20
3.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	21
3.3.2. ACEPTABILIDAD SENSORIAL	23
3.3.3. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	23

3.3.4. Análisis proximales del producto final.	23
4. ANALISIS DE RESULTADOS	25
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA BERENJENA	25
4.2. PRETRATAMIENTOS Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS BOCADITOS DE BERENJENA.	25
4.2.1. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA	27
4.3. CARACTERIZACION DEL PRODUCTO FINAL	28
4.3.1. ANÁLISIS DE TEXTURA (FUERZA DE ROMPIMIENTO)	28
4.3.2. ANÁLISIS DE HUMEDAD	32
4.3.3. ANALISIS DE CONTENIDO DE GRASA	35
4.4. ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD	38
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. CONCLUSIONES	40
5.2. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Composición nutricional de la berenjena.	5
Tabla 2. Cuadro de importaciones para berenjena para el periodo 2003- 2010.	7
Tabla 3. Punto de ebullición del agua a diferentes niveles de vacío.	16
Tabla 4. Métodos e instrumentos empleados para la caracterización física y química de la materia prima.	19
Tabla 5. Requisitos de la norma técnica INEN 2561	22
Tabla 6. Métodos utilizados para la caracterización del producto final	22
Tabla 7. Niveles para el diseño experimental	23
Tabla 8. Puntos experimentales codificados del experimento	24
Tabla 9. Humedad, longitud y diámetros promedio empleados para el experimento	25
Tabla 10. Rendimiento y humedad del producto antes y después de la deshidratación osmótica	27
Tabla 11. Valores resultantes de los análisis físicoquímicos	28

	PÁGINA
Tabla 12. ANOVA textura	28
Tabla 13. Valor óptimo de fritura para la textura	30
Tabla 14. ANOVA para la humedad	32
Tabla 15. Valores óptimos del modelo de superficie de respuesta	33
Tabla 16. ANOVA para grasa	35
Tabla 17. Valor óptimo para la absorción de grasa	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Berenjena corte longitudinal.	3
Figura 2. Características descriptivas de la berenjena en cuanto a apariencia y tonalidad	4
Figura 3. Factores que aumentarían el contenido de grasa en los alimentos	10
Figura 4. Proceso común de un producto a tratar con fritura al vacío.	13
Figura 5. Relaciones de los sentidos con las sensaciones de gustativas.	17
Figura 6. Diagrama de proceso para la obtención de bocaditos de berenjena.	20
Figura 7. Sistema de fritura al vacío	21
Figura 8. Métodos utilizados para la caracterización del producto fina	29
Figura 9. Gráfico de la superficie de respuesta para textura	30

	PÁGINA
Figura 10. Efectos para la textura.	30
Figura 11. Gráfico de contornos de la temperatura vs tiempo de fritura.	33
Figura 12. Efectos para la humedad.	34
Figura 13. Superficie de respuesta para la humedad.	36
Figura 14. Efectos principales para la grasa.	36
Figura 15. Curvas de contorno para en contenido de grasa	37
Figura 16. Calificación promedio de la aceptabilidad sensorial por atributos.	38
Figura 17. Gráfico de la aceptación del producto final.	39

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue obtener bocaditos de berenjena (*Solanum melogena*) a través de la fritura al vacío. Para obtener *chips* de berenjena, se caracterizó el fruto, posteriormente se cortó en rebanadas, se escurrieron y fueron sometidas a deshidratación osmótica por 20 minutos, en una solución de maltodextrina a 25 °Brix de sólidos solubles, se escurrieron y se congelaron a -10 °C. La fritura al vacío se realizó con una presión absoluta de 5.12 KPa, 110 y 115 °C por 12 y 15 min. En los bocaditos de berenjena fritos al vacío se determinó el contenido de textura, humedad y grasa, los resultados de estos análisis fueron analizados por el método de superficie de respuesta con el fin de encontrar puntos óptimos para cada uno de los análisis. El contenido de grasa óptimo fue del 30.66 % a un tiempo de fritura de 14 minutos y 115 °C, la humedad presentó un punto óptimo en 1.30 % a 16 minutos de fritura y 116 °C, para la textura el método determinó un punto óptimo en 2.33 N a 114.6 °C por 13 minutos. Finalmente se realizó un análisis de aceptabilidad sensorial utilizando la prueba hedónica al mejor punto óptimo de fritura de grasa obtenido en los análisis, con la finalidad de observar la preferencia del consumidor; dentro del análisis sensorial se reportó una amplia aceptabilidad para el producto final con 96 %. La fritura al vacío demostró ser una alternativa para el procesamiento futuro de *chips* saludables para el consumidor común, debido a que se pudo detectar una reducción sustancial de grasa y una textura agradable.

ABSTRACT

The main objective of this work was to obtain *snacks* eggplant (*Solanum melongena*) through vacuum frying. For chips eggplant fruit characterized, then it was sliced, drained and were subjected to osmotic dehydration for 20 minutes in a solution of maltodextrin to 25 ° Brix soluble solids and, drained and frozen at - 10 ° C. Vacuum frying was carried out at an absolute pressure of 5.12 KPa, 110 and 115 ° C for 12 and 15 min. In the vacuum fried *snacks* eggplant moisture content and fat texture was determined, the results of these analyzes were analyzed by the response surface method in order to find optimal for each of the analysis points. Optimal fat content according to the method of 30. 66% was a frying time of 14 minutes and 115 ° C, moisture present in one optimum point 1.30% frying 16 minutes and 116 ° C, for the texture method determined an optimum at 2.33 N to 114.6 ° C for 13 minutes. Finally an analysis of sensory acceptability using the hedonic test the best optimum frying fat obtained from analysis, in order to observe consumer preference was made; sensory analysis within the broad acceptability of the final product with 96% was reported. Vacuum frying proved to be a future alternative for processing the common consumer healthy chips because it could detect a substantial reduction in fat and a nice texture.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La berenjena (*Solanum melogena*) es una baya alargada, con un bulbo en el extremo inferior, su color puede variar entre blanco marfil, rosa y violeta oscuro, los frutos pueden medir de 10 a 15 cm de longitud y 4.5 a 8 cm de diámetro. No se considera como una fuente calórica importante, ya que presenta contenidos insignificantes de macronutrientes; sin embargo, presenta alta concentración de vitaminas como: ácido ascórbico, ácido fólico y minerales como calcio, fósforo y magnesio, también posee alto contenido de agua y es conocida por ser un diurético natural; el alto contenido de celulosa le confiere efecto laxante natural (García, 2004; House, 2000).

Es una planta que proviene de las zonas tropicales y subtropicales de Asia, su mayor productor es Estados Unidos, seguido de México y la India. En la gastronomía se utiliza como acompañante para comida vegetariana, después de la aplicación de un tratamiento que reduzca o elimine su sabor amargo (infoagro, 2006).

Por otro lado, los bocaditos o *snacks*, son alimentos que surgen de la fuerte necesidad de alimentos fáciles de consumir y a su vez de un menor valor monetario, pueden ser de sal o de dulce, fritos u horneados; su aporte es netamente calórico, por lo tanto su uso está ligado a la compensación energética dada por la falta de consumo de algunas de las tres comidas básicas del día; sin embargo, la ingesta excesiva, genera un desbalance de nutrientes en el organismo, acelerando la asimilación de grasas (Simón, Benito, Baeza, Rota, & Saiz, 2009).

La fritura es una operación de cocción, que consiste en sumergir un alimento en aceite caliente entre 150 y 180 °C, con el fin de modificar las características organolépticas e inhibir microorganismos y reacciones enzimáticas indeseables; sin embargo, se ha podido constatar que las altas temperaturas del proceso, provocan una pérdida considerable de macro y

micro nutrientes, así como la degradación excesiva del aceite (Badui Dregal, 2006; Vaclavik & Christian, 2002)

Partiendo de este antecedente, la fritura al vacío es un proceso que trabaja a presiones subatmosféricas controladas, dentro de un sistema cerrado herméticamente, que implica un descenso en el punto de ebullición del agua del alimento a temperaturas entre 35 a 40 °C, estas condiciones reducen la degradación del aceite y contribuye a la conservación de oligoelementos termo sensibles, vitaminas y pigmentos naturales (Da Silva & Moreira, 2008).

La producción de berenjena en el Ecuador es baja debido al desconocimiento y poca aceptación de su sabor; utilizar un correcto acondicionamiento que aproveche los atributos tanto sensoriales como nutricionales de este fruto en la producción de bocaditos, es una alternativa para generar beneficio a sus productores y consumidores. Por tal razón se presentan los siguientes objetivos.

- Obtener bocaditos de berenjena (*Solanum melogena*) a través de la fritura al vacío.
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la materia prima.
- Aplicar fritura al vacío a las rodajas de berenjena.
- Caracterizar fisicoquímicamente los bocaditos fritos.
- Determinar la aceptabilidad sensorial del producto final.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. BERENJENA

La berenjena (*Solanum melogena*) es una hortaliza procedente del sudeste Asiático, el primer cultivo se produjo en China, fue introducida a España en la edad media, donde su cultivo se extendió por los países del Mediterráneo, para siglos después ser llevada al Caribe mexicano, con la llegada de los españoles a América (FAO, 2006).

Es una planta pubescente anual, de flor estrellada, tallos erectos, ramificados y sus hojas son ovaladas; genera un fruto que lleva en su parte superior un capullo verde a manera de flor, cáscara lisa, gruesa y firme, la piel es brillante y su tamaño va de 10 a 30 cm de longitud y de 4 a 8 cm de diámetro (García, 2004).

Posee un tabique central que divide a la pulpa de en dos partes, que contienen alrededor de 10000 semillas de tonalidad ligeramente amarilla en su máximo estado de madurez. En la Figura 1 se muestra un corte longitudinal de berenjena, donde se aprecia la pulpa y la disposición de sus semillas (House, 2000; León, 2000).



Figura 1. Berenjena corte longitudinal

La pulpa presenta una textura esponjosa, de color blanquecino posee un aroma suave, tiene un sabor neutro en estado crudo, al cocer su color variará ligeramente, presenta cierto amargor que puede estar presente en muchas de las variedades conocidas; para la preparación se sugiere, salar la pulpa picada ya sea en rodajas o en cubos para reducir el exceso de humedad que contiene la berenjena, la sal tiene como función principal inhibir la actividad enzimática (Eissa, Ramadan, Ali, & Ragab, 2013; León, 2000)

La berenjena tiene algunas variedades globalmente conocidas que varían de acuerdo a la zona de donde fue cultivada, a la forma física y al color de la fruta; entre las variedades más conocidas se tienen: la variedad “japonesa”, la siguiente variedad es conocida por su nombre en inglés “White” que quiere decir color blanco, como tercera variedad tenemos a la denominada “china” la cual es bastante alargada y delgada de color púrpura claro, como cuarta variedad se tiene a la denominada “mini japonesa” pequeña de unos 10 cm de tonalidades púrpura, la cuarta variedad es la india de color púrpura intenso globalmente conocida; las cuatro variedades se presentan en la Figura 2 (FAO, 2006; ICONTEC, 2004; Linares, 2008).

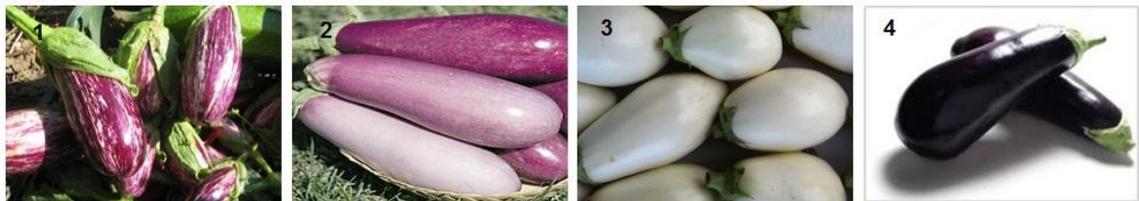


Figura 2. Características descriptivas de la berenjena en cuanto a apariencia y tonalidad. **(1)** China; **(2)** japonesas; **(3)** White; **(4)** India

(FAO, 2006; House, 2000)

2.1.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA BERENJENA

La berenjena está compuesta químicamente por un alto contenido de agua, con un residuo sólido seco que no supera el 8%; esta gran cantidad de agua presente en la pulpa de la berenjena hace que este fruto tenga un escaso contenido proteico, y de hidratos de carbono, el contenido de fibra está presente en gran parte en la cáscara y en las semillas (Linares, 2008). En el contenido químico se hallan ciertos micronutrientes de importancia como un moderado contenido de potasio, magnesio, calcio, además aporta con ácidos ascórbico y fólico, todos estos valores están medidos sobre los 100 g de porción comestible como se inca en la Tabla 1 (FAO, 2006).

Tabla 1. Composición nutricional de la berenjena

COMPUESTO	CANTIDAD
Agua	92.03 g
Proteína	1.02 g
Grasa	0.18 g
Cenizas	0.71 g
Carbohidratos	6.07 g
Fibra	2.5 g
Calcio	7 mg
Hierro	0.27 mg
Fósforo	22 mg
Vitamina C	1.7 mg

(FAO, 2006)

La berenjena al ser cortada, y expuesta al ambiente presenta pardeamiento enzimático, debido a la presencia de peroxidasa y polifenoxidasa, que son responsables del ennegrecimiento durante la manipulación y procesado. Estas enzimas pueden ser inactivadas con un tratamiento térmico como el escaldado, también existen tratamientos químicos como la alteración de pH

de la pulpa de berenjena por medio de ácidos orgánicos como el ácido ascórbico u ácido cítrico, también existen técnicas como la deshidratación por medio de la adición de sal común (Martínez, Cano Dolado, Fuster Monescillo, & Ruperez Anton, 2001). La inactivación enzimática ayuda fundamentalmente a facilitar el procesamiento de berenjena o fruto sensible a las condiciones ambientales del medio, para el uso que se le quiera dar dentro de la industria alimenticia.

2.1.2. PRODUCCIÓN DE BERENJENA (*Solanum melogena*) EN EL ECUADOR

En el país no se encuentran datos significativos de los cultivos de berenjena según el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, pero existen datos de importaciones hacia el Ecuador en un periodo de cifras provisionales 2003, 2007 hasta el 2010 acumulado a Octubre del mismo año, un total de 0.22 toneladas métricas; dentro del periodo de los años citados desde países como las Antillas Holandesas y Aruba, no existen registros de importación de berenjena para el periodo 2005-2006 y 2012, según información del Banco Central del Ecuador, tal como se indica en la Tabla 2 . La berenjena para importación posee una partida arancelaria identificada con el número 709300000 (MAGAP/CGSIN/DAPI, 2012). En el Ecuador se conoce que la producción general de hortalizas anuales se da en una cantidad de 17019 hectáreas cultivadas en el 2011 y cosechadas 15532 (INEC, 2011) considerando los cultivos no permanentes dentro del territorio ecuatoriano para el caso de frutas y hortalizas de ciclo relativamente corto como es el caso de la lechuga, pepino, naranjilla.

Tabla 2. Cuadro de importaciones para berenjena para el periodo 2003-2010.

PARTIDA ARANCELARA	DESCRIPCIÓN	AÑO	PAÍS DE ORIGEN	VOLUMEN KG	FOB_MILES US
		2007		300	0.08
		2008		400	0.08
709300000	BERENJENAS	2009	ANTILLAS HOLANDESAS	800	0.30
		2010		700	0.28
		2010		700	0.28
Total				2200 Kg	

(MAGAP/CGSIN/DAPI, 2012)

2.2. SNAKS, BOCADITOS O PASA BOCAS

Los *snaks*, son obtenidos a través de algunos procesos como: la fritura, extrusión, secado, congelación, y horneados, de diferente materia prima alimenticia que puede ser animal o vegetal. Las distintas tecnologías de procesamiento de los bocaditos o pasa bocas han permitido que exista en el mercado una amplia gama de productos obtenidos a partir de procesos cada vez más eficientes, siendo los pasa bocas obtenidos a partir de la fritura los más dominantes en el mercado local e internacional (Guy, 2002).

Estos productos de carácter aperitivo, de venta y consumo, en la vida moderna no hacen otra cosa que simplificar el poder pasar rápido un momento de hambre en el instante en que se antoje. Los bocaditos o pasa bocas por lo general se sirven ya procesados fritos en su mayoría, horneados, deshidratados, o productos de charcutería (Valenzuela, Sanhueza, Nieto, Petersen, & Tavella, 2003). Se emplea la fritura, debido a que esta operación genera texturas y sabores agradables sensorialmente hablando, así también la fritura garantiza una cierta inocuidad debido a la reducción de actividad de agua en el alimento por ende reduce

considerablemente la presencia de patógenos en el producto, contribuyendo a la inocuidad en los alimentos (Martínez, 2006).

2.2.1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE “SNACKS” EN EL ECUADOR.

Según el Instituto de promoción de exportaciones e inversiones y el Ministerio de Comercio Exterior, indica que los *snack* del Ecuador por lo general están hechos a base de plátano verde, plátano maduro, tubérculos como la yuca, papas nativas andinas, camote, remolacha, entre otros. Las últimas tendencias acerca del consumo de esta clase de productos, informan que los consumidores locales empiezan a dar preferencia a los bocaditos con mayor aporte nutricional y energético (PROECUADOR, 2010)

Dentro de la industria alimenticia en territorio ecuatoriano los bocaditos o pasa bocas, han tenido un crecimiento considerable en cuanto a consumo se refiere, por lo que, las distintas compañías u empresas dedicadas a su respectiva producción han tenido que renovar sus tecnologías en el proceso de producción y también en el distributivo, para así satisfacer el crecimiento anual del consumo de este producto en el Ecuador (Flores, 2009).

El consumo de bocaditos o pasa bocas en el territorio ecuatoriano se da por la necesidad social de las grandes urbes, de alimentarse de la forma más rápida y fácil, para el consumidor de este alimento procesado y empacado de fácil acceso de compra. El consumidor ecuatoriano posee un comportamiento que se guía por la tendencia de la moda, consumo de grupo, por la novedad que presente el producto (Cadena & Pachano, 2008). Según el estudio de Bakery and Snaks - Market Assessment 2012, las ventas globales de bocaditos o pasa bocas comercialmente llamados “*snaks*” presentan un aumento del 15 % en ventas anuales, dato estimado de la demanda calculada hasta el 2015; en otras palabras, el aumento en cuanto a consumo se vuelve considerablemente alto por el constante cambio de estilo de vida alrededor del mundo. Para el caso hispano-americano,

según el mismo documento indica que debido a la expansión demográfica le escenario de ventas se vuelve promisorio para este tipo de producto (Chile, 2012).

2.3. FRITURA

La fritura es una transferencia de calor rápida, donde la superficie del alimento aumenta de temperatura con gran facilidad, el agua que contiene la superficie del alimento se elimina en forma de vapor mucho más rápida que una cocción por asado u horneado, posteriormente en la fritura del alimento se formará una corteza. Por lo que la temperatura interna del alimento que se somete a fritura se eleva en función del tiempo que el mismo esté en contacto directo con el aceite caliente. El agua que se elimina en forma de vapor, atraviesa por la superficie del alimento pasando una fina película de aceite que lo rodea, la velocidad de la transferencia de masa y energía dependerán del espesor, tipo de alimento, temperatura del aceite antes de freír a un alimento, y las características deseadas del producto final (Fellows, 2000).

Las altas temperaturas que se alcanzan con la fritura para la cocción de alimentos permite la eliminación de agua en forma de vapor y por consiguiente la absorción de aceite. Se han realizado estudios del efecto sobre el tiempo de fritura de los alimentos, composición del alimento, y de una cantidad de tratamientos relacionados para lograr determinar el efecto de absorción de aceite sobre los alimentos. En la figura 3 se muestran algunos factores que inciden en la absorción de aceite durante la fritura por absorción (Vaclavik & Christian, 2002).

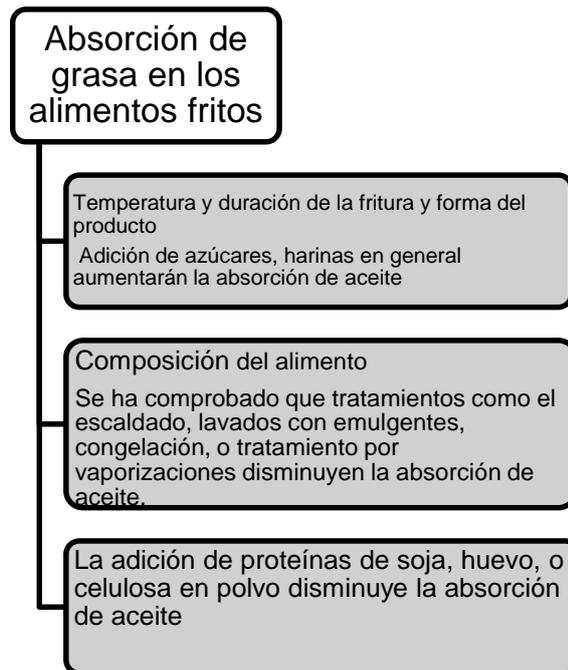


Figura 3. Factores que aumentarían el contenido de grasa en los alimentos. (Vaclavik & Christian, 2002)

2.3.1. FRITURA AL VACÍO

La fritura al vacío es el método de cocción de alimentos donde se trabaja bajo presiones subatmosféricas, por lo que los alimentos tendrían un menor punto de ebullición del agua, esto ayudaría a que los compuestos termosensibles como vitaminas y antioxidantes no sufran alteraciones o de plano desaparezcan del alimento frito (Nunes & Moreira, 2009; Torezan, Menezes, Katekawa, & Silva, 2007)

2.3.1.1. Factores que influyen en la fritura al vacío

Los principales factores que influyen en los productos fritos son el tiempo y cambios de temperatura; una combinación correcta es necesaria para producir un producto con aceptables características organolépticas tales

como color, aspecto, textura y sabor, así como a preservar el contenido nutricional (Diamante, Presswood, Savage, & Vanhanen, 2011).

La fritura al vacío al trabajar a presiones sub-atmosféricas hace que el punto de ebullición del agua sea menor a 100 °C, lo que ocasiona en los alimentos una menor pérdida de elementos nutricionales que fueran termosensibles (Ramos, Segovia, & Martínez, 2004). Cabe recalcar que la fritura al vacío puede tener pre-tratamientos con la finalidad de generar mejoras en cuanto a sabor, textura, apariencia, y la conservación de determinados nutrientes en algunas frutas y vegetales (Nunes & Moreira, 2009).

Al trabajar en condiciones de vacío el aceite incrementará su vida útil, debido a la ausencia de aire y luz, se notará un bajo porcentaje de oxidación un ennegrecimiento bastante reducido, por trabajar a temperaturas que oscilarán entre los 110 °C y 120 °C y la transferencia de masa y calor sería menor con respecto a la fritura atmosférica (Fan., Zhang., & Mujumdar., 2006). El proceso de transferencia de masa en la fritura se divide en dos periodos: el primero es la pérdida de agua en el alimento, que representa la convección y evaporación de agua en el alimento en la inmersión en el aceite. Para el segundo periodo es representado por la absorción gradual de aceite hacia el interior del alimento, este proceso de absorción se entiende a través de la difusión capilar en la corteza del alimento, en el enfriamiento del alimento (Yamsaengsung, Rungsee, & Prasertsit, 2008).

La pérdida de humedad en la fritura está estrechamente relacionada con la formación de la corteza, la cual sería una barrera que impide el escape de vapor, es decir el grosor y el área de contacto del chip determinarían la velocidad de transferencia de calor y masa; la humedad en la fritura al vacío cae bruscamente con el tiempo de fritura, y la presión de vacío. Es decir si se trabaja a menores presiones el punto de ebullición bajaría notablemente aumentando la velocidad del proceso y posiblemente reteniendo la mayor cantidad de nutrientes termosensibles (Villamizar, Quiceno, & Giraldo, 2011).

El contenido de grasa en los *snacks* es variable, Eissa et al. (2013) indica en su estudio de fritura de anillos de berenjena con recubrimiento CMC (carboximetil celulosa) a presión atmosférica, que el contenido de grasa aumentaría con el tiempo de fritura a bajas temperaturas de fritura, debido a la demora en la formación de la costra, caso opuesto pasaría con los bocaditos que fueron tratados a temperatura máxima de fritura 180 °C por 8 minutos con una absorción del 12%. Ramos et al. (2004) sugiere que la absorción de aceite en los chips no está ligada al temperatura que se emplee en la fritura al vacío si no al tiempo que se mantenga el chip en la operación de freír.

La importancia de someter al producto a un drenado o centrifugado del aceite, como método de separación del alimento-aceite, en condiciones de vacío ayuda a reducir notablemente el contenido de aceite de la superficie del *snack* y por ende la absorción de aceite. El aceite que se encuentre en la superficie del *snack* reingresara al alimento una vez que se rompa el vacío del sistema, por tal razón es importante tomar en cuenta las condiciones de escurrido que se efectúen luego de freír. También existen experimentos en donde el drenado o centrifugado se lleva a cabo después de romper el vacío en el equipo (Yamsaengsung et al., 2008).

2.3.1.2. Proceso de fritura al vacío.

El proceso de fritura al vacío no es diferente al de una fritura por inmersión en condiciones normales, es decir atmosférica (Da Silva & Moreira, 2008), en donde se encuentra el aceite y el alimento interactuando con las condiciones ambientales del proceso. Cabe recalcar que a nivel industrial este proceso de fritura se lleva a cabo de dos maneras, la una es denominada fritura por inmersión mientras que la otra forma de llevar a cabo la fritura se denomina fritura por contacto o superficial; la fritura por inmersión en donde el alimento recibe uniformemente el tratamiento térmico deseado, por tanto existe en este tipo de fritura una trasmisión de calor o

convección (masa de aceite) y conducción al interior del alimento (Fellows, 2000).

Tanto la fritura al vacío como de fritura atmosférica, sea esta por inmersión o de contacto tiene procesos de pretratamientos iguales a la de la fritura común sean estos pelado, lavado, tratamientos térmicos, entre otros. (Diamante et al., 2011). Pero la diferencia radica en la generación de vacío para reducir la absorción de aceite, como se puede observar en la Figura 4 (Bravo, Ruales, SanJuan, & Clemente, 2006).

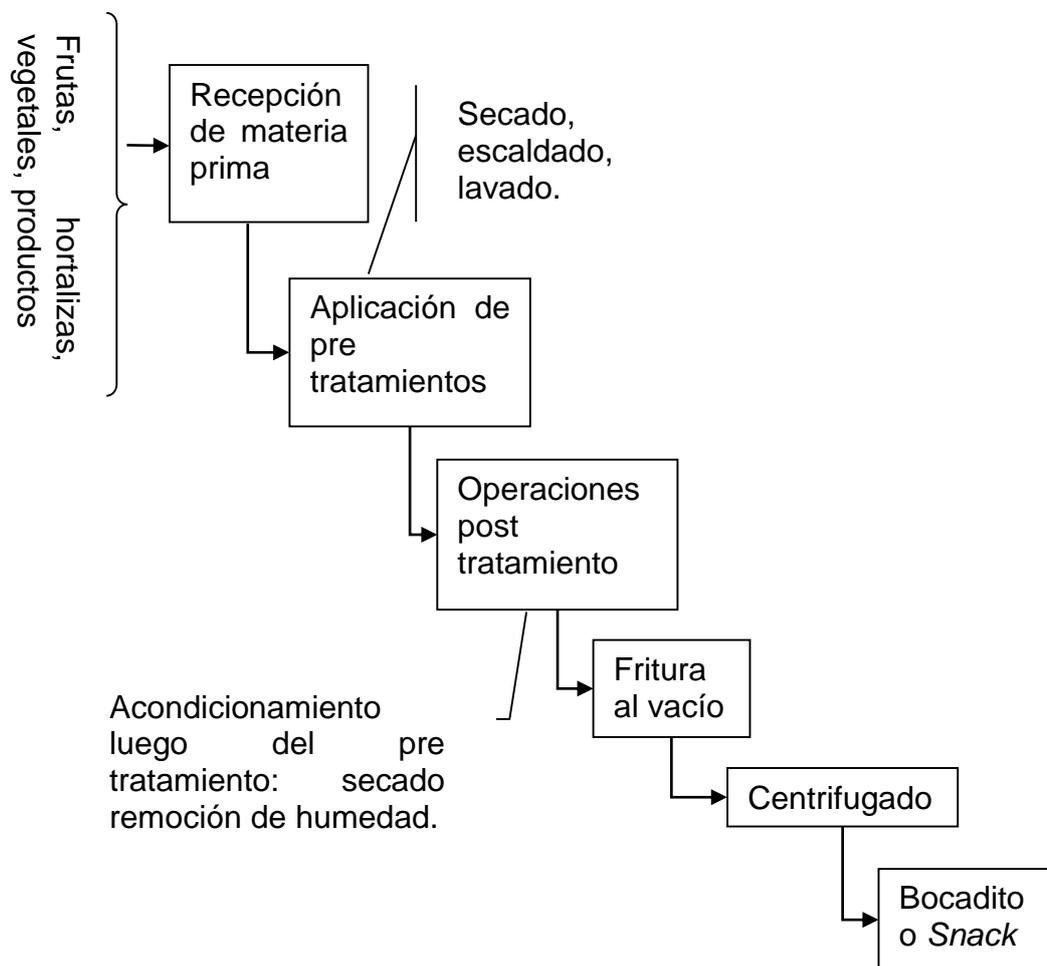


Figura 4. Proceso común de un producto a tratar con fritura al vacío.

2.3.1.3. Conservación de nutrientes.

Tomando en cuenta las últimas tendencias de consumo por productos con un considerable contenido funcional y nutricional, han surgido investigaciones con la finalidad de obtener productos que contengan un valor nutricional aceptable, buen sabor, y de rápido consumo (Shyu, Hau, & Hwang, 2005). El trabajar a presiones subatmosféricas en la fritura genera ciertos beneficios organolépticos como una mayor retención de vitaminas hidrosolubles, las cuales en la fritura atmosférica por acción del calor se evaporan junto con el agua del alimento (Fan. et al., 2006).

La fritura al vacío por lo general se realiza con la finalidad de conservar y mejorar las características organolépticas de un determinado producto, esta operación de vacío afecta en lo más mínimo al alimento, además el aceite actúa como medio conductor de calor con mayor eficiencia y al no tener tanta transferencia de masa y calor, en el aceite no se quedan suspendidos muchos nutrientes, por tal motivo existe un deterioro mínimo en la calidad del aceite luego de freír (L. M. Diamante, Savage, Vanhanen, & Ihns, 2012).

2.3.1.4. Pretratamientos.

Algunos frutos a los que se les ha sometido a fritura al vacío en su mayoría han tenido algún pretratamiento previo con la finalidad de mejorar características específicas en el producto final, por citar algunos productos: piña, mango, papa o patata, yuca, kiwi, damasco o durazno, zanahoria, entre otros (L. M. Diamante et al., 2012; Dueik & Bouchon, 2011; Fan, Zhang, & Mujumdar, 2005; Garayo & Moreira, 2002; Haizam, Tarmizi, & Niranjan, 2010; Nunes & Moreira, 2009; Ramos et al., 2004; Shyu et al., 2005; Susingih., Hidayat., & L., 2000; Villamizar et al., 2011). En la mayoría de casos se hallaron con resultados favorables en cuanto a la retención de nutrientes, en función de aceptabilidad sensorial y fundamentalmente

buscaron un punto óptimo en donde los productos retuvieran la menor cantidad de grasa, no está por demás citar que inclusive los productos que tuvieran una mejor calidad de vida útil. Se considera que la deshidratación osmótica ayuda a que los productos que fueran sometidos a fritura al vacío posean una mejor crocancia, menor contenido de humedad y mayor aceptabilidad sensorial (L. M. Diamante et al., 2012).

2.3.1.5. El contenido graso, humedad y variación de presión (vacío).

Uno de los propósitos principales de freír al vacío es la obtención de productos con un bajo porcentaje de grasa en su composición final (Fan. et al., 2006), la diferencia de presión entre presión interna del alimento y el vacío de la freidora ayuda a mantener reducida la cantidad de aceite en la superficie (Yamsaengsung et al., 2008). La penetración de aceite hacia la superficie del alimento se da cuando se rompe el vacío antes de escurrir o retirar el producto del aceite, o simplemente cuando se saca deliberadamente al producto una vez roto el vacío (Haizam et al., 2010).

Freír al vacío es deshidratar un alimento, ya que todo tipo de pérdida de agua ocurre durante el proceso de fritura al vacío (Song, Zhang, & Mujumdar, 2007), este tipo de deshidratación se da con la participación de la transferencia de masa y calor con el alimento en inmersión con el aceite caliente. Esta transferencia de masa y calor ocasiona cambios físicos, químicos y organolépticos únicos de la fritura. Tomando en cuenta que el agua es uno de los componentes más importantes de todos los alimentos, que puede llegar a determinar la vida útil de un determinado *snack*, tanto en su composición microbiológica y química, como en las características organolépticas. La fritura al vacío reduce de gran manera el porcentaje de humedad, así como la actividad de agua del alimento; entonces la tasa de pérdida de humedad, hasta cierto punto se reduce con tiempos y variación de temperatura (L. P. Fan, Zhang, Tao, & Xiao, 2005)

El vacío a diferentes presiones presenta un conjunto de nuevos puntos de ebullición sobre el agua de los alimentos, esta generación de vacío al interior del equipo, hará que cada alimento presente un amplio matiz de resultados sobre los *snack* en términos de crocancia, retención de nutrientes, conservación de color, sabor y aroma, además de prolongar la vida útil de los productos (Chao, 2003); pero los principales factores que influyen sobre los *snack* o pasa bocas son el tiempo de fritura y la diferencia entre temperaturas de cocción del alimento a freír (Diamante et al., 2011), teniendo en cuenta que a diferente nivel de vacío se tiene en diferente punto de ebullición del agua como se puede observar en la Tabla 3, a menor nivel de vacío, menor va a ser el tiempo de drenado o centrífuga y el contenido de grasa va a ser menor (Villamizar et al., 2011).

Tabla 3. Punto de ebullición del agua a diferentes niveles de vacío.

Presión (KPa)	Punto de ebullición del agua. (°C)
101.33	100
38.58	75
31.19	70
25.03	65
19.94	60
15.76	55
12.35	50
9.59	45
7.38	40
5.63	35
4.25	30

(Boles & Gengel, 2012)

2.4. ANÁLISIS SENSORIAL

El sabor de los alimentos es apreciado en la cavidad bucal precisamente en la lengua, ya sean los sabores dulce amargo, salado o ácido. Existen relaciones entre los sentidos que generan sensaciones que determinarán el

agrado o no del producto, esto se comprobaba dentro de la evaluación sensorial de los alimentos (Moya & Angulo, 2001). La relación que guardan los diferentes sentidos en cuanto a gusto, apariencia, aroma brindara una mayor aceptabilidad del producto evaluado, estas resultan de la percepción de los sentidos como el tacto, vista, olfato y el gusto (Valls, Prieto, & de Castro Martín, 1999) como lo muestra la Figura 5

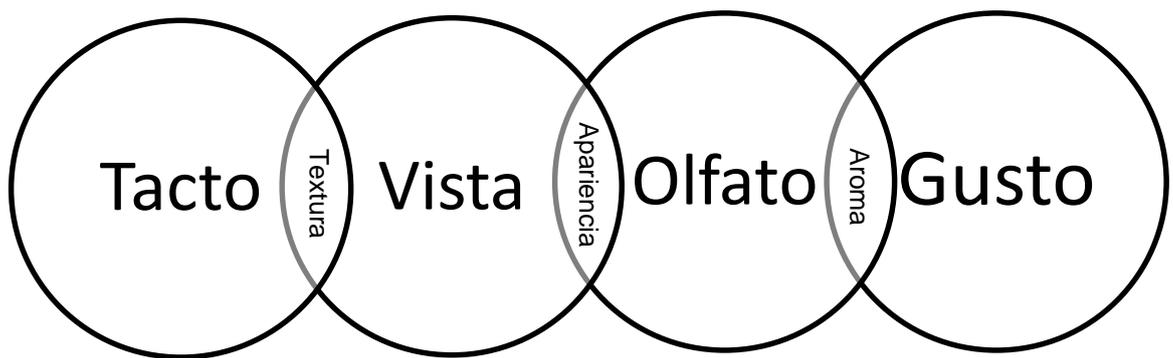


Figura 5. Relaciones de los sentidos con las sensaciones de gustativas.

2.4.1. PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD

La aceptabilidad sensorial para todo producto se lo realiza, con la finalidad de determinar que se desea evaluar, hacia dónde se desea llegar, qué parámetros evaluar sean estos color, olor, textura, entre otras características sensoriales. Utilizadas para la evaluación la aceptación o rechazo de un producto, estas pruebas tienden a ser rutinarias siendo su planteo muy riguroso y complejo. Por lo general responden requerimientos de mercado apreciando las tendencias de consumo (Certificación, 2010; Moya & Angulo, 2001).

Para las pruebas de aceptación se debe tomar en cuenta que se debe determinar de forma exacta y precisa la información que se desea obtener

tras la evaluación se debería utilizar personas voluntarias no entrenadas para la degustación, se debe plantear en el cuestionario de evaluación preguntas sencillas o a su vez comparaciones sencillas entre muestras. Estas pruebas deben presentar un cuestionario ordenado con opciones de respuesta corta y entendible por ejemplo: ¿Cuál de las muestras le agradó más? Agradable, no agradable, insípido. La calificación de este tipo de pruebas debe ser numerada mediante un puntaje establecido para uso del análisis estadístico (Chamorro, C. Losada Chamorro, & Losada, 2002).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIA PRIMA

Se utilizó berenjena (*Solanum melogena*), adquirida en el mercado local.

3.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

Se realizó la caracterización fisicoquímica de la materia prima utilizando los métodos detallados en la Tabla 4.

Tabla 4. Métodos e instrumentos empleados para la caracterización física y química de la materia prima.

Análisis	Método/instrumento
Peso	balanza electrónica (OHAUS, modelo TAJ602, China) con precisión 0.01g
Diámetro y longitud	pie de rey (STANLEY, Alemania) con precisión 0.02 cm.
Humedad	norma INEN 540 (INEN, 1980a)

3.2. PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Las berenjenas se lavaron en agua potable, se desprendió el cáliz, inmediatamente se rebanaron, con una cortadora eléctrica (AFK, modelo AS-1.3, Alemania), las berenjenas rebanadas se sumergieron en una solución combinada de ácido ascórbico y cítrico al 1% en proporción (0.5-0.5). Las rodajas se enjuagaron en una solución salina al 5 % de NaCl

Posteriormente se sometieron a una deshidratación osmótica en maltodextrina con una concentración de sólidos solubles de 25 °Bx y 1% de cloruro de calcio, 5% de sal común y 1% de azúcar, por 20 minutos. Luego se escurrieron y se congelaron a -10 °C. El proceso de obtención de chips de berenjena se detalla en la Figura 6.

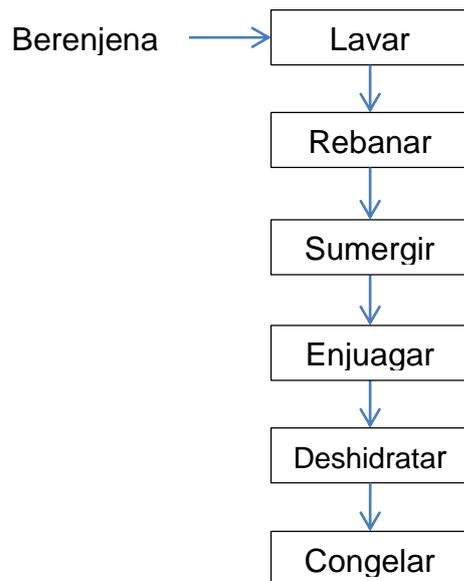
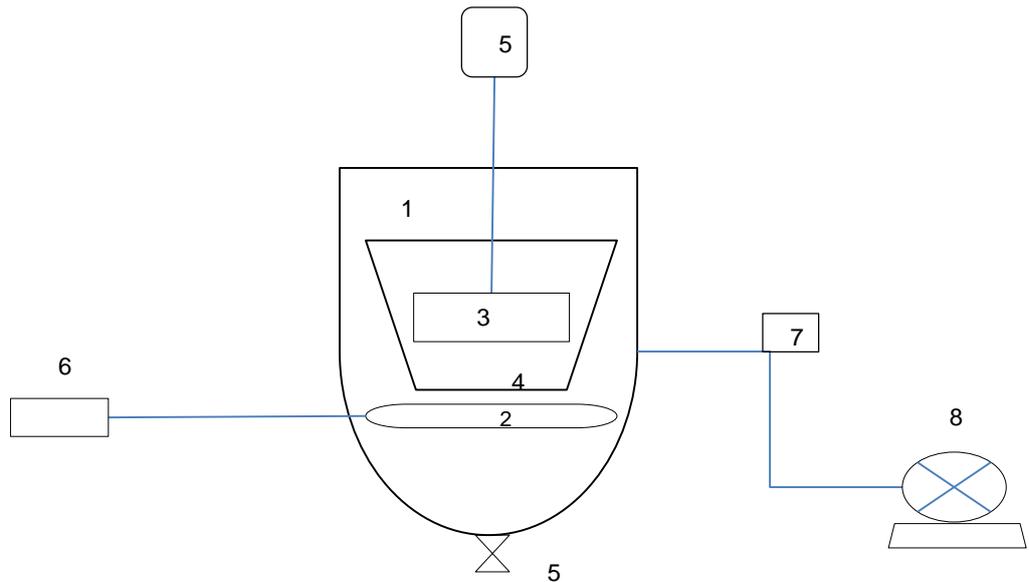


Figura 6. Diagrama de proceso para la obtención de bocaditos de berenjena.

3.3. PROCESO DE FRITURA AL VACÍO

Cada periodo de fritura subatmosférica se realizó con muestras de 250 g a una presión de vacío de 5.14 kPa en aceite de origen vegetal. Se usó el sistema de fritura al vacío construido por Sematech Ecuador, ver Figura 7



- 1) Cámara de vacío 2) Niquelinas de calentamiento 3) Porta muestra 4) Olla para aceite
 5) Motor Centrifugo 6) control de temperatura 7) control de vacío 8) bomba de vacío

Figura 7. Sistema de fritura al vacío

3.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó para el desarrollo del experimento un diseño factorial 2^2 , para medir las variables independientes se aplicó la metodología de superficie de respuesta, siendo las variables independientes el tiempo de fritura y la temperatura. Se pudo apreciar los niveles altos y bajos para cada nivel en la Tabla 5.

Tabla 5. Niveles para el diseño experimental.

Variables independientes	$-\alpha$	-1	0	1	α
	Mínimo	Menor	Central	Mayor	Máximo
tiempo	9	10	12.5	15	16
temperatura	109	110	112.5	115	116

Para la ejecución del experimento el software Stargraphics Centurión XVII se planteó doce ensayos (puntos experimentales), estos divididos a su vez en: 4 centrales, 4 axiales y 4 factoriales. Los puntos experimentales codificados (según el diseño 2^2) se detallan a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Puntos experimentales del diseño factorial.

Variables codificadas		Tiempo de fritura	Temperatura de fritura
-1	-1	10	110
-1	1	10	115
1	-1	15	110
1	1	15	115
$-\alpha$	0	9	112.5
α	0	16	112.5
0	$-\alpha$	12.5	109
0	α	12.5	116
0	0	12.5	112.5
0	0	12.5	112.5
0	0	12.5	112.5
0	0	12.5	112.5

3.3.2. ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Para evaluar la aceptabilidad sensorial se buscó identificar la reacción del consumidor sobre los bocaditos de berenjena, a través de los sentidos. Se aplicó una escala hedónica del 1 al 10, a cien personas; dicha prueba siguió un formato descrito en el anexo III. Para el análisis de los datos recopilados se calculó la media y desviación estándar para cada parámetro con la finalidad de observar el comportamiento del consumidor al probar un chip de berenjena con bajo porcentaje de grasa.

3.3.3. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Se analizó las muestras de cada del diseño experimental, en base a los requerimientos establecidos en la norma INEN 2561 (2010) ver Tabla 7.

Tabla 7. Requisitos de la norma técnica INEN 2561

Bocaditos de productos vegetales requisitos:	
Grasa	Max: 40 %
Humedad	Max: 5%

3.3.4. ANÁLISIS PROXIMALES DEL PRODUCTO FINAL.

Para el análisis de humedad, textura (fuerza de rompimiento) y grasa se siguieron los siguientes parámetros, ver Tabla 8.

Tabla 8. Métodos utilizados para la caracterización del producto final

Parámetro	Método
Humedad	Alimentos para animales. Determinación de la pérdida por calentamiento NTE 540 (1980a)
Grasa	Harinas de origen vegetal determinación de grasa NTE 523 (1980b)
Textura (Rompimiento)	Se utilizó un penetrómetro Tester, modelo 53205 Fruit Pressure Tester, USA

4. ANALISIS Y RESULTADOS

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA BERENJENA

Se midió el diámetro, longitud y peso con la finalidad de establecer un tamaño promedio del fruto a usar para obtener los chips de berenjena. Se tomaron 20 frutos de berenjena adquiridas en un mercado local; cada una fue seleccionada a través de su aspecto físico, es decir, que no tuviera magulladuras, el cáliz se presente aún verde brillante y la cáscara no estuviese arrugada, estas características fueron tomadas en cuenta en el estudio de Concellón, Añón, y Chaves (2006). De igual manera se tomó en cuenta la humedad de algunos de los frutos de berenjena. En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 9. Humedad, longitud y diámetros promedio empleados para el experimento.

Parámetro	Valor
Humedad (%)	92.75 ± 0.6 %
Longitud (mm)	13 mm ± 1
Diámetro (mm)	10 cm a 4 cm

4.2. PRETRATAMIENTOS Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS BOCADITOS DE BERENJENA.

Durante las pruebas preliminares de fritura al vacío de berenjena se sometieron las muestras a ciertos pretratamientos, con la finalidad de reducir el amargo característico del producto, y por supuesto evitar un pardeamiento excesivo que la berenjena presenta al procesar.

En las primeras pruebas preliminares se buscó reducir el amargo presente en cada uno de los bocaditos de berenjena, se observó que en la primera fritura, en donde no se realizó pretratamiento alguno, la apariencia de la berenjena se alteró mínimamente, pero la fuerza de rompimiento del *snack* era significativamente frágil. Ver anexo II donde se muestra los bocaditos de berenjena en estado fresco y procesado a la vez.

La cáscara de la berenjena con la que se trabajó es de tonalidad violeta oscuro, en la misma se encuentra un considerable contenido de enzimas, que contribuirían en el pardeamiento enzimático. Los métodos para evitar dicho pardeamiento son: escaldado, alteración del pH en la pulpa de preferencia con ácido láctico y pelado mecánico. La sal y el cloruro de calcio son utilizados por lo general en el blanqueo de algunos vegetales, en el caso de el cloruro de calcio presenta un poder retenedor de firmeza en paredes celulares, como mencionan Chaves y Avanza (2006)

Las condiciones de proceso durante las primeras frituras fueron: presión absoluta de vacío de 5.12 KPa, la temperatura de fritura fue de 120 °C, y se mantuvo un tiempo constante de 12 minutos. Estas condiciones estuvieron basadas en los experimentos realizados en diferentes estudios, para cada una de las pruebas que se realizó. Con el fin de reducir el amargo en los bocaditos se sometieron las pruebas a diferentes tratamientos como: salazón de rodajas de berenjena, inmersión en leche a un tiempo de 20 min tal como sugiere Sanz (2011), tratamiento térmico con inmersión en bajos porcentajes de ácidos ascórbico, cítrico, láctico, acético, aplicando lo realizado por Rank., Susana Monserrat, y Sluka. (2005), y finalmente se utilizó deshidratación osmótica con una solución de maltodextrina 25 °Bx y cloruro de calcio al 1 %. Cada una de las pruebas a las que se sometió mostró un resultado diferente en cuanto a apariencia de los bocaditos de berenjena, en cuanto a la textura de los 3 primeros pretratamientos realizados los resultados de textura fueron relativamente bajos, a excepción del último pretratamiento analizado (deshidratación osmótica con maltodextrina y CaCl₂, por 20 minutos), en donde la textura mejoró

notablemente, en cuanto a apariencia los bocaditos se presentaron casi dorados.

4.2.1. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La deshidratación osmótica como pretratamiento contempla un efecto de cocción con la finalidad de reducir el amargo de las solaninas presentes en las semillas del fruto, además este pretratamiento afecta directamente al contenido de humedad final al salir de este proceso. En la Tabla 10 se muestra el rendimiento y la humedad final del producto.

Algunos de los cambios que se generan a nivel celular, en la deshidratación osmótica dependen mucho de ciertos factores como la concentración del jarabe, tiempo de inmersión, y de la ayuda de agentes externos como la temperatura de la solución, congelamiento rápido luego de deshidratar, osmóticamente tal como indica Torezan et al. (2007). Lo que quiere decir que bien aplicado sea cualquier método de deshidratación osmótica, aumentaría considerablemente la calidad del producto.

Tabla 10. Rendimiento y humedad del producto antes y después de la deshidratación osmótica.

Humedad inicial	Humedad final
92.75 ± 0.6 %	83.46 ± 0.4%
Peso inicial	Peso final
534.75 ± 0.3 g	483.12 ± 0.3 g
Rendimiento	
90.34 %	

4.3. CARACTERIZACION DEL PRODUCTO FINAL

En la Tabla 11 se muestran los resultados de los análisis físicoquímicos que se realizaron a los chips de berenjena.

La caracterización del producto final se realizó a cada uno de los puntos centrales, axiales y factoriales. Cada corrida experimental tuvo su respectiva replica con la finalidad de obtener una baja dispersión de los datos obtenidos que permita desarrollar de manera fiable el experimento.

Tabla 11. Valores resultantes de los análisis físicoquímicos

Variables codificadas		Tiempo de fritura	Temperatura de fritura	Humedad	Grasa	Textura
		minutos	°C	%	%	N
-1	-1	10	110	3.30 ± 1.05	51.98 ± 6.13	1.364 ± 0.19
-1	1	10	115	2.69 ± 0.66	50.65 ± 3.28	1.453 ± 0.31
1	-1	15	110	1.92 ± 0.72	51.00 ± 2.88	1.388 ± 0.27
1	1	15	115	1.97 ± 0.99	27.33 ± 3.98	2.414 ± 0.28
-α	0	9	112.5	3.33 ± 1.30	57.31 ± 5.73	1.455 ± 0.21
α	0	16	112.5	1.25 ± 0.76	47.17 ± 1.96	1.187 ± 0.14
0	-α	12.5	109	2.99 ± 0.96	50.91 ± 3.45	2.008 ± 0.36
0	α	12.5	116	1.39 ± 0.61	39.71 ± 1.18	2.033 ± 0.35
0	0	12.5	112.5	2.53 ± 0.97	34.77 ± 0.13	2.214 ± 0.36
0	0	12.5	112.5	2.40 ± 2.24	35.40 ± 0.98	2.117 ± 0.34
0	0	12.5	112.5	2.26 ± 0.93	36.10 ± 1.00	2.436 ± 0.19
0	0	12.5	112.5	2.22 ± 1.00	33.66 ± 0.93	2.291 ± 0.30

*valores promedio (n=2) ± desviación estándar

4.3.1. ANÁLISIS DE TEXTURA (FUERZA DE ROMPIMIENTO)

El análisis ANOVA, muestra que se encontró una influencia significativa sobre el tiempo de fritura, y una cierta influencia sobre el tiempo de fritura ver figura 8, el valor p de la dependencia de la temperatura (AA) es de 0.0041, puesto que al ser un valor menor a $p < 0.05$ indica que existe influencia. El modelo matemático indica que existe una variabilidad del $R^2=81.4524\%$ en el efecto, tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. ANOVA textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo de fritura	0.0469515	1	0.0469515	0.65	0.4492
B:Temperatura de fritura	0.166982	1	0.166982	2.33	0.1778
AA	1.44801	1	1.44801	20.20	0.0041
AB	0.219492	1	0.219492	3.06	0.1307
BB	0.098009	1	0.098009	1.37	0.2866
Error total	0.430104	6	0.0716839		
Total (corr.)	2.31892	11			

R2= 81.4524 %

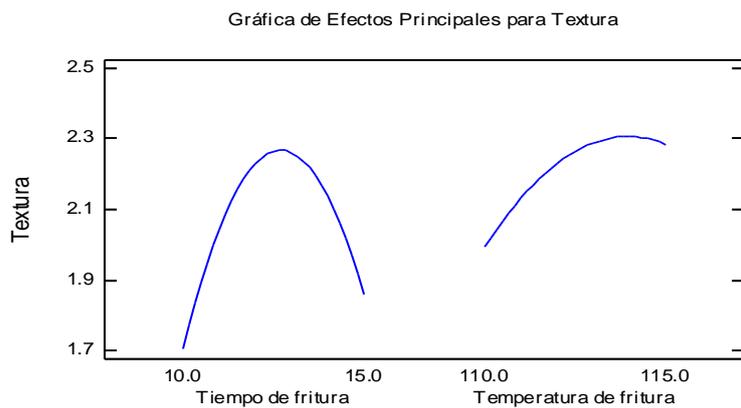


Figura 8. Efectos para la textura.

Como se puede apreciar en la figura 8, el tiempo muestra una tendencia cuadrática (ecuación de regresión [1]) sobre la temperatura; en otras palabras a medida que el tiempo de fritura aumentase junto con la temperatura creciente, llega un punto en donde la textura alcanza su máximo valor (2.3368 N) presentando una caída ligera a medida que el tiempo aumenta.

$$\text{Textura} = -218.145 - 2.25615 \cdot T_f + 4.10757 \cdot T_f - 0.077182 \cdot T_f^2 + 0.03748 \cdot T_f \cdot T_f - 0.0200799 \cdot T_f^2$$

Dónde:

[1]

Tf: tiempo de fritura

El valor R^2 del experimento da lugar para que se ajusten los datos a una gráfica de superficie de respuesta (figura 9). Donde se puede apreciar que es el tiempo de fritura lo que permite un creciente aumento en la textura así como un descenso en la misma. Por otra parte en un gráfico de contornos (figura 10) se observa que existe un equilibrio entre el tiempo y la temperatura; es decir mientras aumenta gradualmente el tiempo y la temperatura, se llega a un punto donde se estabiliza este valor en 2.3368 N a una temperatura de 114.6 °C y un tiempo de 13.21 minutos, siendo estos valores óptimos para la textura, ver Tabla 13.

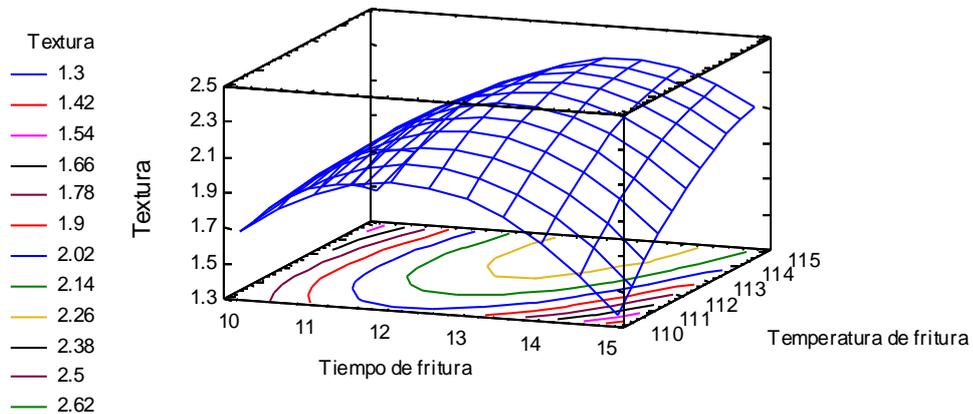


Figura 9. Gráfico de la superficie de respuesta para textura.

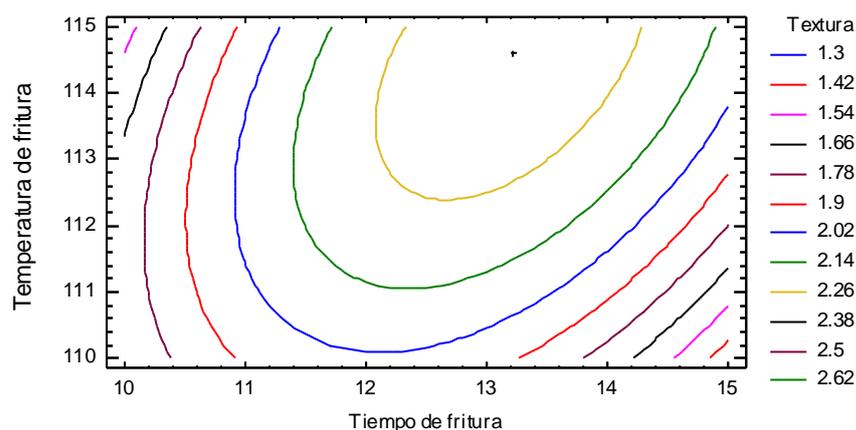


Figura 10. Gráfico de contornos de la temperatura vs tiempo de fritura.

Tabla 13. Valor óptimo de fritura para la textura

<i>Factor</i>	<i>Óptimo</i>
Tiempo de fritura	13 min
Temperatura de fritura	114.6 °C

Valor óptimo = 2.3368 N

Según L. M. Diamante et al. (2012) en su estudio de los efectos físico-químicos de la malto-dextrina sobre snacks de kiwi, determinó que no existieron diferencias significativas entre las muestras de malto-dextrina con respecto a la fuerza de rompimiento; se mantuvieron mucho más firmes con relación a las muestras que no habían sido tratadas con maltodextrina. Esto indicaría que, la deshidratación osmótica ayudaría a mantener constante la textura entre los tratamientos.

Para Susingih. et al. (2000) la temperatura de trabajo en el caso de *snack* de piña fritos en condiciones de vacío no representó un factor que afecte en la preferencia del consumidor, sin embargo la presión de vacío pudo haber afectado los puntajes de crocancia, color y sabor. La variación de la presión durante la fritura acortaría el tiempo de proceso así también el contenido y actividad de agua.

Según Pedreschi (2012) al introducir un alimento en aceite caliente una de las primeras reacciones que se tiene es la transferencia de masa, aquí es donde el alimento sufre una pérdida de agua y la reacción de entre azúcares reductores y aminoácidos podría causar oscurecimiento en el *snack*, así también cambios en la textura. La formación de una textura crujiente en los bocaditos u snaks es una característica deseable para este grupo de aperitivos. Torezan et al. (2007) explica que la textura crujiente se pierde con la capacidad del alimento de absorber agua del ambiente, se calcula esta capacidad de absorción de agua con las isotermas de adsorción de agua Torezan et al. (2007).

4.3.2. ANÁLISIS DE HUMEDAD

La humedad en los chips de berenjena en términos generales presentaron una humedad promedio de 2.28 ± 0.30 %; lo cual indica que los chips cumplieron con los términos fijados en la norma técnica INEN 2561(2010) que da un mínimo de humedad del 5 %. Según Haizam et al. (2010) la humedad en la fritura al vacío cae bruscamente debido al tiempo de fritura del alimento; es decir que a mayor tiempo de exposición del alimento al aceite en condiciones de vacío se tendría una humedad significativamente baja.

En el análisis de varianza indica que existen efectos significativos sobre los efectos principales (tiempo y temperatura), debido a que existen valores $p < 0.05$ en ambos casos. El valor $R^2 = 87.2051\%$, tal como indica la Tabla 14.

Tabla 14. ANOVA para la humedad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo de fritura	3.17174	1	3.17174	30.30	0.0015
B:Temperatura de fritura	0.989899	1	0.989899	9.46	0.0218
AA	0.00506574	1	0.00506574	0.05	0.8332
AB	0.1089	1	0.1089	1.04	0.3471
BB	0.00314703	1	0.00314703	0.03	0.8680
Error total	0.628062	6	0.104677		
Total (corr.)	4.90869	11			

$R^2 = 87.2051 \%$

La ecuación dos [2] de regresión del modelo matemático para la humedad, se presenta a continuación indica que existe tendencia cuadrática sobre la temperatura de fritura y el tiempo.

$$\text{Humedad} = 13.7225 - 3.33726 \cdot T_f + 0.338171 \cdot T + 0.00456511 \cdot T_f^2 + 0.0264 \cdot T_f \cdot T - 0.00359816 \cdot T^2$$

[2]

Dónde:

T = temperatura de fritura

T_f = tiempo de fritura

En el gráfico de efectos de la Figura 11 muestra que la humedad desciende a un punto de equilibrio, a medida que el tiempo y temperatura de fritura va aumentando gradualmente; según la optimización del modelo matemático (Tabla 15) se tiene un mínimo de humedad en una temperatura y tiempo de fritura de: 16 minutos, 116 °C y 1.30451% de humedad.

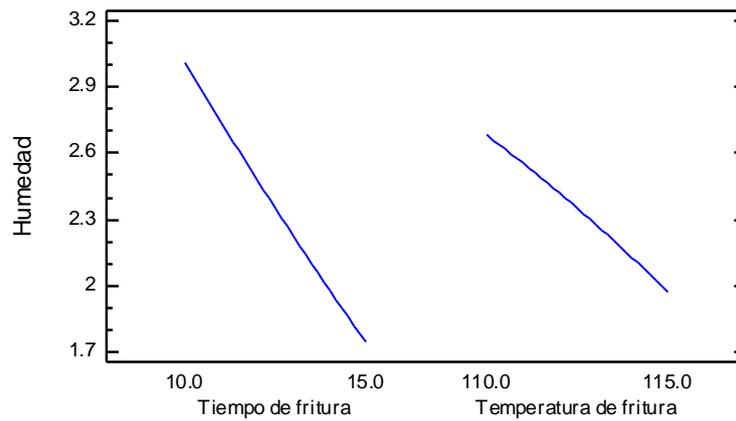


Figura 11. Efectos para la humedad

Tabla 15. Valores óptimos del modelo de superficie de respuesta

<i>Factor</i>	<i>Óptimo</i>
Tiempo de fritura	16.0 min
Temperatura de fritura	116. °C

Valor óptimo = 1.30451 %

El gráfico de la superficie de respuesta (Figura 12) muestra el comportamiento de la humedad ante los factores principales (humedad y temperatura). El tiempo y temperatura aumentan mientras la humedad disminuye.

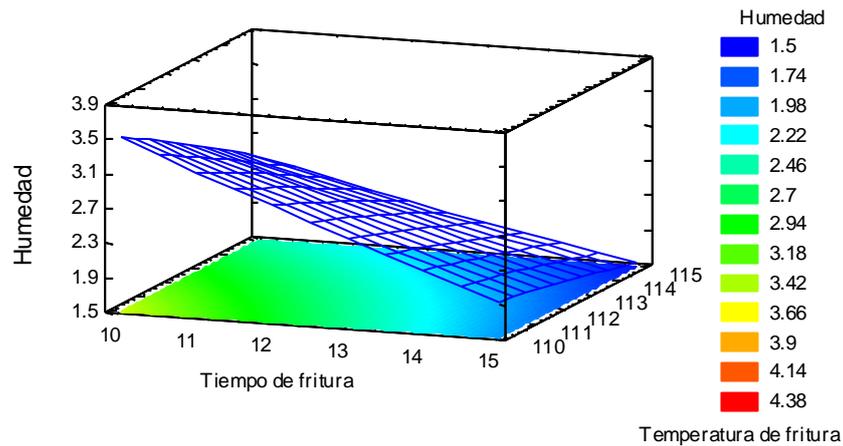


Figura 12. Superficie de respuesta para la humedad.

Para Torezan , Menezes , Katekawa , y Silva (2007) el aumento de temperatura generaría una pérdida considerable de humedad así también una menor capacidad del chip de contraer agua del ambiente.

Haizam et al. (2010) afirmó que en algún punto la humedad en la fritura al vacío disminuye bruscamente, con los tiempos de fritura que fuere tratado el chip. Tomando en cuenta esta afirmación Eissa et al. (2013) notaron que, durante los primeros 100 segundos existió una acelerada evaporación de agua, para posteriormente alcanzar una estabilización en cuanto a pérdida de humedad se refiere.

4.3.3. ANALISIS DE CONTENIDO DE GRASA

El análisis de varianza para la grasa, se puede notar que existió influencia significativa entre los factores principales y las interacciones, puesto que se tiene valores $p < 0.05$, y el coeficiente de varianza $R^2 = 95.655\%$. Tal como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. ANOVA para grasa

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo de fritura	187.114	1	187.114	20.91	0.0038
B:Temperatura de friura	208.947	1	208.947	23.35	0.0029
AA	379.775	1	379.775	42.44	0.0006
AB	124.769	1	124.769	13.94	0.0097
BB	113.803	1	113.803	12.72	0.0118
Error total	53.6952	6	8.9492		
Total (corr.)	1004.61	11			

R²= 94.6551 %

Al presentar un coeficiente R² mayor que 70%, permite ajustar los datos a un gráfico de superficie de respuesta y por tal razón optimizar el proceso. Este modelo de análisis presenta una ecuación [3] respectiva para este análisis en función del tiempo y temperatura.

$$\% \text{ Grasa} = 7889.0 + 67.337 \cdot T_f - 144.838 \cdot T + 1.24995 \cdot T_f^2 - 0.8936 \cdot T_f \cdot T + 0.684236 \cdot T^2$$

[3]

Dónde:

T_f= tiempo de fritura

T= temperatura de fritura

El efecto tiempo temperatura sobre la absorción de grasa en el chip, indica que, cuando se trabaja a un tiempo menor y a una temperatura por debajo de 110 °C existe una alta probabilidad de que se absorba un porcentaje alto de grasa hacia en interior del alimento, por el contrario a medida que va disminuyendo el tiempo de exposición aceite-alimento y aumentando la temperatura, el contenido de grasa va a ser menor; hasta llegar a un punto en donde el contenido de grasa vuelve a incrementar levemente, como se aprecia en la Figura 13

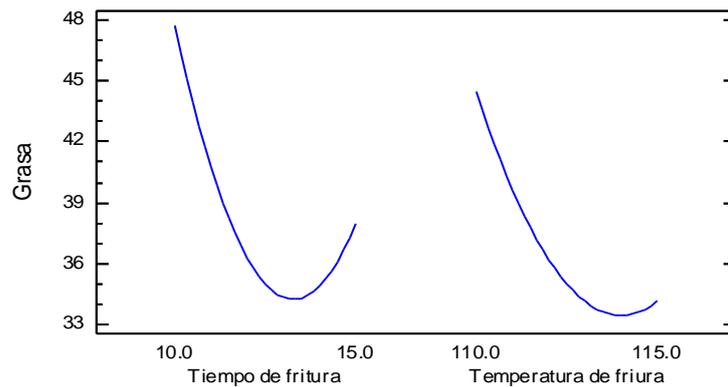


Figura 13. Efectos del tiempo y temperatura para el porcentaje de grasa.

En la Figura 14 se puede observar la caída gradual que tiene el porcentaje de grasa en el chip a medida que el tiempo de contacto disminuye y la temperatura aumenta, de la misma manera si el tiempo aumenta y la temperatura disminuye el porcentaje aumenta gradualmente.

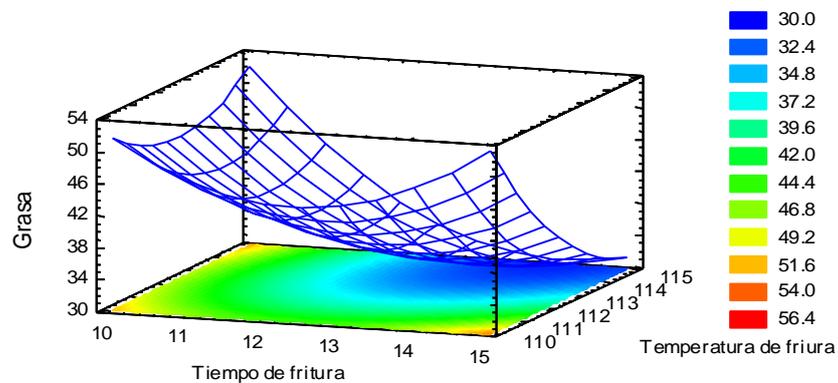


Figura 14. Gráfico de superficie de respuesta para el contenido de grasa.

En un gráfico (Figura 15) de contornos se aprecia como los factores principales interactúan entre sí hasta llegar a un punto óptimo de mínima absorción de grasa (ver tabla 17).

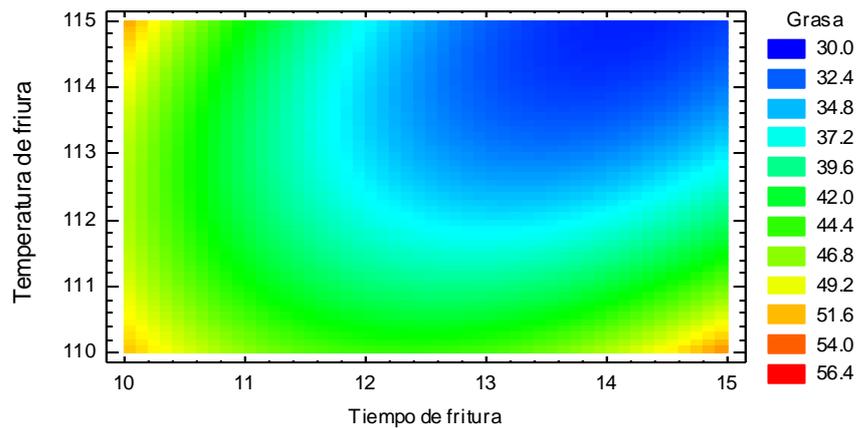


Figura 15. Curvas de contorno para en contenido de grasa.

Tabla 17. Valor óptimo para la absorción de grasa

Factor	Óptimo
Tiempo de fritura	14 min
Temperatura de fritura	115 °C

Valor óptimo = 30.6614 %

4.4. ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD

Para el análisis de aceptabilidad se tomó el punto óptimo de grasa, debido a que una de las metas de la fritura al vacío es reducir el contenido de grasa en los snacks según (L. M. Diamante et al., 2012; Dueik & Bouchon, 2011; Eissa et al., 2013; Fan et al., 2005). Los atributos que se midieron fueron: color, sabor, textura y la aceptabilidad global del chip a 100 participantes (ver Figura 16 y Anexo III, IV). En la escala hedónica se utilizó una jerarquía del 1 al 10, siendo 1 “Me disgusta muchísimo”, y 10 “Me gusta muchísimo”.

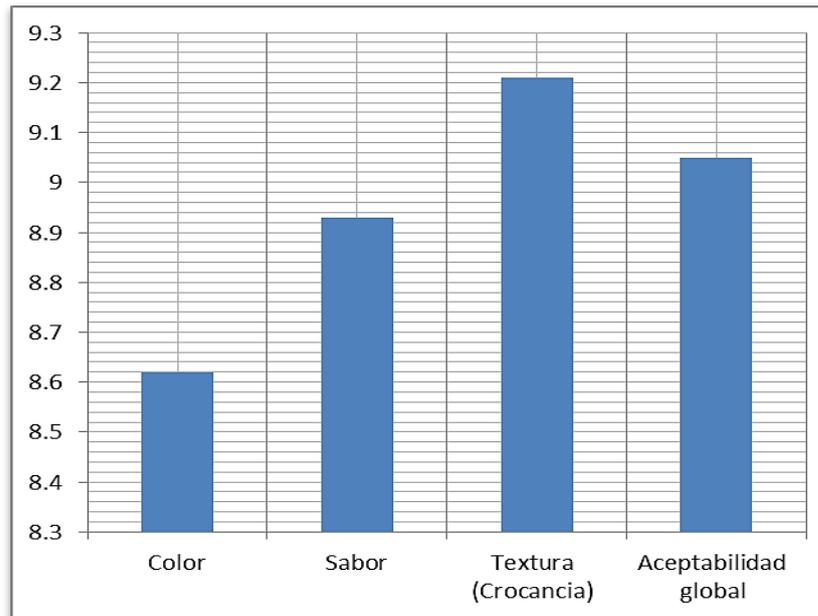


Figura 16. Calificación promedio de la aceptabilidad sensorial por atributos.

Los valores promedio de los atributos muestran una amplia aceptación por parte de los consumidores al momento de probarlo. El color no gustó mucho el público hacía énfasis en los comentarios acerca de este atributo en especial, a simple vista parecía demasiado tostado pero al degustarlo muy pocos consumidores notaron el amargo característico de la berenjena (figura 17) y rechazaron el producto al final de la evaluación sensorial. La textura fue el valor más alto en puntuación, esto se debería a que gracias al pretratamiento, según L. M. Diamante et al. (2012) la deshidratación osmótica con maltodextrina ayudaría a reforzar las paredes celulares de los bocaditos a freír

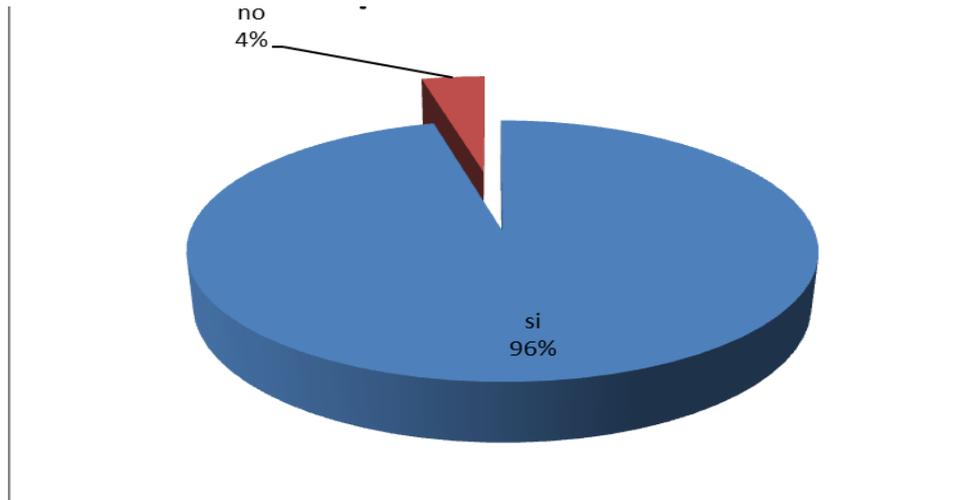


Figura 17. Gráfico de la aceptación del producto final.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El análisis fisicoquímico de la berenjena en estado fresco obtuvieron valores que concuerdan con lo establecido en la norma técnica colombiana (NTC-1220) que establece: el tamaño de la berenjena que puede ir desde los 5 cm hasta los 15 cm, la humedad puede llegar a un máximo del $90 \pm 2\%$.
- Se pudo evidenciar que la berenjena necesita pretratamientos previos antes de ser procesada, esto debido a que presenta compuestos como las solaninas y peroxidasa que alteran la apariencia y sabor final del chip.
- La deshidratación osmótica ayudó a reducir el pardeamiento, debilidad del chip al freír, el sabor. También ayuda a mejorar notablemente la textura, y a disminuir el contenido de grasa del chip 2.38 N y 30.66 % de grasa.
- La humedad en la fritura al vacío desciende a medida que la temperatura y tiempo de fritura va aumentando gradualmente desde los 10 hasta los 16 minutos, junto con la temperatura de 110 °C hasta 116°C; la humedad mínima se obtuvo a 16 minutos, 116 °C y 1.30451% de humedad.

- El contenido de grasa aumenta si la temperatura y el tiempo de fritura son menores a 110 °C y 10 minutos; esto quiere decir que es el tiempo y temperatura factores importantes en la fritura al vacío para la calidad final del *snack*. El mejor tratamiento se obtuvo a una temperatura de 115 °C y un tiempo de 14 minutos
- El chip de berenjena presentó una buena aceptación sensorial en los consumidores con un 96%, el pretratamiento mejoró mucho los factores negativos como el amargo característico de la fruta. Además de dar firmeza a los *snacks* a la hora de degustarlos.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Realizar un estudio de vida útil del producto.
- Utilizar suero de leche como fuente de ácido láctico como pretratamiento en la deshidratación osmótica.
- Utilizar recubrimientos sobre la superficie de berenjena como el CMC.
- Realizar fritura convencional de rodajas de berenjena utilizando recubrimientos y compararlos con la fritura al vacío

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Badui Dregal, S. (2006). *Química de los alimentos* México: Pearson educación
- Boles, M., & Gengel, Y. (2012). *Termodinámica* (Vol. 7). Mexico DF: Mc Graw Hill.
- Bravo, J., Ruales, J., SanJuan, N., & Clemente, G. (2006). Innovaciones en el proceso de fritura: la fritura al vacío. *Alimentación e tecnología* n° 209, 87-94.
- Cadena, M. I., & Pachano, J. M. (2008). Desarrollo y elaboración de un *snack* expandido con sabor a camarón y estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora en la provincia de Pichincha. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Certificación, A. E. d. N. y. (2010). *Análisis sensorial*: AENOR.
- Concellón, A., Añón, M. C., & Chaves, A. R. (2006). Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.). *LWT*, 40(0023-6438), 389-396.
- Chamorro, C., C. Losada Chamorro, M., & Losada, M. M. (2002). *El análisis sensorial de los quesos*: AMV Ediciones : Mundi-Prensa.
- Chao, I. (2003). Vacuum Frying (pp. 1-14). Tailandia.

- Chaves, M., & Avanza, J. R. (2006). Evaluación de pretratamientos en el secado convectivo de berenjenas. Universidad nacional del nordeste Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006, 09, 6.
- Chile, A. d. E. d. A. d. (Producer). (2012, Agosto 27). A.G, Asociación de Empresas de Alimentos de Chile. Retrieved from [http://www.chilealimentos.cl/es/noticias/alimentos-procesados/caramelos,-chocolates-y-otros-alimentos/12754-ventas-globales-de-snacks-y-panader%C3%ADa-totalizar%C3%ADan-us\\$744-mil-millones-en-2015.html](http://www.chilealimentos.cl/es/noticias/alimentos-procesados/caramelos,-chocolates-y-otros-alimentos/12754-ventas-globales-de-snacks-y-panader%C3%ADa-totalizar%C3%ADan-us$744-mil-millones-en-2015.html)
- Da Silva, P., & Moreira, R. (2008). Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based *snacks*. *LWT*, 67.
- Diamante, Presswood, Savage, & Vanhanen. (2011). Vacuum fried gold kiwifruit: Effects of frying process and pretreatment on the physico-chemical and nutritional qualities. *International Food Research Journal* 18: 643-649 (2011), 643-649.
- Diamante, L. M., Savage, G. P., 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. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(11), 325-333.
- Dueik, V., & Bouchon, P. (2011). Vacuum Frying as a Route to Produce Novel *Snacks* with Desired Quality Attributes According to New Health Trends. *E: Food Engineering & Physical Properties*, 188-209.
- Eissa, H. A., Ramadan, M. T., Ali, H. S., & Ragab, G. H. (2013). Optimizing Oil Reduction in Fried Eggplant Rings. [papaer]. *Journal of Applied Sciences Research*, 9, 3708-3718.

- Fan, Zhang, & Mujumdar. (2005). Vacuum Frying of Carrots Chips. *Drying tech* 23, 645-656.
- Fan, L. P., Zhang, M., Tao, Q., & Xiao, G.-N. (2005). Sorption Isotherms of Vacuum-Fried Carrot Chips. [paper]. *Taylor & Francis Group, LLC*, 23(23), 1569–1579.
- Fan., L.-p., Zhang., M., & Mujumdar., A. S. (2006). Effect of Various Pretreatments on the Quality of Vacuum-Fried Carrot Chips. [paper]. *Taylor & Francis Group, LLC*, 24(10), 1481–1486.
- FAO (Producer). (2006, Enero 1). FAO. *fichas tecnicas*. Retrieved from http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/BERENJENA.HTM
- Fellows, P. (2000) (pp. 435-436). Zaragoza-España: Acribia S.A.
- Flores, R. (2009, Diciembre 3). *Snacks* apuestan por tecnificar procesos. *Diario "El Hoy"*, 22.
- Garayo, j., & Moreira, R. (2002). Vacuum frying of potato chips. *Journa Food Engenery* 55 (2), 181-191.
- Garcia, V. N. (2004). *Huerto en el jardin*. Mexico: Mundi prensa.
- Guy, R. (2002). Extrusión de Alimentos: Tecnología y Aplicaciones *Extrusión de Alimentos: Tecnología y Aplicaciones* (pp. 161-170). Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Haizam, A., Tarmizi, A., & Niranjana, K. (2010). The Possibility of Lowering Oil Content of Potato Chips by Combining Atmospheric Frying with Postfrying Vacuum Application *Journal Food Engenery* 55 (2), 75, 9.

House, H. (2000). *La gran enciclopedia de la verduras tomo I*. Inglaterra: Anness Publishing limited.

BERENJENA § 1-3 (2004).

INEC (Producer). (2011, Diciembre 31). Estadísticas agripecuarias del Ecuador. *Ecuador en cifras*. Retrieved from <http://200.110.88.44/lcids-samples/testdrive-remoteobject/main.html#app=dbb7&a24-selectedIndex=2>

Alimentos para animales. Determinación de la pérdida por calentamiento 540 C.F.R. (1980a).

Harinas de origen vegetal determinación de grasa, AL 02.02-307 C.F.R. § 2 (1980b).

Bocaditos de productos vegetales Requisitos, INEN 2 561 C.F.R. (2010).

infoagro (Producer). (2006, Enero 15). infoagro.com. *infoagro*. Retrieved from <http://www.infoagro.com>

León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales *Botánica de los cultivos tropicales* (pp. 323-324). San Jose-Costa Rica: IICA.

Linares, H. (2008). Apoyo a mypes: promoción de inversiones e intercambios comerciales Apoyo al sector de la micro y macro empresa en Guatemala *Berenjena gt*. Guatemala, Nueva Asunción de Guatemala, Guatemala: MINECO.

MAGAP/CGSIN/DAPI. (2012, diciembre 28). Importaciones de berenjena

- Martínez, H. (2006). Agroindustria y competitividad: estructura y dinámica en Colombia 1992-2005. In M. 3D (Ed.), *Agroindustria y competitividad: estructura y dinámica en Colombia 1992-2005* (2 da ed., Vol. 4, pp. 258-270). Bogotá: IICA. Retrieved from <http://books.google.com.ec/books?id=RSzw3sgBr28C&pg=PA257&dq=procesamiento+de+snacks&hl=es-419&sa=X&ei=JfXAUqCtEI63kAfpoYCgAw&ved=0CDQQ6AEwAg#v=onepage&q=procesamiento%20de%20snacks&f=false>.
- Martínez, P., Cano Dolado, P., Fuster Monescillo, C., & Ruperez Anton, P. (2001). España Patent No. ES 2 032 697.
- Moya, F. I., & Angulo, Y. B. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*: Springer.
- Nunes, Y., & Moreira, R. G. (2009). Effect of Osmotic Dehydration and Vacuum-Frying Parameters to Produce High Quality Mango Chips. [paper]. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*, 74(7), 355-369.
- Pedreschi, F. (2012). Frying of Potatoes: Physical, Chemical, and Microstructural Changes. [paper]. *Taylor & Francis Group, LLC*, 30(10.1080), 707-725.
- PROECUADOR. (2010, 2011). Alimentos procesados 1. Retrieved 30-12-2013, PROECUADOR, from <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/alimentos-procesados/>
- Ramos, A. M. U., Segovia, P. G., & Martínez, J. (2004). . Evaluación del comportamiento de yuca (Manihot esculenta Cranz) en el proceso de fritura a vacío de chips *Grupo de Investigación CUINA & Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo*, 1-3.

- Rank., E. F. d., Susana Monserrat, & Sluka., E. (2005). Tecnologías de conservación por métodos combinados en pimiento, chaucha y berenjena. *FCA UNCuyo*, 2, 50.
- Sanz, J. L. A. (2011). Berenjena In I. 9778-84-97-32-818-0 (Ed.), *Preelaboración y conservación de los alimentos* (1 ed., Vol. 1, pp. 157-158). España-Asturias: PARANINFO.
- Shyu, S., Hau, L., & Hwang, L. (2005). Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried carrot chip. *J. Sci Food Agric* 85, 1903-1908.
- Simón, M. J., Benito, M. P., Baeza, M., Rota, M. B. F. d., & Saiz, M. J. S. (2009). *Alimentación y nutrición familiar* (Vol. 1). Madrid
- Song, X.-j., Zhang, M., & Mujumdar, A. (2007). Effect of Vacuum-Microwave Predrying on Quality of Vacuum-Fried Potato Chips. [paper]. *Taylor & Francis Group, LLC*, 25(12), 2021–2026.
- Susinggih., Y., Hidayat., N., & L., A. (2000). Determination Of Frying Temperature And Vacuum Pressure To Produce Pineapple Chips Using Simple Vacuum Frier. [paper]. *J. Tek. Pert*, 4, No. 3: 129 - 132.
- Torezan, Menezes, Katekawa, & Silva. (2007). Microstructure and Adsorption Characteristics of Mango Chips Obtained by Osmotic Dehydration and Deep Fat Frying. [paper]. *Taylor & Francis Group, LLC*, 25(0737-3937), 153-161.
- Torezan , G. A. P., Menezes , H. C., Katekawa , E., & Silva , M. A. (2007). Microstructure and Adsorption Characteristics of Mango Chips Obtained by Osmotic Dehydration and Deep Fat Frying. *Taylor & Francis Group, LLC*, 25(0737-3937), 153-159.

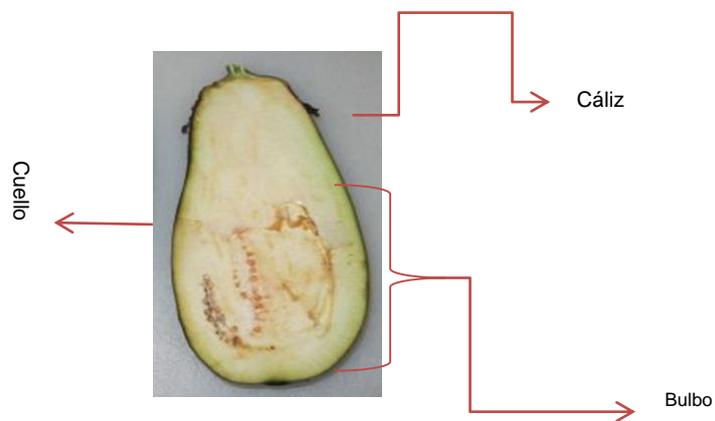
- Vaclavik, V., & Christian, E. (2002). Fundamentos de ciencia de los alimentos *Fundamentos de ciencia de los alimentos* (pp. 277-286). Zaragoza-España: Acribia.
- Valenzuela, A., Sanhueza, J., Nieto, S., Petersen, G., & Tavella, M. (2003). Estudio comparativo, en fritura, de la estabilidad de diferentes aceites vegetales A&G 53 Tomo XIII N° 4. *A&G Aceites y Grasas.*, 568-573.
- Valls, J. S., Prieto, E. B., & de Castro Martín, J. J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*: Universitat de Barcelona.
- Villamizar, R., Quiceno, M. C., & Giraldo, G. A. (2011). Comparación de la Fritura al vacío y atmosférica en la Obtención de Pasa bocas de Mango (*Manguifera indica* L.). [paper]. *Universidad del Quindío.*, 3(12), 10.
- Yamsaengsung, R., Rungsee, C., & Prasertsit, K. (2008). Simulation of the heat and mass transfer processes during the vacuum frying of potato chips. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 109-118.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I

La caracterización de la berenjena.



<u>Diámetro cuello</u>	<u>Mediciones (longitudinal tallo)</u>	<u>Mediciones (bulbo)</u>	<u>Humedad fruto fresco</u>	
5.97 ± 0.56 cm	13.92 ± 0.23 cm	8.04 ± .47 cm	Teórica: 92,03 g en 100 g de muestra	Medida: 92.75 % en 3 g de muestra

ANEXO II

A la izquierda, rodajas de berenjena fresca. A la derecha, rodajas de berenjena procesadas utilizando fritura al vacío.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a): se aplicó un pre tratamiento de escaldado en ácidos. (b): aplicación de cama de sal. (c): maceración en leche durante 24 h. (d): tratamiento de deshidratación osmótica y pelado de la berenjena previo tratamiento

ANEXO III

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Prueba de aceptabilidad para chips de berenjena obtenidos por fritura al vacío

Usted está recibiendo una muestra de *chips* de berenjena, deguste e indique su nivel de agrado, en cada uno de los siguientes atributos; utilizando una escala del 1 al 10, siendo 1 “Me disgusta muchísimo”, y 10 “Me gusta muchísimo”.

Color

Sabor

Textura (Crocancia)

Aceptabilidad Global

¿Compraría este producto?

Si

No

Comentarios:

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

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

ANEXO IV

Análisis de aceptabilidad sensorial en las instalaciones del restaurante chifa SUN SAI KAY

