



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

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

**OBTENCIÓN DE *CHIPS* DE CEBOLLA PERLA
(*Allium cepa* L.) APLICANDO FRITURA AL VACÍO**

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

VALERIA GEOCONDA GARCÉS CONTRERAS

DIRECTOR: ING. JUAN BRAVO VÁSQUEZ

Quito, marzo 2013

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **VALERIA GEOCONDA GARCÉS CONTRERAS**, 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.

Valeria Garcés Contreras

C.I. 1719342154

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Obtención de *chips* de cebolla perla (*Allium cepa* L.) aplicando fritura al vacío**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera de Alimentos** fue desarrollado por **Valeria Garcés Contreras**, 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 Vásquez
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I.1001367414

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme permitido llegar a esta etapa importante en de mi vida con su infinito amor y bondad.

A mi Familia:

A mis Padres, por haberme apoyado en todo momento en especial a mi madre; por tu esfuerzo realizado, por confiar y creer en mí.

A mis hermanos y sobrinos quienes son mi inspiración, de quienes aprendo constantemente, me motivan y me animan a seguir adelante, a quienes amo con todo mi corazón.

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Por todas las bendiciones recibidas, por estar siempre brindándome fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mi Familia:

A mis Padres por guiarme sobre el camino de la educación; a mi madre por su esfuerzo, cariño y dedicación, ofreciéndome su apoyo incondicional.

A mis hermanos gracias a sus consejos, me han motivado y afrontar retos que se me han presentado a lo largo del camino. A los pequeños de la casa ya que son la luz que alumbran mi vida.

Agradezco a mi tutor de tesis Doctor Juan Bravo por su valiosa asesoría, a mis profesores por impartir sus conocimientos en mi desarrollo profesional durante mi carrera.

A mi querida Universidad Tecnológica Equinoccial porque en sus aulas recibí valiosos consejos llenos de sabiduría.

A mis amigos queridos, por hacer que cada día fuera ameno, aquellos con los que compartí y pasé momentos inolvidables en toda esta época de estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. CEBOLLA	4
2.1.1. ORIGEN	4
2.1.2. VARIEDADES DE LA CEBOLLA	5
2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CEBOLLA	6
2.1.4. PRINCIPALES FORMAS DE USO DE LA CEBOLLA	8
2.1.4.1. Aplicaciones Industriales	8
2.1.4.2. Aplicaciones Artesanales	10
2.1.5. PRODUCCIÓN DE CEBOLLA PERLA Y PAITEÑA EN EL MUNDO Y EN EL ECUADOR	11
2.1.5.1. Producción Mundial	11
2.1.5.2. Producción en América del Sur	13
2.1.5.3. Producción en el Ecuador	15
2.1.5.4. Cebolla Paiteña o Colorada	16
2.1.5.5. Cebolla Perla	17
2.2. FRITURA AL VACÍO	19
2.2.1. FRITURA	19
2.2.2. FRITURA AL VACÍO	20
2.2.3. PRODUCTOS ELABORADOS CON LA TÉCNICA DE FRITURA AL VACÍO	22

	PÁGINA
2.2.4. PRODUCTOS ELABORADOS APLICANDO FRITURA AL VACÍO	27
2.2.5. PRE-TRATAMIENTO	30
2.2.6. POST-TRATAMIENTO	30
2.3. ANÁLISIS DE COLOR	30
3. METODOLOGÍA	32
3.1. MATERIA PRIMA	32
3.1.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA	32
3.2. PROCESO DE FRITURA AL VACÍO	33
3.2.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	33
3.2.2. PRUEBAS PRELIMINARES	33
3.2.3. FRITURA	34
3.2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL PRODUCTO FRITO	36
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3.4. ACEPTABILIDAD SENSORIAL	36
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	37
4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA	37
4.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE <i>CHIPS</i> DE CEBOLLA	38
4.2.1. PRUEBAS PRELIMINARES DE FRITURA	38
4.2.1.1. Escaldado como pre-tratamiento	38
4.2.2. CINÉTICA DEL COLOR DE LA CEBOLLA PERLA DURANTE EL PROCESO DE FRITURA AL VACÍO	39

	PÁGINA
4.2.3. CINÉTICA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y EXTRACTO ETÉREO DE LA CEBOLLA PERLA DURANTE EL PROCESO DE FRITURA AL VACÍO	43
4.3. ANÁLISIS QUÍMICOS	45
4.3.1. CONTENIDO DE HUMEDAD	45
4.3.2. CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO	47
4.3.3. ANÁLISIS DE COLOR	48
4.4. ACEPTABILIDAD SENSORIAL	51
4.5. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	52
4.6. COMPARACIÓN ENTRE FRITURA CONVENCIONAL Y FRITURA AL VACÍO	53
4.6.1. REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE EN <i>CHIPS</i> DE CEBOLLA PERLA Y PAITEÑA	53
 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 56
5.1. CONCLUSIONES	56
5.2. RECOMENDACIONES	58
 BIBLIOGRAFÍA	 59
 ANEXOS	 70

ÍNDICE DE TABLAS

	PÀGINA
Tabla 2.1. Clasificación taxonómica de la cebolla	4
Tabla 2.2. Composición de la cebolla por 100 g de parte comestible	7
Tabla 2.3. Principales Productores Mundiales de Cebolla	11
Tabla 2.4. Principales Productores de Cebolla en América del Sur	14
Tabla 3.1 Tiempos y temperatura de fritura al vacío en aros de cebolla con la técnica del escaldo y sin escaldar.	34
Tabla 4.1. Caracterización física de la cebolla perla y paiteña fresca	37
Tabla 4.2. Caracterización química de la cebolla perla y paiteña en estado fresco	37
Tabla 4.3. Mejor tratamiento en contenido de humedad y extracto etéreo en cebolla perla y paiteña	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 2.1. Fotografía de las diferentes variedades de cebolla cultivadas en el mundo	5
Figura 2.2. Fotografía de las diferentes variedades de cebolla cultivadas en el Ecuador	6
Figura 2.3. Productos de cebolla elaborados industrialmente	9
Figura 2.4. Productos de cebolla elaborados artesanalmente	10
Figura 2.5. Principales Productores Mundiales de cebolla desde el 2003 al 2010	12
Figura 2.6. Tendencia de la producción de cebolla en el mundo durante los años 2003-2010	13
Figura 2.7. Principales Productores de América del Sur durante el periodo de tiempo 2003-2010	14
Figura 2.8. Tendencia de la producción de cebolla en América del Sur durante los años 2003-2010	15
Figura 2.9. Producción de cebolla en el Ecuador	16
Figura 2.10. Producción y superficie cosechada de cebolla paiteña o colorada en los años 2003-2003	17
Figura 2.11. Producción y superficie cosechada de cebolla perla en los años 2003-2003	18
Figura 2.12. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en Vietnam	27
Figura 2.13. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en China	28
Figura 2.14. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en China	28
Figura 2.15. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en China	29
Figura 2.16. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura	

	al vacío en Tailandia	29
Figura 2.17.	Fotografía del espacio del color L*C*h*	31
Figura 3.1.	Diagrama del equipo de fritura al vacío	35
Figura 3.2.	Esquema del proceso para la obtención de <i>chips</i> de cebolla aplicando fritura al vacío	35
Figura 4.1.	Coordenada de L* (Luminosidad) de la cebolla perla en el tiempo de fritura	39
Figura 4.2.	Coordenada de a* (Intensidad del verde) de la cebolla perla en el tiempo de fritura	40
Figura 4.3.	Coordenada de b* (Intensidad del amarillo) de la cebolla perla en el tiempo de fritura	40
Figura 4.4.	HUE (Tonalidad) de la cebolla perla en el tiempo de fritura	41
Figura 4.5.	Croma (Intensidad) de la cebolla perla en el tiempo de fritura	42
Figura 4.6.	Contenido de humedad durante el proceso de fritura al vacío en aros de cebolla	43
Figura 4.7.	Absorción en el contenido de aceite durante el proceso de fritura al vacío en aros de cebolla	44
Figura 4.8.	Contenido de humedad en la cebolla perla y paiteña en dos tiempos de fritura al vacío	45
Figura 4.9.	Contenido de extracto etéreo en la cebolla perla y paiteña en dos tiempos de fritura al vacío	47
Figura 4.10.	Análisis del color en la cebolla perla	49
Figura 4.11.	Análisis del color en la cebolla paiteña	50
Figura 4.12.	Evaluación sensorial en Aceptabilidad Global en <i>chips</i> de cebolla perla y paiteña	51
Figura 4.13.	Contenido de extracto etéreo entre la Fritura tradicional vs. Fritura al vacío	53

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1	70
EVALUACIÓN SENSORIAL	
ANEXO 2	71
CEBOLLAS ESCALDADAS	
ANEXO 3	72
COMPARACIÓN FRITURA CONVENCIONAL VS. FRITURA AL VACÍO	

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue obtener *chips* de cebolla perla y paiteña. Inicialmente se realizó una caracterización físico-químico del producto fresco en peso, diámetro y color; contenido de humedad, de extracto etéreo, de sólidos solubles y de azúcares totales. Posteriormente se definieron aros de cebolla cortados transversalmente con un espesor de 4 mm; sin pre-tratamiento, las muestras de 300 g de cebolla perla fueron evaluadas en tiempos de 180, 360, 540, 720 y 900 s de fritura, trabajando a una temperatura de 100 °C, a un presión absoluta de 7.72 kPa en el cual se observaron los comportamientos en el color, contenido de humedad y extracto etéreo. Estas variables de respuesta fueron utilizadas en los tratamientos de 720 y 900 s de fritura escogidos en *chips* de cebolla perla y paiteña para evaluar los efectos que se producen. Las cebollas fritas a 900 s alcanzaron mejores resultados por obtener menor porcentaje de humedad y valores similares en extracto etéreo. En cuanto al análisis de color, la luminosidad (L^*), HUE y Cromo, fueron medidos a partir de las coordenadas CIE L^* , a^* , b^* ; no hubieron diferencias estadísticas en cuanto a luminosidad, pero sí en los otros factores, cuando se evaluaron en la misma variedad de cebolla. Además se realizó una evaluación sensorial del producto, siendo el menos aceptado por los consumidores la cebolla paiteña tanto por su aspecto como por su sabor adquiriendo un promedio de aceptabilidad global de 3.4 en comparación con la cebolla perla que obtuvo el 4.1 con un 80% de agrado por parte de los consumidores. Así mismo se efectuó una comparación en la reducción del contenido de aceite en la fritura al vacío vs. la fritura atmosférica y se determinó que existe una reducción del 50 y 65% para perla y paiteña respectivamente cuando son fritas al vacío, al mismo tiempo que adquiere mejores características organolépticas. Se puede decir que la fritura al vacío es un método viable para la producción de nuevos productos con alta calidad nutricional y sensorial.

ABSTRACT

The aim of this study was obtain *chips* of pearl and red onions. First of all, a physical-chemical characterization of the fresh sample by weight, diameter and color, moisture content, crude fat, soluble solids and total sugars, were performed. Then, the onions were cut transversely with a thickness of 4mm. Without a pre-treatment, 300 g of the sample were fried for 180, 360, 540, 720 and 900 s at 100 °C and at an absolute pressure of 7.72 kPa where the changes in the color, moisture content and ether extract were observed. These dependent variables were also used in the treatment of 720 and 900 s of frying of both different types of onion (pearl and red) to evaluate the effects after frying. The onions fried for 900 s achieved better results by obtaining lower percentage of moisture and similar values in ether extract. Regarding to the color analysis, luminosity (L*), Hue and Chroma, were measured from the CIE L*, a*, b* coordinates, and the results showed that there was not any statistical difference related to the luminosity, in contrast to the other factors. Also a sensory evaluation of the product was performed, where the red onion was less accepted by the consumers because of its appearance and taste, obtaining an acceptability level of 3.4, while the pearls obtained a value for acceptability 4.1 with the 80% of consumer liking. Moreover, it was made a comparison of the reduction of the oil content in the *chips* obtained by vacuum and the atmospheric frying, and the results showed that there was a reduction of 50 and 65% of oil in red and pearl onions respectively when vacuum frying was applied, at the same time that acquired better organoleptic characteristics. It can be concluded that the vacuum frying is a viable method for the production of new products with high nutritional and sensory quality.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Allium cepa L. denominado así por su nombre científico, es un bulbo comestible, de forma globosa, esférica o elipsoidal, formado por capas gruesas, carnosas, protegidas por revestimientos finos, secos, delgados y semitransparentes. Dependiendo de la variedad las tonalidades varían del blanco al amarillento y violáceos o rojizos. Su sabor es algo picante, encontrándose también cebollas dulces ("Cebolla ", s.f).

La cebolla es una de las hortalizas más importantes, en el Ecuador se produce, la cebolla larga o de rama y las de bulbo (perla y paiteña) se producen en zonas del litoral y en la Sierra; su uso es para la alimentación humana como especias y condimento (Agroecuador, s.f.; FAO, 2006; Pardo de Santayana, 2008). Su olor típico se debe al aceite esencial que contiene siendo muy volátil y está formado por la mezcla de varios compuestos azufrados (Pamplona, 2007). Además la cebolla posee capacidad antioxidante útil en la salud humana (Martínez, González, Culebras, & Tuñón, 2002).

En la producción mundial de hortalizas, la cebolla se encuentra ocupando el cuarto lugar y se siembra en 175 países (Agroecuador, s.f.). Asia es el continente que más se produce esta hortaliza (Eguilor, 2010; Ottone, 2008).

El Ecuador siembra alrededor de 4 000 ha anualmente con una producción de 80 000 t que satisface la demanda del consumo interno y presenta una tendencia ascendente en la producción de la cebolla. Los datos arrojados del Censo Agropecuario del 2000 revelan que en las provincias de Manabí y Carchi es donde más se cultiva esta hortaliza (Agroecuador, s.f.; FAO, 2012a).

La fritura es una de las técnicas más utilizadas por ser rápida en su preparación y adquirir características especiales en color, sabor y crocancia (Aguirre, 1998; De Flores, González, & Covadonga, 2002; Guitérrez, 1998; Mataix, 2005). Es por ello que las comidas rápidas, snacks o bocaditos son las preferidas por casi todos los seres humanos, y cada vez existe un mayor incremento, sin embargo, el consumo prolongado puede conducir complicaciones en la salud (Tarmizi & Niranján, 2010). Para hacer más asequible y buscando mejorar la calidad de vida de las personas pensando en una alimentación saludable y nutritiva, con productos fritos, se están aplicando nuevas tecnologías como es la fritura al vacío, la cual ha tomado impulso en los últimos años (Colquichagua & Ríos, 1998; Dueik & Bouchon, 2011a).

La fritura al vacío y fritura tradicional son procesos de deshidratación en los cuales existen cambios físicos y químicos en el producto creando características singulares de textura, sabor y apariencia brindando una aspecto apetitoso (Ahmad, 2007 citado en Tarmizi & Niranján (2010)). La diferencia radica en el valor nutricional y en la absorción de grasa por parte del producto ya que en la fritura al vacío las condiciones de fritura son menos rigurosas que aquellas fritas atmosféricamente, conservando mejor las propiedades sensoriales y nutricionales del alimento (Dueik & Bouchon, 2011b).

En el color existen tres atributos básicos los cuales son: tono, que son los colores cromáticos, valor o luminosidad y croma que es la intensidad de un tono, estos valores se encuentran reflejados en la escala CIELab, el análisis de color es determinante para la evaluación del producto y de la aceptación por parte del consumidor (Lúquez & Aguilera, 2005; von Atzingen & Machado Pinto e Silva, 2005).

Utilizando la fritura al vacío se plantearon los siguientes objetivos con la finalidad de obtener *chips* con mejores características organolépticas y nutricionales:

- Caracterizar física y químicamente la cebolla fresca y procesada.
- Aplicar fritura al vacío.
- Determinar la aceptabilidad del producto

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA CEBOLLA

2.1.1. ORIGEN

La cebolla es una de las hortalizas con mayor producción y se la utiliza como alimento y condimento; su uso viene dado desde tiempos remotos. Existen indicios de que la cebolla es originaria del suroeste de Asia (Casseres, 1980).

En Egipto ha sido utilizada en medicina, rituales y como alimento (3 200 años A.C.), así como en la India (600 años A.C.). Algunos autores griegos y romanos describieron varios tipos de cebolla de diferentes formas, colores y sabor (Montás, 2009).

En América comenzó a cultivarse alrededor del año 1629; ya en 1806 los catálogos describían seis variedades (Giacconi M. & Escaff G., 1994; Rivero, 2002).

La cebolla tiene la siguiente clasificación botánica que se indica en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1. Clasificación taxonómica de la cebolla

Grupo	Angiosperma
Orden	Liliales
Género	<i>Allium</i>
Clase	Monocotiledoneas
Familia	Liliaceae
Especie	<i>Allium cepa L.</i>

(Vallejo & Estrada, 2004)

2.1.2. VARIEDADES DE LA CEBOLLA

Las variedades de cebolla que se cultivan alrededor del mundo difieren por el color, la forma y el tamaño, así entre los colores se tienen: blancas, amarillas, moradas, rojas; por la forma: ovalada, redondas y por el tamaño: grandes medianas y pequeñas, en la Figura 2.1 se presenta algunas de estas variedades (Agencia Peruana de Cooperación Internacional Comunidad Europea, 2009; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2006).



Figura 2.1. Fotografía de las diferentes variedades de cebolla cultivadas en el mundo
(Vanesa, 2008)

En el Ecuador se produce principalmente tres variedades de cebolla, la cebolla larga o de rama; las de bulbo o redondas, paiteña o colorada y la perla o blanca. Las zonas donde se concentra el cultivo de las cebollas de bulbo se ubican en el litoral y en la sierra y únicamente en la Región Sierra se cultiva la cebolla larga o de rama; en la Figura 2.2 se presenta la fotografía de estas variedades de cebolla (Agroecuador, s.f.).



Figura 2.2. Fotografía de las diferentes variedades de cebolla cultivadas en el Ecuador
(El Comercio, 2011)

2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CEBOLLA

La cebolla puede aportar 38 kcal /100 g en la dieta diaria del ser humano y esta energía procede en su mayoría del contenido en glucosa, sacarosa y otros hidratos de carbono. Los otros compuestos varían según como se indica en la Tabla 2.2; lo que se puede apreciar es que las proteínas y las vitaminas están presentes en cantidades mínimas y su contenido en grasa es prácticamente despreciable. El potasio es el mineral que más se destaca y en los oligoelementos el más abundante es el azufre, que forma parte de la esencia volátil (Pamplona, 2007).

Tabla 2.2. Composición de la cebolla por 100 g de parte comestible

COMPUESTO	CANTIDAD
Agua	89.68 g
Carbohidratos	8.63 g
Grasas	0.16 g
Proteínas	1.16 g
Fibra	1.8 g
Cenizas	0.37 g
Calorías	38 calorías
Calcio	20 mg
Fósforo	33 mg
Potasio	157 mg
Magnesio	10 mg
Hierro	0.22 mg
Tiamina	0.042 mg
Riboflavina	0.0120 mg
Niacina	0.148 mg
Ácido ascórbico	6.4 mg

(PurdueUniversity (USA) citado por FAO (2006))

La cebolla contiene sustancias no nutritivas dotadas de una gran actividad fisiológica:

El disulfuro de alilo y el tiosulfinato destacan en la mezcla de varios compuestos azufrados que son los responsables del aceite esencial volátil que genera el típico olor de la cebolla (Pamplona, 2007).

La vitamina C y flavonoides poseen una capacidad antioxidante; que favorecen la circulación sanguínea e impiden la formación de coágulos; uno de los más predominantes es la quercitina (Martínez et al., 2002). Sin embargo, cuando la cebolla se cuece se pierde aproximadamente alrededor de la quinta parte de su actividad antioxidante (Shon, Choi, Kahng, Nam, & Sung, 2004; Lanzotti, 2006; Makris & Rossiter, 2001 citado en Lorenzo, Rodríguez, Rodríguez, & Díaz (2009)).

Las oxidasas y las diastasas presentes en la cebolla tienen una acción dinamizadora sobre los procesos digestivos; el aceite esencial y los flavonoides que posee sirven como antibiótico, pectoral, antiasmática, protectoras del corazón y de las arterias, diurética, anticancerígenas (Pamplona, 2007).

2.1.4. PRINCIPALES FORMAS DE USO DE LA CEBOLLA

El uso más común de la cebolla es para la alimentación humana, ya sea como especias o condimentos; la cebolla en fresco es utilizada como base en la preparación de salsas, ensaladas y como condimento en distintos platos y como producto procesado se puede encontrar en forma deshidratada, congelado, en pastas, y encurtidos (FAO, 2006; Pardo de Santayana, 2008).

También es utilizada en la salud humana, por sus propiedades diuréticas; el jugo sirve como medio tonificante y digestivo; estimula la acción digestiva y a todo el tracto gástrico; el sistema circulatorio y respiratorio (FAO, 2006). A nivel veterinario ha sido utilizado para el aparato digestivo; como medicina para las vacas congestionadas o si perdían el rumio les daban cebolla cocidas con aceite (Pardo de Santayana, 2008).

2.1.4.1 Aplicaciones Industriales

Las aplicaciones industriales elaborados a base de cebolla son muy variadas, en la Figura 2.3 se muestran los productos en sus diferentes presentaciones:



Figura 2.3. Productos de cebolla elaborados industrialmente

- a) Aros de cebolla con Quinoa; b) Cebollitas en vinagre; c) Pasta de cebolla; d) Cebolla en polvo; e) Cebolla deshidratada

(BoliviaMall, 2012; El Rey, 2012; ile, 2012; SNOB, 2012; Trevijano, 2012)

Los Aros de Cebolla con Quinoa “Quinitos” denominado industrialmente, es elaborado en Bolivia; es un snacks nutritivo de quinoa o grano de oro; es un cereal andino que contiene múltiples vitaminas y proteínas (BoliviaMall, 2012).

Las cebollitas en vinagre, nos proveen de energía, proteína, fibra, calcio, fósforo y hierro, previene enfermedades cardiovasculares; son elaboradas industrialmente por la empresa Snob y comercializadas en el país; regulan el buen funcionamiento del organismo (SNOB, 2012).

La pasta de cebolla con la marca El Rey es elaborada en Colombia y en su preparación utiliza la cebolla cabezona y cebolla deshidratada, con ingredientes de origen 100% natural (El Rey, 2012).

La empresa “ILE” C.A. es una Industria Lojana dedicada a la elaboración de especias como lo es la cebolla en polvo y el objetivo de este producto es dar un sabor y aroma de cebolla asada a las comidas. Es diurética y alivia problemas respiratorios, además contiene vitamina C (ile, 2012).

La cebolla deshidratada es un producto obtenido tras la deshidratación de cebollas frescas en cortes de 5 y 20 mm, es de fácil rehidratación en agua, su cocción dura 20 minutos. Trevijano es la marca del producto elaborado en España (Trevijano, 2012).

2.1.4.2. Aplicaciones Artesanales

Existen también aplicaciones artesanales, así como lo indica la Figura 2.4:



Figura 2.4. Productos de cebolla elaborados artesanalmente
a) Aros de cebolla fritos; b1) Confit de cebolla artesanalmente; b2)
Cebolla caramelizada caseramente
(deliaRTIS, 2012; Directo al Paladar, 2012; El Universal, 2012)

Los aros de cebolla son obtenidos tras la fritura de cebollas frescas, cortados en aros gruesos y sumergidos en aceite caliente hasta que se doren; los restaurantes lo sirven como bocadito (El Universal, 2012).

La cebolla caramelizada o confitada, es una especie de mermelada y se puede combinar con cualquier plato. El confit de cebolla en frasco se lo fabrica artesanalmente en Cadreita, Navarra – España; también se lo elabora caseramente (deliaRTIS, 2012; Directo al Paladar, 2012).

2.1.5 PRODUCCIÓN DE CEBOLLA PERLA Y PAITEÑA EN EL MUNDO Y EN EL ECUADOR

2.1.5.1 Producción Mundial

Según FAO, la cebolla ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de hortalizas, con un volumen de 57 900 000 t; se siembran más de 3 700 000 ha, en aproximadamente 175 países. Entre las diferentes variedades se encuentra la cebolla larga o de rama, roja y amarilla (Agroecuador, s.f.). Los principales productores de cebolla se observan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Principales Productores Mundiales de Cebolla

País/Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
China	17536,04	18046,82	19054,00	19598,05	20567,30	20822,72	21046,97	22058,06
India	4506,10	5922,50	6434,60	8682,60	8178,30	13565,00	12158,80	15118,00
EE.UU	3327,67	3767,75	3334,07	3249,88	3602,09	3407,37	3429,10	3338,38
Egipto	686,35	895,49	1302,13	1119,89	1050,00	1948,94	2128,58	2208,08
Turquía	1750,00	2040,00	2070,00	1765,40	1859,44	2007,12	1849,58	1900,00
Pakistán	1427,48	1449,03	1764,80	2055,70	2100,00	2015,20	1704,10	1701,10
Irán	1573,81	1626,89	1685,45	2038,36	1700,00	1849,28	1522,15	1922,97
Federación Rusa	1564,73	1673,42	1758,74	1788,75	1857,11	1712,50	1601,55	1536,30
Brasil	1229,85	1157,56	1137,68	1345,91	1360,30	1367,07	1511,85	1753,31
República de Corea	745,20	947,80	1023,33	889,62	1213,38	1035,08	1372,29	1411,65
México	1141,85	1240,76	1230,89	1238,24	1387,19	1252,44	1195,82	1266,17
España	936,83	1030,45	1006,05	1099,55	1190,30	1062,54	1263,40	1106,90
Japón	1172,00	1128,00	1087,00	1158,00	1165,00	1271,00	1154,00	1047,00
Indonesia	762,80	757,40	732,61	794,93	802,81	853,62	965,16	1048,93

(FAO, 2012b)

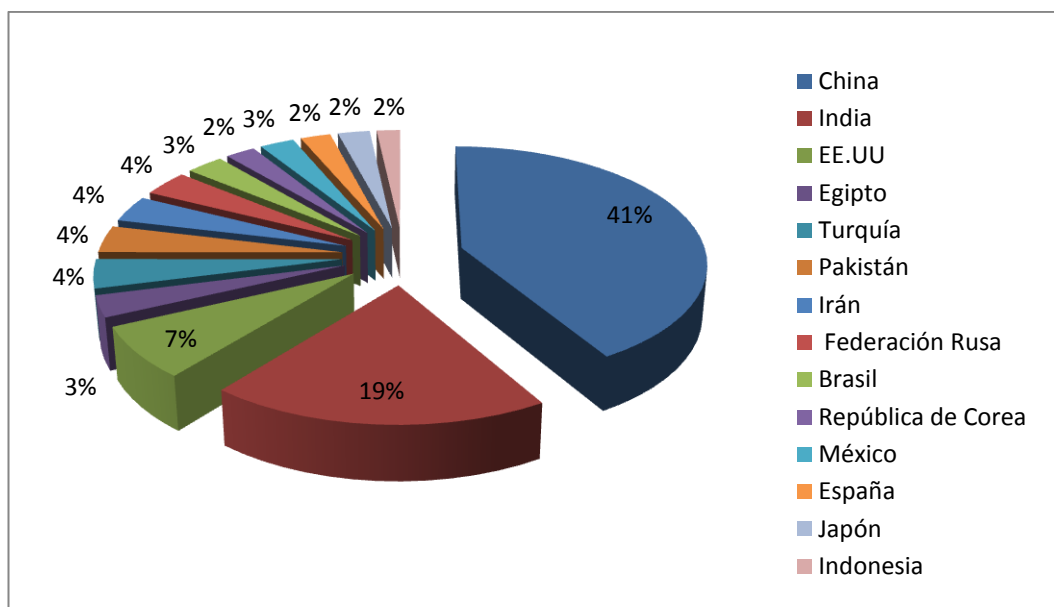


Figura 2.5. Principales Productores Mundiales de cebolla desde el 2003 al 2010.
(FAO, 2012b)

El continente Asiático es uno de los principales productores de cebolla fresca y su producción ha aumentado en los últimos años; China, representa el 41% de la producción mundial, e India, el 19%, estos dos países juntos producen más de la mitad que el resto de países productores, América Latina, representa aproximadamente el 6% de la producción mundial siendo Brasil y México los mayores productores de esta hortaliza; en la Figura 2.5 se encuentra expresado en porcentaje el promedio de producción de cada país desde el año 2003 al 2010 (Eguilor, 2010; Ottone, 2008).

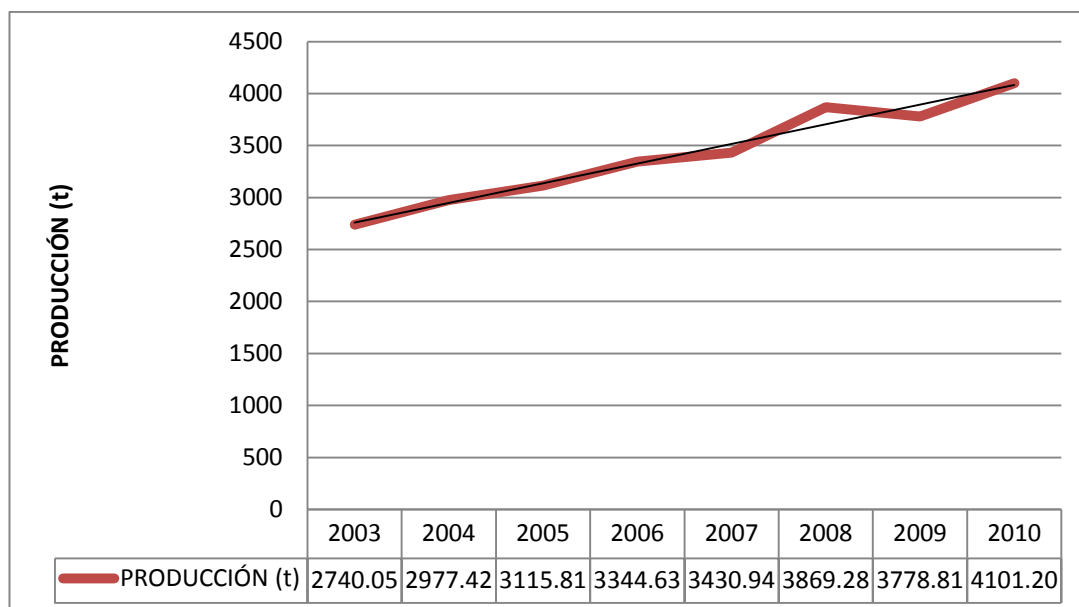


Figura 2.6. Tendencia de la producción de cebolla en el mundo durante los años 2003-2010

La producción de la cebolla a nivel mundial presenta una tendencia creciente según los datos arrojados desde el año 2003 hasta el 2010 presentado en la Figura 2.6. En el año 2008 existe un incremento notable de la producción de la cebolla que en años anteriores; para el año 2009 se produjo una disminución de la producción, ascendiendo en el 2010 como el año de mayor producción de esta hortaliza.

2.1.5.2 Producción en América del Sur

La Tabla 2.4 recoge los principales productores en Sudamérica en la cual se puede apreciar que Brasil es el mayor productor, llamando la atención Perú y Argentina, siendo este último uno de los mayores exportadores, llegando este producto a Uruguay y Paraguay por su insuficiente producción de esta hortaliza para el mercado interno (Eguilor, 2010).

Tabla 2.4. Principales Productores de Cebolla en América del Sur

País / Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	1229850	1157560	1137680	134591000	1360300	1367070	1511850	1753310
Perú	472876	515459	493258	576666	634393	641511	606087	724042
Argentina	678248	699480	764775	697542	700000	677987	650000	694900
Colombia	566567	464981	477815	274763	315241	307831	310704	329793
Chile	340000	365000	380000	385000	290000	288000	295204	297000
Bolivia	31131	31739	32341	33283	33330	33227	78585	81048
Venezuela	276040	236293	265441	254969	256192	272880	270000	288700
Paraguay	30000	33108	27450	28800	30530	30000	32000	35000
Uruguay	39515	33265	27845	27845	40037	19564	25554	17450
Guyana	1140	394	362	787	511	330	1450	2606

(FAO, 2012b)

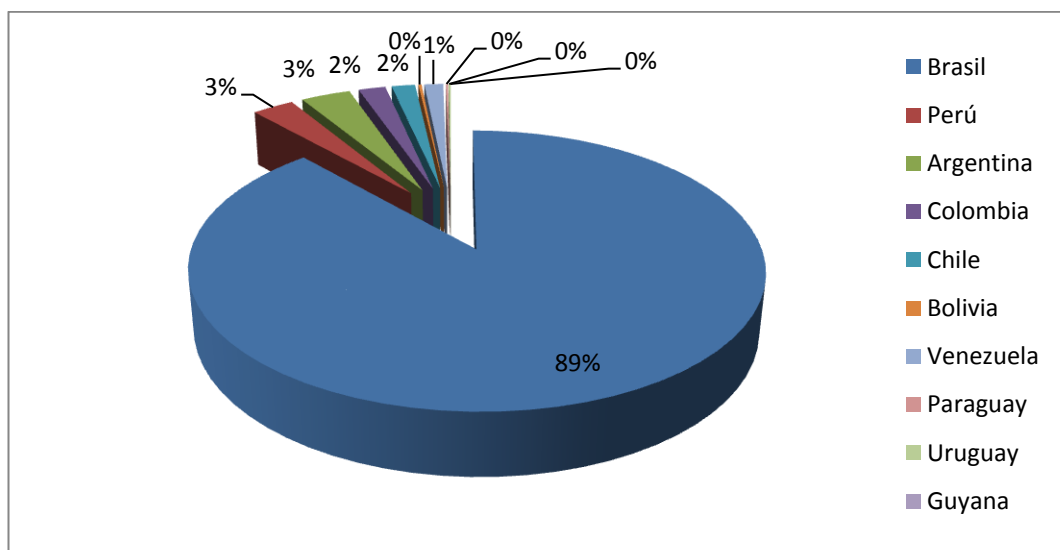


Figura 2.7. Principales Productores de América del Sur durante el periodo de tiempo 2003-2010

En la Figura 2.7 se observan los promedios de producción de la cebolla fresca, desde el año 2003 al 2010; en el cual se observa que Brasil, ocupa el 89% de la producción en América del Sur, Argentina y Perú abarcan el 6% y el resto de países producen apenas el 5% de toda la producción Latina.

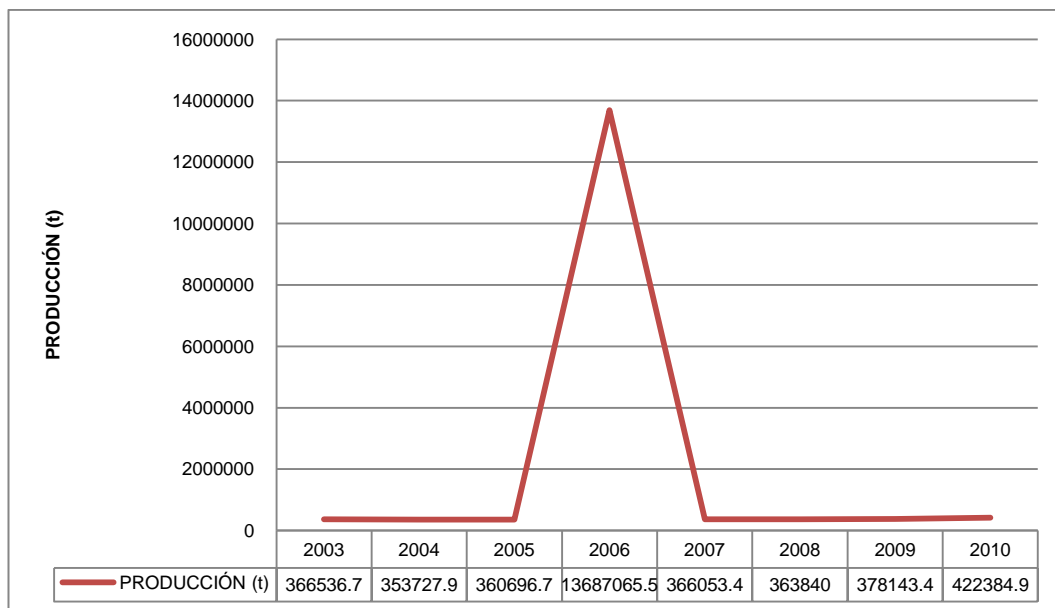


Figura 2.8. Tendencia de la producción de cebolla en América del Sur durante los años 2003-2010

De los años 2003 al 2005 y del 2007 al 2010 se mantiene su producción en 373 055 t; pero en el año 2006 la producción de cebolla es muy significativa, ya que alcanza el 97% de la producción con respecto a otros años.

2.1.5.3 Producción en el Ecuador

La cebolla es un cultivo típico de la región interandina donde se producen tres tipos de cebolla; la blanca o de rama, la paiteña o colorada y la perla; anualmente se siembra alrededor de 4 000 ha, con una producción de 80 000 t que satisface la demanda del consumo interno. En la Costa ecuatoriana existe un gran impulsó para desarrollar este cultivo para comercialización interna y para exportación, principalmente en la provincia de Manabí y en la Península de Santa Elena (Agroecuador, s.f.; FAO, 2012a)

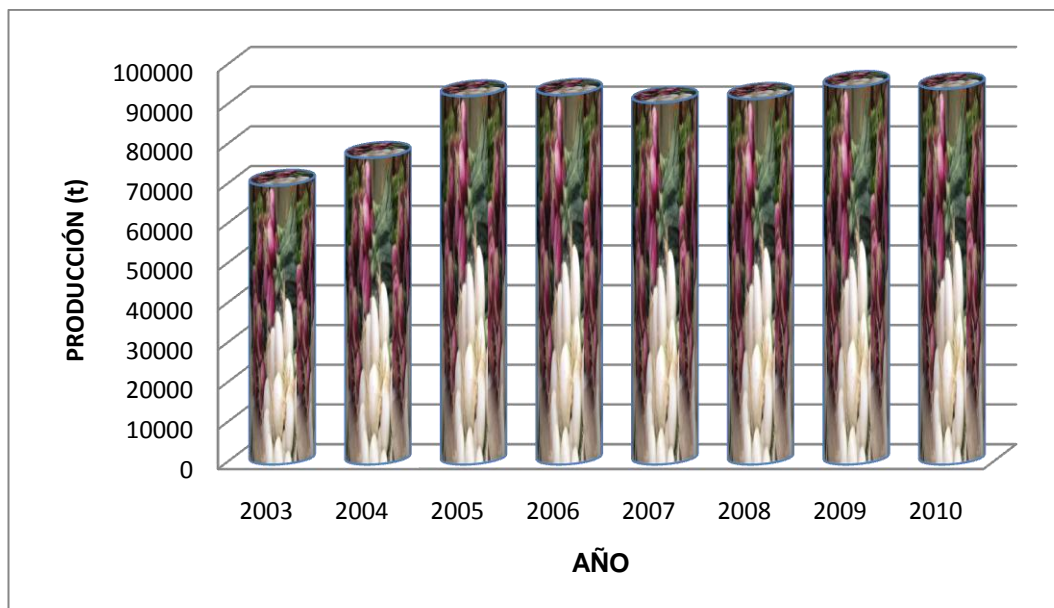


Figura 2.9. Producción de cebolla en el Ecuador
(FAO, 2012b)

La producción de cebolla según muestra la Figura 2.9 presenta una tendencia ascendente entre los años 2003 al 2010, encontrándose en el año 2009 la mayor producción en este periodo de tiempo que representa el 14% de producción nacional de cebolla.

2.1.5.4 Cebolla Paiteña o Colorada

La paiteña es un producto cultivado en la región Sierra y Costa del Ecuador, Tungurahua representa el 44% y abarca casi la mitad de todo el volumen nacional, en segundo lugar se ubica Chimborazo con el 16% muy seguido de Carchi con el 15%, Loja, Guayas y Azuay conforman el 23% e Imbabura y Cañar representan el 2% de la producción nacional.

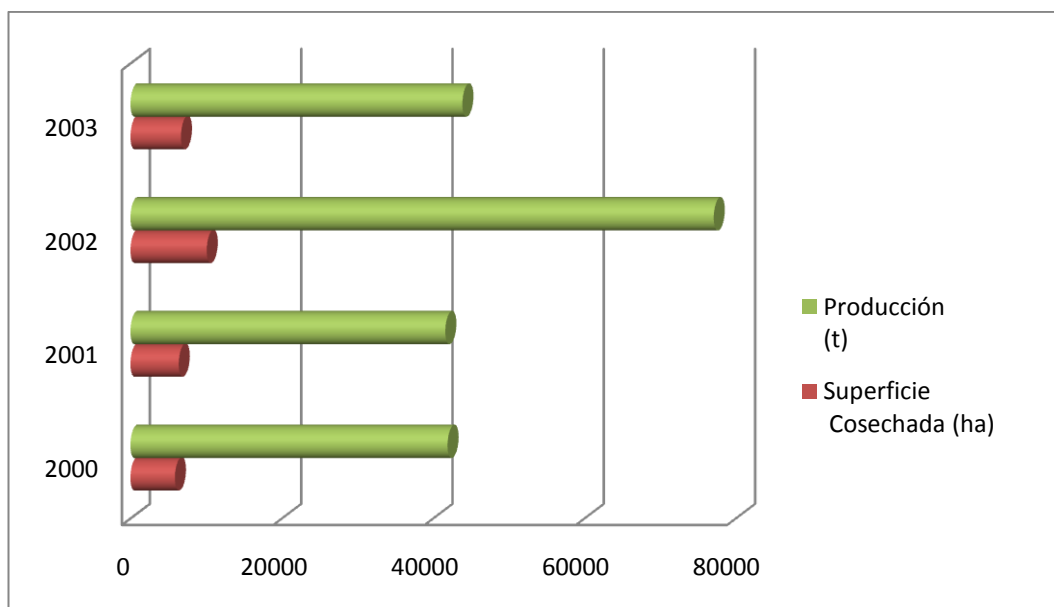


Figura 2.10. Producción y superficie cosechada de cebolla paiteña o colorada en los años 2000-2003

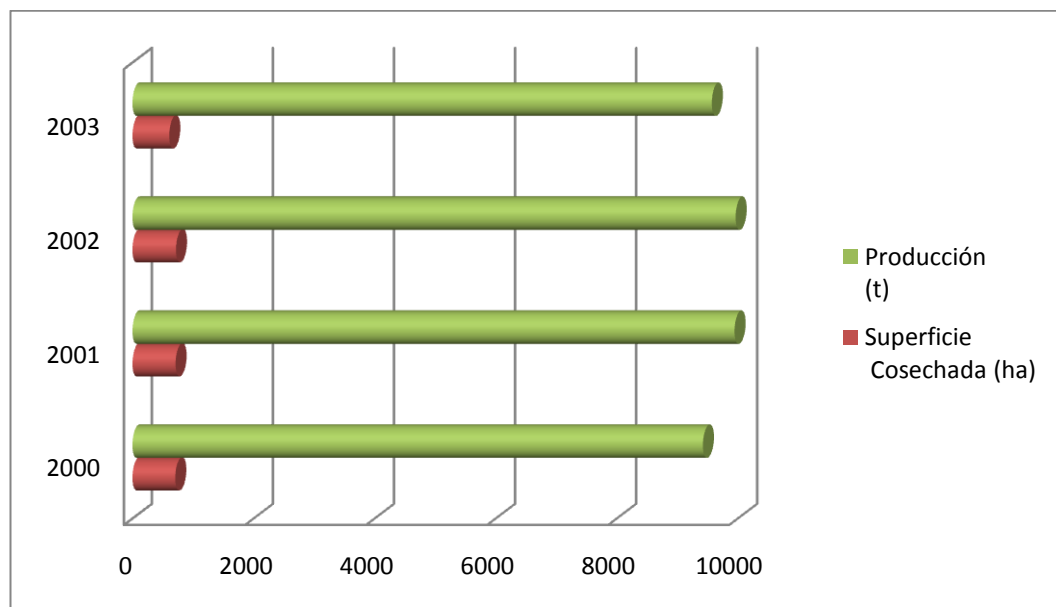
Según datos del Banco Central de Ecuador la producción de cebolla paiteña o colorada, se ha mantenido en promedio entre 2000 y 2003, marcada por un incremento de producción con 77 098 t el año 2002; tal como lo indica la Figura 2.10. (Agroecuador, s.f.).

La disminución de cultivos de cebolla en el Ecuador desde el año 2007 se ha dado por el ingreso de cebolla peruana; así lo comenta la Asociación Nacional de Productores de Cebolla; pues en el 2007 se importó 4 403 t de cebolla de Perú; la cifra subió a 36 839 t en el 2008 y en 2009 se incrementó a 64 696 t; causando pérdidas económicas considerables en el país; éstas cifras fueron reportadas en las estadísticas del Banco Central del Ecuador (Diario Hoy, 2011; La Hora, 2011).

2.1.5.5 Cebolla Perla

Los datos del Censo Agropecuario del 2000 revelan que en las provincias de Manabí y Carchi es donde más se cultiva esta hortaliza representando el

44% y el 38% respectivamente, consecutivamente se ubican Guayas (16%) y Chimborazo (1%); el resto de las provincias del Ecuador representan apenas el 1% (Agroecuador, s.f.).



2.11. Producción y superficie cosechada de cebolla perla en los años 2000-2003

Como se observa en la Figura 2.11. la cebolla perla entre el 2000 y 2003 ha tenido un comportamiento regular con una producción de 9 728 t, en un promedio de superficie cosechada de 686,5 ha, con rendimientos crecientes que pasaron de 13,33 t/ha en el año 2000 a 15,75 t/ha en 2003 (Agroecuador, s.f.).

Según el MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca) la Región Costa representa el 89,9% de lo cosechado en el Ecuador; Manabí y Guayas son las provincias donde más se produce esta hortaliza, sólo ahí se cosechan 690 ha de las 768 ha a nivel nacional; esto en el año 2009 (Banco Central del Ecuador, 2009).

2.2. FRITURA AL VACÍO

2.2.1. FRITURA

En el proceso de fritura intervienen 3 factores: El alimento que se va a freír, el tipo de grasa utilizada en la fritura y los parámetros del proceso (tiempo y temperatura). La fritura es una de las técnicas más utilizadas caracterizada por sumergir por completo el alimento en manteca, aceite o grasa bien caliente (160 – 180 °C como máximo) y abundante; obteniéndose una capa dorada en el exterior permitiendo que todo el sabor quede dentro; el ruido del aceite se debe a la vaporización del agua en el interior de alimento y el aceite ha alcanzado una temperatura superior a los 92 °C (temperatura de ebullición del agua), tanto la parte externa como la interna tardan el mismo tiempo en su cocción siendo relativamente corto, tiene alta palatabilidad (aceptación por el consumidor) y el daño térmico ocasionado al freír el alimento es menor que el causado por otro método (Aguirre, 1998; De Flores et al., 2002; Guitérrez, 1998; Mataix, 2005).

En la fritura suceden dos procesos simultáneamente transferencia de masa y de calor; la primera se produce cuando el aceite se introduce en el alimento y existe la salida de vapor de agua desarrollándose cambios en la textura y en su estructura; la segunda sucede cuando el aceite caliente se transfiere hacia la superficie gelatinizando del almidón, desnaturalizando las proteínas, evaporando el agua superficial provocando la textura crujiente y la formación de una capa dorada, debido a la caramelización de azúcares (Vélez & Hernández, 1999).

La temperatura y los tiempos de aplicación son necesarios en los procesos de fritura y se debe cuidar para no alterar su contenido en nutrientes (aminoácidos, ácidos grasos, hidratos de carbono, sales minerales, vitaminas, etc.) ya que los compuestos a ciertas temperaturas se pueden modificar e incluso destruir; los componentes volátiles presentes en el

alimento crudo con los tratamientos térmicos pueden conducir a la formación de otros nuevos, cambian sus propiedades sensoriales de textura y flavor (sabor, olor, aroma) resultando apetecibles. Además el aceite absorbido por el alimento que oscila entre 10 y 40% determina la vida útil del producto frito (Gil, 2010; Guitérrez, 1998).

Según Guitérrez (1998) se ha podido comprobar que las personas eligen sus menús por su sabor; siendo así, las comidas rápidas, snacks o bocaditos las preferidas por casi todos los seres humanos, habiendo un incremento en el consumo en los últimos años. Sin embargo el consumo de este tipo de alimentos continuamente puede afectar la salud del consumidor por el nivel de aceite que existe en el alimento (Tarmizi & Niranján, 2010).

Buscando mejorar la calidad de vida de las personas pensando en una alimentación saludable y nutritiva, con productos fritos ya que son una alternativa actual por ser una técnica rápida y adquirir características especiales, se están aplicando nuevas tecnologías; la fritura al vacío es una opción en las industrias de alimentos tomando en cuenta parámetros de control para que la calidad del producto sea mejorada en función de la reducción de presión (Colquichagua & Ríos, 1998; Dueik & Bouchon, 2011a).

2.2.2. FRITURA AL VACÍO

Siendo la fritura un proceso de deshidratación existen cambios físicos y químicos en el producto creando características singulares de textura, sabor y apariencia brindando un aspecto apetitoso (Ahmad, 2007 citado en Tarmizi & Niranján (2010)).

La fritura al vacío viene siendo una técnica alternativa para obtener productos tipo snack con bajo contenido en grasa; es un proceso en el cual se trabaja a temperaturas inferiores y a presiones reducidas asegurando la calidad tanto en el aceite de fritura como en el producto frito; por ejemplo previene el oscurecimiento y decoloración del alimento, reduce el deterioro y la oxidación del aceite de fritura y asegura un contenido reducido del aceite penetrante en el producto, así como un producto excelente en la estabilidad de vida útil (Fan, Zhang, & Mujumdar, 2005; Tan & Mittal, 2006).

En algunos estudios realizados con la técnica de fritura al vacío han demostrado que existe una reducción del contenido de aceite final. Los productos utilizados recibieron pre-tratamiento y no se evidencia si la reducción observada en el contenido de aceite es debido a la combinación de pre-tratamiento y vacío en el producto; también se utilizó la centrifugación como post-tratamiento para eliminar el exceso de aceite superficial (Garayo & Moreira 2002, Mariscal & Bouchon 2008; Bel-Mir et al., 2009; Shyu y Hwang 2001; Fan et al., 2005a, 2005b; Shyu et al., 2005; Fan et al., 2006; 2007a; Song et al., 2007b; Moreira et al., 2009 citado en Tarmizi & Niranjana (2010)).

Para que un alimento satisfaga las necesidades de los consumidores, tiene que obtener características organolépticas apropiadas, aumentar su vida útil o mejorar su valor nutritivo involucrando variables que se aplican al alimento como son los pre-tratamientos y post-tratamientos, para ello se analiza el tipo, la calidad y composición del alimento, la forma y porosidad del producto vinculada con la higiene, seguridad, comodidad, digestibilidad y palatabilidad (Gil, 2010; Vélez & Hernández, 1999).

Entre las ventajas existentes de la fritura al vacío con respecto a la fritura tradicional por mencionar algunas son: temperaturas inferiores por ello se conserva mejor el aroma y el color; protección de la calidad del aceite,

minimiza la formación de compuestos nocivos, reduce la absorción de aceite por el alimento y conserva más nutrientes (Dueik & Bouchon, 2011b).

2.2.3. PRODUCTOS ELABORADOS CON LA TÉCNICA DE FRITURA AL VACÍO

Diamante, Savage, Vanhanen, & Ihns (2012b) y Diamante, Savage, Vanhanen, & Ihns (2012c) en sus estudios de fritura al vacío relacionados con los niveles de maltodextrina, temperatura y tiempo de fritura en rebanadas de durazno señalan que su contenido de humedad se reduce, el cambio de color se da con el aumento de tiempo y temperatura lo mismo que en el contenido de beta-carotenos mientras que disminuye el contenido de aceite con los mismo parámetros de fritura siendo inferior en el nivel medio de maltodextrina y mayor en el nivel inferior de maltodextrina. El contenido de humedad, índice de pardeamiento y la presión de penetración del producto no se ve afectada por el nivel de maltodextrina. Los factores óptimos para procesar rebanadas de durazno al vacío son: temperatura de 100 °C, tiempo 65-72,5 min y un nivel de maltodextrina de 70% debe ser utilizado con el fin de lograr un producto de alta calidad.

Diamante, Savage, & Vanhanen (2012a) en la aplicación de la metodología de superficie de respuesta en rodajas de kiwi de oro fritas al vacío por explica que el contenido de humedad disminuye con el aumento de temperatura y tiempo de fritura contrario a lo que sucede con el índice de coloración, el cambio de color del producto aumenta cuando se eleva la temperatura de fritura. La fuerza de rotura del producto se incrementa cuando se procesa a rango medio de temperatura de fritura y nivel de maltodextrina. Para procesar rodajas de kiwi de oro se debe utilizar temperaturas de 72.0-76.3 °C, tiempos de 35.0-65.0 min durante la fritura y un nivel de maltodextrina de 40% para conseguir productos con humedad aceptable, color y propiedades de textura.

En los cambios estructurales de los plátanos en la fritura al vacío Yamsaengsung, Ariyapuchai, & Prasertsit (2011) indican que las pruebas realizadas para comprobar la mayor expansión mediante la temperatura de 100, 110 y 120 de fritura usando una presión de 8 kPa en 20 min; la que mejor se aplica en este experimento es la de 110 °C sobre los plátanos; la anchura y el espesor del producto se midieron a 0, 5, 10, 15, y 20 min para modelar los cambios dimensionales en función de la relación de humedad. Todas las pruebas realizadas fueron similares en cuanto a evaluaciones sensoriales.

En los análisis realizados por Dueik, Robert, & Bouchon (2010) para comprobar si la técnica de fritura al vacío es una nueva manera de obtener productos saludables tipo snacks señala que en el alimento se redujo el contenido de aceite en casi un 50%, preserva en un 90% de trans α -caroteno y 86% de trans β -caroteno y que además se conservó el color de la zanahoria cruda.

Da Silva & Moreira (2008) realizaron un estudio comparativo entre fritura al vacío y fritura tradicional en camote, vainita, mango, papa y arvejas; en el camote y la vainita se redujo considerablemente el contenido de aceite cuando se utiliza la técnica de fritura al vacío; en cambio en el mango y en la papa nativa se evidenció más aceite que en fritura tradicional. La antocianina contenida en la papa nativa fue más alta que en la fritura tradicional, lo mismo sucedió con el contenido de carotenoides en las arvejas, en los *chips* de mango y en el camote. Sin embargo en sus características organolépticas todas fueron favorables cuando son fritas al vacío.

Fang et al. (2011) utilizaron *yam* púrpura chino en el proceso de fritura para determinar su comportamiento en sus compuestos fenólicos; como pre-tratamiento se usó el proceso de escaldado el cual causó pérdidas de antocianinas (60%), ácidos fenólicos (30-50%) y del total de contenidos fenólicos; comenta que las antocianinas son más vulnerables durante el

escaldado. Además menciona que la tasa de retención de los compuestos fenólicos durante la fritura al vacío fue de 60-69%; concluyendo que esta técnica es buena para el procesamiento de *yam* morado ya que muestra estabilidad de compuestos fenólicos.

En un estudio realizado para determinar la absorción de aceite en *chips* de plátano fritos con recubrimientos comestibles pasados por centrifugación Sothornvit (2011) indica que efectivamente existe una reducción de aceite cuando se utiliza velocidades altas de centrifugación; el producto final es de alta calidad con bajo contenido en aceite.

En filetes de dorada también se realizó análisis de fritura al vacío concluyendo que se obtiene un producto saludable, bajo en aceite y con cualidades organolépticas naturales mejores que cuando se fríen tradicionalmente; esto según (Andrés, García, & Martínez, 2010).

En los *chips* de zanahoria existe reducción de humedad y absorción de aceite debido al alza de temperatura y grado de vacío; el debilitamiento o pérdida de rotura de los *chips* de zanahoria se debe al grado de vacío más no por la temperatura. En otros estudios realizados con cuatro pre-tratamientos (escaldado; escaldado y secado; escaldado y deshidratación osmótica; escaldado, deshidratación osmótica y congelación) se demuestra que existen diferencias en el contenido de agua, grasa y actividad de agua en los *chips* de zanahoria, mientras que en el rendimiento total, contenido de carotenos, vitamina C, color y fuerza de rotura fue la misma en los pre-tratamientos analizados. El patrón de distribución de la grasa depende del contenido inicial de agua y de la estructura del material dejado por la evaporación del agua; esto lo mencionan Fan et al. (2005) y Fan, Zhang, & Mujumdar (2006) en sus publicaciones.

Villamizar, Quiceno, & Giraldo (2011) comprobaron diferencias entre la fritura convencional y al vacío con rodajas de mango a través de un panel técnico. Los resultados muestran que se pierde más vitamina C a presión atmosférica (93,8%) que al vacío (43,2%), la acrilamida también se reduce al 83,14% al vacío. La fritura al vacío tuvo ventajas en cuanto análisis sensoriales, fisicoquímicos y nutricionales presentando mejores características que en el proceso a presión atmosférica. Las condiciones del proceso fueron: a presión atmosférica 175°C de temperatura y 30s y al vacío 110°C y 90s de tiempo de inmersión.

Las donuts son fritas tradicionalmente a una temperatura de 190 °C; pero Tan & Mittal (2006) en los estudios utilizaron tres niveles de vacío (3, 6, y 9 de vacío kPa) con tres niveles de temperatura (150, 165, y 180 °C) para la fritura al vacío. Las rosquillas se vieron afectadas principalmente por el contenido de humedad, los cambios de volumen y color total por la temperatura de fritura, la absorción de aceite por el vacío y temperatura de fritura; la temperatura y el vacío no están directamente relacionados con el contenido final de humedad de donuts; pero sí con la textura. No hubo relación entre el contenido de humedad y contenido de grasa en las rosquillas.

Nunes & Moreira (2009), acotan que en las rebanadas de mango previamente tratadas en maltodextrina, tiempos en deshidratación osmótica, temperaturas de la solución y temperaturas de fritura al vacío, dio como mejor resultado cuando se usa concentraciones de maltodextrina al 65 (w/v) durante 60 min en deshidratación osmótica a 40°C durante un tiempo de fritura de 120 °C. Se conserva mejor el contenido de carotenoides en la fritura al vacío.

Yagua & Moreira (2011) explican que las papas fritas al vacío presentan valores inferiores de grasa que en las papas fritas tradicionales; se observó que en el contenido de aceite y distribución de aceite hubo diferencias

significativas en los experimentos realizados a diferentes temperaturas. La temperatura no influyó en los valores finales de contenido de humedad, densidad aparente, densidad verdadera, porosidad, contracción diámetro, espesor y expansión; pero si en los atributos de calidad.

En un estudio realizado con rodajas de papa previamente tratadas crudas, escaldadas secadas al aire (base seca) y crudas introducidas en una solución de metabisulfito de sodio, Troncoso, Pedreschi, & Zúñiga (2009) evaluaron que en el contenido de aceite, la disminución de color instrumental y los parámetros de textura incrementaron en la fritura al vacío mejorando los atributos sensoriales. Cuanto mayor es la temperatura de fritura aumenta su fuerza de ruptura, dureza y textura crujiente además del oscurecimiento del producto. El mejor color se consiguió en las papas sulfitadas y mejor sabor se obtuvo en las papa fritas sin tratamiento previo (crudas).

Dueik & Bouchon (2011b) mencionan que los consumidores hoy en día están conscientes de que la salud es lo primordial; sin embargo los productos tipo snacks siguen siendo una tendencia importante. Este estudio examinó los parámetros de calidad más importantes de fritura al vacío y atmosféricamente en rodajas de zanahoria, papa y manzana para determinar las ventajas, se trabajó a temperaturas de fritura atmosférica de 160 y 180 °C y fritura al vacío de 98 y 118 °C. Los *chips* fritos al vacío de zanahoria, papa y manzana absorben el 50% y 25% menos cantidad de aceite que cuando se fríen atmosféricamente, los carotenoides totales y ácido ascórbico (AA) se conservaron en gran medida durante la fritura al vacío.

2.2.4. PRODUCTOS ELABORADOS APLICANDO FRITURA AL VACÍO

La aplicación de la fritura al vacío ya se da en países del continente asiático como Vietnam, China, Tailandia y Japón, sus productos ya se encuentran alrededor del mundo con un porcentaje de exportación que va de 81 al 100%. Hay que destacar que China es el país que más productos fabrica tomando en cuenta que la cebolla es uno de ellos. En las Figuras siguientes se presentan los diferentes productos que se elaboran con la técnica de fritura al vacío (Alibaba Group, 2012).



a)



b)



c)



d)

Figura 2.12. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en Vietnam

a) Jackfruit o jaca; b) *Chips* de plátano; c) Mezcla de verduras con papas fritas; d) Semilla de loto fritas al vacío

(Alibaba Group, 2012)

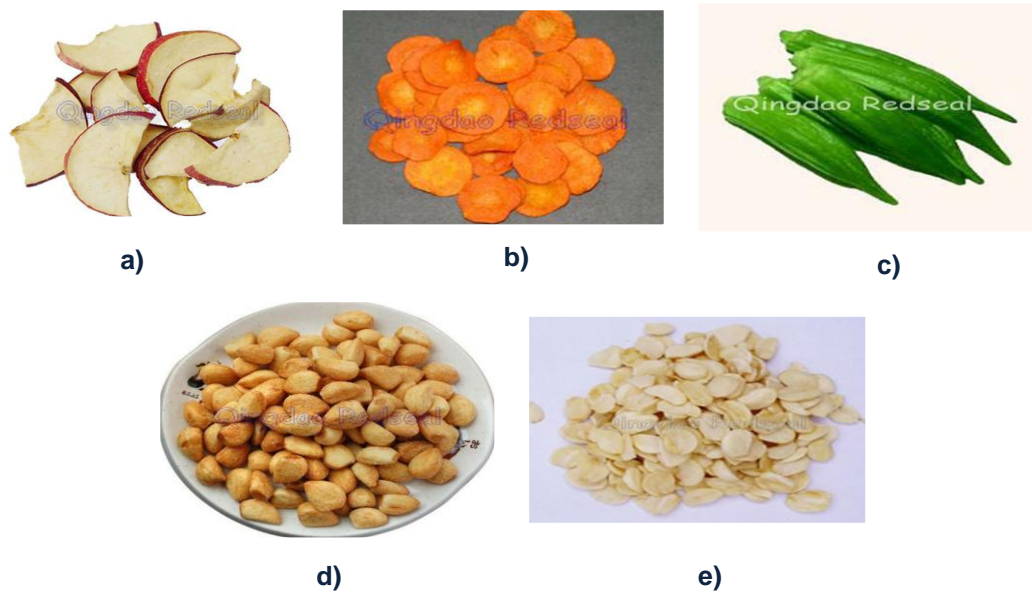


Figura 2.13. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en China

- a) *Chips* de manzana; b) Rebanadas de zanahoria; c) Okra; d) Ajos fritos; e) Copos de ajos fritos (Alibaba Group, 2012)

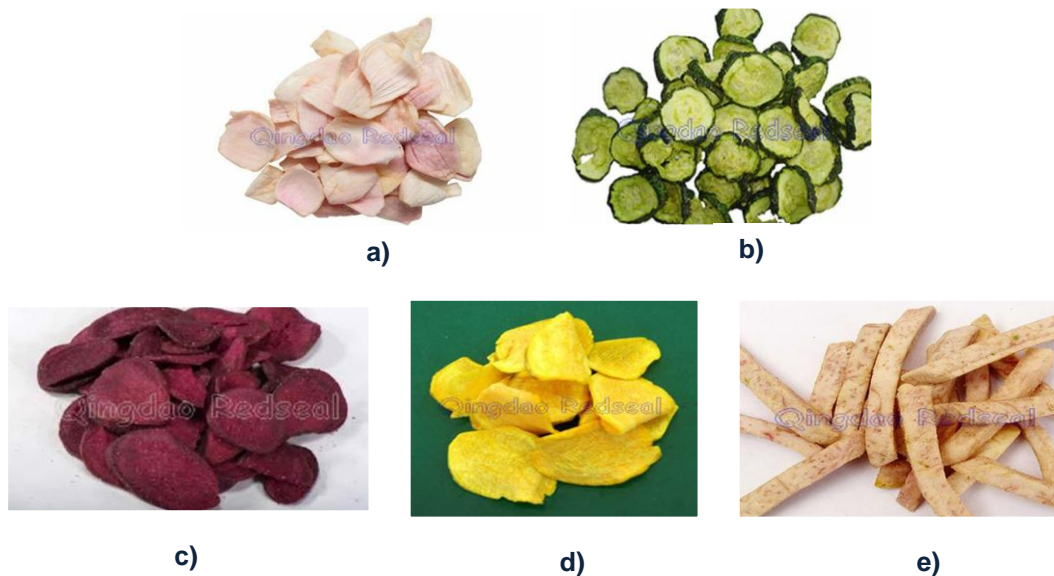


Figura 2.14. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en China

- a) Rodajas de cebollas fritas; b) Rodajas de pepino; c) Rebanadas de papas púrpura dulce; d) Rebanadas de papas; e) Bastones de malanga fritas (Alibaba Group, 2012)

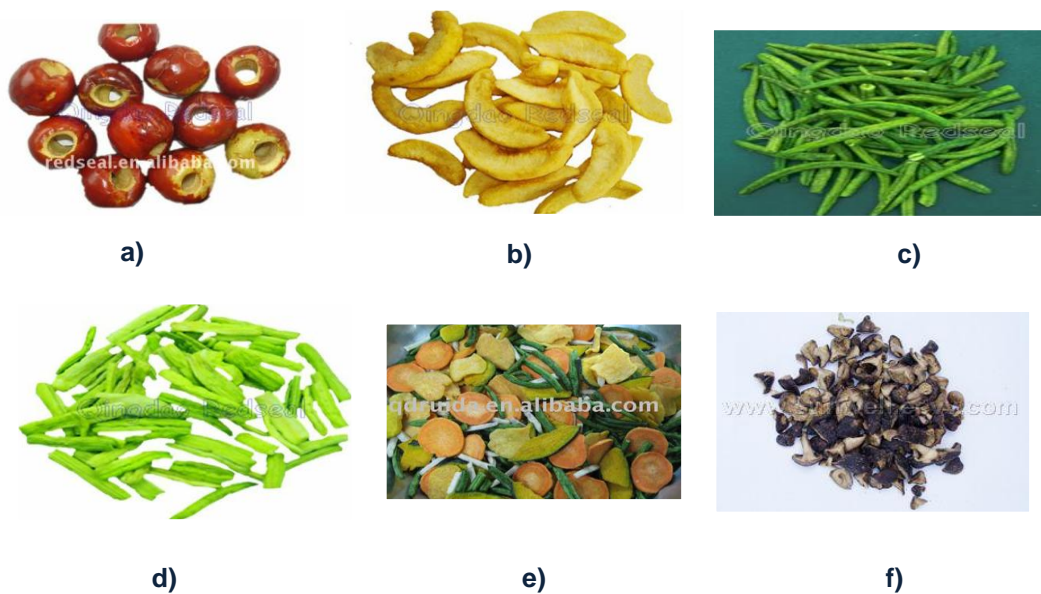


Figura 2.15. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en China

- a) Fechas fritas; b) Melocotones amarillos; c) Hilos fritos; d) Apios fritos; e) Mezcla de vegetales; f) Hongos negros fritos al vacío (Alibaba Group, 2012; Shandong Sunwell Green Food CO., 2011)



Figura 2.16. Productos elaborados industrialmente aplicando fritura al vacío en Tailandia

- a) Piña frita; b) Jaca frita; c) Plátano frito d) Mango frito; e) Okra frita (Alibaba Group, 2012)

2.2.5. PRE-TRATAMIENTO

El escaldo es un tratamiento térmico utilizado para la conservación del alimento; se sumergió la cebolla perla y paiteña en agua a una temperatura 85 – 100 °C durante 1 min; posteriormente fueron bañadas en agua fría a una temperatura de 5 °C durante 2 min y escurridas antes de freír (Vincent, Álvarez, & Zaragoza, 2006).

2.2.6. POST-TRATAMIENTO

La centrifugación se aplica a cualquier alimento que contenga exceso de aceite, para reducirlo por medio de una fuerza centrífuga elevada, este post-tratamiento se utilizó para que exista separación del aceite de la cebolla (Fito, Andrés, Albors, & Barat, 2001).

2.3. ANÁLISIS DE COLOR

El color es una impresión sensorial; es decir, es el resultado de la percepción del mundo que nos rodea a través del órgano de la vista, es por ello que las sensaciones son diferentes para cada ser humano, no existen dos personas que vean los colores del mismo modo; es una apreciación personal e intransferible. Para que podamos percibir el color son necesarias tres cosas; la luz, un objeto y nuestra vista y está determinado por la capacidad de absorción de luz de cada material (Caivano & López, 2004; Carmona, 2006; Konica Minolta, 2008).

El color es utilizado con la intención de que sea más eficaz y funcional la identificación de definiciones, teorema, fórmulas y procedimientos; para crear cierto dinamismo, consistencia y presión con la finalidad de expresar con mayor claridad algunos ejemplos y ejercicios; también permite crear ambientes y estados de ánimo, sirve para enfatizar gráficos, rótulos y paneles informativos (Navarro, 2001; Sullivan, 1998).

Como el color depende de la percepción de cada individuo y este puede observar más de mil colores, es necesario tener instrumentos que permitan medirlo objetivamente usando números, para que en los resultados no exista alguna equivocación (Konica Minolta, 2008). Según el Sistema Munsell los tres términos o dimensiones del color son: Valor o Luminosidad, Choma o saturación o intensidad y Hue o tonalidad.

L^* , a^* y b^* es uno de los espacios más usados especificado por CIE (Comisión Internacional de Comisión) en 1976; es un modelo cromático para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Se abrevia CIELab, la L^* está determinado por la cantidad de luz que un color contiene, va del 0 (negro) al 100 (blanco), varía verticalmente; a^* representa el color rojo (+) y verde (-); b^* significa amarillo (+) y azul (-), estas coordenadas están expresadas en un espacio tridimensional con Croma (Saturación o Intensidad) que mide la cantidad de pigmentos correlacionada con la pureza del color, parte de colores oscuros a vivos, y Hue (Tonalidad) mide el pigmento del color en sí, cambia alrededor de la rueda cromática pasando por el rojo al amarillo y del verde al azul (Carmona, 2006; Konica Minolta, 2008; Valero, 2011).

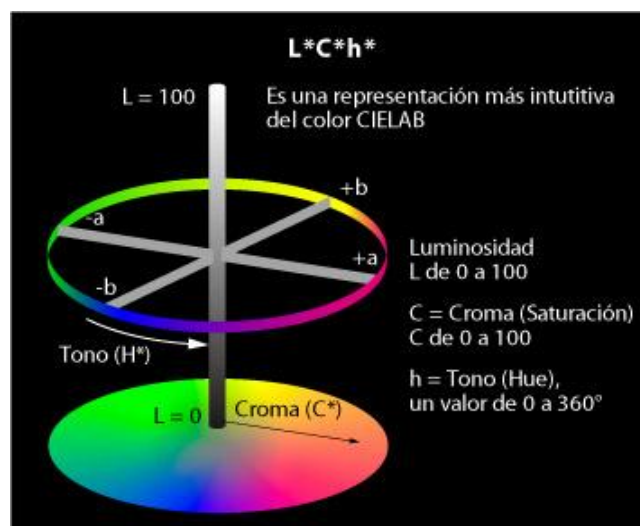


Figura 2.17. Fotografía del espacio del color $L^*C^*h^*$
(Boscarol, 2007)

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Para conseguir los objetivos planteados se planificó el trabajo de la siguiente manera: determinación de las características físico-química de la materia prima y procesada sin pre-tratamientos con un equipo de fritura al vacío en óptimas condiciones para el desarrollo de los *chips* de cebolla (perla y paiteña) con posterior centrifugación para eliminar exceso de aceite, y mediante un análisis sensorial se medirá la aceptabilidad del producto final.

3.1. MATERIA PRIMA

Se utilizó los bulbos secos de cebolla (*Allium cepa L*) perla (o blanca) y paiteña (o colorada), adquiridos en el Mercado local.

3.1.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Para la caracterización física de la cebolla perla y paiteña en estado fresco, se determinó el peso, diámetro y color. El peso de la cebolla en bulbo se realizó con una balanza electrónica, UWE, DM-6000, USA, 2gr. El diámetro ecuatorial se determinó con un calibrador pie de rey. El color se midió con un colorímetro, KONIKA MINOLTA, modelo CR-400, cuyos datos fueron reportados en la escala L* (Luminosidad), a* y b* (coordenadas de cromaticidad) (Valero, 2011).

Para la caracterización química de la cebolla perla y paiteña, en estado fresco se determinó, el contenido de azúcares totales, de sólidos solubles, de humedad y de extracto etéreo.

- Los azúcares totales se determinaron con el método MAL-53/PEARSON, este análisis se realizó en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Central del Ecuador.

- Se determinó el contenido en sólidos solubles, con un brixómetro manual, Modelo REF103/113/103bp, escala 0-32, ± 0.2 °Brix, NTE INEN 380 (INEN, 1985).
- El contenido de Humedad en las cebollas frescas se realizó con el Método A.O.A.C. 934.06 (2005)
- Para el contenido de Extracto etéreo en las cebollas frescas se procedió como lo indica el Método A.O.A.C. 945.18 (2005).

3.2. PROCESO DE FRITURA AL VACÍO

Para proceder a la fritura al vacío de cebolla, se realizaron pruebas preliminares, para verificar la necesidad de aplicar un pre-tratamiento.

3.2.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las cebollas perla y paiteña se cortaron en rodajas transversales, con un espesor de 4 ± 0.4 mm, con una Cortadora eléctrica, marca Aurora FoodSlicer, modelo FS04; luego se desarmó sus capas quedando en forma de aros. Para los diferentes procesos se utilizó 300 g de cebolla en aros.

3.2.2. PRUEBAS PRELIMINARES

Se procedió a escaldar los aros de cebolla fresca, para esto se sumergió los 250 g de muestra en 4 L de agua a ebullición (90 °C), por 1 min y enseguida se enfrió con agua potable fría. Se escurrió e inmediatamente se colocaron en el sistema de fritura al vacío del Centro de investigación de Alimentos de la UTE. También se frieron muestras sin escaldar, para poder comparar el efecto del escaldado en la textura y aspecto visual.

Para determinar el tiempo y la temperatura de fritura utilizados, se tomó como referencia otros trabajos previos, cuyos valores se indican en la Tabla 3.1.

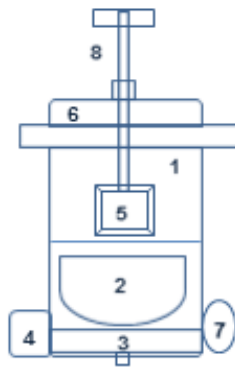
Tabla 3.1. Tiempos y temperatura de fritura al vacío en aros de cebolla con la técnica del escaldo y sin escaldar.

Tiempo de fritura al vacío (s)	Temperatura de fritura (°C)
600	110 ± 5
900	

3.2.3. FRITURA

Para la fritura al vacío se utilizó el equipo descrito en la Figura 3.1, y se procedió con el proceso indicado en la Figura 3.2., manteniendo una presión absoluta de 7.72 kPa, la temperatura del aceite a 100 ± 5 °C y posterior centrifugación (sin romper el vacío) a 1806 rpm durante 5 min.

Se procesó 300 g de cebolla perla cortada en aros, para cada uno de los diferentes tiempos de fritura al vacío: 180, 360, 540, 720, 900 s; de igual manera se procesó 300 g de cebolla perla y paiteña para tiempos de fritura al vacío de 720 y 900 s seleccionados; se utilizó 13 L de aceite de origen vegetal, DanolinFri 3317.



- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1: Cámara de vacío | 5: Porta muestras |
| 2: Aceite | 6: Tapa del sistema de vacío |
| 3: Placa de calentamiento | 7: Bomba de vacío |
| 4: Control de T y P. | 8: Motor |

Figura 3.1. Diagrama del equipo de fritura al vacío



Figura 3.2. Esquema del proceso para la obtención de *chips* de cebolla aplicando fritura al vacío

También se procesó 50 g de aros de cebolla por fritura convencional, cortados de igual manera que para fritura al vacío; en una freidora doméstica, Betty “G”, Modelo CF53 a una temperatura de 150 °C, por un tiempo de fritura de 480 s a presión atmosférica (71.15 kPa).

3.2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL PRODUCTO FRITO

Los aros fritos de cebolla (*chips*), se pesaron y se midió el color. También se realizó la determinación del contenido de humedad y extracto etéreo, con los métodos indicados en el numeral 3.1.1.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de los resultados obtenidos en los diferentes procesos se analizaron considerando que se aplicó un diseño experimental AxB, siendo los factores los tiempos de fritura (720 y 900 s), la variedad de cebolla (perla y paiteña) y como variable de respuesta el contenido de humedad y extracto etéreo, para lo cual se aplicó ANOVA Multifactorial, un diseño unifactorial, para análisis de color (L^* , a^* , b^* , HUE y Cromo), en el cual se aplicó ANOVA Simple y un diseño de bloques para la aceptabilidad del producto final; en la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple LSD y un nivel de confianza del 95% utilizando el programa STHATGRAPHICS Centurion.

3.4. ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Para determinar la aceptabilidad sensorial global de los *chips* de cebollas, se utilizó una escala hedónica del 1 al 5; en donde 1 significa me disgusta mucho, 2 me disgusta, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 me gusta y 5 me gusta mucho; cuyo formato se presenta en el Anexo 1, este estudio se realizó con 100 posibles consumidores, a cada uno se le entregó 3 g aproximadamente de producto por vez (perla y paiteña).

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Se aplicó la metodología descrita en el numeral 3.1 para determinar las características físicas y químicas de la cebolla en bulbo (*Allium cepa L.*): perla (blanca) y paiteña (morada) y cuyo resultado se presentan en las Tablas 4.1. y 4.2.

Tabla 4.1. Caracterización física de la cebolla perla y paiteña fresca

Parámetro	Unidad	Cebolla (<i>Allium Cepa L.</i>)
Peso	gr	177.33±39.55
Diámetro ecuatorial	cm	7.09±0.78

Xm±DS; n= 14

El peso está dentro de establecido en la ficha técnica de la cebolla y el diámetro corresponde al TIPO II (mediano) según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 748.

Tabla 4.2. Caracterización química de la cebolla perla y paiteña fresca

Parámetro	Unidad	VARIEDAD	
		Cebolla Perla	Cebolla Paiteña
Humedad	%	89.74±0.52	90.77±0.06
Grasa	%	0.49±0.15	0.62±0.11
Sólidos Solubles	°Brix	7.55±0.90	7.90±0.57
Contenido de azúcares totales*	%	5.26	5.61

Xm±DS; n=6, *n=1

Los valores reportados de humedad, extracto etéreo, sólidos solubles y contenido de azúcares totales en estado fresco de las cebollas; los resultados obtenidos son semejantes a los reportados en la composición química de la cebolla apartado 2.1.3 y por Mallor (2008) en sólidos solubles.

4.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE *CHIPS* DE CEBOLLA

4.2.1. PRUEBAS PRELIMINARES DE FRITURA

4.2.1.1. Escaldado como pre-tratamiento

El tratamiento utilizado previamente a la fritura al vacío fue el escaldo y se observaron los cambios que sufrieron las características organolépticas de la cebolla.

El proceso de escaldado se realizó de acuerdo a las condiciones indicadas en la metodología, apartado 3.2.3.

Se realizaron pruebas con escaldado y sin escaldado para observar las diferencias en las características de textura, color, y sabor tal como se indica en el Anexo 2. Se encontró que:

- / Las cebollas sin escaldar obtuvieron mejor crocancia y un color menos intenso comparadas con las cebollas escaldadas ya que perdían su textura consiguiéndose blandas y grasosas y el color se desvanecía en la fritura.

4.2.2. CINÉTICA DEL COLOR DE LA CEBOLLA PERLA DURANTE EL PROCESO DE FRITURA AL VACÍO

Se realizó pruebas de fritura con tiempos de 180, 360, 540, 720 y 900 s a una temperatura de 100 °C y a una presión absoluta de 7,72 kPa para determinar las mejores características de color en L*, a*, b*, HUE y Croma; de humedad y de extracto etéreo en los ensayos preliminares.

El valor (Luminosidad L*) que muestra de Figura 4.1 disminuye conforme aumenta el tiempo de fritura excepto a los 360 s que fue donde alcanzó mayor luminosidad o brillo; esta disminución se debe al pardeamiento no enzimático de la cebolla debido a la fritura; Reis, Ramos, Regazzi, Minim, & Stringueta (2006), presentan una tendencia similar en su trabajo con mango.

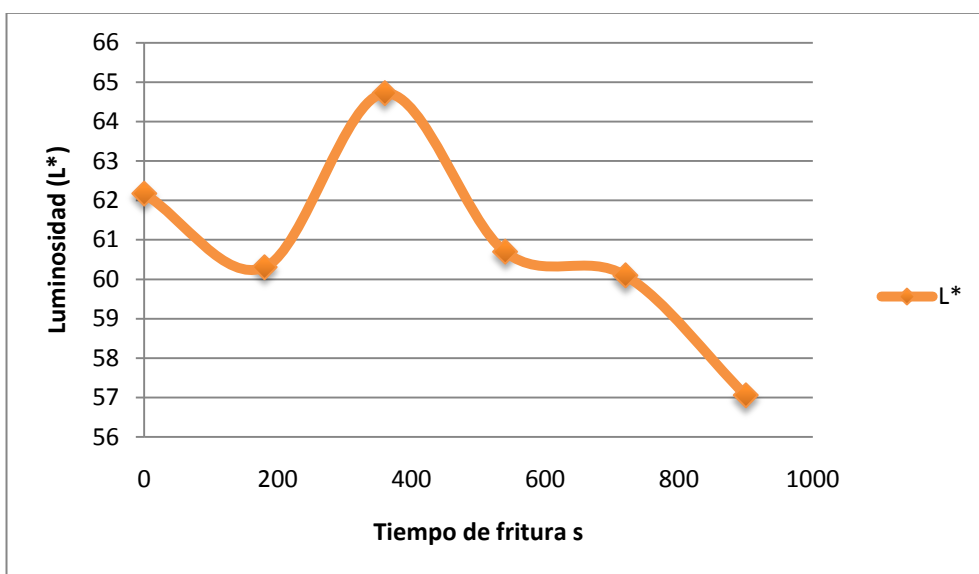


Figura 4.1. Coordenada de L* (Luminosidad) de la cebolla perla en el tiempo de fritura

La transición del color de la cebolla indica valores negativos en la Figura 4.2, el -a* significa variación de la intensidad del verde indicado en la escala de cromaticidad del plano cartesiano; presenta un mayor incremento a los 900 s de fritura.

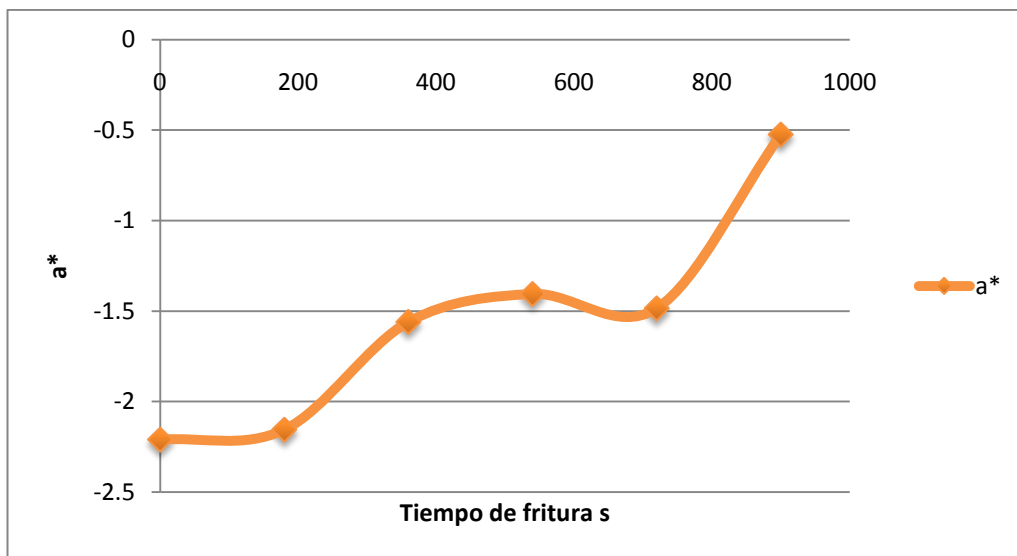


Figura 4.2. Coordenada de a^* (Intensidad del verde) de la cebolla perla en el tiempo de fritura

La tendencia creciente en la Figura 4.3 de la coordenada de b^* en tonalidad amarilla definida así en la escala de cromaticidad para valores positivos, aumenta conforme aumenta el tiempo de fritura.

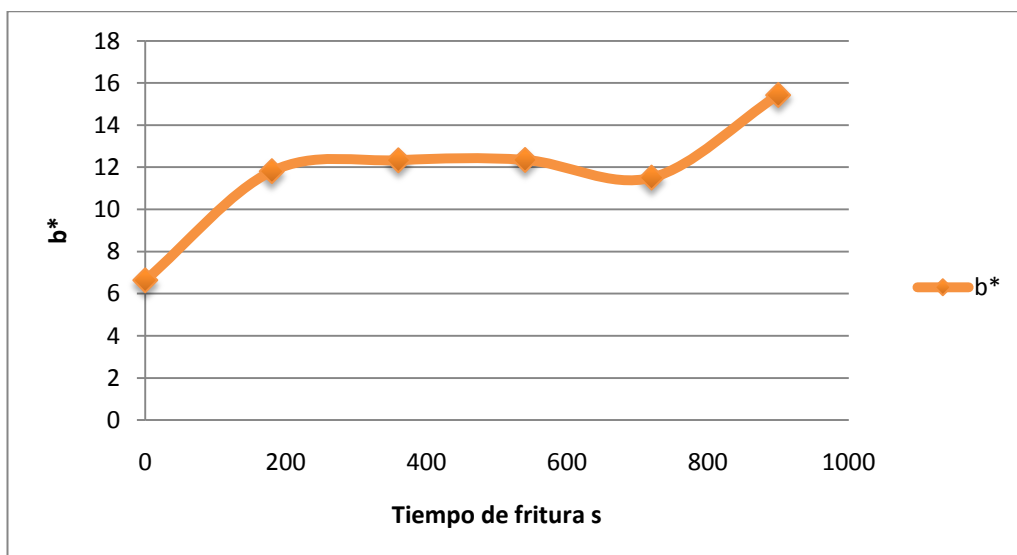


Figura 4.3. Coordenada de b^* (Intensidad del amarillo) de la cebolla perla en el tiempo de fritura

Hue es el factor que mide el ángulo de tono, con una variación que va de 108° a 92° en la cebolla perla representando el matiz amarillo, anunciando que mientras aumenta el tiempo de fritura Hue disminuye, presentado en la Figura 4.4, este factor esta intrínsecamente relacionado con las coordenadas de a^* y b^* .

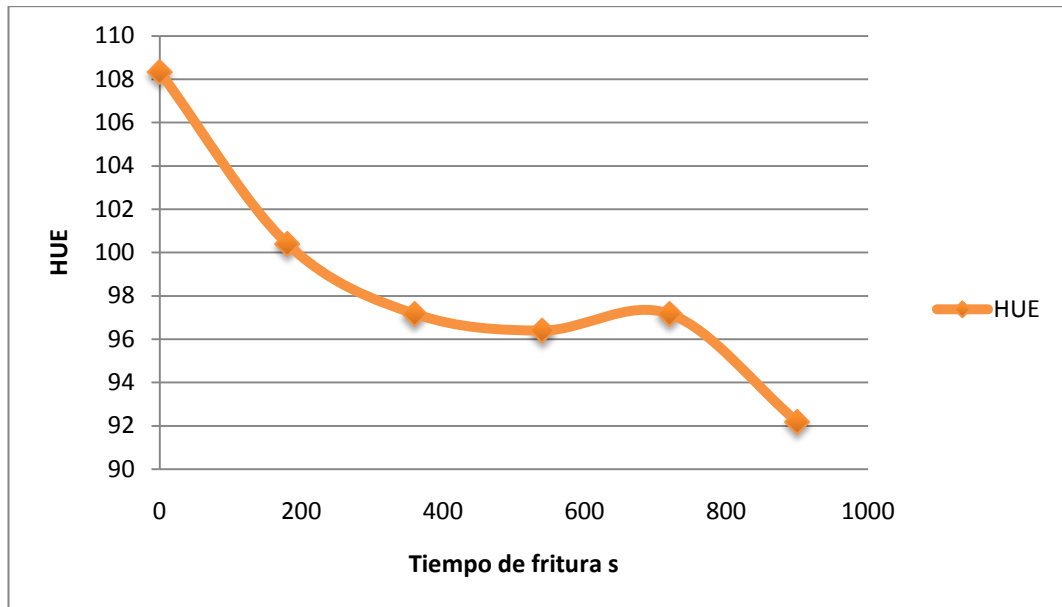


Figura 4.4. HUE (Tonalidad) de la cebolla perla en el tiempo de fritura

Si observamos las Figuras 4.3 y 4.5 se encuentra que tienen la misma representación ascendente, indicando tendencia al amarillo, con un mínimo de intensidad o saturación de 7 en cebolla fresca y con un máximo de saturación de 15 a 900 s de fritura, presentando la evolución de un color oscuro a uno más claro habiendo una diferencia de 8 puntos en pureza del color.

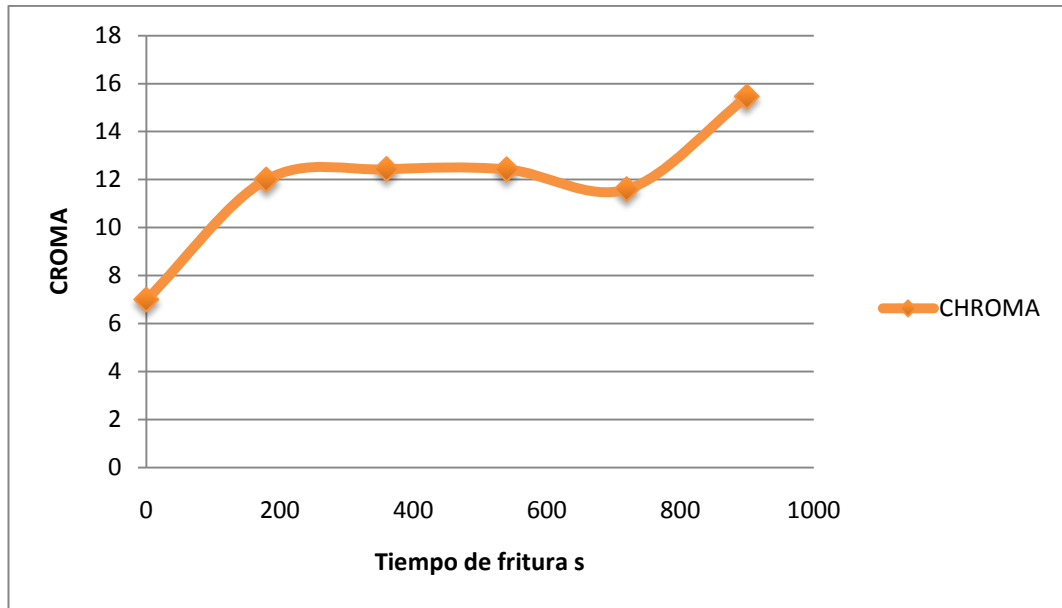


Figura 4.5. Croma (Intensidad) de la cebolla perla en el tiempo de fritura

Las tendencias presentadas en las Figuras 4.1, 4.2, 4.3 son las mismas que presenta Krokida, Oreopoulou, Maroulis, & Marinos-Kouris (2001) en su estudio de los cambios del color de la fritura en papa, los valores expresados en esta publicación tienen mayor luminosidad que las cebollas, en las coordenadas de a^* y b^* adquiere valores menores y mayores respectivamente; es decir más claros, que los formulados en la cebolla perla.

Los resultados expresados por Cortés & Chiralt (2008) en los cambios de color en manzana deshidratada, concuerdan con los valores y tendencias que la cebolla perla presenta en un rango de 65 a 55 de L^* , de -0.525 a -2.21 en a^* y HUE de 108° a 92° , no presentan la misma tendencia de b^* y Croma; pero existe cierta similitud entre estos dos factores como lo presenta la cebolla perla.

4.2.3. CINÉTICA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y EXTRACTO ETÉREO DE LA CEBOLLA PERLA DURANTE EL PROCESO DE FRITURA AL VACÍO

Los resultados obtenidos en el contenido de humedad en *chips* de cebolla aplicando el método descrito en el apartado 3.2.4, se representa en la Figura 4.6.

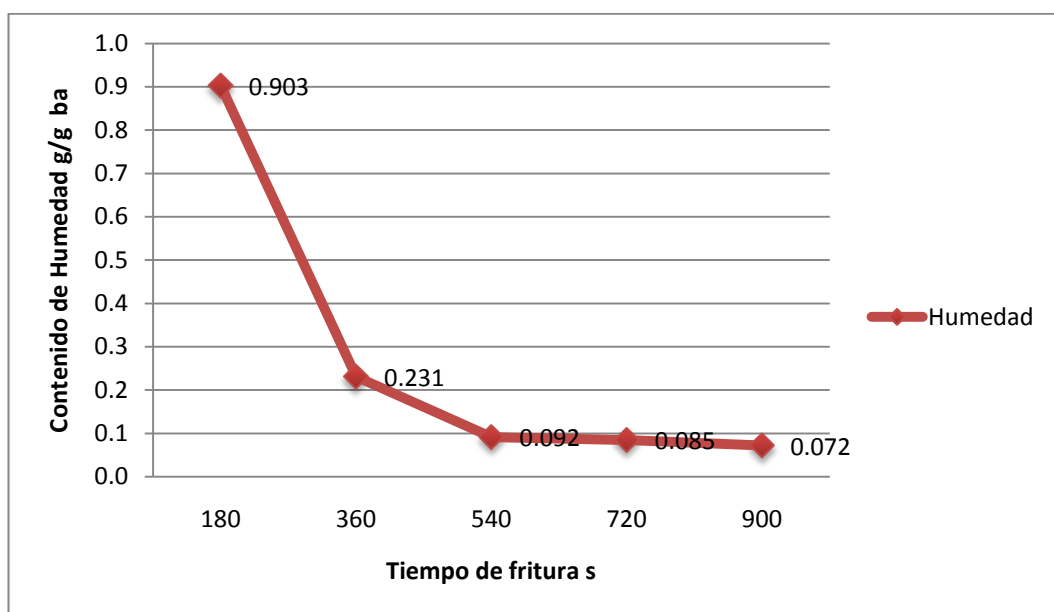


Figura 4.6. Contenido de humedad durante el proceso de fritura al vacío en aros de cebolla perla

Las cebollas fritas a diferentes tiempos muestran un descenso en el contenido de humedad; en principio la humedad baja drásticamente con el tiempo de fritura (Tarmizi & Niranján, 2010), de 0.903 a 0.231 en los primeros 360 s, hasta que existe una reducción gradual obteniéndose datos similares en los últimos tres periodos. La figura 4.6 muestra una tendencia decreciente con el tiempo de fritura pero empieza a estabilizarse a partir de los 540 s.

Los valores obtenidos en el contenido de extracto etéreo en *chips* de cebolla aplicando el método descrito en el apartado 3.2.4, se indica en la Figura 4.7, indicando una tendencia creciente.

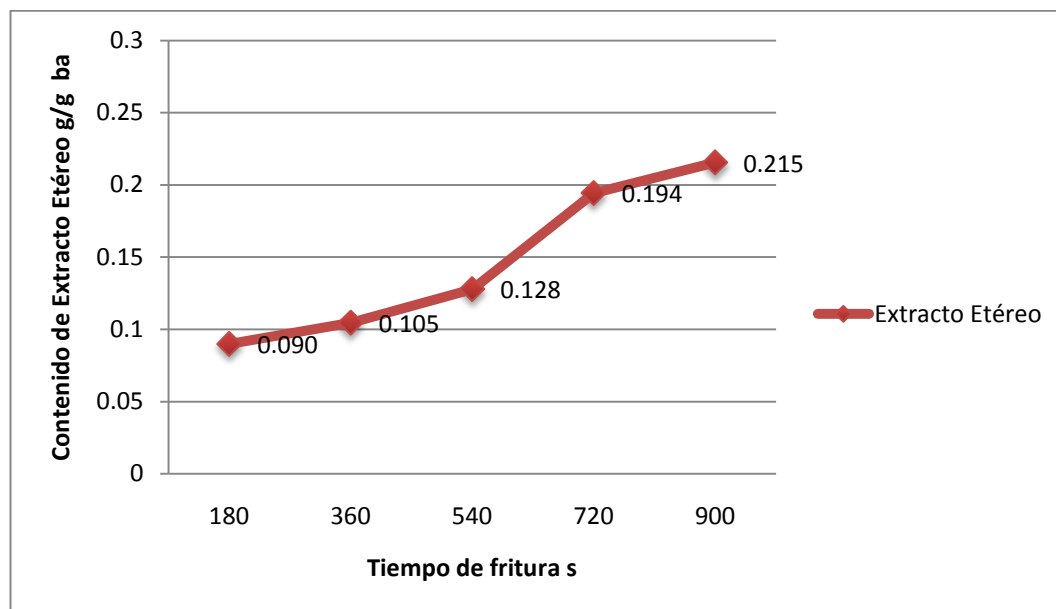


Figura 4.7. Absorción en el contenido de aceite durante el proceso de fritura al vacío en aros de cebolla perla

El contenido de extracto etéreo se incrementa conforme aumenta el tiempo de fritura; la transferencia de aceite es del 34% de 540 a 720 s; y adquiere el 58% de absorción de 180 a 900 s de fritura en aros de cebolla.

Las tendencias que presentan las Figuras 4.6 y 4.7 en agua y aceite son similares a los publicados por Fan et al. (2005), Garayo & Moreira (2002), Song, Zhang, & Mujumdar (2007) y Tan & Mittal (2006).

Los tiempos de fritura de la cebolla perla de 720 y 900 s presentaron mejores características organolépticas; las cuales se utilizaron para la determinación de siguientes análisis.

4.3. ANÁLISIS QUÍMICOS

4.3.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

El promedio de los valores obtenidos en *chips* de cebolla perla y paiteña en el contenido de humedad, se encuentran en la Figura 4.8.

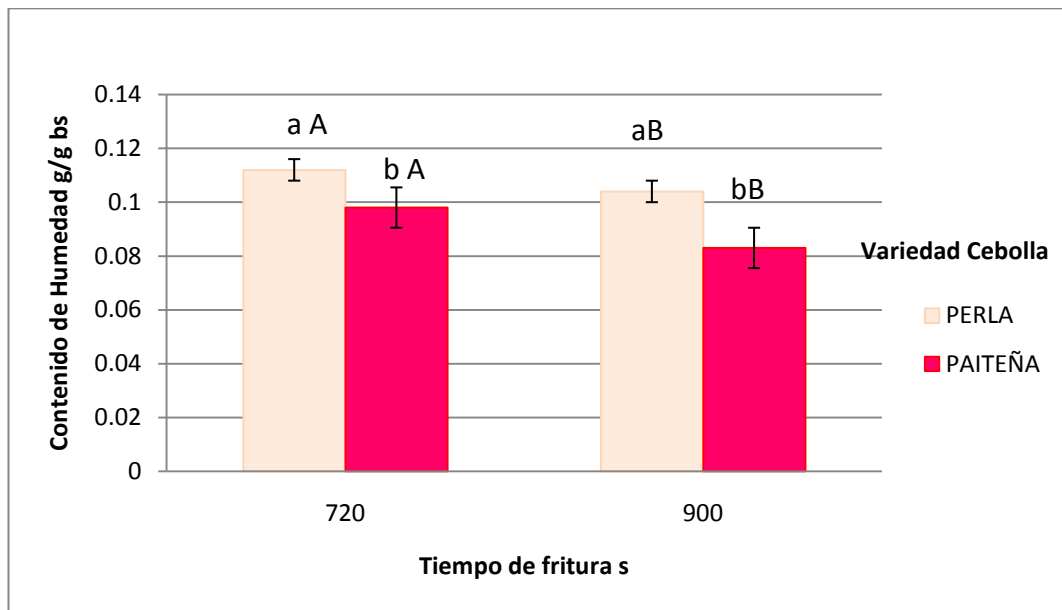


Figura 4.8. Contenido de humedad en la cebolla perla y paiteña en dos tiempos de fritura al vacío

Letras minúsculas en diferente variedad de cebolla y letras mayúsculas en diferente tiempo de fritura, indican que existen diferencias estadísticamente significativas con un LSD de 0.0082

Los resultados que muestra la Figura 4.8 indica que existen diferencias significativas en los tiempo de fritura al vacío; tanto la cebolla perla como la paiteña fritos al vacío a 900 s obtuvieron menor contenido de humedad comparados con los aros de cebolla fritos a 720 s a la misma temperatura y presión. Teniendo en cuenta que mientras menor sea el contenido de agua en el alimento mayor tiempo de vida útil tendrán los *chips* elaborados y por lo tanto mantendrán sus características iniciales, brindando un producto de

calidad; se eligió los tratamientos con menor contenido de humedad en las diferentes variedades.

El promedio en el contenido de humedad de los *chips* de cebolla fueron de 0.104 y 0.083 g/g bs para perla y paiteña respectivamente, los resultados de los tratamientos elegidos son mayores a los expuestos por Fan et al. (2005) en su estudio de *chips* de zanahoria fritos al vacío con una humedad de 0.05 kg/kg bs a 100 °C por un periodo de fritura de 15 minutos; pero son menores comparados con los valores que Song et al. (2007) expone en su publicación en *chips* de papas, en donde su contenido de humedad es de 0.20 kg/kg bs fritos a 100 °C durante 20 min; sin embargo, en un estudio realizado de tomate de árbol por Montero (2008), el contenido de humedad en fritura al vacío durante 15 min varía de 0.06 a 0.11 g/g en base seca, estos resultados son afines con los valores reportados de humedad en las cebollas.

La pérdida de humedad que existe de 720 a 900 s en las cebollas fritas al vacío perla y paiteña es del 7.14% y 15.31% respectivamente; la comparación indica que existe una disminución considerable de agua en el producto, llevándose a cabo un proceso de deshidratación. Al mismo tiempo hay que señalar que entre las dos variedades, la cebolla perla contiene el 20% más agua respecto a la cebolla paiteña que presenta menor reducción en contenido de humedad.

4.3.2. CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO

El promedio de los valores obtenidos en *chips* de cebolla perla y paiteña en el contenido de extracto etéreo, se presenta en la Figura 4.9.

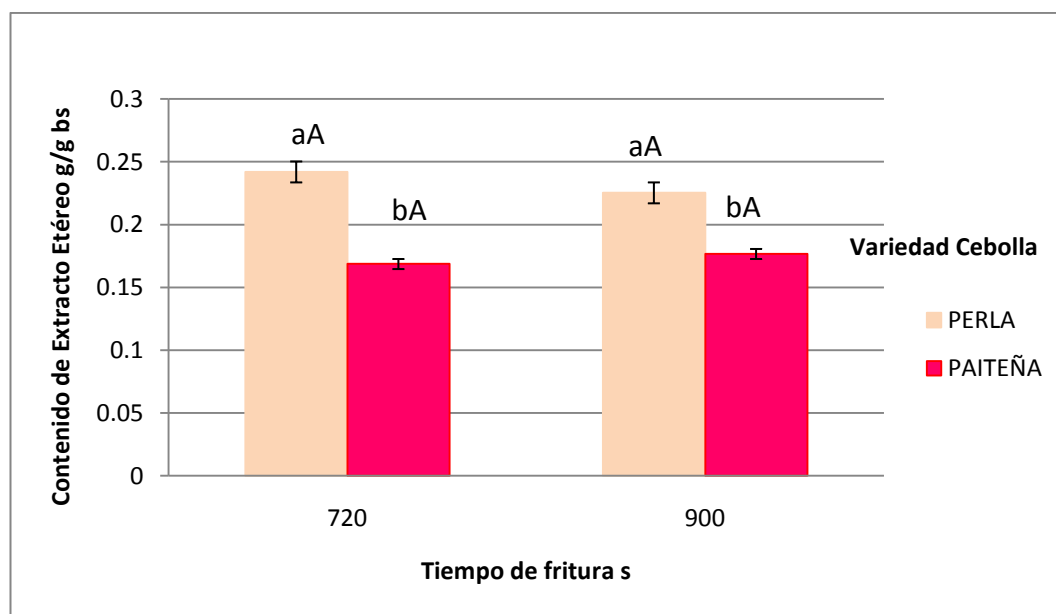


Figura 4.9. Contenido de extracto etéreo en la cebolla perla y paiteña en dos tiempos de fritura al vacío

Letras minúsculas en la misma variedad de cebolla y letras mayúsculas en el mismo tiempo de fritura, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas con un LSD de 0.07125

Los resultados obtenidos del extracto etéreo, demuestran que no existen diferencias significativas en los distintos tiempos de fritura al vacío para cada variedad; no obstante existen diferencias significativas comparando la cebolla perla con la paiteña. Como producto final se eligió los *chips* fritos al vacío a 900 s.

Las cebollas perla y paiteña fritas a una temperatura de 100 °C por un periodo de tiempo de 900 s y a una presión absoluta de 7.72 kPa obtuvieron un contenido extracto etéreo del 0.225 y 0.177 g/g en base seca respectivamente; estos valores concuerdan con Shyi-Liang & Sun Hwang (2011) en *chips* de zanahoria, presentando un valor de 0.21 kg/kg bs en condiciones de fritura de 110 °C en 24 min, sin embargo los valores de cebolla son menores a los reportados por algunos autores como Garayo & Moreira (2002) en *chips* de papas, donde obtienen 0.359 Kg/kg bs en fritos a 118°C, 9.88 kPa, 600 s, lo que significa que las cebollas presentaron menor contenido en aceite entre el 37 y 50%, Fan et al. (2005) también presenta valores superiores en *chips* de zanahoria con un contenido en grasa del 0.4 kg/kg bs a 100 °C, 900 s a 0.08 MPa, dando como resultado el 43 y 55% menos en grasa en cebolla perla y paiteña respectivamente y Song et al. (2007) reportó su contenido de grasa en *chips* de papas de 0.31 kg/kg bs durante 15 min de fritura a 100 °C, lo que implica que las cebollas tuvieron el 27 y 42% menos contenido en grasa. Asimismo la diferencia en la absorción de aceite entre las dos variedades radica en un 21% con mayor contenido en la cebolla perla.

4.3.3. ANÁLISIS DE COLOR

El color es uno de los factores determinantes en la calidad del producto y se midió de acuerdo a lo mencionado en el apartado 3.2.4.

En las figura 4.10 y 4.11 se presentan las coordenadas CIE L*a*b*, HUE (tono) y Croma (intensidad), utilizadas para medir el color. Obteniéndose los siguientes resultados.

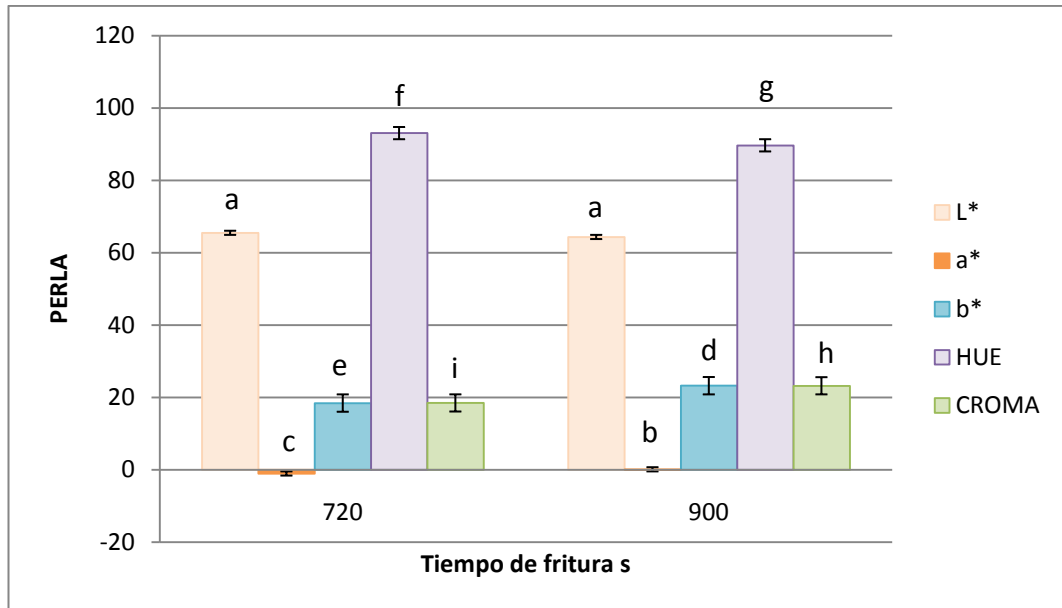


Figura 4.10. Análisis del color en la cebolla perla

Letras diferentes para cada factor (L*, a*, b*, Hue y Cromo) en tiempos diferentes indica que existe diferencias mínimas significativas con un valor de LSD: L* 6.1176, a* 0.7955, b* 2.9112, HUE 2.1613, Cromo 2.9265.

Según la Figura 4.10, en L* no existe diferencias mínimas significativas por tener 65 y 64 de brillo, en cuanto a las coordenadas a* b* presentan diferencias habiendo un incremento del 12 y 20% por efecto del tiempo de fritura, Hue varía de 93 a 89 ° en tonalidad amarilla y croma presenta una diferencia de 5 puntos siendo más oscuras aquellas cebollas fritas a 720 s.

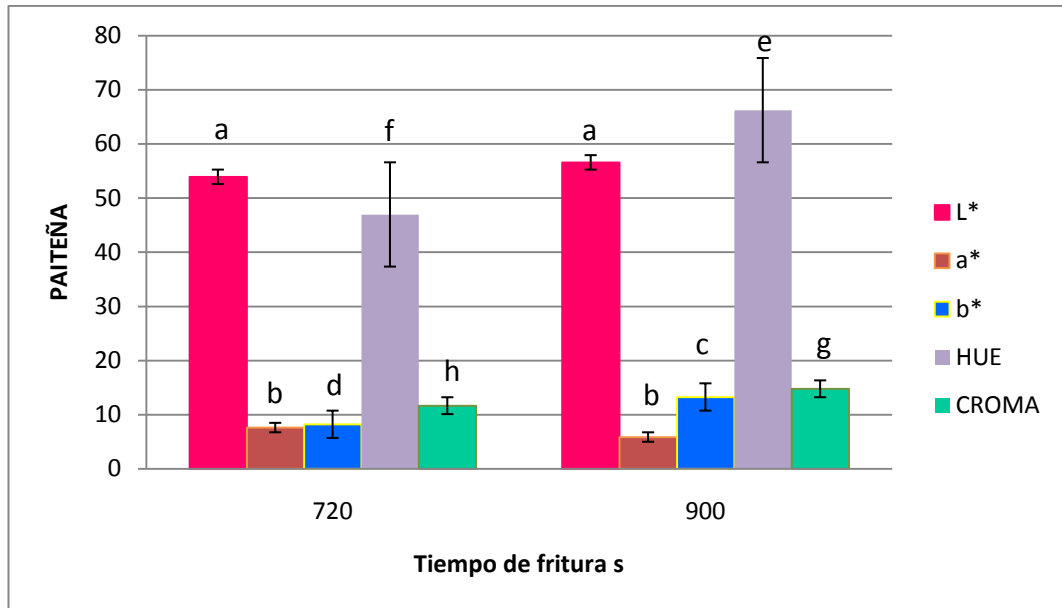


Figura 4.11. Análisis del color en la cebolla paiteña

Letras diferentes para cada factor (L*, a* y b*) en tiempos diferentes indica que existe diferencias mínimas significativas con un valor de LSD: L* 7.7421, a* 3.7016, b* 2.6507, HUE 19.0142, Cromo 1.6968.

En la cebolla paiteña como lo indica la Figura 4.11 no presenta diferencias mínimas significativas en L* y a* en una escala de 0 a 100, representa el 55 en brillo y a* la variación de rojo en 6; b*, HUE y Cromo en cambio presentan diferencias mínimas significativas obteniéndose mayores valores aquellas cebollas fritas a los 900 s, b* presenta colores más claros a los 900 s, existe una diferencia de 20° en HUE en un rango de 46 a 66° de tonalidad rojo y cromina presenta mayor oscurecimiento a los 720 s de fritura.

4.4. ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Los aros de cebolla perla y paiteña fueron evaluados sensorialmente en una aceptación global de todos los atributos en una escala hedónica de 5 puntos; en donde 1 significa me disgusta mucho y 5 me gusta mucho. El promedio de la evaluación sensorial se presenta en la Figura 4.12.

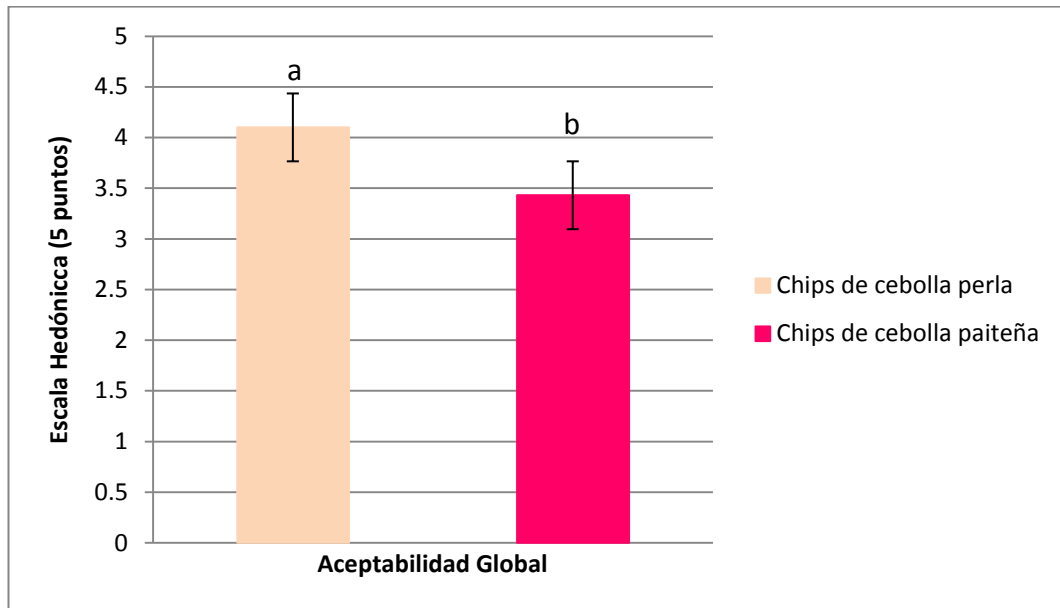


Figura 4.12. Evaluación sensorial en Aceptabilidad Global en *chips* de cebolla perla y paiteña

Letras diferentes en *chips* de cebolla perla y paiteña representa diferencia mínima significativa y valor de Tukey = 0.224135

En el análisis estadístico de la Figura 4.12. indica que existe diferencia mínima significativa; las dos muestras fueron sometidos al mismo tiempo de fritura (900 s), temperatura (100 °C) y presión absoluta (7.72 kPa); de esta manera la cebolla perla y paiteña obtuvieron una calificación de 4.1 y 3.4 respectivamente, la primera les gusta mucho y la segunda ni les gusta ni les disgusta; la variedad elegida por los participantes en la evaluación sensorial global de todos los atributos fue la cebolla perla; los cuales indicaron que

tiene menor olor a cebolla, el color es llamativo, presenta un sabor dulzón agradable, mejor crocancia y apariencia.

La cebolla paiteña se caracteriza por su olor, elevada capacidad antioxidante y pungencia o picor; el sabor dulce se percibe cuando la cebolla tiene valores bajos en pungencia o picor, de ahí la diferencia con la cebolla perla que es más dulce y por ende menos picante (Mallor, 2008).

4.5. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

De las Figuras 4.8 y 4.9, se escogió como mejor tratamiento aquel que tiene bajo contenido de humedad y extracto etéreo, de acuerdo al diseño experimental los resultados indican que en las distintas variedades las cebollas se deben fritas al vacío a los 900 s a una temperatura de 100 °C con una presión absoluta de 7.72 kPa para obtener *chips* con mejores características organolépticas. Los resultados se detallan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Mejor tratamiento en contenido de humedad y extracto etéreo en cebolla perla y paiteña

Variedad	Tratamiento	% Humedad (bh)	% Extracto etéreo (bs)
Cebolla Perla	900 s de fritura al vacío	9.21±0.45	22.68±3.27
Cebolla Paiteña		7.42±0.58	17.87±4.53

Xm±DS; n= 6

La Tabla 4.3 indica los valores que obtuvieron los aros de cebolla para el contenido de humedad y extracto etéreo como producto final en las dos variedades.

4.6. COMPARACIÓN ENTRE FRITURA CONVENCIONAL Y FRITURA AL VACÍO

4.6.1. REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE EN CHIPS DE CEBOLLA PERLA Y PAITEÑA

En los apartados 3.2 y 3.5 de la metodología se explica el procedimiento de la fritura al vacío y fritura convencional, los resultados arrojados en el contenido de extracto etéreo de cada técnica y la comparación entre sí con las dos variedades se expresa en la Figura 4.13.

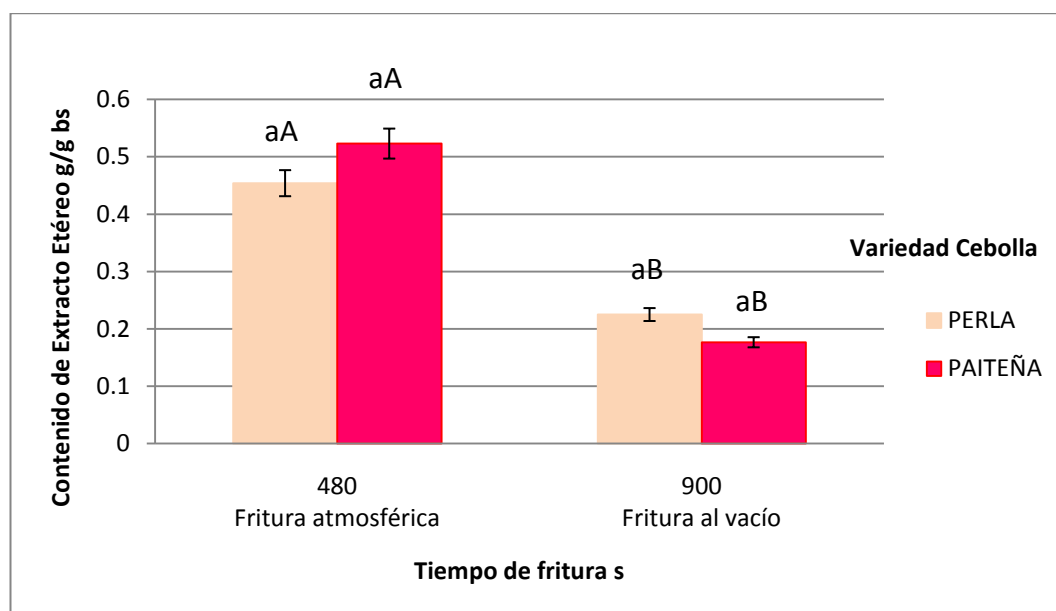


Figura 4.13. Contenido de extracto etéreo entre la fritura tradicional vs. fritura al vacío

Letras minúsculas y mayúsculas en el mismo tiempo de fritura, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas con un LSD de 0.044.

Como se puede observar existe una pérdida considerable de aceite en la fritura al vacío; los valores indican que en la cebolla perla la fritura convencional registra el 0.454 g/g bs y en fritura al vacío el 0.225 g/g bs lo

que quiere decir existe una reducción del 50% de aceite; en la cebolla paiteña sucede lo mismo ya que en la fritura convencional reporta un valor de 0.523 g/g bs y en la fritura al vacío nos da un valor de 0.177 g/g bs representando un porcentaje del 65% menos contenido en grasa.

Estos resultados se apoyan en similares estudios como Garayo & Moreira (2002), Mariscal & Bouchon (2008) y Villamizar et al. (2011) en los cuales mencionan que en los pasabocas de mango existe una reducción de grasa del 55% al vacío, procesados a 110 °C por 90 s al vacío y 175 °C por 30 s en fritura tradicional; las rodajas de manzana fritas al vacío absorben menos del 50% del aceite que cuando son fritos convencionalmente y en *chips* de papas los parámetros de vacío fueron 118 °C, 9.88 kPa, 600 s obteniendo un contenido en grasa del 35.90% base húmeda y fritura convencional 165 °C, 101.35 kPa por 300 s con un contenido en grasa de 66.20% base húmeda, dando como resultado una reducción de aceite al vacío del 45%. Otros autores que realizaron la misma comparación fueron Andrés et al. (2010) en filetes de dorada, los resultados obtenidos para la fritura al vacío fueron de 0.18 g/g realizados a una temperatura de 100 °C por 10 min y en fritura convencional de 0,27 g/g a 165 °C habiendo una reducción en el contenido de aceite de casi el 35% en fritura al vacío, también se realizó en camote y vainita reportados por Da Silva & Moreira (2008) en donde se redujo el 24 y 16% respectivamente.

La tendencia de alimentos saludables tipo snacks hoy en día están en auge en el mercado, los estudios mencionan que la fritura al vacío es una técnica viable para desarrollar productos novedosos con bajo contenido de aceite, pues en las características existen ventajas como la preservación o retención de color ya que en la fritura convencional tienden a oscurecerse más; las bajas temperaturas y bajo contenido de oxígeno durante el proceso ofrecen alta calidad en el producto (Andrés et al., 2010; Da Silva & Moreira, 2008; Dueik & Bouchon, 2011a, 2011b).

La diferencia de colores entre la fritura convencional vs. la fritura al vacío se presenta en el Anexo 3 en donde claramente se puede observar el oscurecimiento de los *chips* de cebolla fritos tradicionalmente a los 480 s, mientras que las cebollas fritas al vacío conservan su color aún a los 900 s tanto perla como paiteña.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las dos variedades de cebolla, en estado fresco, presentaron un contenido de humedad de alrededor del 90%, de extracto etéreo del 0.49 y 0.62%, de sólidos solubles del 7.55 y 7.90 °Brix y de azúcares totales del 5.26 y 5.61% para perla y paiteña respectivamente.
- En la cinética del contenido de humedad de la cebolla perla, se observó que, mientras mayor es el tiempo de fritura, menor es el contenido de humedad; contrario a lo observado en la cinética del extracto etéreo, en donde a un mayor tiempo de fritura, mayor es el contenido de aceite; al final del tiempo de fritura la humedad disminuyó en un 92% y el porcentaje de extracto etéreo aumentó en un 97% en relación a la cebolla fresca.
- Las condiciones con las que se obtuvo los *chips* de cebolla perla y paiteña, aplicando fritura al vacío fueron a una temperatura de 100 ± 5 °C, una presión de 7,7 kPa y el tiempo de 900 s.
- Los *chips* de cebolla fritos al vacío a 900s presentaron disminución en el contenido de humedad de 7% en cebolla perla y 15% en cebolla paiteña, en relación a los *chips* fritos a 720 s; y en la cebolla paiteña se reduce el contenido de agua en un 20% comparado con la cebolla perla.
- En la ganancia de aceite, no se evidenció diferencias significativas estadísticamente entre los dos tiempos de fritura al vacío (720 y 900 s) presentando valores similares las dos variedades de cebolla; sin embargo los *chips* de cebolla perla alcanzaron 21% más en relación a los *chips* de cebolla paiteña.

- En la comparación realizada de la fritura al vacío con la atmosférica, respecto al contenido de aceite ganado por el producto; comprueba que los *chips* procesados a bajas presiones, se reduce en un 50 y 66% para perla y paiteña respectivamente.
- La variación del color que se observó con este proceso, se presenta en los valores de luminosidad, obteniendo una brillantez de 65 en una escala de 0 (negro) al 100 (blanco), una saturación de 23, representando un matiz amarillo claro en la cebolla perla, mientras que en la paiteña resultó una luminosidad de 55, con una intensidad superior a 14 en tono rojo, tomando en cuenta que mientras mayores son los valores de croma, más intenso es el color.
- En cuanto a la aceptabilidad sensorial, el 80% de los consumidores, indicaron que la cebolla perla les gustó y gustó mucho, mientras que la cebolla paiteña alcanzó 68% de ésta aceptabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio de tiempo de vida útil de las cebollas.
- Evaluar el efecto de la fritura al vacío sobre los niveles de antioxidantes y pungencia o picor propias de las cebollas de las dos variedades, perla y paiteña.
- Realizar un estudio de pre-factibilidad de la elaboración de los *chips* de cebolla.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Peruana de Cooperación Internacional Comunidad Europea. (2009). Proyecto de Cooperación UE-PERÚ en Materia de Asistencia Técnica Relativa al Comercio. In S. L. y. M. C. Consorcio ASECAL, S.L. Contrato N°: 043/2007/LIR03/UE-PERU (Ed.), *Estudio de mercado del Ajo, Cebolla, Alcachofa, Aceituna y Maíz Morado* (pp. 413). Perú Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
- Agroecuador. (s.f.). Cebolla from <http://www.agroecuador.com/HTML/angendaInter/estcebollazanahoria/Cebolla%20y%20Zanahoria.pdf>
- Aguirre, R. (1998). *Conceptos Básicos sobre Cocina*. Mexico: Limusa.
- Alibaba Group. (2012). Productos fritos al vacío Retrieved 04/12/2012, 2012, from <http://spanish.alibaba.com/products/vacuumed-fried-fruit-chips.html>
- Andrés, B., A.; , García, S., P.; , & Martínez, M. (2010). Vacuum frying process of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fillets. [Article]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 630-636. doi: 10.1016/j.ifset.2010.06.002
- Official Methods of Analysis of AOAC INTERNACIONAL (2005).
- Banco Central del Ecuador. (2009). *Encuestas de Coyuntura*. Retrieved from <http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc200903.pdf>.

BoliviaMall. (2012). Aros de Cebolla con Quinua "QUINITOS", from http://www.boliviamall.com/catalog/product_info.php?cPath=57&products_id=13887

Boscarol, M. (2007). El espacio de color $L^*C^*h^*$ from http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://gusgsm.com/files/lch2.jpg&imgrefurl=http://gusgsm.com/espacio_color_lch&usq=__L9pNfqv7N-jPS06WB8tis_n2nic=&h=293&w=357&sz=27&hl=es-419&start=11&zoom=1&tbnid=_XoIOloT4BhOSM:&tbnh=99&tbnw=121&ei=xT4IUaGCOYn89QSQnYC4BA&prev=/search%3Fq%3DColor%2BL*%2Bayb*%2Bluminosidad%2Btono%2By%2Bmatiz%26um%3D1%26hl%3Des-419%26sa%3DX%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&um=1&itbs=1&sa=X&ved=0CDwQrQMwCg

Caivano, J. L., & López, M. A. (2004). *Color: ciencia, artes, proyecto y enseñanza* Buenos Aire, Argentina Nobuco.

Carmona, D. (2006). *Siente la experiencia de jugar con la luz* Múnich (Alemania): Verlag Neuer Merkur GmbH.

Casseres, E. (1980). *Producción de Hortalizas* (Tercera ed.). San José - Costa Rica: IICA.

Cebolla (s.f). *Características*. Retrieved from http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20245-DETALLE_REPORTAJESPADRE

Colquichagua, D., & Ríos, W. (1998). *Bocaditos fritos y maní confitado* (Primera ed.). Perú

- Cortés, M., & Chiralt, A. (2008). Cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificada con vitamin E *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 15, 8-16.
- Da Silva, P. F., & Moreira, R. G. (2008). Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. [Article]. *LWT - Food Science & Technology*, 41(10), 1758-1767. doi: 10.1016/j.lwt.2008.01.016
- De Flores, G. M., González, M., & Covadonga, M. (2002). *Iniciación en las Técnicas Culinarias* (Segunda ed.). Mexico: Limusa, S.A.
- deliaRTIS. (2012). Confit de Cebolla, from <http://www.deliartis.com/comprar-salsas-foie-online/confit-de-cebolla-anko-conservas-gourmet>
- Diamante, Savage, & Vanhanen. (2012a). 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
- Diamante, L. M., Savage, G. P., Vanhanen, L., & Ihns, R. (2012b). 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., & Ihns, R. (2012c). Vacuum - Frying of apricot slices: effects of frying temperature, time and maltodextrin levels on the moisture, color and texture properties. [Article]. *Journal of Food Processing & Preservation*, 36(4), 320-328. doi: 10.1111/j.1745-4549.2011.00598.x

Diario Hoy. (2011). La cebolla colorada ecuatoriana da mucho de qué hablar en Venezuela *Diario Hoy* Retrieved from http://www.ecuadorenvivo.com/2011091378624/economia/la_cebolla_colorada_ecuatoriana_da_mucho_de_que_hablar_en_venezuela.html

Directo al Paladar. (2012). El sabor de la vida *Cebolla caramelizada*, from <http://www.directoalpaladar.com/recetas-con-thermomix/cebolla-caramelizada-con-thermomix>

Dueik, V., & Bouchon, P. (2011a). Development of Healthy Low-Fat Snacks: Understanding the Mechanisms of Quality Changes During Atmospheric and Vacuum Frying. *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. [Article]. *Food Chemistry*, 119(3), 1143-1149. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.08.027

Eguilor, P. (2010). Mercado de la cebolla (pp. 16). Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - ODEPA -

El Comercio. (2011). Cinco tipos de cebollas se ofertan.

El Rey. (2012). Condimentos en pasta *Pasta de cebolla* from <http://www.elrey.com.co/re/productos.html>

- El Universal. (2012). Aros de cebolla from <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/73838.html>
- Fan, L.-p., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2005). Vacuum Frying of Carrot Chips. *Drying Technology*, 23(3), 645-656. doi: 10.1081/drt-200054159
- 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. doi: 10.1080/07373930600952826
- Fang, Z., Wu, D., Yü, D., Ye, X., Liu, D., & Chen, J. (2011). Phenolic compounds in Chinese purple yam and changes during vacuum frying. [Article]. *Food Chemistry*, 128(4), 943-948. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.123
- FAO. (2006). Fichas Técnicas. Productos frescos y procesados. *Cebolla (Allium cepa)*. Retrieved from http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CEBOLLA.HTM#a2
- FAO. (2012a). FOASTAT *Estadísticas*. Retrieved from http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD
- FAO. (2012b). FOASTAT. *Producción de productos alimenticios y agrícolas*. Retrieved from <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>
- Fito, P., Andrés, A., Albors, A., & Barat, J. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*.

- Garayo, J., & Moreira, R. (2002). Vacuum frying of potato chips. *Journal of Food Engineering*, 55, 181–191. doi: S02 6 0-8 7 74 (0 2)0 00 6 2- 6
- Giaconi M., V., & Escaff G., M. (1994). *Cultivo de Hortalizas* (Décimoquinta ed.).
- Gil, H. (2010). *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos* (Segunda ed.). Madrid: Medica Panamericana, S.A.
- Guitérrez, J. B. (1998). *Ciencia y Tecnología Culinaria*. España: Díaz de Santos, S.A.
- ile. (2012). Especies & Otros *Cebolla en polvo*, from <http://www.ile.com.ec/varios.html>
- NTE INEN 380. Conservas Vegetales. Determinación de Sólidos Solubles. Método Refractométrico (1985).
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2006). Guía Práctica de Exportación de CEBOLLA a los Estados Unidos. Scribd IICA Nicaragua.
- Konica Minolta. (2008). Fundamentos del Color from <http://www.kmwebinars.com/webinars/fundColorSpa/index.html>
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., & Marinos-Kouris, D. (2001). Colour changes during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, 48, 219-225. doi: S0260-8774(00)00161-8

- La Hora. (2011). Producción de cebolla colorada en picada, *La Hora*
Retrieved from
http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101109056/-1/Producci%C3%B3n_de_cebolla_colorada_en_picada.html
- Lorenzo, H., Rodríguez, B., Rodríguez, E., & Díaz, C. (2009). Capacidad antioxidante de diferentes variedades de cebolla Antioxidant capacity of different onion cultivars. *CyTA - Journal of Food*, 7(1), 53-58. doi: 10.1080/11358120902850784
- Lúquez, C., & Aguilera, J. (2005). Mensura digitalizada de la evolución del color en aceitunas según el grado de madurez del fruto. (Spanish). [Abstract]. *Digital measurement of color evolution in olives according to fruit maturity degree. (English)*, 37(2), 33-40.
- Mallor, C. (2008). Principales variedades de cebolla de primavera-verano. *Horticultura* 10-14.
- Mariscal, M., & Bouchon, P. (2008). Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. [Article]. *Food Chemistry*, 107(4), 1561-1569. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.09.031
- Martínez, S., González, J., Culebras, J., & Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, XVII (6), 271-278.
- Mataix, J. (2005). *Nutrición para Educadores* (Segunda ed.): Díaz de Santos
- Montás, F. (2009). Cultivo de cebolla *Boletín Técnico N°9*, 1,2.

Montero, C. (2008). *Optimización del proceso de elaboración de chips de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.) en la fritura a condiciones de vacío*. Escuela Politécnica Nacional.

Navarro, F. (2001). *Estrategias de marketing ferrial*. Madrid: ESIC Editorial.

Nunes, Y., & Moreira, R. G. (2009). Effect of Osmotic Dehydration and Vacuum-Frying Parameters to Produce High-Quality Mango Chips. [Article]. *Journal of food science*, 74(7), E355-E362. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01257.x

Ottone, M. (2008). Situación de Mercado de Cebollas Frescas (pp. 15): Scribd.

Pamplona, J. (2007). *Salud por lo Alimentos*

Pardo de Santayana, M. (2008). *Estudios Etnobotánicos en campo (Cantabria) conocimiento y uso tradicional de plantas*. España: CSIC.

Reis, R. C., Ramos, A. M., Regazzi, A. J., Minim, V. P. R., & Stringueta, P. C. (2006). Almacenamiento de mango secado: Análisis físicoquímico, microbiológico, color y sensorial storage of dried mango: physicochemical, microbiological, color and sensory analysis. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(3), 214-225. doi: 10.1080/11358120609487694

Rivero, W. (2002). *Estudio del potencial agroindustrial y exportador de la península de Santa Elena y de los recursos necesarios para su implementación; caso: cebolla perla y chirimoya*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3504/1/6031.pdf>

Shandong Sunwell Green Food CO., L. (2011). Fruits and Nuts Manufacturer from China. Retrieved 2012/11/14, 2012, from <http://www.ecvv.com/company/sunwell/products.html>

Shyi-Liang, S., & Sun Hwang, L. (2011). Process Optimization of Vacuum Fried Carrot Chips Using Central Composite Rotatable Design. [Article]. *Journal of Food & Drug Analysis*, 19(3), 324-330.

SNOB. (2012). Cebollitas en vinagre, from http://www.alimentossnob.com/?page_id=237

Song, X.-j., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2007). Optimization of Vacuum Microwave Predrying and Vacuum Frying Conditions to Produce Fried Potato Chips. *Drying Technology*, 25(12), 2027-2034. doi: 10.1080/07373930701728638

Sothornvit, R. (2011). Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips. [Article]. *Journal of Food Engineering*, 107(3/4), 319-325. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.07.010

Sullivan, M. (1998). *Pre cálculo*.

- Tan, K. J., & Mittal, G. S. (2006). Physicochemical Properties Changes of Donuts During Vacuum Frying. *International Journal of Food Properties*, 9(1), 85-98. doi: 10.1080/10942910500473947
- Tarmizi, A. H. A., & Niranjana, K. (2010). The Possibility of Lowering Oil Content of Potato Chips by Combining Atmospheric Frying with Postfrying Vacuum Application. [Article]. *Journal of Food Science* 75(9), E572-E579. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01819.x
- Trevijano. (2012). Cebolla deshidratada, from http://www.trevijano.com/ficha_prod.php?producto=cebolla
- Troncoso, E., Pedreschi, F., & Zúñiga, R. N. (2009). Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. [Article]. *LWT - Food Science & Technology*, 42(1), 187-195. doi: 10.1016/j.lwt.2008.05.013
- Valero, A. (2011). *Principios del Color y Holopintura*. Editorial Club Universitarios.
- Vallejo, F., & Estrada, É. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*.
- Vanesa. (2008). Beneficios de la Cebolla.
- Vélez, J., & Hernández, J. (1999). Proceso de Fritura de Alimentos. Una revisión. *Información Tecnológica*, 10, 127-134.
- 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.). *Temas Agrarios*, 16:(1) 64 - 74.

Vincent, V. M. C., Álvarez, B. S., & Zaragozá, C. J. L. (2006). *Química Industrial Orgánica*

von Atzingen, M. C., & Machado Pinto e Silva, M. E. (2005). Evaluación de la textura y color de almidones y harinas en preparaciones sin gluten
Evaluation of texture and color of starches and flours in preparations without gluten
Avaliación da textura e color de almidóns e fariñas en preparaciós sen gluten. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*, 4(5), 319-323. doi: 10.1080/11358120509487658

Yagua, C. V., & Moreira, R. G. (2011). Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying. [Article]. *Journal of Food Engineering*, 104(2), 272-283. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.12.018

Yamsaengsung, R., Ariyapuchai, T., & Prasertsit, K. (2011). Effects of vacuum frying on structural changes of bananas. [Article]. *Journal of Food Engineering*, 106(4), 298-305. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.016

ANEXOS

ANEXO 1

EVALUACIÓN SENSORIAL

PRODUCTO: Cebolla frita al vacío

FECHA:

Nombre:

Edad:

Por favor deguste las siguientes muestras, e indique su nivel de agrado marcando el punto que corresponda en la siguiente escala:

MUESTRA GRADO DE ACEPTABILIDAD	MUESTRA 509	MUESTRA 461
Me gusta mucho		
Me gusta		
Ni me gusta ni me disgusta		
Me disgusta		
Me disgusta mucho		

Comentario:

.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 2

CEBOLLAS ESCALDADAS



Figura 1. Cebolla Perla escaldada durante 1 min a 90 °C y posterior enfriamiento con agua potable durante 1 min. Espesor 6 mm



Figura 2. Cebolla Paiteña escaldada durante 1 min a 90 °C y posterior enfriamiento con agua potable durante 1 min. Espesor 6 mm

ANEXO 3

COMPARACIÓN FRITURA CONVENCIONAL VS. FRITURA AL VACÍO



Figura 3. Cebolla Perla frita convencionalmente a 150 °C durante 480 s



Figura 4. Cebolla Perla frita al vacío a 100 °C durante 900 s



Figura 5. Cebolla Paiteña frita convencionalmente a 150 °C durante 480 s



Figura 6. Cebolla Paiteña frita al vacío a 100 °C durante 900 s