

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Estudio de efecto del secado, deshidratación osmótica y
recubrimiento con película comestible en el procesamiento
de snacks de zanahoria (*Daucus carota*)**

Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención

**María Natalia Castro González
Mireya Patricia Padilla Sarmiento
Ingeniería en Alimentos**

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Ingeniera en Alimentos

Quito, 15 de diciembre de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Estudio del efecto del secado, deshidratación osmótica y recubrimiento con película comestible en el procesamiento de snacks de zanahoria (*Daucus carota*)

María Natalia Castro González

Mireya Patricia Padilla Sarmiento

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Lucía Ramírez Cárdenas, D.Sc.

Firma del profesor

Quito, 15 de diciembre de 2015

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: María Natalia Castro González

Código: 00102518

Cédula de Identidad: 1104010051

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Mireya Patricia Padilla Sarmiento

Código: 00103384

Cédula de Identidad: 0105621882

Lugar y fecha: Quito, diciembre de 2015

DEDICATORIA

Dedicada especialmente a mis padres por haber sido incondicionales en cada etapa de mi vida profesional y porque doy a ellos el crédito del ser humano que soy; a mi hermano y hermana porque han formado el equilibrio ideal de
Natalia Castro

Esta tesis la dedico a mis padres, quienes fueron un gran apoyo durante mi carrera y durante la elaboración de este trabajo, y muy especialmente a Jhoselyn Padilla quien más que mi hermana es mi mejor amiga.

Mireya Padilla

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos nuestros profesores, principalmente, a Yamila Álvarez, Stalin Santacruz, Mike Koziol, Lucía Ramirez, Javier Garrido, Francisco Carvajal, Mario Caviedes y Gabriela Vernaza por su amistad y sus enseñanzas durante estos cinco años de carrera. A Manuel Chuquimarca, Jorge Gualotuña y Carolina Andino, sin quienes no hubiese sido posible la elaboración de este trabajo. Un agradecimiento muy especial a nuestra directora de tesis, Lucía Ramírez, por orientarnos, apoyarnos, corregirnos, por su gran ayuda, por su confianza, su apoyo incondicional, y sobre todo por creer en nosotras, ¡Muchas Gracias!

RESUMEN

Las características de los snacks están íntimamente relacionadas con las propiedades físico-químicas de la materia prima para desarrollar una textura adecuada. La zanahoria (*Daucus carota*) es un tubérculo con 96% de agua que afecta la obtención de frituras. Este estudio buscó obtener un snack de alto valor nutricional reduciendo el contenido de humedad y de actividad de agua de las rodajas de zanahoria. Se realizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2^3 , correspondiente a la combinación de 3 factores con dos niveles cada uno: pretratamientos de secado durante 30 y 35 minutos, deshidratación osmótica con soluciones de ácido cítrico de 0,15 y 0,25% y recubrimiento con soluciones de 0,8 y 1,2% pectina. Los tratamientos con mayor tiempo de secado (B, F y H) tuvieron una calificación más alta en la ponderación. Sin embargo, el tratamiento H que tuvo una deshidratación osmótica con una solución de ácido cítrico al 0,25%, un recubrimiento con pectina al 1,2% y un tiempo de secado a 50°C durante 35 minutos, fue el que presentó mayor facilidad en la manipulación y mejor apariencia. Se midieron el color, sabor y crujencia de este tratamiento, a través de una escala hedónica de cinco puntos, resultando todos los atributos con una puntuación promedio de la escala entre cuatro y cinco, correspondientes a me gusta y me gusta mucho, por lo que se logró disminuir la humedad y actividad de agua creando un producto con características organolépticas apreciadas por el consumidor.

Palabras clave: Zanahoria, *Daucus carota*, deshidratación osmótica, ácido cítrico, recubrimiento película comestible, pectina, secado, fritura, β -caroteno, humedad, actividad de agua.

ABSTRACT

Snacks characteristics are closely related to raw material's physico-chemical properties, in order to develop suitable texture. Carrot (*Daucus carota*) is a tuber with 96% of water which affects the production of chips. The aim of this study was to get a snack with high nutritional value by reducing the moisture content and water activity of carrot slices. A 2³ full factorial experiment, corresponding to the combination of three factors with two levels each: drying during 30 to 35 minutes, osmotic dehydration with 0.15 and 0.25%, citric acid solutions of and coating with 0.8 and 1.2% pectin solutions. Treatments with a longer drying time (B, F and H) had a higher score in the weighting table. However, the H treatment which had an osmotic dehydration with 0.25% citric acid solution, a coating with 1.2% pectin and a drying time at 50 ° C during 35 minutes, was the easiest to handle and presented better appearance. Color, flavor and texture of this treatment were measured through a five-point hedonic scale, resulting in all attributes with an average scale score between four and five, corresponding to "like slightly" and "like very much". As a result we reduced the moisture and water activity creating a product with organoleptic characteristics appreciated by consumers.

Keywords: Carrot, *Daucus carota*, osmotic dehydration, citric acid, edible film coating, pectin, drying, frying, β -carotene, humidity, water activity.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Introducción | 12 |
| Marco Teórico | 13 |
| Zanahoria..... | 13 |
| Ácido cítrico..... | 15 |
| Principio de Escaldado | 16 |
| Principio de Deshidratación Osmótica | 17 |
| Recubrimiento con Pectina | 18 |
| Principio de Fritura | 19 |
| Objetivos | 21 |
| Metodología | 22 |
| Pruebas Preliminares | 22 |
| Materia Prima..... | 23 |
| Rebanado y Escaldado de las Zanahorias..... | 24 |
| Diseño experimental | 26 |
| Preparación de Soluciones | 26 |
| Aplicación de los tratamientos..... | 27 |
| Proceso de fritura..... | 28 |
| Variables de Respuesta | 28 |
| Análisis Sensorial | 29 |
| Análisis Estadístico | 29 |
| Ponderación de las Variables | 29 |
| Etiqueta Nutricional y Etiqueta Semáforo | 29 |
| Resultados y Discusión..... | 31 |
| Ponderación | 34 |
| Evaluación Sensorial..... | 35 |
| Formulación Final | 38 |
| Etiqueta Nutricional | 39 |
| Retención de β -carotenos | 41 |
| Etiqueta Semáforo..... | 42 |
| Conclusiones..... | 44 |

| | |
|---|-----------|
| Recomendaciones..... | 45 |
| Referencias bibliográficas | 46 |
| Anexos | 51 |
| Anexo A: Ficha Técnica Zanahoria..... | 51 |
| Anexo B: Ficha técnica ácido cítrico | 52 |
| Anexo C: Ficha técnica pectina..... | 53 |
| Anexo D: Ficha Técnica Aceite..... | 55 |
| Anexo E: Evaluación Sensorial..... | 56 |
| Anexo F: Análisis de Varianza (ANOVA) de las Variables de Respuesta | 57 |
| Anexo G: Perfil Lipídico | 60 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Factores que afectan la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica | 17 |
| Tabla 2: Factores y Niveles | 26 |
| Tabla 3: Tratamientos y Combinaciones | 27 |
| Tabla 4: Variables de Respuesta..... | 28 |
| Tabla 5: Métodos de análisis..... | 30 |
| Tabla 6: Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de la actividad de agua y contenido de humedad de los tratamientos. | 31 |
| Tabla 7: Actividad de Agua de los tratamientos | 32 |
| Tabla 8: Contenido de humedad de los tratamientos | 32 |
| Tabla 9: Ponderación de los tratamientos | 35 |
| Tabla 10: Análisis proximal..... | 39 |
| Tabla 11: Etiqueta Nutricional..... | 40 |
| Tabla 12: Especificaciones para zanahoria..... | 51 |
| Tabla 13: Coeficientes para las variables de respuesta. | 57 |
| Tabla 14: Análisis de varianza (ANOVA) de la actividad de agua de los tratamientos | 57 |
| Tabla 15: Resumen del test de diferenciación de medias (Tukey) para la actividad de agua de los tratamientos..... | 57 |
| Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) del porcentaje de humedad de los tratamientos..... | 58 |
| Tabla 17: Resumen del test de diferenciación de medias (Tukey) para los datos de humedad | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Partes de la zanahoria (Camefort, 1972) | 14 |
| Figura 2: Esquema de transferencia de calor y masa durante la fritura (Zúñiga, 2012)..... | 19 |
| Figura 3: Cortes de zanahoria para pruebas preliminares. | 22 |
| Figura 4: Zanahoria después de varios tiempos de fritura. | 23 |
| Figura 5: Zanahoria después de fritura con diversas proporciones producto vs aceite..... | 23 |
| Figura 6: Hombros (izquierda) y corazón (derecha) verdes en la zanahoria | 24 |
| Figura 7: Diagrama de flujo | 25 |
| Figura 9: Nivel de agrado para los tres atributos del producto. | 35 |
| Figura 10: Nivel de agrado para el atributo color. | 36 |
| Figura 11: Nivel de agrado para el atributo sabor. | 37 |
| Figura 12: Nivel de agrado para el atributo crujencia..... | 37 |
| Figura 13: Intención de compra. | 38 |
| Figura 14: Balance teórico del contenido de β -carotenos durante el procesamiento..... | 42 |
| Figura 15: Etiqueta Semáforo..... | 43 |

INTRODUCCIÓN

La fritura es una técnica antigua en la preparación de alimentos. Su importancia radica en la obtención de productos con buen sabor y buena textura (Suaterna, 2008). En un proceso de fritura, la humedad inicial del producto, es un factor que afecta la calidad de un snack; conforme más alta sea es más difícil alcanzar la textura característica (Alvis, Cortés, & Páez, 2009). Varios autores, han analizado diversas técnicas para disminuir el contenido inicial de agua, y mejorar la textura durante la elaboración de snacks de alimentos con alto contenido de humedad, como la deshidratación osmótica, el secado (natural, por aire caliente, por microondas), la liofilización, el escaldado (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012) y recubrimientos con películas comestibles.

La zanahoria es un tubérculo con excelentes propiedades nutricionales. Tiene un alto contenido de β -caroteno, el cual es precursor de la vitamina A (Ventrera *et al.*, 2013). Sin embargo, no ha sido explotada para obtención de frituras debido a que su contenido de humedad se encuentra alrededor del 96% (Naranjo, 2015).

Por otro lado, la estabilidad de los carotenoides está afectada por las altas temperaturas, los metales, la luz y las enzimas (Badui, 2006). El sometimiento a altas temperaturas isomeriza alrededor del 15 al 35% de los β -carotenos (Shi & Maguer, 2000). Sin embargo, la acción del ácido cítrico de ligar metales (Badui, 2006) y evitar la oxidación, permite la conservación de los carotenos (Hernández & Moreno, 2000). Además el recubrimiento con películas de pectina forma una capa protectora que actúa directamente sobre el contenido de humedad del alimento y como consecuencia, sobre su textura (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012).

MARCO TEÓRICO

Zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota L.*) es una planta de clima frío pero cultivada también en regiones tropicales y subtropicales, especialmente en grandes altitudes (IPGRI, 1998) Es una raíz de planta herbácea perteneciente a la familia de las *Umbelíferas*, género *Daucus*, especie *carota L.*, subespecie *sativus*. (INEN, 2013). La parte que se consume es la raíz, que puede ser preparada cruda en ensaladas, licuada en jugos o cocida en varios platos (Cásseres, 1966).

En las zanahorias frescas, el contenido total de azúcar varía entre 3,46 y 10,74% que se distribuye en 0,397g de glucosa, 2,08g de maltosa y 2,41g de sacarosa por 100 gramos de zanahorias frescas (Alabran & Mabrouk, 1973). También se consideran a la fructosa y la maltosa como azúcares comunes encontrados en este tubérculo (IPGRI, 1998). La zanahoria tiene un alto contenido de humedad, 96% (Naranjo, 2015), siendo una desventaja durante el proceso de fritura, ya que el agua, que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite, aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento (Organización Mundial de la Salud, 1997). Por lo cual es importante disminuir el contenido de agua de las zanahorias antes que entren en el proceso de fritura.

La zanahoria, además, es muy valorada nutricionalmente debido a su contenido en β -carotenos (precursor de la vitamina A), con un aporte aproximado de 12 mg/g a 20 mg/g según la variedad (Ventrera *et al.*, 2013), sin distribuirse uniformemente en las raíces; la concentración del pigmento decrece longitudinalmente desde la parte superior hacia el ápice (Rubatzky, Quiros, & Simon, 1999). El floema (parte más externa) de la zanahoria es más rico en sólidos y azúcares que el xilema (parte central) (Figura 1) y acumula potencialmente más carotenos. Una zanahoria de buena calidad es aquella que tiene un

corazón pequeño y color naranja intenso uniforme en floema y xilema (Ventretera *et al.*, 2013).

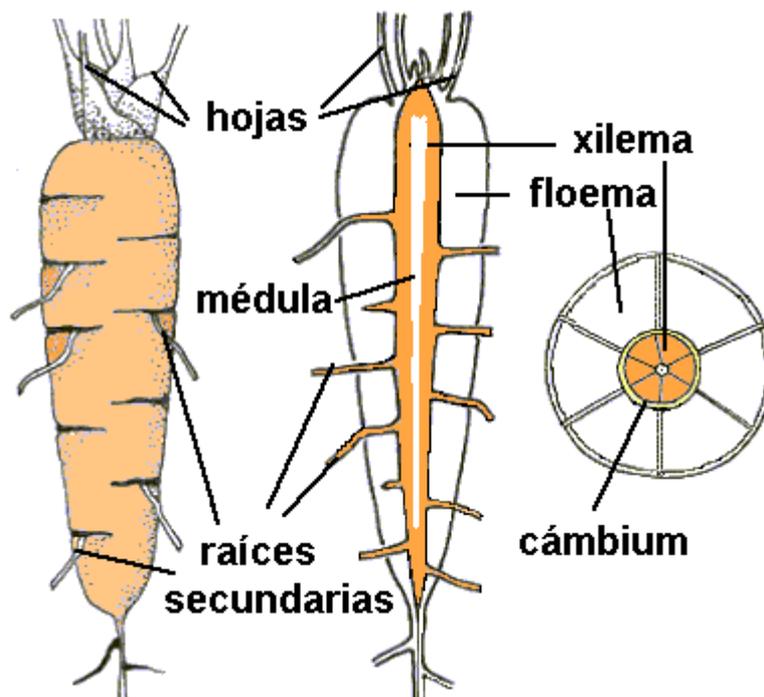


Figura 1: Partes de la zanahoria (Camefort, 1972)

β -carotenos

Al igual que las xantófilas, los carotenos pertenecen al grupo de los carotenoides o tetraterpenoides, que son pigmentos que constan con 40 átomos de carbono, que se derivan de dos unidades de geranil-geranilpírofosfato (Martínez, 2003). Son hidrocarburos solubles en lípidos, o en solventes como el hexano o éter de petróleo y poco en etanol; estables a los álcalis (Badui, 2006). El término carotenoide se deriva de la zanahoria *Daucus carota*, de donde fueron extraídos por primera vez. En la actualidad se aíslan y purifican cerca de 600 carotenoides, de los cuales el β -caroteno proviene principalmente de la zanahoria. Por otro lado, existen microorganismos capaces de producir β -caroteno, tales como *Rhodotorula flava*, *R. gracilis* y *R. Sannieli*, pero su rendimiento es bajo (Badui, 2006).

El β -caroteno es el carotenoide de mayor importancia en la tecnología de alimentos debido a la actividad provitamina A; se estima que el 60% de la vitamina A aportada por la dieta

proviene de las provitaminas A, siendo la más importante el β -caroteno a la que se le asigna 100% de actividad (Rodríguez-Amaya, 1999). Sin embargo, el procesamiento de las zanahorias puede conllevar a efectos negativos como pérdida de carotenoides debido a la oxidación o isomerización, como también efectos positivos al mejorar su biodisponibilidad (Olmedilla, Granada, & Blanco, 2001).

La estabilidad de los carotenoides se ve afectada por la oxidación, que se acelera por los radicales libres que se generan con altas temperaturas, metales, luz o enzimas. Este efecto se reduce con la presencia o adición de antioxidantes (ácido ascórbico, BHA, BHT) y secuestrantes de metales como el EDTA (Terao *et al.*, 1992; Galicia *et al.*, 2004). Otro aspecto que influye en el contenido de los β -carotenos es la isomerización, que ocasiona un cambio de la configuración *trans* a la forma *cis*, destruyendo la actividad de precursor de vitamina A (Badui, 2006). El sometimiento a altas temperaturas isomeriza alrededor del 15 al 35% de los β -carotenos (Shi & Maguer, 2000).

Ácido cítrico

Pertenece al grupo de los ácidos carboxílicos no volátiles. Es un compuesto químico responsable de los aromas característicos y los perfiles aromáticos de diferentes frutas (Arthey & Ashurst, 1997). Se presenta en forma de cristales y es muy soluble en agua. Se emplea como secuestrador para acelerar el curado de los derivados cárnicos y como saborizante (Badui, 2006).

Los ácidos no son propiamente antioxidantes, pero ejercen un efecto sinergista cuando se emplean con el BHA, BHT y TBHQ. Su acción está en estrecha relación con su capacidad de secuestrar Cu y Fe, metales que inician la oxidación y que afectan el sistema de oxidoreducción, favoreciendo el equilibrio redox hacia la forma reducida del antioxidante (Badui, 2006). Otra función antioxidante del ácido cítrico, es su capacidad para conservar los carotenos. Hernández & Moreno (2000), encontraron que la inmersión previa en ácido cítrico del 0,5 – 1% y la desecación por estufa permitió la conservación idónea de los carotenoides presentes en el pericarpio de tomate de árbol (*C. betacea*).

Principio de Escaldado

El escaldado o blanqueamiento, es un tratamiento térmico suave, usado principalmente para hortalizas y algunas frutas. En esta operación, se sumergen los alimentos en agua caliente, de 88 a 99°C (Shafiur, 2003), durante 1 a 3 minutos o se exponen a la acción de vapor saturado. No obstante, las condiciones de tiempo y temperatura pueden variar dependiendo de las características del alimento, tales como dimensiones, grado de madurez y variedad (Vaclavik, 2002).

El escaldado, tiene como objetivo principal, inactivar enzimas que puedan ser causantes del deterioro bioquímico de los alimentos. Sin embargo, con el escaldado también se puede: fijar e incrementar el color de algunos vegetales, remover el aire atrapado en los tejidos que pueda causar reacciones de oxidación durante el almacenamiento en frío, ablandar el alimento, facilitar operaciones preliminares como pelado o cortado, eliminar aromas a crudo y reducir el número de microorganismos presentes (Shafiur, 2003). Es importante tomar en cuenta que el escaldado no produce un producto estéril y que es necesario un tratamiento de conservación adicional para alargar de forma significativa la vida útil (Vaclavik, 2002). Para controlar la calidad del proceso de escaldado se toma como referencia el sistema de las peroxidasas, que es el más termorresistente de los sistemas enzimáticos, mas no está involucrado en reacciones de deterioro (Barreiro & Sandoval, 2006).

El blanqueado bloquea la actividad enzimática y se remueven los azúcares reductores. Esto ayuda a mantener constante la calidad de los azúcares que aseguran la consistencia y el color de producto (Mateos, 2003). Además, durante este proceso, la pared celular se daña permitiendo la salida de agua (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012), lo cual es deseable ya que permite obtener un producto frito con menor humedad y por lo tanto, con una mejor textura.

Principio de Deshidratación Osmótica

La deshidratación osmótica se basa en el principio de ósmosis, que es la difusión de las disoluciones a través de membranas semipermeables, es decir, membranas que dejan pasar al disolvente pero no al soluto. La corriente osmótica entre dos disoluciones va siempre de la diluida a la concentrada (Burbano & Gracia, 2003). En el caso de los sistemas biológicos la ósmosis ocurre a través de la membrana celular que posee permeabilidad diferencial regulando la entrada y salida de solutos. El ingreso del soluto en la fruta y hortaliza va a depender de la permeabilidad selectiva de las membranas (Ríos, Márquez, & Ciro, 2005).

Por lo tanto, la deshidratación osmótica es una técnica de remoción de agua a través de la sumersión de frutas y hortalizas troceadas o enteras en una disolución que contiene solutos que generan presión osmótica elevada y se denomina solución hipertónica (Ríos, Márquez, & Ciro, 2005). Esta técnica permite aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales del producto. La pérdida de agua depende de varios factores como indica la Tabla 1.

Tabla 1: Factores que afectan la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica

| Factores | Especificación |
|------------------------------|---|
| Características del producto | Forma, tamaño, estructura, composición y tratamiento previo, como pelado, escaldado. |
| Solución | Tipo y concentración de soluto. |
| Condiciones del Proceso | Temperatura, tiempo, grado de agitación de la solución presión de trabajo y relación masa de soluto a masa de producto. |

(Sevilla, 2013)

En la deshidratación osmótica se producen dos grandes corrientes simultáneas y contrarias: la primera es una salida importante de agua desde el producto hacia la solución, y la segunda, una entrada de soluto desde la solución hacia el alimento. Existe también un tercer flujo de solutos naturales como azúcares, ácidos orgánicos, minerales sales, y otros

compuestos escapándose del alimento (Sevilla, 2013), sin embargo, la pérdida es mínima (Ríos, Márquez, & Ciro, 2005).

En el proceso de fritura, se usa comúnmente la deshidratación osmótica como pretratamiento. Se emplean generalmente diversas combinaciones de sacarosa, o cloruro de sodio como agentes osmóticos, dando como resultado snacks con un menor contenido final de aceite (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012). Según Encina (2008) también puede utilizarse ácido cítrico como agente osmótico con niveles de 0,15% y 0,25% para crear un ambiente osmótico previo a los procesos de fritura.

Recubrimiento con Pectina

Durante el proceso de fritura, las protopectinas, van a desintegrarse haciendo que la pared celular se debilite y la textura no sea la adecuada (Jaswal, 1969). Esto sucede debido que las pectinas son afectadas por las enzimas pectinas metilesterasas (PME) que rompen los enlaces de la pectina, haciendo que se formen carboxilatos R-COOH que van a afectar la dureza (González, Alvis & Arrazola, 2015). La pectina no solo agrega la cantidad de sólidos que va a verse reflejado en el aumento de rendimiento sino que ayuda a la formación de mayor dureza en la costra, siempre y cuando se controlen las PME (González, Alvis, & Arrázola, 2015). El control de la desintegración de las pectinas insolubles va a permitir potencializar esa textura firme y crujiente (Hasbún *et al.*, 2009).

Las películas de pectina en las láminas de zanahoria impiden la salida de agua durante la fritura, de manera que disminuye la cantidad de aceite que ingresa en los poros remanentes. Los recubrimientos con 0,8 y 1,2% propuestos por Guzmán, Acevedo, & Granados (2012), presentaron un menor contenido de humedad posterior a la fritura.

Principio de Fritura

La fritura es un proceso extremadamente complejo que involucra factores que dependen del proceso del alimento y del tipo de grasa o aceite utilizado. La fritura se define como la cocción de los alimentos en aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas (160 – 180°C) dónde el aceite actúa como transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto (Suaterna, 2008). Permite la conservación de alimentos debido a la destrucción térmica de microorganismos y a la reducción de la actividad de agua (a_w) (Bouchon, 2002).

Cuando un alimento se sumerge en el aceite caliente, su temperatura aumenta rápidamente y el agua que contiene experimenta una sobrepresión y se elimina en forma de vapor, formándose como consecuencia poros (Naranjo, 2015). La superficie del alimento comienza a deshidratarse, creándose una corteza y el frente de evaporación va trasladándose hacia el interior del producto tal como está descrito en la Figura 2.

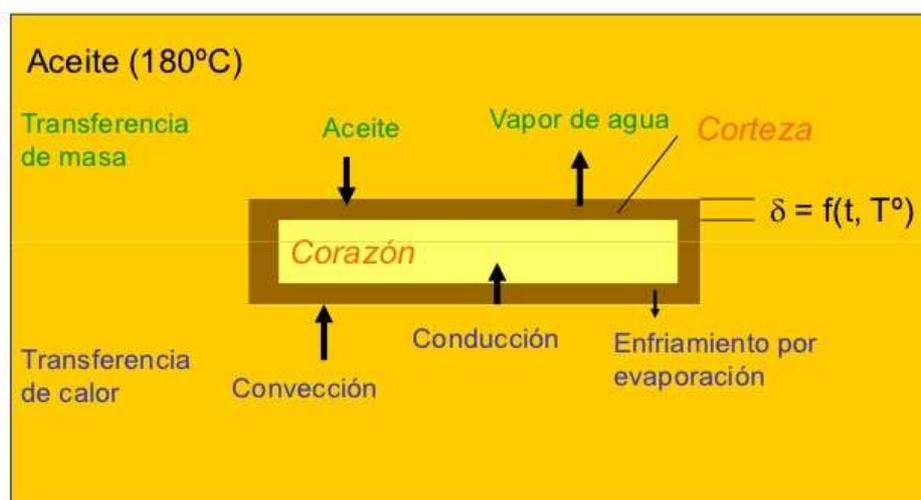


Figura 2: Esquema de transferencia de calor y masa durante la fritura (Zúñiga, 2012)

La temperatura en la superficie del alimento alcanza la del fluido caliente y la interna aumenta lentamente hasta alcanzar los 100 °C. La velocidad a la que el calor penetra hacia el interior del material, depende de la conductividad térmica. Las características de la

fritura están íntimamente relacionadas con las propiedades fisicoquímicas y funcionales de los constituyentes de los alimentos, así como las variables de operación que se aplican en las diferentes etapas del proceso (Alvis, Cortés, & Páez, 2009). Durante el proceso de enfriado, la temperatura del alimento desciende y el vapor remanente en los poros se condensa provocando un vacío que conduce al ingreso de aceite (Naranjo, 2015).

Aceite en la fritura

El aceite en la fritura funciona como un medio transportador de calor y aporta sabor, textura, color y aroma a los alimentos, como consecuencia de la reacción de Maillard, de la absorción del alimento de compuestos volátiles presentes y la formación de una corteza crocante, porosa y aceitosa y un interior húmedo y cocido (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012). Este debe ser estable a altas temperaturas (180°C máximo) y a la humedad. El agua, que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite, aumenta la disociación de los ácidos grasos que se producen durante el calentamiento. La hidrólisis genera un aceite de baja calidad con un punto de humo más bajo, un color más oscuro y un sabor alterado. Durante el calentamiento, los aceites también polimerizan, generando un aceite viscoso que se absorbe fácilmente por los alimentos y que genera un producto grasoso. Cuanto más contenido de ácidos grasos saturados tengan los aceites, más estables son frente a la disociación oxidativa e hidrolítica, y menos fácil es que polimericen (Organización Mundial de la Salud, 1997).

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue dar un nuevo uso a la zanahoria *Daucus carota L.* elaborando snacks con alto valor nutricional. Se estudió el efecto del secado, deshidratación osmótica y recubrimiento con película comestible como pretratamientos de fritura además de la aceptación del consumidor. Se elaboró un producto destinado a consumidores entre 20 a 44 años con alto contenido de antioxidantes.

METODOLOGÍA

Pruebas Preliminares

Se realizaron pruebas con cortes transversales, longitudinales y zanahoria rallada y con rodajas de 2, 2,5 y 3 mm de grosor utilizando una rebanadora Bermex MS250ST. La fritura fue a 120°C durante 2, 3 y 4 minutos, en proporciones 1:5 y 1:6 (rebanadas de zanahoria:cantidad de aceite). El aceite utilizado fue Danolin Fri 3317 (Danec, S.A. Ecuador) que es apto para fritura profunda.

Se encontró que las zanahorias con cortes transversales tuvieron un proceso de fritura y una textura más uniforme (Figura 3).



Figura 3: Cortes de zanahoria para pruebas preliminares.

De izquierda a derecha: corte longitudinal; zanahoria rallada; corte transversal

Las rodajas de 2 mm fueron las más adecuadas para lograr una textura crujiente. Lo que coincide con los estudios desarrollados por Higuera & Prado (2013). Además, se determinó que el tiempo adecuado para la fritura fue de 3 minutos (Figura 4). Las muestras en estas pruebas tuvieron deshidratación osmótica y recubrimiento con pectina.



Figura 4: Zanahoria después de varios tiempos de fritura.

De izquierda a derecha: 2 min; 3min; 4 min

No hubo diferencias en el color, textura y crujencia de los snacks fritos con las dos proporciones de zanahoria vs. aceite (1:5 vs. 1:6), por lo que se escogió la primera (1:5) debido a que se usa una menor cantidad de aceite (Figura 5).



Figura 5: Zanahoria después de fritura con diversas proporciones producto vs aceite.

De izquierda a derecha: proporción 1:5; 1:6

Materia Prima

Las zanahorias fueron adquiridas en Supermaxi de la Corporación Favorita C.A. Se seleccionaron manualmente los tubérculos, separando aquellos cuyo diámetro mayor fue inferior a 2,5 cm, los que presentaron defectos no tolerables como bifurcaciones, malformaciones, rajaduras o magulladuras hasta de 1 cm de longitud, y/o lesiones causadas por microorganismos o insectos tal como lo establece la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1747:2013 (INEN, 2013). Se consideró como zanahorias de buena calidad aquellas con características firmes de dureza, con un adelgazamiento uniforme desde los hombros hasta la punta, de color naranja brillante, con pocos residuos de raicillas laterales, ausencia de

hombros o corazón verdes (Figura 6) por exposición a la luz solar durante la fase de crecimiento (Suslow, Mitchell, & Cantwell, 2013) (Anexo A).



Figura 6: Hombros (izquierda) y corazón (derecha) verdes en la zanahoria

Rebanado y Escaldado de las Zanahorias

Las zanahorias seleccionadas, fueron lavadas con agua potable, peladas y rebanadas a 2 mm de grosor, con una rebanadora Bermex MS250ST, tal como fue establecido durante las pruebas preliminares. Se consideraron rebanadas de 2,5 cm a 6,4 cm de diámetro de acuerdo a las especificaciones dispuestas para las zanahorias en el Anexo A. Estas fueron lavadas nuevamente y pesadas en porciones de 200g en una balanza de marca Mettler Toledo, modelo PB3001 (Min 5 g. Max 3100 g. 1 decimal). El lavado fue únicamente con agua potable y no con soluciones cloradas debido a los tratamientos de escaldado, secado y fritura, que garantizan la inocuidad del producto. Cada porción fue escaldada en agua potable a 90°C durante 3 minutos, y enfriadas con agua fría durante 10 segundos para evitar una sobrecocción (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012).

Una vez establecidas las condiciones del proceso se diseñó un diagrama de flujo (Figura 7) que siguieron todos los tratamientos del diseño experimental.

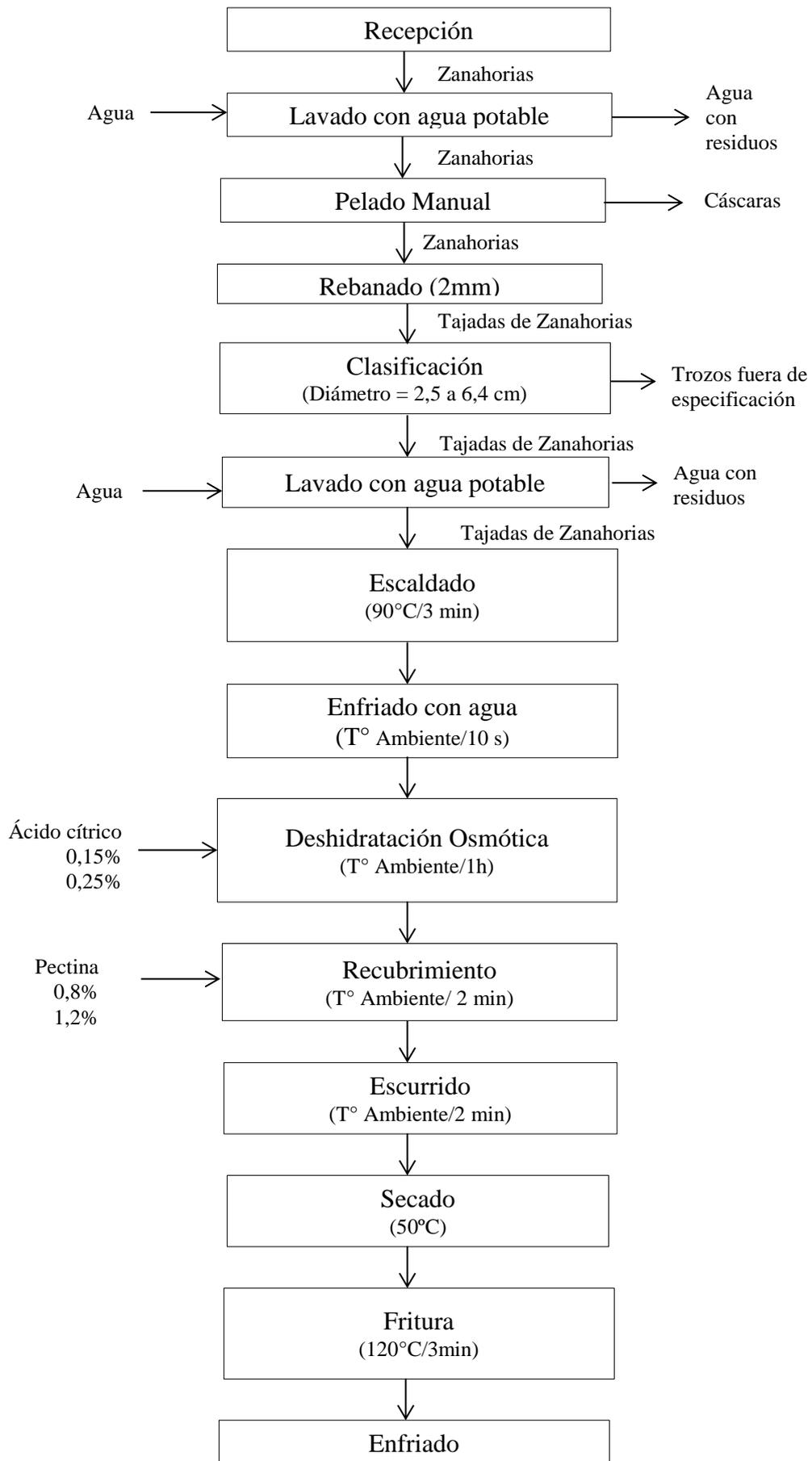


Figura 7: Diagrama de flujo

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 2^3 , correspondiente a la combinación de 3 factores con dos niveles cada uno. Se realizaron 3 repeticiones, resultando 8 tratamientos y 24 unidades experimentales. Los factores fueron ácido cítrico (0%, 0.15%, 0.25%) usado posterior al escaldado, recubrimiento con pectina (0%, 0.8%, 1.2%) y secado a 50°C durante 30 y 35 minutos (Tabla 2). El ácido cítrico anhidro BP2011 (30-100) (Anexo B) fue adquirido en la empresa TTCA y la pectina cítrica Milazzo™ GP 1708 (Anexo C) en FMC BioPolymer.

Tabla 2: Factores y Niveles

| Factores | Niveles |
|----------------------------|---------|
| Ácido Cítrico (%) | 0,15 |
| | 0,25 |
| Pectina (%) | 0,8 |
| | 1,2 |
| Tiempo Secado (50°C) (min) | 30 |
| | 35 |

Preparación de Soluciones

Se prepararon previamente soluciones de 800 mL de ácido cítrico BP2011 (30-100), y de pectina cítrica Milazzo™ GP 1708, para mantener la proporción 1:4 (producto:solución)

Solución de ácido cítrico

Se pesó el de ácido cítrico BP2011 (30-100), para preparar soluciones de 0,15 y 0,25% p/v, y se disolvió en agua destilada obtenida a partir de un destilador Elix® Essential 3UV.

Solución de pectina

Se pesó la pectina cítrica Milazzo™ GP 1708 de alta metoxilación, para preparar soluciones de 0.8% y 1.2% p/v, propuestos por Guzmán, Acevedo, & Granados (2012) como las mejores concentraciones para mejorar la textura final en frituras. Las soluciones se mezclaron con agua destilada, obtenida a partir de un destilador Elix® Essential 3UV y calentada a 60°C. Finalmente se licuó la solución usando una licuadora Osterizer Blender Classic, a una velocidad I, para lograr una total disolución de la pectina.

Aplicación de los tratamientos

La deshidratación osmótica de las zanahorias previamente escaldadas fue realizada en solución de ácido cítrico BP2011 (30-100), durante 15 minutos. Posteriormente, fueron sumergidas y recubiertas en la película de pectina cítrica Milazzo™ GP 1708 a temperatura ambiente durante 2 minutos. Se eliminó el exceso de pectina, (utilizando coladores plásticos) y fueron secadas en un horno marca Nardi FEX07S63 a 50 °C durante 30 o 35 minutos, y 50°C con el fin de eliminar el exceso de humedad, según los tratamientos respectivos (Tabla 3).

Tabla 3: Tratamientos y Combinaciones

| Tratamientos | Combinaciones | | |
|--------------|---------------|-------------|------------------------|
| | Ácido (%) | Pectina (%) | Tiempo de secado (min) |
| A | 0,15 | 0,8 | 30 |
| B | 0,15 | 0,8 | 35 |
| C | 0,15 | 1,2 | 30 |
| D | 0,15 | 1,2 | 35 |
| E | 0,25 | 0,8 | 30 |
| F | 0,25 | 0,8 | 35 |
| G | 0,25 | 1,2 | 30 |
| H | 0,25 | 1,2 | 35 |

Proceso de fritura

Las rebanadas de zanahoria fueron fritas en aceite Danolin Fri 3317 (DANEC) (Anexo D), a 120°C durante 3 minutos y enfriadas sobre papel absorbente (20 minutos a temperatura ambiente) con el objetivo de disminuir al máximo el contenido lipídico remanente en el producto final (Naranjo, 2015).

Variables de Respuesta

Las variables de respuesta fueron el contenido de humedad y la actividad de agua en el producto final, considerando las especificaciones de la Norma NTE INEN 2 561:2010 para “Bocaditos de productos vegetales” en el caso de humedad (INEN, 2010), mientras que se establecieron dos especificaciones para actividad de agua conforme a resultados obtenidos en Schwartz *et al.* (2013) para “Snacks de zanahoria y betarraga”. En la Tabla 4 se presentan los métodos usados para determinar cada variable de respuesta.

Tabla 4: Variables de Respuesta

| Variable | Método | Especificación |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| Actividad de Agua (Aw) | 32.004-32.009. (AOAC, 1997) | <0,50 (Schwartz <i>et al.</i> , 2013) |
| | | La más baja por ser la más estable (Schwartz <i>et al.</i> , 2013). |
| Contenido de Humedad (g / 100 g) | 925.09-1925. (AOAC, 1997) | <5% (INEN, 2010) |

Análisis Sensorial

Se aplicó una prueba afectiva de aceptación, usando una escala hedónica de 5 puntos (Anexo E) y evaluando los atributos de color, sabor y crujencia. Participaron 60 jueces no entrenados (33 hombres y 27 mujeres) de edades entre 20 y 31 años. Para los análisis sensoriales se agregó 0,5% de sal, la cual fue añadida inmediatamente después del proceso de fritura. Se sirvieron 3 g de la muestra en vasos de poliestireno cristal a temperatura ambiente.

Análisis Estadístico

Los datos de humedad y actividad de agua de los diferentes tratamientos, fueron evaluados mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) y una prueba de separación de medias (prueba de Tuckey) al 5% de probabilidad, utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2015e (Anexo F).

Ponderación de las Variables

Con la finalidad de escoger el mejor tratamiento, se otorgaron valores de acuerdo a su importancia, siendo la actividad de agua la más alta (2) por otorgar mejor estabilidad según Schwartz et al (2013), seguida de la humedad (1).

Etiqueta Nutricional y Etiqueta Semáforo

Para la elaboración de la etiqueta nutricional y semáforo se usaron los métodos conforme a la Tabla 5.

Tabla 5: Métodos de análisis

| Análisis | Método | Referencia |
|------------------|--|---------------------------------------|
| Grasa | Soxhlet, 920.39 | AOAC, 1997 |
| Azúcares Totales | Método de Felhing, 974.06 | AOAC, 1997 |
| NaCl | Titulación con AgNO ₃ | INEN, 2012 |
| Proteína | Kjeldahl, 954.01 (N x 6.25) | AOAC, 1997 |
| Ceniza | Calcinación en mufla, gravimétrico, 923.03 | AOAC, 1997 |
| Humedad | Estufa, gravimétrico, 925.09 | AOAC, 1997 |
| Carbohidratos | Diferencia | Aranda- González <i>et al.</i> , 2015 |

Los ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans, se calcularon en base al perfil lipídico del aceite Danolin Fri (Naranjo, 2015; Anexo G). Además se consideró que al ser un aceite de origen vegetal su contenido en colesterol es 0 (Bello, 2000).

Para la conversión de nitrógeno a contenido proteico se usó el factor de 6,25 (FAO, 1997).

El contenido de vitamina A se calculó con base en a las pérdidas de β -carotenos durante las diferentes etapas del proceso, considerando que 1 μ g de retinol equivale a 6 μ g de β -carotenos (INEN, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 6, se presenta un resumen del análisis de varianza (ANOVA) de la actividad de agua y humedad de los tratamientos. Se observó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

No influyeron únicamente el ácido en el contenido de humedad, y la interacción pectina – tiempo en la actividad de agua.

Tabla 6: Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de la actividad de agua y contenido de humedad de los tratamientos.

| F.V | G.L | Cuadrados Medios | |
|-----------------------|-----|--------------------------|----------------------|
| | | Actividad de Agua | Humedad (g/100g) |
| Total | 23 | | |
| Tratamientos | 7 | 4,30E-03* | 0,74* |
| A (ÁCIDO) | 1 | 4,30E-04* | 0,02 ^{n.s.} |
| B (PECTINA) | 1 | 0,01* | 1,85* |
| C (TIEMPO DE SECADO) | 1 | 0,02* | 0,12* |
| Interacción A x B | 1 | 3,80E-03* | 1,9* |
| Interacción A x C | 1 | 4,20E-03* | 0,56* |
| Interacción B x C | 1 | 1,10E-05 ^{n.s.} | 0,75* |
| Interacción A x B x C | 1 | 3,80E-04* | 3,00E-03* |
| Error | 16 | 9,60E-05 | 0,01 |

*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

^{n.s.}No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

Según las especificaciones detalladas en la Tabla 4, los mejores tratamientos en actividad de agua fueron B (0,15; 0,8; 35), F (0,25; 0,8; 35) y H (0,25; 1,2; 35) (Tabla 7). Todos los tratamientos presentaron un contenido de humedad menor al 5% (Tabla 8).

Tabla 7: Actividad de Agua de los tratamientos

| Tratamiento | Actividad de Agua* |
|-------------|--------------------|
| G | 0,29 ± 0,0034a |
| C | 0,29 ± 0,0146a |
| E | 0,28 ± 0,0042a |
| D | 0,27 ± 0,0091a |
| A | 0,24 ± 0,0113b |
| B | 0,21 ± 0,0063c |
| F | 0,21 ± 0,0045c |
| H | 0,20 ± 0,0004c |

*Medias ± Desviación Estándar

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$) por la prueba de Tukey

Tabla 8: Contenido de humedad de los tratamientos

| Tratamientos | Contenido de Humedad (g/100g)* |
|--------------|--------------------------------|
| C | 1,80 ± 0,0805a |
| D | 1,59 ± 0,0613ab |
| G | 1,47 ± 0,1132b |
| E | 1,14 ± 0,0170c |
| F | 1,03 ± 0,1203cd |
| B | 0,85 ± 0,0638de |
| H | 0,69 ± 0,0873e |
| A | 0,31 ± 0,0082f |

*Medias ± Desviación Estándar

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$) por la prueba de Tukey

Tres de estos tratamientos (B, F, y A) tuvieron en común el menor contenido de pectina (0,8%). Factor que, según la Tabla 6, afectó significativamente tanto a la humedad como a la actividad de agua. Esto concuerda con el estudio de Guzmán, Acevedo, &

Granados (2012), que observaron menor porcentaje de humedad en snacks recubiertos con una solución de pectina al 0,8% que aquellos que fueron recubiertos con una solución al 1,2%. Esto se debe a que las pectinas recubrieron las rodajas de zanahoria impidiendo la salida del agua, lo que originó snacks con mayores contenidos de humedad en los tratamientos con un mayor porcentaje de pectina (Tabla 8). Aredo *et al.* (2013) compararon el recubrimiento con soluciones de pectina y almidón al 2% cada una, en snacks de olluco (*Ullucus tuberosus*), y encontraron que la primera generó menor ganancia de sólidos y menor deshidratación que el recubrimiento con almidón.

El tiempo de secado influyó significativamente tanto en el contenido de humedad como en la actividad de agua de los snacks de zanahoria (Tabla 6), siendo los tratamientos con mayor tiempo de secado los que presentaron un menor contenido de humedad (Tabla 8). Avalos (2014) determinó que un secado previo proporcionó snacks con un menor contenido de humedad y mayor firmeza. La interacción del porcentaje de pectina con el tiempo de secado también influyó significativamente en la humedad. Los tratamientos con mayor tiempo de secado (35 minutos) y menor contenido de pectina (0,8%) presentaron los menores valores en las variables de respuesta. El proceso de secado disminuyó el contenido de humedad (Shafiur, 2003) y aumentó significativamente la crujencia en los alimentos fritos (Pedreschi & Moyano, 2005). Asimismo, para que la aplicación de la película comestible sea exitosa, el recubrimiento debió secar rápidamente (Velásquez & Guerrero, 2014), por lo que el proceso de secado, ayudó también a fijar el recubrimiento de pectina en la zanahoria. Sin embargo, la interacción entre estos dos factores, no influyó significativamente en la actividad de agua de los tratamientos.

Los tratamientos B y F, tuvieron en común el mayor tiempo de secado (35 minutos) y la mayor concentración de ácido cítrico durante la deshidratación osmótica (0,25%). En general la osmodeshidratación disminuyó el contenido de humedad debido a que aumentó la concentración de soluto (Rodríguez *et al.*, 2013). Sin embargo, el ácido únicamente influyó significativamente en la actividad de agua, debido a que el ácido cítrico, al ser hidrosoluble, interactuó con las moléculas de agua, disminuyendo la cantidad de agua libre mas no la cantidad de agua total (Herrera, Bolaños, & Lutz, 2008). Esto concuerda con Schwartz *et al.*

(2013) quienes no obtuvieron diferencias significativas en muestras osmodeshidratadas con sal.

En el presente estudio, los valores tanto de humedad como de actividad de agua fueron menores en comparación con Schwartz *et al.* (2013) porque usaron un recubrimiento con maltodextrina al 41% de concentración creando una capa más gruesa alrededor de las láminas de zanahoria, reteniendo un mayor contenido de humedad en comparación con la capa de pectina de 0,8% y 1,2%.

A pesar que el ácido no influyó significativamente en el contenido de humedad, al interactuar este con la pectina influyó tanto en la humedad como en la actividad de agua. El ácido cítrico ayudó a la pectina a alcanzar el pH óptimo necesario para gelificar y por lo tanto, aumentó la atracción pectina – pectina que fortaleció el gel y mejoró la textura del producto.

Los datos tuvieron un coeficiente de variación de 7,13 para la actividad de agua y 8,74 para el contenido de humedad que están dentro de los parámetros permitidos para los análisis en laboratorio (Sánchez, 2013) (Anexo F).

Ponderación

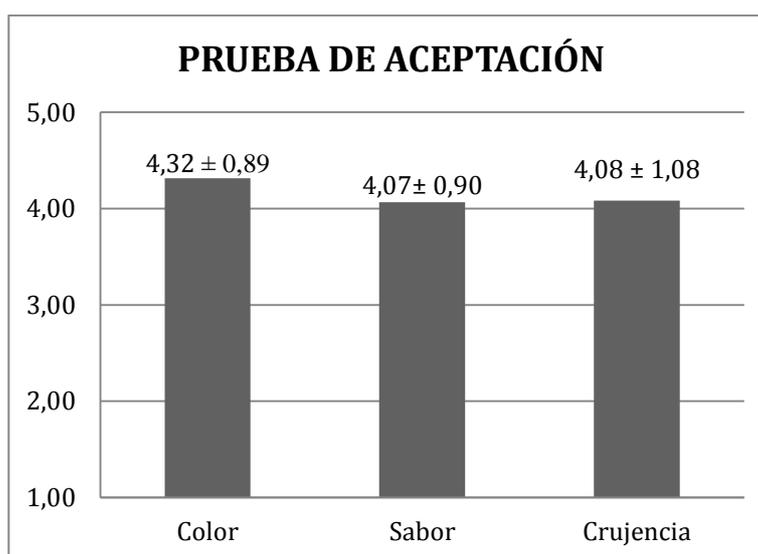
La Tabla 9 presenta la ponderación de las variables de respuesta, siendo los mejores los tratamientos B, F y H; sin embargo, el H fue el que presentó mayor facilidad en la manipulación y mejor apariencia.

Tabla 9: Ponderación de los tratamientos

| Tratamiento | Aw (2) | Humedad (1) | Sumatoria |
|------------------|-----------|----------------|-----------|
| A(0,15; 0,8; 30) | 0 | 1 | 1 |
| B(0,15; 0,8; 35) | 2 | 1 | 3 |
| C(0,15; 1,2; 30) | 0 | 1 | 1 |
| D(0,15; 1,2; 35) | 0 | 1 | 1 |
| E(0,25; 0,8; 30) | 0 | 1 | 1 |
| F(0,25; 0,8; 35) | 2 | 1 | 3 |
| G(0,25;1,2; 30) | 0 | 1 | 1 |
| H(0,25; 1,2; 35) | 2 | 1 | 3 |

Evaluación Sensorial

En la Figura 8, se muestra la prueba de aceptación correspondiente a color, sabor y crujencia de los snacks. Los tres atributos se ubicaron en promedio entre los valores 4 y 5, que corresponde a “me gustó poco” o “me gustó mucho”, respectivamente.

**Figura 8:** Nivel de agrado para los tres atributos del producto.

Color

El 82% de los panelistas otorgó, al atributo de color, la calificación más alta de la escala, siendo “me gustó mucho” y “me gustó poco” la valoración predominante, seguida del 13% como “indiferente” y el restante 5% como “me disgustó poco” (Figura 9).

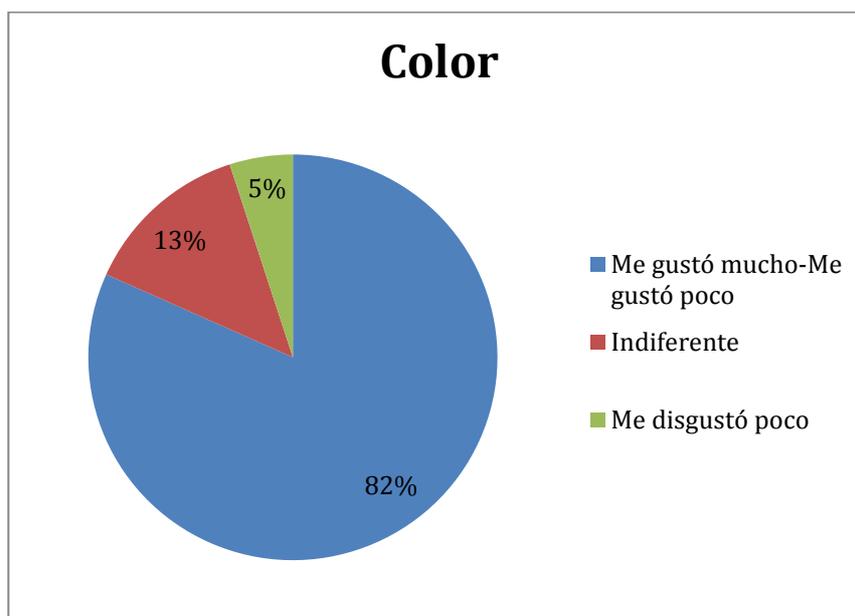


Figura 9: Nivel de agrado para el atributo color.

El escaldado ayudó a fijar el color en las zanahorias (Shafiur, 2003). Además el ácido cítrico disminuyó la decoloración (Lombard, Oliveira, Fito, & Andrés, 2008) debido a su capacidad de conservar los carotenoides (Hernández & Moreno, 2000).

Sabor

En la Figura 10, se indica el nivel de agrado para el atributo de sabor. El 80% de los panelistas dio una calificación de la escala de “me gustó mucho” y “me gustó poco”; seguido del 12% que correspondió a “indiferente” y el restante 8% para “me disgusta poco”.

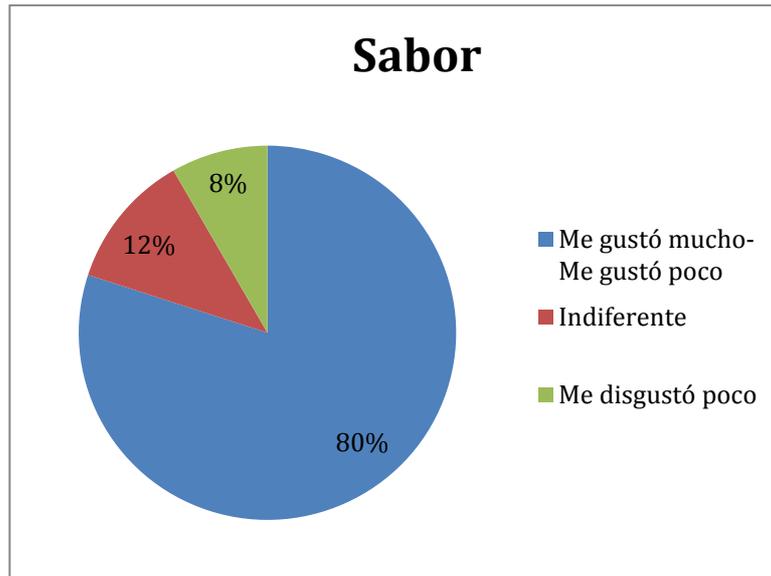


Figura 10: Nivel de agrado para el atributo sabor.

Crujencia

Como se muestra en la Figura 11, la calificación predominante de la escala fue de un 77% para “me gustó mucho” y “me gustó poco”, el siguiente 8% fue para “indiferente” y el restante 15% para “me disgustó poco”.

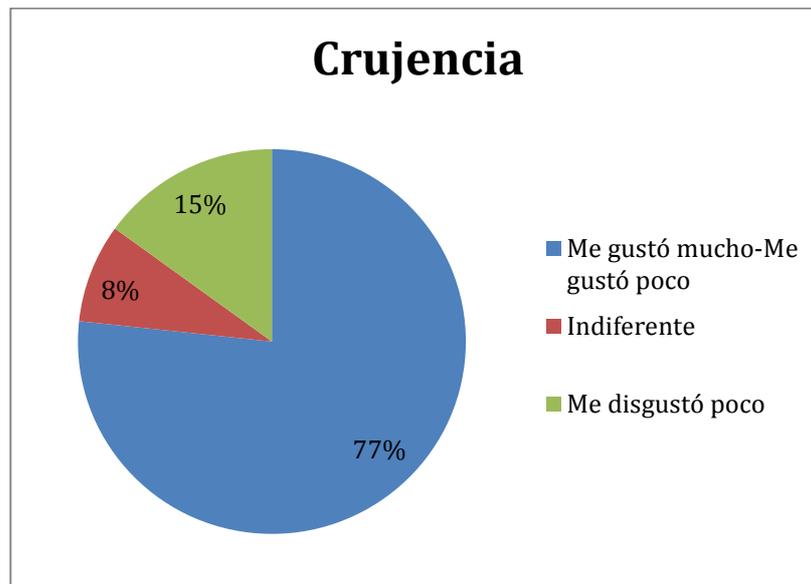


Figura 11: Nivel de agrado para el atributo crujencia.

En los tres atributos analizados, la calificación para “me disgustó mucho” fue del 0%. El secado previo y el escaldado son factores que mejoraron la textura del alimento (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012), lo que explicó la calificación de $4,08 \pm 1,08$ de la crujencia, que es la segunda más alta después del color. Además el tratamiento H tuvo un mayor tiempo de secado (35 min).

Intención de compra

Como se muestra en la Figura 12, el 78% de los panelistas estaría dispuesto a comprar el producto, mientras solamente el 22% no lo haría.

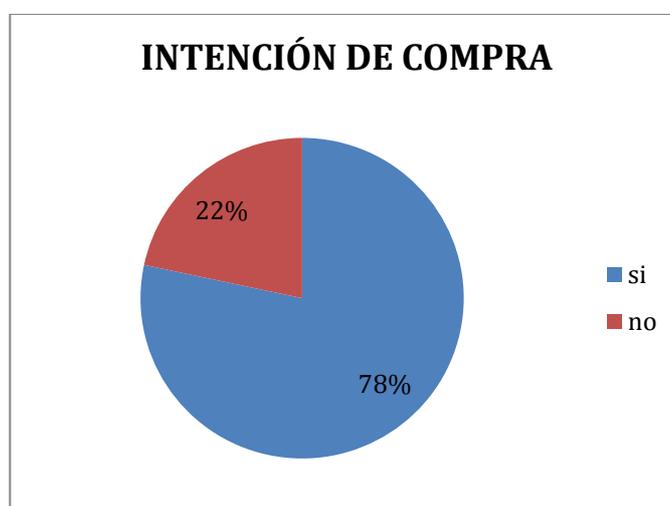


Figura 12: Intención de compra.

Los tres atributos analizados obtuvieron en promedio las puntuaciones más altas de la escala (Figura 8), predominando los comentarios positivos para el color. En el caso del sabor, el 10% de los panelistas sugirió enmascarar el ácido remanente, mientras en la crujencia el 5% de los panelistas propuso una mejora de la textura.

Formulación Final

Se determinó que el mejor tratamiento fue el H, el cual tuvo una deshidratación osmótica con una solución de ácido cítrico al 0,25%, un recubrimiento con pectina al 1,2% y

un tiempo de secado a 50°C durante 35 minutos. La fritura se realizó en una relación producto:aceite de 1:5 a 120°C durante 3 minutos. Finalmente se le adicionó un 0,5% de sal.

Etiqueta Nutricional

En la Tabla 10 se encuentra el análisis proximal del tratamiento H para elaborar la etiqueta nutricional tradicional y etiqueta semáforo.

Tabla 10: Análisis proximal

| Análisis | Contenido (g/100g) |
|------------------|--------------------|
| Grasa | 20,34 |
| Azúcares Totales | 1,67 |
| Sodio | 0,224 |
| Proteína | 6,07 |
| Ceniza | 3,11 |
| Humedad | 0,75 |
| Carbohidratos | 69,74 |

La Tabla 11 indica los valores que fueron obtenidos experimentalmente para cada nutriente, con excepción de ácidos grasos, colesterol, fibra y vitamina A determinados teóricamente.

Tabla 11: Etiqueta Nutricional

| Información Nutricional | |
|---|----------------|
| Porción 30 g | |
| Porciones por envase: 1 | |
| Cantidad por porción | |
| Energía (Calorías) 610KJ (146Cal) | |
| Energía de grasa (Calorías de grasa) 230KJ (55Cal) | |
| | %Valor Diario* |
| Grasa Total 6g | 9% |
| Ácidos Grasos Saturados 2g | 10% |
| Ácidos Grasos Monoinsaturados 3g | |
| Ácidos Grasos Poliinsaturados 1g | |
| Ácidos Grasos Trans 0 | |
| Colesterol 0g | 0% |
| Sodio 65mg | 3% |
| Carbohidratos Totales 21g | 7% |
| Azúcares <0,5g | |
| Proteínas 2g | 4% |
| Vitamina A | 51% |

*Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 8380KJ (2000 Calorías)

El contenido de grasa fue de 6 g por porción, proveniente casi exclusivamente del aceite de fritura, siendo el aporte de la zanahoria cruda de 0,2-0,5% (Naranjo, 2015). Según el perfil lipídico del aceite vegetal utilizado (Anexo G) se reporta un mayor contenido de ácidos grasos insaturados (4 g) que de saturados (2 g). La prevención de enfermedades relacionadas con el consumo de grasa sugiere que es más importante el tipo de grasa ingerido que su contenido total; mientras los ácidos grasos saturados aumentan los niveles de colesterol elevando el riesgo de cardiopatía isquémica, el consumo de ácidos grasos mono y poliinsaturados los reducen e incluso presentan efectos positivos en la tolerancia a la glucosa y aumento en la sensibilidad insulínica (Gil-Hernández, 2010). Los ácidos grasos trans presentes en el aceite fueron de 0,2 g por porción, por lo que de acuerdo a la norma NTE INEN 1334-2:2011 para valores menores a 0,5 g se deben reportar como cero (INEN, 2011). El colesterol es de origen animal (Badui, 2006), por lo que el producto al no contener

una fuente de esa naturaleza se consideró exento del compuesto. El sodio obtenido fue de 65 mg por porción, que provino del total de NaCl añadido a la formulación como un potenciador de sabor. Los carbohidratos calculados por diferencia fueron de 21 g que representa 7% de Valor Diario Recomendado y su importancia radica en el aporte de energía para el cerebro (órgano dependiente de este macronutriente), incluyéndose dentro de este grupo a las fibras que tienen efecto en la saciedad, movimientos peristálticos y vaciado gástrico (Gil-Hernández, 2010). Sin embargo, dentro de los hidratos de carbono se reportaron menos de 0,5 g de azúcares por porción, que en este caso representa el total de monosacáridos y disacáridos presentes naturalmente en la zanahoria: sacarosa, fructosa y glucosa, según Naranjo (2015). No obstante, el valor es menor con respecto al tubérculo crudo como consecuencia de etapas del procesamiento que implicaron su solubilización en agua (Badui, 2006), tales como el escaldado y las inmersiones en soluciones con ácido cítrico y pectina.

Retención de β -carotenos

La temperatura reportada por Hernández et al. (2010) como la que mayor retención de β -carotenos presentó (69,1%) en un estudio hecho con zanahorias cortadas y escaldadas fue de 90°C/7min, calculándose una retención teórica del 86,7% a 90°C/3min. Además al evaluar el secado sobre la degradación de carotenoides, 50°C permitieron una retención de 88,03% ($p>0,05$); temperaturas superiores provocaron pérdidas significativamente mayores (Belén-Camacho et al., 2004). En la fritura profunda, según Rodríguez-Amaya (1999) la cantidad de β -carotenos retenidos fue de hasta el 39%, tomando en cuenta la severidad del tratamiento térmico y su carácter liposoluble. En la Figura 13 se observa el balance de pérdidas y retención correspondiente.

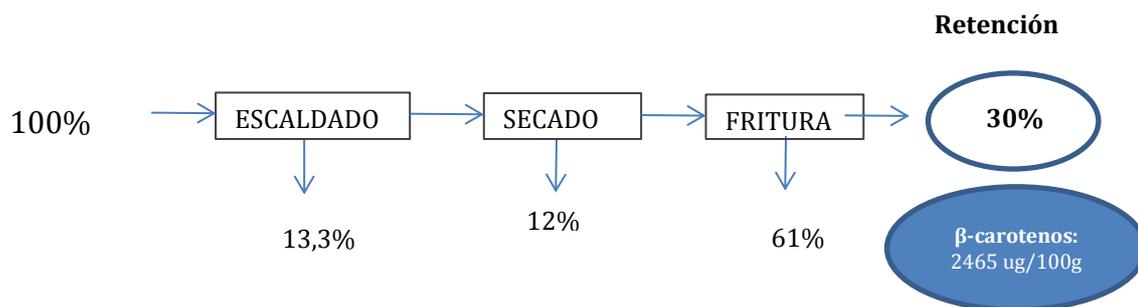


Figura 13: Balance teórico del contenido de β -carotenos durante el procesamiento.

El contenido teórico de Vitamina A (factor de conversión $1 \mu\text{g}$ retinol = $6 \mu\text{g}$ de β -caroteno y $1 \text{ UI} = 0,3 \mu\text{g}$ retinol) representa el 51% del VDR (FAO, 1991; INEN, 2011); sin embargo, los valores de la Ingesta Segura Recomendada (IDR) para hombres y mujeres de una edad mayor o igual a 19 años es de $600 \mu\text{g}$ y $500 \mu\text{g}$, respectivamente (FAO/WHO, 2002), aportándose con cada porción del snack con el 21% y 25%. Este micronutriente puede prevenir la xeroftalmia en los niños (se reduce la transparencia en la córnea) y la ceguera nocturna en adultos; se recomienda la ingesta a través de los alimentos, pues un abuso en el consumo por suplementos de esta vitamina puede ocasionar una intoxicación (Badui, 2006) por ser una vitamina liposoluble.

Etiqueta Semáforo

El etiquetado semáforo es un sistema de rápida comprensión para el consumidor por el código de colores como indicativo de los niveles de nutrientes por cada 100 g de producto (Ministerio de Salud Pública, 2014). Como se observa en la Figura 14, el producto fue alto en grasa, medio en sal y bajo en azúcar.



Figura 14: Etiqueta Semáforo

El elevado contenido de grasa se justifica por haber sido sometido a fritura por inmersión; no obstante, el valor obtenido se ubicó en el límite inferior de la especificación dispuesta por el ARCSA (20 g/100 g) (Ministerio de Salud Pública, 2014). Además al ser un snack, es consumido como un bocadito que mitiga el hambre sin llegar a ser una comida completa (INEN, 2010), en una porción menor a 100 g (30 g/porción). A pesar de los problemas de salud que representa el consumo excesivo de grasa tales como enfermedades cardiovasculares y obesidad, ésta es la mayor fuente de energía para el cuerpo, permite la absorción de vitaminas liposolubles (entre ellas la vitamina A) y colabora en el desarrollo tisular (Gil-Hernández, 2010).

El contenido de sal obtenido (0,224 g/ 100g) representó un porcentaje medio, no obstante, el sodio es un electrolito (Na^+) que regula la osmolalidad, el equilibrio ácido-base, la bomba de Na^+/K^+ por lo que es el catión de mayor importancia del líquido extracelular (Gil-Hernández, 2010). Sin embargo, el exceso puede causar problemas de hipertensión (Ministerio de Salud Pública, 2014).

Los snacks tuvieron un bajo contenido en azúcar (1,67 g/100 g). A pesar de no tener un valor recomendado en la ingesta por aumentar el riesgo de padecer principalmente obesidad y diabetes, es un compuesto de obtención rápida de energía por su elevado índice glucémico (similar al de pan blanco) (Gil-Hernández, 2010).

CONCLUSIONES

Se elaboró un snack frito utilizando zanahoria *Daucus carota*, brindando una buena alternativa de consumo para adultos por su aporte de grasa en su mayoría ácidos grasos insaturados, además proteínas y carbohidratos en porcentajes del 9%, 4% y 7% del VDR, respectivamente. El producto conservó el 30% del contenido original de β -carotenos en la zanahoria cruda que logró suplir el 51% del VDR con un valor de 123 μg por porción.

Se evaluó el efecto de la deshidratación osmótica, recubrimiento con pectina y secado sobre el contenido de humedad y la actividad de agua, siendo el mejor tratamiento aquel con 0,25% de concentración de ácido cítrico, 1,2% de pectina y 35 min en el horno.

El nivel de aceptabilidad se encontró entre los rangos de la escala 4 y 5 correspondiente a “me gusta poco” y “me gusta mucho” para todos los atributos, mientras la intención de compra fue del 78%.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios de osmodeshidratación usando mayor porcentaje de ácido cítrico para analizar la influencia de mayores concentraciones de agente osmótico en la humedad del producto. Además, la zanahoria al ser una hortaliza dulce, sería interesante el uso de la sacarosa u otro tipo de azúcar como agente osmótico.

Es importante profundizar en el proceso de secado de la zanahoria para determinar los parámetros óptimos, como peso o contenido de humedad final de las rebanadas de zanahoria en un horno de secado industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alabran, D., & Mabrouk, A. (1973). Carrot Flavor. Sugars and Free Nitrogenous Compounds in Fresh Carrots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 21, No. 2, 205-208.
- Alvis, A., Cortés, L., & Páez, M. (2009). Transferencia de Calor y Materia durante la Fritura de Trozos de Ñame (*Dioscorea alata*). *Información Tecnológica*, Vol. 20, No. 1, 99-109.
- AOAC. (1997). *Official Methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (Vol. 15th)*. Washington: Editorial William Horwitz.
- Aranda-González, I., Tamayo-Dzul, Ó., Barbosa-Martín, E., Segura-Campos, M., Moguel-Ordoñez, Y., & Betancur-Ancona, D. (2015). Desarrollo de una golosina tipo "gomita" reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con Stevia rebaudiana B. *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 31, No. 1, 334-340.
- Aredo, V., Arteaga, A., Benites, C., Gamboa, D., Gerónimo, W., Ibáñez, D., . . . Velásquez, L. (2013). Deshidratación osmótica de olluco (*Ullucus tuberosus*) con y sin recubrimiento a diferentes concentraciones de cloruro de sodio y sacarosa. *Agroindustrial Science*, Vol. 3, No. 2, 125-135.
- Arthey, D., & Ashurst, P. (1997). *Procesado de Frutas*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Avalos, E. (2014). *Influencia del Secado Previo y del Tiempo de Fritura en las Características Físicoquímicas y Aceptabilidad General de Rebanadas de Papa (*Solanum tuberosum*) Frita. Tesis de pregrado para obtener el título de Ingeriera en Industrias Alimentarias*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (Cuarta edición ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México, S.A de C.V.
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Caracas: Equinoccio.

- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Bouchon, P. (2002). *Modeling oil uptake during frying (Sc. D Thesis)*. Reading: University of Reading School of Food Biosciences.
- Burbano, S., & Gracia, C. (2003). *Física general*. Madrid: Editorial Tebar.
- Camefort, M. (1972). *Morphologie des Végétaux Vasculaires. 2da ed.* Doin: Éditeurs.
- Cásseres, E. (1966). *Producción de Hortalizas*. Lima: Instituto Iberoamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.
- FAO. (1991). *Necesidades de vitamina A, hierro, folato y vitamina B12*. Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos.
- FAO. (1997). *Producción y Manejo de Datos de Composición química de alimentos en nutrición*. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO/WHO. (2002). Human vitamins and mineral requirements. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. *Bangkok, Thailand. FAO Rome*.
- Gil-Hernández, Á. (2010). *Tratado de nutrición*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.
- González, A., Alvis, A., & Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas Lam*) Fritos por Inmersión. Parte 1: Textura. *Revista Información Tecnológica*, Vol. 26, No. 1, 95-102.
- Guzmán, L., Acevedo, D., & Granados, C. (2012). Efecto del Escaldado, Deshidratación Osmótica y Recubrimiento en la Pérdida de Humedad y Ganancia de Aceite en Trozos de Papa Criolla Fritas. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol. 10, No. 2, 170-176.
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A., & Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense*, Vol. 33, No. 1, 77-89.

- Hernández, G., & Moreno, M. (2000). Efecto del secado y del ácido cítrico sobre la degradación de los carotenoides de tamarillo:(*Cyphomandra betacea* sendt). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, Vol. 2, No. 5, 228-233.
- Herrera, C., Bolaños, N., & Lutz, G. (2008). *Química de Alimentos*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Higuera, M., & Prado, R. (2013). *Determinación de los Parámetros Óptimos del Proceso para la Elaboración de Snacks a Partir de Zanahoria Blanca (Tesis de Pregrado, para la Obtención de Título de Ingeniero Agroindustrial)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- INEN. (2010). *NTE INEN 2 561. Bocaditos de productos vegetales. Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2011). *NTE INEN 1334-2. Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2012). *NTE INEN 51. Sal Común. Determinación de Cloruro de Sodio*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2013). *NTE INEN 1747:2013. Hortalizas Frescas. Zanahoria. Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- IPGRI. (1998). *Descriptores de la Zanahoria Silvestre y Cultivada (Daucus carota L.)*. Roma: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Jaswal, A. (1969). Pectic substances and the texture of french fried potatoes. *America Journal of Potato Research*, Vol. 46, No. 5, 168-173.
- Lombard, G., Oliveira, J., Fito, P., & Andrés, A. (2008). Osmotic dehydration of pineapple as a pre-treatment for further drying. *Journal of Food Engineering*, Vol. 85, No. 2, 277-284.
- Martínez, A. (2003). *Carotenoides*. Medellín: Universidad de Antioquia.

- Mateos, M. (2003, Marzo). Estudios Agroalimentarios. *Papa Prefrita Congelada (Doc.A)*. Buenos Aires: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura .
- Ministerio de Salud Pública. (2014, octubre 03). *Sistema de Etiquetado de Alimentos Procesados*. Retrieved from:
<http://instituciones.msp.gob.ec/images/Documentos/infografia2.pdf>
- Naranjo, C. (2015). *Optimización de un proceso de fritura de zanahoria. Tesis de pregrado para la obtención de título de Ingeniera Química*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Olmedilla, B., Granado, F., & Blanco, I. (2001). *Carotenoides y Salud Humana*. Madrid: Fundación Española de la Nutrición (F.E.N).
- Organización Mundial de la Salud. (1997). *Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición - 57)*. Roma: FAO.
- Pedreschi, F., & Moyano, P. (2005). Effect of predrying on texture and oil uptake of potato chips. *Food Science and Technology*, Vol. 38, No. 6, 599-604.
- Ríos, M. M., Márquez, C., & Ciro, H. (2005). Deshidratación Osmótica de Frutos de Papaya Hawaiiiana (Carica papaya L.) en Cuatro Agentes Edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Vol. 58, No. 2, 2989-3002.
- Rodriguez-Amaya, D. (1999). *Carotenoides y Preparación de Alimentos: La Retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Rubatzky, V., Quiros, E., & Simon, P. (1999). *Carrots and related vegetable umbelliferae. Crop production science in horticultural series*. Oxfordshire: CABI Publishing.
- Sánchez, J. (2013). *Introducción al diseño experimental*. Quito: INGELSI.
- Schwartz, M., Sapúlveda, M., Rojas, P., & Kern, W. (2013). Snacks de Zanahoria y Betarraga. Una Alternativa para Aumentar el Consumo de Hortalizas. *Revista de la Industria de Alimentos y del Packaging*, No. 80, 20-23.

- Sevilla, G. (2013). *Evaluación de diferentes técnicas de deshidratación para la obtención de chips de pomelo mediante fritura al vacío. (Tesis para la obtención de título de master en ciencia e ingeniería de alimentos)*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Shafiur, M. (2003). *Manual de conservación de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, S.A.
- Shi, J., & Maguer, L. (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), Vol. 20, No. 4, 293-334.
- Suaterna, A. (2008). La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos. *Perspectivas en Nutrición Humana*, Vol. 10, No. 1, 77-88.
- Suslow, T., Mitchell, J., & Cantwell, M. (2013, Septiembre 19). *Zanahoria: Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha*. Retrieved Octubre 11, 2015, from University of California - Postharvest Technology Center - UC Davis: <http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Zanahoria/>
- Vaclavik, V. A. (2002). *Fundamentos de ciencia de los alimentos*. Zaragoza: ACRIBIA S.A.
- Velásquez, A., & Guerrero, J. (2014). Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, Vol. 8, No. 2, 5-12.
- Ventrera, B., Vignoni, L., Alessandro, M. S., Césari, M., Césari, R., Guinle, V., . . . Tapia, O. (2013). Caracterización por contenido de β -carotenos de ocho cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) y su relación con el color. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, Vol. 45, No. 2, 211-218.
- Zúñiga, R. (2012). *COMEMOS QUÍMICA: Viaje al interior de los alimentos*. Los Lagos, Chile: Centro de Investigación y Desarrollo en Nutrición.

ANEXOS

Anexo A: Ficha Técnica Zanahoria

Tabla 12: Especificaciones para zanahoria

| ZANAHORIA | | |
|------------------------------|---|----------------------------|
| Especie | <i>Daucus carota</i> | |
| Tipo | II y III* | |
| Dimensiones Generales | | |
| Largo (cm) | Min 8,5* - máx 16,4* | |
| Forma | De preferencia cilíndricas | |
| Diámetro (cm) | Min 2,5 – máx 6,4* | |
| Precio (US\$/kg) | 1,37 +/- 0,05 | |
| Criterios de calidad | | Defectos tolerables |
| | Firmes al tacto | máx 2%* |
| | Color naranja brillante | |
| | Pocos residuos de raicillas laterales | |
| Criterios de rechazo | Bifurcaciones, malformaciones, rajaduras o magulladuras mayores a 1cm | |
| | Presencia de lesiones causadas por microorganismos e insectos | |
| | Presencia de hombros y/o corazones verdes. | |

* (INEN, 2013)

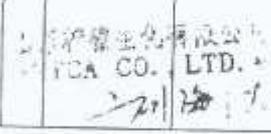
Anexo B: Ficha técnica ácido cítrico

3 800 400 1 180-828
 4010 / 2204008

| | | | |
|---|--|--|--|
| MANUFACTURER: TTCA CO., LTD. NO. 27, XIN AN ROAD, ANQIU, SHANDONG, CHINA | |  CERTIFICATE OF ANALYSIS | |
| BATCH NO.: A562066 IN CONTAINER NO.: BEAU229780 / CHD462266 MANUFACTURING DATE: FEB. 2015 EXPIRY DATE: FEB. 2017 | | PRODUCT NAME: CITRIC ACID ANHYDROUS SP2011 (30-100 MESH) DATE: FEB. 09, 2015 | |

THIS IS TO CERTIFY THAT THE ANALYSIS RESULT OF THE GOODS IS AS FOLLOWS:

| NO. | ITEM | SP2011 | 8239 | IMP34 | POC7 | TCCA ENTERPRISE SPEC |
|-----|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|---|
| 1 | CHARACTERISTICS | COLORLESS OR WHITE CRYSTAL | | | | |
| 2 | IDENTIFICATION | PASS THE TEST | | | | |
| 3 | LIGHT TRANSMITTANCE | / | / | / | / | ≥98% |
| 4 | CLARITY & COLOR OF SOLUTION | PASS | / | PASS TEST | / | PASS TEST |
| 5 | MOIST | 99.5-100.5% | 99.5-100% | 99.5-100.5% | 99.5-100.5% | 99.9% |
| 6 | WATER | 51.8% | 48.9% | 49.1% | 49.3% | 0.11% |
| 7 | SULPHATED ASH | ≤0.1% | ≤0.05% | ≤0.1% | ≤0.05% | ≤0.05% |
| 8 | SULPHATE | ≤150ppm | / | ≤150ppm | / | ≤20ppm |
| 9 | COALATE | ≤160ppm | ≤160ppm | ≤160ppm | NO TOXICITY FOUND | ≤20ppm |
| 10 | CALCIUM | / | / | / | / | ≤20ppm |
| 11 | HEAVY METALS | ≤10ppm | ≤5ppm | ≤10ppm | / | ≤5ppm |
| 12 | IRON | / | / | / | / | ≤1ppm |
| 13 | CHLORIDE | / | / | / | / | ≤5ppm |
| 14 | HEAVY CARBONATED SUBSTANCES | NOT EXCEEDING THE STANDARD | NOT EXCEEDING THE STANDARD | NOT EXCEEDING THE STANDARD | ≤60.52 74.930 | ≤61.8 |
| 15 | BACTERIAL ENDOTOXINS | ≤0.510/ug | / | PASS TEST | / | ≤0.510/ug |
| 16 | ALUMINIUM | ≤0.2ppm | / | ≤0.2ppm | / | ≤0.2ppm |
| 17 | ARSENIC | / | ≤1ppm | / | / | ≤1ppm |
| 18 | MERCURY | / | ≤1ppm | / | / | ≤0.1ppm |
| 19 | LEAD | / | ≤1ppm | / | ≤0.5ppm | ≤0.1ppm |
| 20 | TRIOXYCYLANINE | / | / | / | ≤0.1ppm | ≤0.1ppm |
| 21 | POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAH) | / | / | / | / | ≤0.05 (150-350nm) |
| 22 | TRICITRIC ACID | / | / | / | / | PASS TEST |
| 23 | WATER INSOLUBLE SUBSTANCES | / | / | / | / | FILTRATION TIME NOT MORE THAN 2MIN/FILTER MEMBRANE DOESN'T BASICALLY CHANGE COLOR VISUAL NOVELLED PARTICLES NOT MORE THAN 3 |



TCCA CO., LTD.

(OTHER)

Anexo C: Ficha técnica pectina

Product Specifications



Know how. It works.SM

Milazzo™ GP 1708 pectin

Product Specifications

Product description: Milazzo™ GP 1708 is a high methoxyl pectin extracted from citrus peel standardized with sugar.

| <u>Chemical and Physical:</u> | | <u>Test Methods</u> |
|-------------------------------|---|---------------------|
| USA-SAG (Gelling) | 145 to 155° | 004 |
| Particle size | minimum 95.0% through 180µm (Series #85) | 2221 |
| pH, 1% | 3.0 to 3.8 | 002 |
| Degree of esterification | 69-71% | |
| Loss on drying | maximum 12% | 001 |
| <u>Heavy Metals:</u> | | |
| Arsenic (As) | maximum 3 ppm | 22 |
| Lead (Pb) | maximum 5 ppm | 22 |
| Mercury (Hg) | maximum 1 ppm | 22 |
| Cadmium (Cd) | maximum 1 ppm | 22 |
| Total heavy metals (as Pb) | maximum 20 ppm | 22 |
| <u>Microbiological:</u> | | |
| Total plate count | not more than 1000 cfu/g | 140 |
| Mold and yeast | not more than 100 cfu/g | 160 |
| Salmonella | negative / 25g | 156 |
| E. coli | negative / 10g | 130 |

Product Ingredients:

US: Pectin, sugar

EU: Pectin (E440(i)), sugar

Test Methods are available on request.

03182013-2:81018120000



**Technical Service Centers:
FMC BioPolymer**

The Americas:
1735 Market Street
Philadelphia, PA 19103
Phone: 1-800-526-3649
1-215-299-5908
Fax: 1-215-299-5809

Galeria Plaza
Av. Dr. Jose Bonifácio
Coutinho Nogueira 150-1° A
13091-611 Campinas
Sao Paulo, Brazil
Phone: 55-19-3735-4465
Fax: 55-19-3735-4480

Av. De las Granjas No. 300
Colonia Electricistas
Del. Azcapotzalco
C.P. 02060, Mexico, D.F.
Phone: 52-55-352-3589
Fax: 52-55-352-3273

Europe:
Avenue E. Mounier 83
1200 Brussels, Belgium
Phone: 32-2 775-8311
Fax: 32-2 775-8300

| | Toll-free Phone Number |
|----------------|---------------------------|
| Belgium | :0800-73663 |
| France | :0800-908120 |
| Germany | :0800-1818841 |
| Netherlands | :0800-0228205 |
| Spain | :0900-973251 |
| United Kingdom | :0800-2341126 |

Asia Pacific:
FMC (Shanghai) Commercial Enterprise
Room 105, Innovation Building
1009 Yi Shan Lu
Shanghai 200233
Peoples Republic of China
Phone: 86-21 5427-1177
Fax: 86-21 5427-0193

Product Shelf-life / Re-evaluation Date

Two years from date of manufacture shown on product label.
This applies to *unopened packages, stored under dry and cool conditions.*

Material Safety Data Sheet (MSDS) available on request.

Patents

FMC Corporation is owner and/or licensee of several patents related to its products. The products, processes and uses of such products referred to in this document may be covered by one or more patents or pending applications in the United States and/or other countries. FMC does not warrant against any infringement claim arising from the sale and/or use of any FMC product in combination with other materials; the use of any FMC product in the operation of any process; any FMC product manufactured to a customer's designs or specifications; or any FMC product manufactured by any process requested by a purchaser.

Product Suitability

The information contained in this document (as well as any advice or assistance) is provided by FMC only as a courtesy and is intended to be general in nature. Any uses suggested by FMC are presented only to assist our customers in exploring possible applications. FMC makes no warranty, express or implied, as to its accuracy or completeness, or the results to be obtained from such information, advice or assistance. Each customer is solely responsible for determining whether the FMC products are suitable for such customer's intended use, and for obtaining any necessary governmental registrations and approvals for such customer's production, marketing, sale, use and/or transportation of finished goods using or incorporating the FMC products.

Visit our website at
www.fmcbiopolymer.com

FMC and Milazzo are trademarks of FMC Corporation.
"Know how. It works." is a service mark of FMC Corporation.

© 2013 FMC Corporation.
All rights reserved.



Anexo D: Ficha Técnica Aceite



Aceites

fritura, ensaladas

Nombre industrial
DANOLIN FRI 3317

Fecha de emisión:
24 de enero 2011

Reemplaza a:
15 de Junio de 2010

Características Generales

Aceite de origen vegetal, obtenido de la fracción líquida del aceite de palma 100% oleína. Refinado, blanqueado y desodorizado, no hidrogenado, con antioxidante añadido. Libre de ácidos grasos trans, apto para consumo humano.

Aplicaciones

Por su alta estabilidad frente a la oxidación y resistencia al maltrato térmico, este aceite se recomienda para uso en freidoras profundas. También se puede emplear como aceite de cobertura (spray-oil) en galletas y snacks. Es un excelente vehículo para saborizantes y colorantes en galletas y snacks.

Presentación

El producto se expende en bidones plásticos no retornables de 20 litros y al granel, en tambores de 100 y 180 kg, mini contenedores de 1 ton, en tanqueros. Otras presentaciones se pueden empacar bajo pedido.

Almacenamiento

Para su mejor conservación, el producto se debe almacenar al amparo de la luz solar directa, en un ambiente seco y fresco.

Nota: Calentar en caso de precipitación o turbidez. Este fenómeno, no afecta la calidad, ni desempeño del producto.

Tiempo de vida útil

El tiempo de vida útil es de 1 año siguiendo las recomendaciones de almacenamiento.

Certificado de Análisis

En cada despacho se entregará el producto con su respectivo certificado de análisis, donde constarán los siguientes parámetros: Acidez, Índice de Peróxidos, Punto de Fusión, índice de yodo, Olor y Sabor.

Especificaciones

| PARÁMETRO | UNIDADES | VALOR | METODO |
|--|------------------------|-----------|----------------|
| Ácidos grasos libres* (como palmítico) | % | 0.07 máx. | AOCS Ca 5a-40 |
| Humedad e impurezas* | % | 0.10 máx. | AOCS Ca 2c-25 |
| Índice de peróxidos* | Meq O ₂ /Kg | 1.0 máx. | AOCS Cd 8-53 |
| Color Lovibond, Amarillo* (celda 5¼") | | 35.0 máx. | AOCS Cc 13e-92 |
| Color Lovibond, Rojo* (celda 5¼") | | 3.0 máx. | AOCS Cc 13e-92 |
| Índice de yodo, Wijs | cg/g | 59.0 min | AOCS Cd 1-25 |
| P. F. (deslizamiento) | °C | 18.0 máx. | AOCS Cc 3-25 |
| Punto de nube | °C (claro) | 8.0 máx. | AOCS Cc 8-25 |
| Antioxidante TBHQ | ppm | 200 máx. | |
| Olor / Sabor* | | Buenos | Sensorial |

* Al momento del despacho

Características Adicionales

| Acido graso (FAME) | % Acido graso |
|--------------------|---------------|
| C12:0 | <0.5 |
| C14:0 | 0.5-1.3 |
| C18:0 | 33.0-41.0 |
| C18:1 | 3.3-5.8 |
| C18:1 | 37.0-45.0 |
| C18:2 | 10.0-14.3 |
| C18:3 | <0.5 |
| Total A.G. trans | <0.5 |

Contenido de Alérgenos

No contiene alérgenos





Investigación y Desarrollo Danec s.a
Firma del Responsable Técnico



Sabores y sabores, y lo hacen mejor



Km 1 ½ vía Sangolquí-Tumbillo. Tel: 233-3501, 233-3664. Fax: (593) 21 233-3745. Ventas: 233-4003, Sangolquí, Ecuador. Oficina Quito: París N 47-43 c/ Isla Floreana. Correspondencia: P. O. Box 17-11-05115, Quito, Ecuador.
www.danec.com

Anexo E: Evaluación Sensorial

Nombre: _____ Sexo: F / M

Edad: _____ años

Por favor, evalúe la muestra e indique cuánto le gustó o disgustó cada uno de los atributos sensoriales del producto, dando puntuaciones de acuerdo a la siguiente escala:

Código de la muestra: 352

| | | |
|----------------------|-----------|-------|
| 5. Me gustó mucho | Color | _____ |
| 4. Me gustó poco | | |
| 3. Indiferente | Sabor | _____ |
| 2. Me disgustó poco | | |
| 1. Me disgustó mucho | Crujencia | _____ |

Comentarios: _____

De acuerdo a su criterio, ¿Compraría el producto? Sí / No

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo F: Análisis de Varianza (ANOVA) de las Variables de Respuesta

Tabla 13: Coeficientes para las variables de respuesta.

| Variable de respuesta | Coeficiente de determinación (R ²) % | Coeficiente de Variación % |
|-----------------------|---|-------------------------------|
| Aw | 0,83 | 7,13 |
| %Humedad | 0,97 | 8,74 |

Tabla 14: Análisis de varianza (ANOVA) de la actividad de agua de los tratamientos

| F.V. | SC | gl | CM | F |
|----------------------|----------|----|----------|----------------------|
| Modelo. | 0,03 | 7 | 4,40E-03 | 13,88* |
| ÁCIDO | 4,30E-04 | 1 | 4,30E-04 | 1,38 ^{n.s.} |
| PECTINA | 0,01 | 1 | 0,01 | 17,76* |
| TIEMPO | 0,02 | 1 | 0,02 | 49,67* |
| ÁCIDO*PECTINA | 3,80E-03 | 1 | 3,80E-03 | 39,45* |
| ÁCIDO*TIEMPO | 4,20E-03 | 1 | 4,20E-03 | 13,24* |
| PECTINA*TIEMPO | 1,10E-05 | 1 | 1,10E-05 | 0,03 ^{n.s.} |
| ÁCIDO*PECTINA*TIEMPO | 3,80E-04 | 1 | 3,80E-04 | 1,22* |
| Error | 0,01 | 16 | 3,10E-04 | |
| Total | 0,03 | 23 | | |

*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F
^{n.s.}No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

Tabla 15: Resumen del test de diferenciación de medias (Tukey) para la actividad de agua de los tratamientos

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|-------------|--------|---|------|---|--|--|
| 7 | 0,29 | 3 | 0,01 | A | | |

| | | | | | | |
|--|------|---|------|---|---|---|
| 3 | 0,29 | 3 | 0,01 | A | | |
| 5 | 0,28 | 3 | 0,01 | A | | |
| 4 | 0,27 | 3 | 0,01 | A | | |
| 1 | 0,24 | 3 | 0,01 | | B | |
| 2 | 0,21 | 3 | 0,01 | | | C |
| 6 | 0,21 | 3 | 0,01 | | | C |
| 8 | 0,2 | 3 | 0,01 | | | C |
| Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$) | | | | | | |
| Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02775; Error: 0,0001 gl: 16 | | | | | | |

Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) del porcentaje de humedad de los tratamientos

| F.V. | SC | gl | CM | F |
|--|----------|----|----------|----------------------|
| Modelo. | 5,19 | 7 | 0,74 | 78,61* |
| ÁCIDO | 0,02 | 1 | 0,02 | 1,98 ^{n.s.} |
| PECTINA | 1,85 | 1 | 1,85 | 196,51* |
| TIEMPO | 0,12 | 1 | 0,12 | 12,32* |
| ÁCIDO*PECTINA | 1,9 | 1 | 1,9 | 201,25* |
| ÁCIDO*TIEMPO | 0,56 | 1 | 0,56 | 58,84* |
| PECTINA*TIEMPO | 0,75 | 1 | 0,75 | 79,03* |
| ÁCIDO*PECTINA*TIEMPO | 3,00E-03 | 1 | 3,00E-03 | 0,32* |
| Error | 0,15 | 16 | 0,01 | |
| Total | 5,34 | 23 | | |
| *Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F | | | | |
| ^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F | | | | |

Tabla 17: Resumen del test de diferenciación de medias (Tukey) para los datos de humedad

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | | | | |
|-------------|--------|---|------|---|---|--|--|--|--|
| 3 | 1,8 | 3 | 0,06 | A | | | | | |
| 4 | 1,59 | 3 | 0,06 | A | B | | | | |
| 7 | 1,47 | 3 | 0,06 | | B | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|---|------|--|--|---|---|---|---|
| 5 | 1,14 | 3 | 0,06 | | | C | | | |
| 6 | 1,03 | 3 | 0,06 | | | C | D | | |
| 2 | 0,85 | 3 | 0,06 | | | | D | E | |
| 8 | 0,69 | 3 | 0,06 | | | | | E | |
| 1 | 0,31 | 3 | 0,06 | | | | | | F |
| Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) | | | | | | | | | |
| Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27456; Error: 0,0094 gl: 16 | | | | | | | | | |

Anexo G: Perfil Lipídico

INF-LAB-AL- 22863
ORDEN DE TRABAJO No 46249

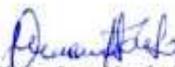
| | |
|---|---|
| SOLICITADO POR: | NARANJO FREIRE CARMEN GABRIELA |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE: | GUAJALO ALTO COOP PUEBLO UNIDO CALLE E6A CASA E5-59 |
| MUESTRA: | ACEITE VEGETAL |
| DESCRIPCIÓN: | ACEITE VEGETAL DE PALMA DE FRITURAS |
| LOTE: | ** |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | JULIO 2014 |
| FECHA DE VENCIMIENTO: | 1 AÑO |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 2014.09.01 |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 12:56 |
| FECHA DE ANÁLISIS: | 03-05/09/2014 |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: | 10/09/2014 |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | |
| COLOR: | Característico |
| OLOR: | Característico |
| ESTADO: | SOLIDO |
| Contenido declarado : 100ml | Contenido encontrado: 100ml |
| OBSERVACIONES: | |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. | |
| MUESTREADO POR: | Cliente |

PERFIL LIPIDICO

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADO | METODO | |
|--|-------------------|-----------|---------------------|------------------------|
| Grasa | % | 100.00 | MAL-03/ AOAC 991.36 | |
| *ACIDOS GRASOS | | | | |
| Acido Láurico | C12:0 | % | 0.40 | Cromatografía de Gases |
| Acido Mirístico | C14:0 | % | 0.90 | Cromatografía de Gases |
| Acido Palmítico | C16:0 | % | 35.78 | Cromatografía de Gases |
| Acido Elaídico | C18:1n9 trans | % | 3.82 | Cromatografía de Gases |
| Acido Oléico | C18:1n9 cis ω9 | % | 44.72 | Cromatografía de Gases |
| Acido Linoléico | C18:2n6 cis ω6 | % | 13.27 | Cromatografía de Gases |
| Acido Linolénico | C18:3n ω 3 | % | 1.11 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos Saturados | | % | 37.09 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos Insaturados | | % | 59.10 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos Monoinsaturados | | % | 44.72 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos Poliinsaturados | | % | 14.37 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos TRANS | | % | 3.82 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos omega 3 y 6 | | % | 14.37 | Cromatografía de Gases |
| Total ácidos grasos | | % | 100.00 | Cromatografía de Gases |

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE 1C 04-002"

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"


BIOQ. Ana María Hidalgo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS

(Naranjo, 2015)