

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Utilización de Jalapeño (*Capsicum annuum*), Pimiento verde (*Capsicum annuum L.*) y Espinaca (*Spinacia eleracea L.*) como fuentes de antioxidantes en la elaboración de una salsa picante

Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención.

Luisa Fernanda Mafla Herrera

María Gabriela Pérez Narváez

Ingeniería en Alimentos

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

Quito, 5 de mayo de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Utilización de Jalapeño (*Capsicum annuum*), Pimiento verde (*Capsicum annuum L.*) y Espinaca (*Spinacia eleracea L.*) como fuentes de antioxidantes
en la elaboración de una salsa picante**

Luisa Fernanda Mafla Herrera

María Gabriela Pérez Narváez

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Lucía Ramírez Cárdenas, Ph.D.,

Firma del profesor

Quito, 5 de mayo de 2016

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: Luisa Fernanda Mafla Herrera
Código: 00106255
Cédula de Identidad: 1716628985

Firma del estudiante: _____
Nombres y apellidos: María Gabriela Pérez Narváez
Código: 00103518
Cédula de Identidad: 1717543159

Lugar y fecha: Quito mayo de 2106

DEDICATORIA

A mis padres por todo el esfuerzo y soporte que me dieron en cada paso para verme lograr una meta más. A mi ñaña por ayudarme siempre. A Jorge por ser mi fuerza y apoyo constante y creer en mí.

Luisa Fernanda Mafla H.

A mis padres por todo su apoyo, consejos y cariño que me dan día a día. A mi hermano que a pesar de la distancia estuvo presente para mí.

Gabriela Pérez N.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por estar siempre para nosotros y apoyarnos en todo momento. A nuestros profesores por sus enseñanzas y paciencia, y en especial a Lucy Ramírez por guiarnos durante el desarrollo de este proyecto. A Manuelito por las risas y apoyo constante. Gracias también a nuestras amigas que han hecho de este el mejor semestre de todos. Les vamos a extrañar a todos.

RESUMEN

El propósito de la elaboración de salsas es añadir sabores, texturas y colores para volver más apetitosas y atractivas a las comidas. Una de las desventajas que presentan estos acompañantes es su bajo aporte nutricional. En este estudio se usó jalapeño (*Capsicum annuum*), pimiento verde (*Capsicum annuum L.*) y espinaca (*Spinacia eleracea L.*) como fuentes de antioxidantes en la elaboración de una salsa picante. Se analizó el efecto de la combinación de diferentes porcentajes de goma xanthan y vinagre en pH, acidez y °Brix. Al aplicar un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones, se determinó que no existió diferencia significativa en °Brix y acidez, pero sí en el pH ($\alpha = 0,05$) de los tratamientos. Todos cumplieron con las especificaciones de la norma NMX-F-377: 1986 (Alimentos regionales. Salsa picante envasada). En el estudio de separación de fases los tratamientos elegidos fueron el B y C al ser los más estables (84% y 100% respectivamente) y el tratamiento B fue el preferido sensorialmente al 5% de probabilidad. Además, el 42% de los jueces lo calificó con un nivel de picante ideal y se obtuvo una intención de compra del 88%. El contenido teórico de vitamina A fue del 15% VDR para una porción de 5g.

Palabras clave: Goma xanthan, evaluación sensorial, salsa picante, espinaca, jalapeño.

ABSTRACT

The purpose of sauce production is to add flavors, colors and textures to foods and make them more attractive and appetizing. One of the disadvantages of these products is the lack of nutritional value. In this study the principal ingredients were jalapeño (*Capsicum annuum*), green bell pepper (*Capsicum annuum* L.) and spinach (*Spinacia eleracea* L.) as antioxidant sources in the production of a hot sauce. The effect of the combination of different percentages of xanthan gum and vinegar were analyzed in pH, acidity and °Brix. A completely randomized design (CRD) was applied with 3 treatments and 4 repetitions. There was significant difference in pH ($\alpha= 0,05$), but not in °Brix and acidity of the treatments. All of them met the requirements of the norm NMX-F-377: 1986 (Foods. Regional. Canned spicy sauce). In the study of phase separation the selected treatments were B and C for being the most stable (84% and 100%, respectively), and the treatment B was preferred in the sensory evaluation at 5% of probability. 42% of the judges classified the sauce with an ideal heat level and an 88% of purchase intention was obtained. The theoretical content of vitamin A was 15% DV in a 5 g portion.

Key words: Xanthan gum, sensory evaluation, hot sauce, spinach, jalapeño

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Materias primas	16
Equipos.....	16
Elaboración de la salsa picante	17
Separación de fases	18
Elaboración de prototipos iniciales	18
Diseño Experimental.....	19
Evaluación sensorial.....	21
Presentación de las muestras.....	21
Análisis físico-químico	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
Prototipos	23
Elaboración de los tratamientos	26
Elaboración de la salsa	26
Diseño Experimental.....	27
Acidez	28
pH.....	29
°Brix	30
Separación de fases	31
Evaluación sensorial.....	31
Comparación pareada.....	31
Punto ideal, intención de compra y escala de actitud.....	33
Formulación final: Tratamiento B.....	37
Análisis físico-químico	38
Contenido teórico de antioxidantes	41
CONCLUSIÓN	44
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS.....	52

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Grado de madurez del pimiento y jalapeño.....	16
Ilustración 2: Aspecto del prototipo 2 luego de pasteurización	24
Ilustración 3: Aspecto del prototipo 3 luego de pasteurización	25
Ilustración 4: Etiqueta semáforo del producto final.....	41

Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de Equipos	17
Tabla 2: Tratamientos	20
Tabla 3: Variables de Respuesta.....	21
Tabla 4: Análisis Físico-Químico	22
Tabla 5: Formulación inicial y prototipos.....	23
Tabla 6: Formulación del prototipo 3	26
Tabla 7: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de acidez (%ácido acético), pH y sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos	28
Tabla 8: Coeficientes de Variación (CV) para acidez (%ácido acético), pH y sólidos solubles (°Brix).	28
Tabla 9: Acidez de los tratamientos.....	29
Tabla 10: pH de los tratamientos	30
Tabla 11: Sólidos solubles de los tratamientos	31
Tabla 12: Formulación Final	37
Tabla 13: Cantidad de materia prima cruda.....	37
Tabla 14: Análisis Físico-Químico de la formulación final	38
Tabla 15: Cantidad teórica de macronutrientes	40
Tabla 16: Información Nutricional del producto final.....	40
Tabla 17: Antioxidantes principales en producto final.....	42

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Prueba de comparación pareada	32
Gráfico 2: Porcentaje de percepción de picante.....	34
Gráfico 3: Intención de compra de la salsa de ají jalapeño.....	35
Gráfico 4: Frecuencia de consumo de la salsa de ají jalapeño.....	36
Gráfico 5: Índice de refracción y sólidos totales	39

INTRODUCCIÓN

Las salsas son consumidas como complemento de las comidas para aportar sabor y textura, sin embargo una de sus limitaciones es su bajo poder nutritivo (Costenbader, 2001). A medida que su uso se ha expandido, su importancia nutricional y económica ha crecido también, especialmente en los últimos 20 años (Sikora, Badrie, Deisingh & Kowalski, 2008). Estos productos están constituidos por dos fases, la primera es la fase dispersante o continua donde se encuentran disueltas sales, azúcares, ácidos, proteínas, entre otros; y la fase dispersa que se compone de partículas de verduras (Arriaga, Ramírez, Montiel, & Beristain, 1997). Para lograr estabilidad en salsas es importante el uso de hidrocoloides, los cuales se describen como estabilizadores de emulsiones, agentes de suspensión, espesantes y uniformadores de viscosidad (García-Ochoa, Santos, Casas, & Gomez, 2000). En la industria es muy común el uso de goma xanthan y carboximetil celulosa (CMC), para lograr una salsa homogénea y agradable para el consumidor.

En Ecuador no existe una norma INEN exclusiva para salsas picantes. Varias de las salsas de ají existentes en el mercado ecuatoriano se rigen por la norma INEN 1026: 2010 (Salsa de tomate. Requisitos) que permite la adición de diferentes especias y otros condimentos como ají. La norma mexicana NMX-F-377: 1986 (Alimentos Regionales. Salsa picante envasada) define a la salsa de ají como:

“El producto resultante de la mezcla y/o molienda y suspensión de una o más variedades de chiles frescos, secos o conservados, sanos, limpios, adicionados o no de acidulantes, espesantes, especias e ingredientes permitidos por la Secretaría de Salud, que le proporcionan el sabor característico”.

El jalapeño (*Capsicum annuum*) pertenece a la familia Solanaceae y es originario del trópico de América Central, del Sur y del Norte (Méndez, 2005). Los frutos verdes son cónicos, alargados de forma cilíndrica, o con cuerpos marcados de acuerdo al número de

lóculos (3 o 4 lóculos) (NMX-FF-025-SCFI, 2007; CXS-307, 2011). El pimiento verde (*Capsicum annuum L.*), de la familia de las Solanáceas, es descrito por la norma INEN 1996: 2012 (Hortalizas frescas. Pimiento o pimentón. Requisitos) como una baya indehiscente semicartilaginosa deprimida, con una membrana gruesa de color verde. Tiene semillas pequeñas, redondeadas y ligeramente reniformes. La espinaca forma parte de la familia de las Chenopodiaceae y según la norma INEN 1834: 2012 (Hortalizas frescas. Espinaca. Requisitos) es una planta anual cuya parte comestible son las hojas y el pecíolo. La verdura utilizada para la elaboración de la salsa es del tipo Savoy, una de las más difundidas en el Ecuador.

La espinaca, pimiento verde y jalapeño aportan componentes antioxidantes que evitan o retrasan el deterioro de células por radicales libres (NIH, 2015), y comparten diferentes antioxidantes como ácido gálico, magnesio, vitamina C, vitamina B9, vitamina E, vitamina A y clorofila. Por otro lado, el jalapeño es una fuente de capsaicina que confiere las características de pungencia (Méndez, 2005).

El ácido gálico pertenece a los ácidos fenólicos. Tiene propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, y antibióticas. Evita la oxidación de grasas y aceites en los alimentos, y en el organismo previene la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) (Govea et al., 2013). El magnesio está directamente relacionado con el mecanismo de defensa celular antioxidante al incrementar la actividad de la enzima glutatona peroxidasa, que incrementa la reacción entre la glutatona y radicales libres, particularmente peróxido de hidrógeno (Rude & Shils, 2006).

La vitamina A tiene una estructura molecular que incluye una larga cadena de dobles enlaces que protege a las membranas celulares de daños provocados por los radicales libres (Johnson, 2004). El ácido ascórbico participa en el metabolismo de la tirosina, carbohidratos, histamina, fenilalanina y hierro, en la síntesis de lípidos y proteínas, y mantiene la integridad

de los vasos sanguíneos y respiración celular. Además, actúa como un agente sinérgico con los tocoferoles para regenerar o restaurar las propiedades antioxidantes (Russel & Sutter, 2012). Se caracteriza por ser un excelente captor de oxígeno y aceptor de radicales libres (Yanishlieva, 2004).

Los alpha-tocoferoles o vitamina E degradan cadenas y son eficientes para enlentecer la descomposición de hidroperóxidos, protegen de la oxidación a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y a las grasas poliinsaturadas en las membranas (Russel & Sutter, 2012). El folato actúa como coenzima en la transferencia de unidades de carbono. Participa en la síntesis de la pirimidina para la replicación del DNA y RNA, por lo tanto, se afirma su apoyo en el crecimiento, gestación y producción de células sanguíneas (Hoffbrand, 2012). La clorofila presente en las verduras tiene una actividad antiinflamatoria, antihipertensiva, y antimutagénica (Lanfer-Márquez, 2003).

Yanishlieva (2004) asevera que existe una actividad sinergista entre varios antioxidantes porque las verduras en conjunto aumentan su contenido y son de mayor provecho. Los fitoquímicos encontrados, especialmente los que pertenecen a los fenoles incrementan su actividad antioxidante luego de cocción, hervor, o cocción por microondas.

El jalapeño tiene como componente principal la capsaicina, un capsicinoide perteneciente a la familia de los alcaloides, responsable de la pungencia o el picante (Méndez, 2005). Es un compuesto incoloro, aceitoso e inodoro que se encuentra en la membrana que contienen a las semillas. Es considerado un buen agente analgésico, antiinflamatorio, diurético y acelerador del metabolismo por que estimula la termogénesis de los alimentos (Mejia, 2013; Rohrig, 2014).

Los objetivos planteados para este estudio fueron utilizar jalapeño (*Capsicum annuum*), pimiento verde (*Capsicum annun L.*) y espinaca (*Spinacia eleracea L.*) como fuente de

antioxidantes en la elaboración de una salsa picante. Además, determinar la intención de compra y nivel de picante mediante pruebas sensoriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Se usaron jalapeños verdes (*Capsicum annuum*), pimientos verdes (*Capsicum annuum L.*), y espinaca (*Spinacia eleracea L*), obtenidos del mercado local (Supermaxi) de Cumbayá. Los pimientos verdes y los jalapeños se seleccionaron en el grado de madurez fisiológica, es decir al presentar un color verde oscuro uniforme de acuerdo a la escala presentada por López (2003) (Ilustración 1). Todas las verduras utilizadas fueron frescas, sanas y libres de materiales extraños, heridas o daños. La goma xanthan fue adquirida en la empresa Amtex Colombia, con una viscosidad mayor a 1200 cps y un pH entre 6,0 y 8,0 (Anexo 1).



Ilustración 1: Grado de madurez del pimiento y jalapeño

Equipos

Para la elaboración del producto se utilizó utensilios como cuchillos, recipientes, coladores, ollas. Además de equipos que se describen en la Tabla 1, incluyéndose también equipos de laboratorio usados para los análisis físico químicos y sensoriales.

Tabla 1: Descripción de Equipos

Equipo	Marca/Modelo	Características
Balanza semianalítica	METTLER TOLEDO, Modelo PB3002-S	Capacidad mínima de 0,5 g y máxima de 3100 g.
Termómetro	-	-
Licuadaora	Oster Modelo 4655	3 velocidades, motor de 600W, jarra de 1,25 L
Potenciómetro digital	Accumet Research AR50	Rango de pH: 0 – 14 y de Temperatura: 0 – 100°C
Refractómetro	Fisher Scientific	-
Bomba de vacío	Welch GEM 8890 Vaccum Pump	Motor: 1/4 HP
Mufla	Fisher Scientific Isotemp Muffle Furnance	-
Centrífuga	Thermo IEC Modelo Centra GP8	47 programas
Cortadora	Fiambres ServiEquipos	-
Extractor de Jugo	Jack LaLanne's Power Juicer MT 1020	Motor: 3600 rpm

Elaboración de la salsa picante

Las verduras fueron lavadas con agua potable, desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio de 100 mg Cl₂/L por 4 minutos y enjuagadas con agua potable hasta obtener una concentración de cloro residual de 0,3-1,5 mg/L (Suslow, 1997; INEN, 2011). Los jalapeños y la espinaca se escaldaron a 80°C por 3 minutos (Gallardo, 2004) en una relación 1:1 de agua-vegetales (Arévalo & Arias, 2008) con el objetivo principal de inactivar enzimas y suavizar la textura. Se sumergieron en un baño de agua potable fría (20°C aprox.) para cortar la cocción y evitar posterior pardeamiento. Los pimientos verdes se colocaron en un extractor de jugo (Jack LaLanne's Power Juicer) para obtener el zumo. Se licuaron las verduras, el zumo de pimiento y los condimentos por 30 segundos a velocidad 3 en la licuadora (Oster Modelo 4655). La pasteurización de la mezcla se realizó de 75-80°C por 5 minutos de acuerdo a lo establecido por Gallardo (2004). La salsa caliente fue envasada en

frascos de vidrio esterilizados dejando un espacio de cabeza del 5% (Gillman, 2006), y luego se enfriaron en un baño de agua fría (20°C aprox.), que fue reemplazada cada vez que la temperatura llegaba a 27°C.

Separación de fases

La separación de fases fue determinada por medio de centrifugación (Thermo IEC modelo Centra GP8, programa 30). Una alícuota de 12,5 mL de los diferentes tratamientos de la salsa, se centrifugó a 2000 rpm (850 G) (Chávez, 2010) por 40 minutos. La separación de fases se midió como porcentaje de estabilidad de la emulsión (E.S) aplicando la siguiente ecuación (Weber, Taillie, & Stauffer, 1974):

$$E.S = \frac{vol_{remanente}}{vol_{inicial}} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

$$vol_{remanente} = vol_{sobrenadante} - vol_{inicial}$$

$$vol = volumen$$

Elaboración de prototipos iniciales

La formulación inicial nació de una receta casera y para mejorar su producción se generaron tres prototipos. Inicialmente la salsa no contenía goma xanthan, no se utilizó la licuadora para reducir el tamaño de partícula, y se usó pimienta verde triturada. En la elaboración de los prototipos (2 y 3) se empleó zumo de pimienta verde y se reemplazó parte del contenido de vinagre con goma xanthan (prototipos 1, 2, y 3), de modo que el 24,07% fue la combinación de estos dos ingredientes. El valor se obtuvo mediante pruebas preliminares realizadas para regular la acidez.

Diseño Experimental

Los porcentajes de goma xanthan se eligieron con base en investigaciones sobre la concentración de uso en alimentos y desarrollo de productos que utilizaron este hidrocoloide. De acuerdo a Pasquel (2001) las gomas en la industria alimentaria se utilizan, por lo general, en un intervalo de 0,25 a 0,5% para dar mayor viscosidad a los alimentos. En el caso de salsas y aderezos el rango recomendado es de 0,05 a 0,5% como estabilizador de emulsiones, agente de suspensión, espesante y uniformador de viscosidad (García-Ochoa et al., 2000). Adicionalmente, Ronquillo (2007) elaboró una salsa de chile habanero, utilizó concentraciones de goma xanthan de 0,4% y 0,8%, siendo la primera la que tuvo mejores resultados. De igual manera, Chávez (2010) reportó en el desarrollo de una salsa picante elaborada a base de chile de árbol que la concentración ideal del hidrocoloide fue 0,4% al presentar mayor estabilidad (96%) entre los tratamientos durante el almacenamiento por 4 semanas.

Mena & Ron (2012) mostraron que una concentración de 0,2% de goma xanthan en una salsa de maracuyá con tamaño de partícula de 550 μm de harina de chocho fue el tratamiento con sedimentación más rápida. En el caso de la salsa de ají jalapeño que se presentó en este estudio, las partículas de jalapeño y espinaca fueron mayores a 550 μm al no pasar por un proceso de molienda y tamizaje, entonces se esperó una sedimentación más acelerada. Como consecuencia, no se utilizó menos de 0,3% de goma en los tratamientos.

Se eligió goma xanthan para la formulación del producto por sus propiedades, comportamiento y estabilidad que tiene frente a la temperatura y el amplio rango de pH. La viscosidad que proporciona no se ve afectada por pH, temperatura y presencia de sales. Actúa como un estabilizante de suspensiones, reduciendo la formación de separación de fases (Doi & Nishinari, 1993; Ronquillo, 2007).

Al investigar la competencia en el mercado se encontró que la mayoría de salsas de ají contienen goma xanthan en su formulación. Si bien la CMC presenta una funcionalidad de espesante y estabilizante, además de gran solubilidad en solventes fríos o calientes al igual que la goma xanthan, el rango óptimo de pH para su aplicación es menor que el de la goma xanthan (3,5- 7 vs. 2-7) y tiene menor estabilidad en la acidez (Europe Brenntag Food & Nutrition, 2015), siendo no conveniente por las características del producto que se presentó en este trabajo. Además, la goma xanthan es resistente a la degradación enzimática (proteasa, celulasa, hemicelulasa, pectinasa y amilasa) (Angioloni, 2015).

Los tratamientos estuvieron dispuestos en un Diseño Completamente al Azar (DCA). Fueron 3 tratamientos, 4 repeticiones y 12 unidades experimentales. Con este diseño se buscó obtener la mejor combinación vinagre-goma xanthan.

La Tabla 2 indica los tratamientos. La combinación goma xanthan-vinagre representó 24.07% de la formulación.

Tabla 2: Tratamientos

Tratamientos	Goma Xanthan- Vinagre (g/100g)
A	0,3 – 23,77
B	0,4 – 23,67
C	0,5- 23,57

El análisis de datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando MINITAB 17 STATISTICAL SOFTWARE (Minitab Inc., 2016).

La Tabla 3 presenta las variables de respuesta. Se incluyen métodos y especificaciones de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F 377:1986 (Alimentos Regionales. Salsa picante envasada).

Tabla 3: Variables de Respuesta

Variables de respuesta	Unidades	Especificación	Norma	Método	Principio
pH	-	2,8-4	NMX-F-377-1986	AOAC (1982) 981.12	Potenciometría
Acidez (ácido acético)	%	1- 4,5	NMX-F-377-1986	AOAC (2000) 935.57	Titulación
Sólidos solubles	°Brix	4-30	NMX-F-377-1986	AOAC (1980) 932.12	Refractrometría

Evaluación sensorial

Se realizó en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito con un total de 100 jueces no entrenados, de 20 a 44 años. La primera prueba sensorial realizada fue una comparación pareada (prueba de preferencia) entre los tratamientos B (0,4% goma xanthan y 23,67% de vinagre) y C (0,5% goma xanthan y 23,57% de vinagre) con la participación de 50 jueces, 17 mujeres (34%) y 33 hombres (66%). El tratamiento preferido de esta prueba se utilizó para la segunda evaluación sensorial que consistió en la aplicación de una escala del punto ideal para identificar el grado de picante, y adicionalmente se determinó la intención de compra y frecuencia de consumo. Participaron 50 personas, 32 mujeres (64%) y 18 hombres (36%).

Presentación de las muestras.

Se pesó 20 g de cada muestra a temperatura ambiente (24°C aprox.) en vasos pequeños (2 oz) de plástico transparente (Polipropileno). Debido a que el producto generalmente es consumido con otros alimentos y por la intensidad de picante, se utilizaron papas de la variedad Cecilia, cocinadas, sin cáscara y rebanadas con un

espesor de 5.5 mm (Cortadora Fiambres Serviequipos) como vehículo. Para la cocción se empleó agua potable con una concentración de sal al 1% para evitar que influyera en el sabor de la salsa. Se presentaron 3 rodajas de papas calientes (30°C aprox.) y de tamaños similares a cada juez junto con el consentimiento informado y los cuestionarios respectivos (Anexo 2).

Análisis físico-químico

Además de los análisis realizados para las variables de respuesta mostrados en la Tabla 3, se realizaron los ensayos físico-químicos que se encuentran en la Tabla 4 considerando la Norma Mexicana NMX-F 377:1986 (Alimentos Regionales. Salsa picante envasada). Se incluyen los métodos y especificaciones.

Tabla 4: Análisis Físico-Químico

Análisis	Unidades	Especificación	Norma	Método	Principio
Sólidos totales	%	Mínimo 4	NMX-F-377-1986	NMX – F-236 – S – 1979	Refractometría
Cloruros* (NaCl)	%	Máximo 4,5	NMX-F-377-1986	INEN 51:2012	Titulación

*Determinación de cloruro de sodio mediante el método de Mhor por titulación en cenizas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prototipos

La Tabla 5 muestra la formulación inicial y los tres prototipos realizados.

Tabla 5: Formulación inicial y prototipos

Ingredientes	Formulación inicial (g/ 100 g)	Prototipo 1 ^a (g/ 100 g)	Prototipo 2 ^a (g/ 100 g)	Prototipo 3 ^a (g/ 100 g)
Pimiento verde	31,56	31,56	31,56 ^b	31,56 ^b
Espinaca	21,04	21,04	21,04	21,04
Ají	10,52	10,52	10,52	10,52
Agua	10,68	10,52	10,52	10,52
Vinagre	24,07	24,07 ^c	24,07 ^d	24,07 ^d
Goma xanthan	-			
Especias (Ajo, cilantro y cebolla en polvo) ^e	0,4	0,4	0,4	0,4
Sal	1,73	1,89	1,89	1,89

^a Cambio en el procedimiento. El vinagre y la goma xanthan juntos suman 24,07%

^b Se usó el zumo del pimiento (4°Brix)

^c Goma xanthan: 0,1% y vinagre 23,97%

^d Goma xanthan: 0,5% y vinagre 23,57%

^e En partes iguales: 0,13% para cada especie

En la formulación inicial no se usó goma xanthan, y los ingredientes fueron procesados por 1 minuto y medio. La viscosidad del producto fue baja porque el tamaño de partícula, en especial del pimiento, era muy grande provocando una separación de fases evidente. La apariencia del producto no fue homogénea.

En el prototipo 1 se mantuvo el uso de la procesadora pero se agregó la goma xanthan para obtener la homogeneidad. El tamaño de partícula fue muy grande e irregular impidiendo evidenciar el efecto de la goma para evitar la separación de fases. El procesador no disminuyó el tamaño de partículas de forma uniforme, quedando pedazos grandes de pimiento y jalapeño de hasta 1 cm que debieron ser removidos manualmente. Un efecto de la adición de goma xanthan fue la formación de espuma en el producto que se demostró luego

de la pasteurización. El tratamiento térmico con el producto envasado, fue de 15 minutos a 92°C. El tiempo fue bastante largo provocando un cambio drástico en la coloración de verde a amarillo verdoso. La espuma formada desapareció del producto luego de 4 días de almacenamiento.

En el prototipo 2 se utilizó zumo de pimiento en lugar del pimiento entero para mejorar la apariencia del producto y la homogeneidad. Con este cambio se observó el efecto de la goma xanthan en las diferentes concentraciones establecidas haciendo que la separación de fases no fuera evidente. Se mantuvo el uso del procesador y se obtuvo pedazos grandes de jalapeño. El tiempo de aplicación del proceso térmico se redujo a 5 minutos para preservar el color, aunque éste si cambió (verde oscuro) pero no drásticamente como en el prototipo 1. El problema con este prototipo fue que la temperatura en el punto frío del producto llegó a 56°C que estuvo en la “zona de temperatura de peligro” donde los patógenos pueden crecer (USDA, 2013) y por lo tanto representó un peligro para el consumidor (Ilustración 2).



Ilustración 2: Aspecto del prototipo 2 luego de pasteurización

En el prototipo 3 se cambió el uso del procesador por la licuadora para mejorar la apariencia del producto y disminuir el tamaño de partícula de la espinaca y el jalapeño lo máximo posible. Se dio un baño de agua fría a las verduras escaldadas para frenar la cocción

y retrasar la degradación del color. El tratamiento térmico también se modificó, eliminándose la pasteurización dentro de los envases y aplicando al producto directamente, luego se envasó en caliente (75-80°C) y se enfriaron los envases llenos a temperatura ambiente (22°C aprox.) (Ilustración 3). El envasado en caliente se hizo con el propósito de crear vacío para limitar el oxígeno disponible en el envase, evitar crecimiento de hongos, facilitar un cierre hermético y por lo tanto impedir la recontaminación, sin embargo la temperatura de envasado (75-80°C) no fue suficientemente alta para crear vacío por largos periodos (Gallego, 2012). El vacío creado fue por la contracción del producto al enfriarse, disminuyendo así la presión interna, y por la presencia de vapor que se condensó en el espacio de cabeza (Yam, 2009). Es muy importante en el envasado en vidrio, porque dependiendo de la temperatura del tratamiento variará la presión interna y el volumen de llenado del producto, es decir a mayor temperatura mayor volumen y en consecuencia mayor presión dentro del envase. El vacío depende del espacio de cabeza y la cantidad de vapor en éste (Gallego, 2012).



Ilustración 3: Aspecto del prototipo 3 luego de pasteurización

Elaboración de los tratamientos

El prototipo 3 se utilizó como formulación base para la elaboración de los tratamientos A, B y C, variando los porcentajes de vinagre y goma xanthan que juntos representaron el 24,07% (Tabla 6).

Tabla 6: Formulación del prototipo 3

Ingredientes	Tratamientos		
	A	B	C
	g/100 g	g/100 g	g/100 g
Zumo pimiento verde	31,56	31,56	31,56
Espinaca cocinada	21,04	21,04	21,04
Jalapeño	10,52	10,52	10,52
Agua	10,52	10,52	10,52
Vinagre	23,77	23,67	23,57
Goma xanthan	0,30	0,40	0,50
Espicias (cilantro, ajo y cebolla en polvo)	0,40	0,40	0,40
Sal	1,89	1,89	1,89

Elaboración de la salsa

El cambio de color evidenciado en los tratamientos fue por la degradación de la clorofila que ocurre por dos motivos: la pasteurización y el medio ácido (del mismo vegetal y por adición de vinagre). El color cambió de verde oscuro brillante a verde olivo por la pérdida del átomo de magnesio que fue sustituido por dos iones H^+ dando lugar al compuesto feofitina. La pérdida de clorofila es irreversible en el medio acuoso, porque se produce una lixiviación (Calvo, 2001). Lanfer-Márquez (2003) menciona que la feofitina tiene una capacidad antimutagénica que ha sido comprobada en animales de experimentación. Al momento de degradarse la clorofila se libera Mg^{2+} que es biodisponible para el organismo y la feofitina es un fuerte inhibidor de sustancias carcinogénicas.

El blanqueo de la clorofila también puede darse por peroxidación lipídica (Barreiro & Sandoval, 2006), sin embargo en la formulación del producto no se utilizó ninguna materia prima grasa. Las verduras, al contener clorofila, son susceptibles al cambio de color como efecto de su reacción con los hidroperóxidos producidos por la lipooxigenasa (LOX) encontrada en los tejidos vegetales (Lánfer-Márquez, 2003; Ramírez, 2009). Además, puede ocurrir efectos sinérgicos entre enzimas que les permite actuar conjuntamente en la degradación de la clorofila (Lanfer-Márquez, 2003), no obstante, se logra la inactivación de estos compuestos por medio del escaldado. Así, el cambio de color de la salsa se atribuyó únicamente a la degradación de la clorofila por efecto combinado entre el tratamiento térmico y el medio ácido.

El proceso de copigmentación no se presentó en esta investigación porque a diferencia de las antocianinas, que regularmente necesitan de copigmentos para la expresión total de su color, la clorofila es autónoma (Haslam, 1998). La copigmentación se produce al haber asociación entre glucósidos antociánicos (pigmentos) y compuestos orgánicos como ciertos ácidos fenólicos, flavonoides y derivados de flavonoles y subgrupos de flavonas (Boulton, 2001). Las verduras utilizadas en la salsa picante contienen xantofilas, carotenos y clorofila (a y b) (Ocaña, 2010), pero no antocianinas entre sus pigmentos, por lo tanto, no existieron las condiciones requeridas para el proceso de copigmentación. Además, no hubo intensificación del color como sería de esperarse en dicho fenómeno (Boulton, 2001), al contrario, el color inicial se perdió.

Diseño Experimental

En la Tabla 7 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de las variables de respuesta. No se observó diferencia significativa entre los tratamientos con relación a la acidez y grados Brix, pero sí para el pH.

Tabla 7: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de acidez (%ácido acético), pH y sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		Acidez	pH	°Brix
Tratamientos	2	0,009658 ^{N.S.}	0,004558*	0,02083 ^{N.S.}
Error experimental	9	0,002686	0,000286	0,02083

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

El coeficiente de variación para la acidez, pH y °Brix se encontró dentro del límite esperado para un estudio bajo condiciones controladas que requiere un CV máximo de 10% (Diamandis & Christopoulos, 1996), indicando que los datos fueron precisos y confiables (Tabla 8).

Tabla 8: Coeficientes de Variación (CV) para acidez (%ácido acético), pH y sólidos solubles (°Brix).

VARIABLES DE RESPUESTA	CV (%)
Acidez	5,18
Ph	0,92
°Brix	2,64

Acidez

Según Barreiro & Sandoval (2006), la acidez se ve afectada por la presencia de un ácido débil, sin embargo la variación de 0.10% de la solución de ácido acético no fue suficiente para causar diferencia estadística entre los tratamientos. Los niveles de goma xanthan y vinagre no influyeron sobre la acidez (Tabla 9), además en el método de determinación por titulación pudo existir un error de paralaje. La concentración de ácido acético en el vinagre es del 4-6% (INEN 2296, 2003), de manera que su adición no causó un cambio perceptible en esta variable de respuesta al no contribuir con

suficientes grupos carboxílicos e hidrogeniones (Barreiro & Sandoval, 2006). El porcentaje empleado no es tóxico si es menor al 3% (Badui, 2006), cumpliéndose en todos los tratamientos además de la especificación de la norma NMX-F 377:1986 (Alimentos Regionales. Salsa picante envasada). El rango de acidez permitido es de 1-4,5%, siendo el máximo un valor más elevado que el sugerido por Badui (2006).

Tabla 9: Acidez de los tratamientos

Tratamientos	%Acidez (Ácido acético)*
A	1,27 ± 0,083
B	1,20 ± 0,026
C	1,18 ± 0,022

*Media ± SD

pH

Según el Análisis de Varianza (ANOVA) existió diferencia significativa entre los tratamientos y la variación de goma xanthan y vinagre influyeron sobre el pH. El tratamiento A presentó el menor valor, al contener más vinagre y menos goma xanthan. Los tratamientos B y C tuvieron el mismo rango en la prueba de separación de medias (Tukey). El hidrocoloide empleado tuvo un pH de 6,5 incrementando esta variable de respuesta y diferenciándolos del tratamiento A (Tabla 10), siendo el más estable microbiológicamente por tener el pH más bajo. El porcentaje de vinagre que varía entre B y C no fue suficiente para provocar un cambio, considerando que un mol de ácido acético al estar parcialmente disociado, no genera la misma cantidad de hidrogeniones (Barreiro & Sandoval, 2006). Toker, Dogan, Caniyilmaz, Ersöz & Kaya (2013) mencionan que la diferencia puede ser también el resultado de la interacción de la estructura molecular del polisacárido con los otros ingredientes de la formulación. La concentración de H^+ y la acidez son parámetros importantes para la inocuidad de un alimento, su efectividad incrementa con la reducción del pH (Badui,

2006). A pesar de los distintos rangos, todos los tratamientos cumplen con lo especificado en la norma NMX-F 377:1986 (Alimentos Regionales. Salsa picante envasada).

Tabla 10: pH de los tratamientos

Tratamientos	pH*
C	3,60 ± 0,017 ^a
B	3,56 ± 0,018 ^a
A	3,53 ± 0,015 ^b

*Medias ± SD

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

°Brix

Los tratamientos no presentaron diferencia significativa con relación a °Brix, indicando que los distintos niveles de goma xanthan y vinagre no tuvieron influencia. Las medias de los tratamientos se indican en la Tabla 11. El vinagre no aporta sólidos a diferencia del hidrocoloide cuya solubilidad afecta directamente a los °Brix (García-Ochoa, 2000; Pinsirom, Rungcharoen & Liumminful, 2010). Toker et al. (2013) indica que se espera una variación en los sólidos solubles cuando hay diferencia en la capacidad de absorción de agua de la goma utilizada, sin embargo la misma materia prima se usó para los tratamientos. La variación de 0,1% del agente de suspensión no fue detectable por el refractómetro

Tabla 11: Sólidos solubles de los tratamientos

Tratamientos	Sólidos Solubles (°Brix)
A	5,5 0 ± 0
C	5,50 ± 0
B	5,38 ± 0,25

*Media ± SD

Las variables de respuesta cumplen con las especificaciones de la norma NMX-F 377:1986 (Alimentos Regionales. Salsa picante envasada). Se usó la separación de fases como criterio para la determinación de los mejores tratamientos.

Separación de fases

La determinación de la estabilidad permitió escoger los mejores tratamientos. El tratamiento A (0,3% de goma xanthan) presentó una estabilidad del 60%, el tratamiento B (0,4% de goma xanthan) del 84% y el tratamiento C (0,5% de goma xanthan) del 100%. Se eligieron los dos tratamientos con estabilidad más alta (B y C) para el análisis sensorial, ya que el propósito fue obtener una salsa sin separación de fases, visualmente agradable y con una viscosidad determinada por el consumidor.

Evaluación sensorial

Comparación pareada.

Para determinar diferencia significativa entre los tratamientos B y C al 5% de probabilidad se necesitaron 33 jueces a favor de una muestra (Roessler et al., 1998 citado en Della, Minim y Carneiro, 2012), por lo tanto el tratamiento B (código 274), fue el preferido entre los panelistas al haber tenido 34 juicios a favor (Gráfico 1).

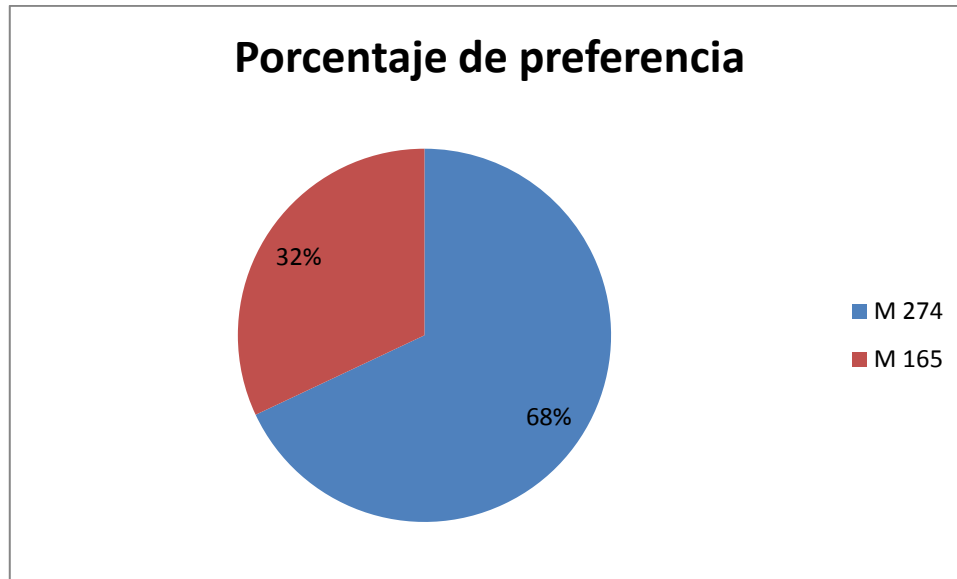


Gráfico 1: Prueba de comparación pareada

La prueba de preferencia no mide la aceptabilidad de las muestras, sin embargo ésta prueba fue elegida para determinar qué tratamiento era el más preferido por el consumidor con respecto a la viscosidad del producto pues era la principal diferencia entre las muestras. Los comentarios recibidos en la evaluación afirmaron el agrado de la salsa independientemente del tratamiento. Otros indicaron que una de las muestras era más picante, siendo ésta la primera. La capsaicina produce un efecto nociceptivo, es decir que afecta ciertas terminaciones nerviosas llamadas nocirreceptores que envían el mensaje de dolor al cerebro (Green, 2005). Luego de ingerir alimentos que contienen este compuesto se produce un fenómeno llamado desensibilización a la capsaicina que provoca que los receptores dejen de responder a este compuesto, por lo que se le atribuye la propiedad de anestésica (Karrer & Bartoshuk, 1991). A pesar que se necesita consumir bastante capsaicina para que haya dicho efecto es posible que ciertos jueces hayan sido más sensibles o que no estaban acostumbrados a ingerir salsas picantes, por tanto el efecto se produjo con un menor umbral. Por este fenómeno los jueces no pudieron distinguir el sabor de la segunda muestra pues la desensibilización a la

capsaicina tiene efectos inhibitorios parciales con ciertos gustos básicos, entre ellos, el gusto ácido (Karrer & Bartoshuk, 1995). El caso fue diferente en personas acostumbradas a consumir alimentos picantes, porque tienen un proceso de adaptación que disminuye la sensibilidad e incrementa el umbral (Delahunty, 2011). Además, la temperatura del vehículo pudo influir en la percepción del picante, ya que su impacto sensorial es mayor cuando el alimento está a una temperatura mayor a 25°C (Green, 1993).

Durante la prueba se podría haber incluido un vaso con leche para que los jueces tomaran entre muestras - además del agua - para amortiguar la sensación de quemazón y poder realizar una mejor evaluación. Este efecto se obtiene porque los lácteos contienen caseína que desplaza a la capsaicina de los receptores nerviosos de las papilas gustativas (Atkins, 2007). Por otro lado, la hora de realización de la evaluación sensorial fue ideal (15:30 h) y por lo tanto se evitaron errores de percepción causadas por hambre o por llenura al momento de probar las muestras.

Punto ideal, intención de compra y escala de actitud.

En el Gráfico 2 se muestra el porcentaje de jueces que seleccionaron al ají según cada categoría en la escala del punto ideal del picante. La escala tuvo 5 categorías: poco, entre poco e ideal, ideal, entre ideal y mucho, y mucho.

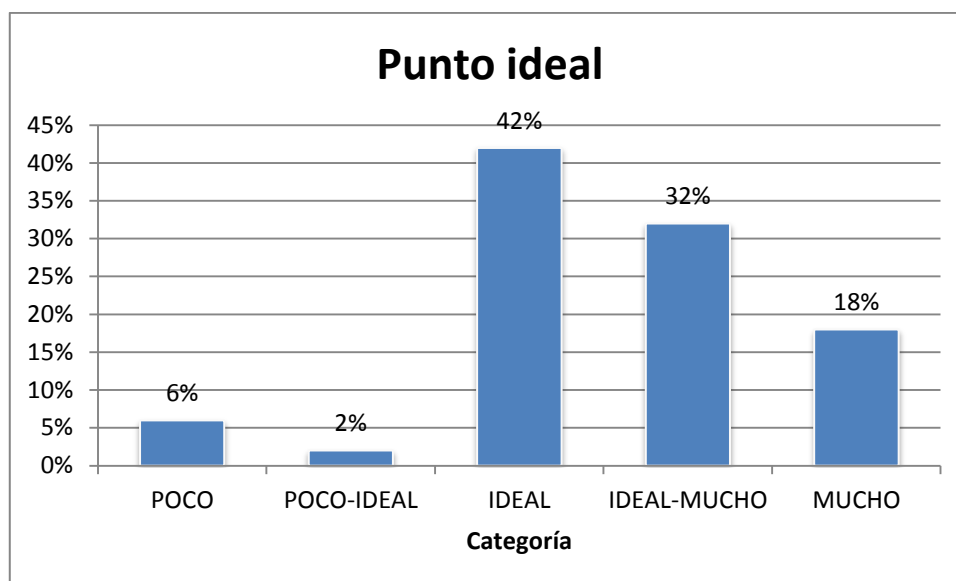


Gráfico 2: Porcentaje de percepción de picante

Se escogieron 5 categorías ya que al aplicar una escala de pocos puntos, por ejemplo de 3, dificultaría la discriminación al perderse mucha información sobre la diferencia entre los productos (Moskowitz, Beckley, & Resurrección, 2012), mientras que seleccionar más categorías no era adecuado al contar con una sola muestra y además hubiese resultado muy difícil y subjetivo diferenciar entre las categorías y las apreciaciones de los jueces (Anzaldúa-Morales, 2005).

La mayoría de los jueces (42%) calificó al picante de la salsa como “ideal”, seguido por el 32% que categorizó al picante entre ideal y mucho. El 48% de los jueces masculinos calificó a la salsa como “ideal”, mientras que apenas el 6% calificó como “mucho”.

Este análisis se realizó con el fin de poder identificar la intensidad del picante como se muestran en la mayoría de productos en el mercado. Así, ésta salsa de ají se calificó con una “intensidad media”. La falta de jueces entrenados impidió la realización de la prueba organoléptica de Scoville para el análisis de pungencia. Este método se basa en la evaluación de múltiples diluciones hasta que los panelistas no puedan sentir el

picante en las muestras; cada dilución es una unidad Scoville (Zachariach & Gobinath, 2008).

Por otro lado, lo ideal hubiese sido tener jueces mujeres y hombres en iguales proporciones para las dos pruebas sensoriales pues el sexo sí influye en la percepción sensorial de alimentos (Anzaldúa-Morales, 2005).

La intención de compra fue de mucha importancia para saber el comportamiento de las personas frente a este producto. El 88% sí compraría, al calificarlo como “rico” además de indicar que tenía “buen sabor”. Muchos consumidores consideraron que era “novedoso” y “creativo”, y el sabor que presentó la combinación de jalapeños, espinaca y pimiento verde fue caracterizado como “agradable” y “rico” para consumir en las comidas. Apenas el 12% de los jueces no compraría la salsa porque argumentaba que no consumía este tipo de producto regularmente o no le gustaba la comida picante (Gráfico 3).

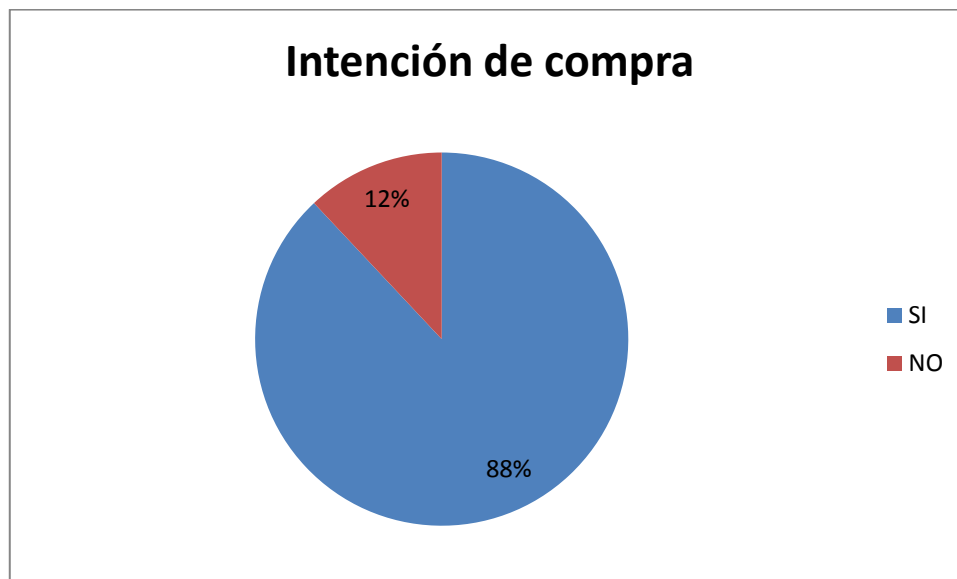


Gráfico 3: Intención de compra de la salsa de ají jalapeño

El Gráfico 4 indica la frecuencia de consumo. El 62% de las personas que compraría la salsa lo consumiría semanalmente.

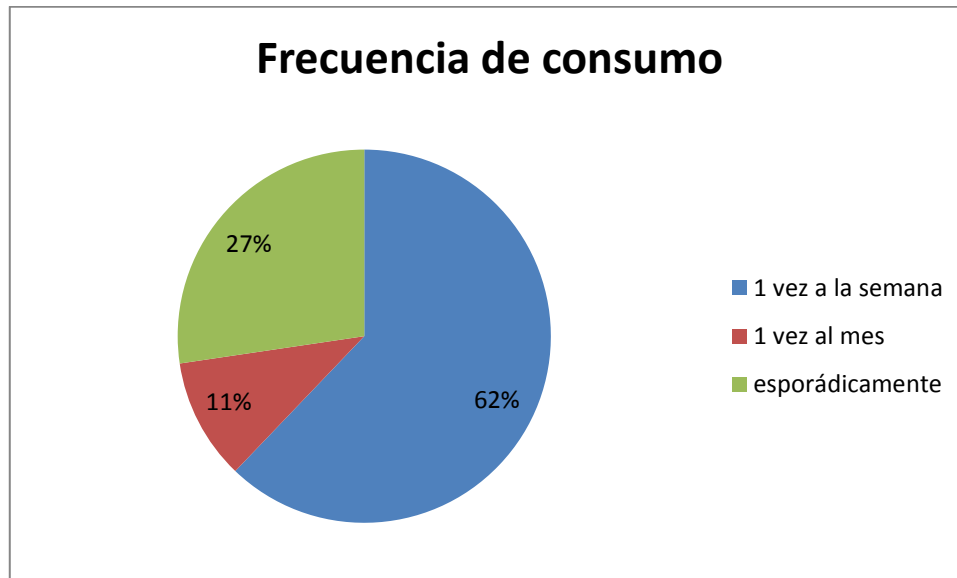


Gráfico 4: Frecuencia de consumo de la salsa de ají jalapeño

Muchos jueces pudieron haber interpretado la pregunta como la regularidad de compra, de todas maneras el consumo esperado es frecuente, indicando que puede tener buena aceptación en el mercado.

A pesar de que no se hizo una prueba de aceptación, medir la frecuencia de consumo es una buena herramienta porque al ser una escala de actitud mide el grado de aceptación basándose en la frecuencia en la que el consumidor estaría dispuesto a comer el producto, además se considera una prueba más sensible que las pruebas de aceptación y es recomendado cuando son alimentos con los que no está familiarizado como en este caso (Universidad Tecnológica Nacional, 2015.).

El horario de esta prueba no fue la ideal, se realizó a la 13:00 h. Anzaldúa-Morales (2005) indica que las pruebas sensoriales no deben ejecutarse en horas cercanas a las comidas principales para evitar interferencia con la percepción de los evaluadores.

Formulación final: Tratamiento B

La formulación final fue el tratamiento B. Se creó una matriz para la formulación del producto por batch, incluyéndose la merma promedio (16%) (Tabla 12), y las cantidades de espinaca y pimiento verde crudos (Tabla 13). Durante el desarrollo del producto se calculó la pérdida de peso de la espinaca luego del escaldado (11% aprox.) y el rendimiento de la extracción del zumo del pimiento verde (60% aprox.).

Tabla 12: Formulación Final

Ingredientes	g	g/100 g	g/batch
Zumo pimiento verde	31,56	31,56	757,44
Espinaca cocinada	21,04	21,04	504,96
Jalapeño	10,52	10,52	252,48
Agua	10,52	10,52	252,48
Vinagre	23,67	23,67	568,08
Goma xanthan	0,40	0,40	9,60
Espicias (cilantro, ajo y cebolla en polvo)	0,40	0,40	9,60
Sal	1,89	1,89	45,36
TOTAL CRUDO	100		2400
MERMA	16%		384,00
PRODUCTO TERMINADO			2016,00

Tabla 13: Cantidad de materia prima cruda

Materia Prima	g
Espinaca	567,37
Pimiento	1262,40

La merma de producto se debe principalmente a la evaporación durante la pasteurización y pérdidas en equipos durante su procesamiento. En un proceso industrial este último se reduciría considerablemente al trabajar en un proceso continuo y con cantidades de producto mayores.

Análisis físico-químico

Se realizaron los análisis físico-químicos de la formulación final en función de las especificaciones de la norma NMX-F-377: 1986 para salsas picantes.

Tabla 14: Análisis Físico-Químico de la formulación final

Análisis	Unidades	Especificación	Método de ensayo	Principio	Resultados*
pH	-	2,8-4	AOAC (1982) 981.12	Potenciometría	3,57 ± 0,036
Acidez (ácido acético)	%	1 – 4,5	AOAC (2000) 939.05	Titulación	1,22 ± 0,030
Sólidos solubles	°Brix	4 - 30	AOAC (1980) 932.12	Refractometría	5,50 ± 0
Sólidos totales	%	Mínimo 4	NMX-F-236-S-1979	Refractometría	4,53 ± 0
Cloruros** (NaCl)	%	Máximo 4,5	NTE INEN 51:2012	Titulación	2,00 ± 0,006

*Medias ± SD

*Media de 3 determinaciones

**Determinación de cloruro de sodio mediante el método de Mhor por titulación en cenizas

La salsa de ají jalapeño al tener un pH < 3,7 se considera un producto ácido (pH<4,6) (Badui, 2006). En alimentos con esta característica las bacterias no se multiplican y por ello solo se requiere de un proceso de pasteurización a ebullición por varios minutos (Holdsworth, 1988).

La determinación de los sólidos totales se realizó mediante el índice de refracción (IR), que es el ángulo formado al pasar un rayo de luz a otro medio, en el que la luz se propaga con una velocidad distinta (NMX-F-236-S, 1979). Debido a que la tabla que relaciona el índice de refracción con los sólidos totales, empieza con un IR de 1,3590

y el IR de la salsa de jalapeño fue de 1,335, se graficó los datos de la tabla y se obtuvo la ecuación de la recta para extrapolar al valor obtenido de la salsa (Gráfico 5).

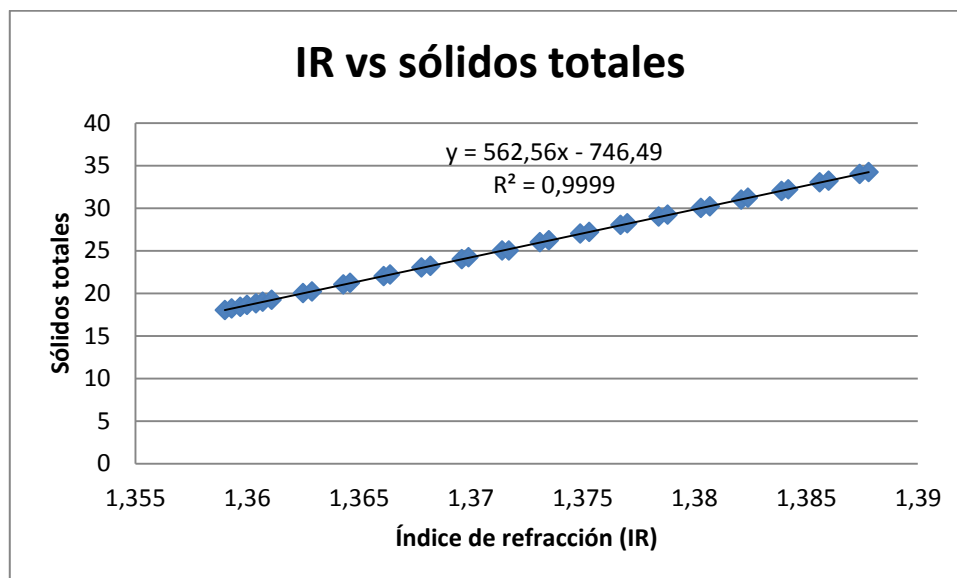


Gráfico 5: Índice de refracción y sólidos totales

El coeficiente de correlación fue de 0,99 que indica que la relación entre las dos variables fue exacta.

Se realizaron los cálculos para la etiqueta nutricional dividida en dos partes: parte teórica y parte experimental (sodio). Se debió efectuar una parte teórica porque de acuerdo a la información nutricional de los ingredientes del producto, la cantidad de macronutrientes no fue suficiente para ser reportada en la etiqueta nutricional, ya que todos los valores fueron menores a 0,5 g y en ese caso se reportan como cero (Tabla 15).

Tabla 15: Cantidad teórica de macronutrientes

Macronutriente	Cantidad (g)
Grasa	0,0075
Carbohidratos	0,1400
Proteína	0,0500

La etiqueta nutricional final se exhibió en forma simplificada, debido a que el alimento no contenía 7 o más nutrientes que la norma INEN 1334-2: 2011 (Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos) exige para presentación de la tabla nutricional completa (Tabla 16).

Tabla 16: Información Nutricional del producto final

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de porción : 1 cucharadita (5 g)		
Porciones por envase: 30		
CANTIDAD POR PORCIÓN		
Energía 0 kJ (0 kcal)		
		% VDR
Grasa Total	0 g	0%
Sodio	39 mg	2%
Carbohidratos totales	0 g	0%
Proteína	0 g	0%
Vitamina A 15%		
El porcentaje de valor diario se basa en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal). Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de las necesidades calóricas		

La etiqueta semáforo (Ilustración 4) indicó que la salsa picante fue alta en sal, porque presentó una concentración de 780 mg de sodio en 100 g de producto y la regulación determina que si la cantidad es mayor o igual a 600 mg sodio/ 100 g debe ir con color rojo. El etiquetado está fundamentado en 100 g (MSP, 2013) y no en el tamaño de porción. El método de análisis de sodio es igual para las dos, la diferencia es que en la etiqueta semáforo se expresa como sal. Los ingredientes no fueron

fuentes de azúcar ni grasa en la composición y no correspondieron a ningún color del semáforo.



Ilustración 4: Etiqueta semáforo del producto final

Contenido teórico de antioxidantes

La Tabla 17 muestra la cantidad de antioxidantes teórica que tendría el producto por porción (5 g). Se consideraron las vitaminas y minerales más importantes en la espinaca, pimiento y jalapeño al ser los vegetales principales, y los compuestos fenólicos totales expresados como equivalentes de ácido gálico. La feofitina reportada corresponde a la espinaca al no haber datos bibliográficos sobre el pimiento y el jalapeño. Se esperaría que la cantidad reportada de feofitina incrementa durante el almacenamiento tal como reporta Schwartz & Lorenzo (1990). La pérdida de vitamina E en la espinaca se mantuvo prácticamente igual para los 3 vegetales; el folato se perdió 11% en la espinaca, pero incrementó 60% en el pimiento; los compuestos fenólicos incrementaron 1% en la espinaca y 14% en el pimiento, y finalmente la vitamina A se redujo 12% en la espinaca y se mantuvo constante en el pimiento verde (USDA, 2015). Los valores calculados de vitaminas y minerales remanentes se

consideraron únicamente luego de la pasteurización a 100°C por 5 minutos (Turkmen, Sari, & Velioglu, 2005), a pesar que la temperatura de pasteurización realizada para esta salsa fue 75-80°C por 3 minutos.

Tabla 17: Antioxidantes principales en producto final

Antioxidante	Inicial	Final ^a	%VDR
Vitamina E ¹	0,046 mg	0,049 mg	0,38
Vitamina A ¹	110,02 IU	122,47 IU	15
Mg ¹	1,07 mg	1,07 mg	0,3
Compuestos fenólicos ^{2,3}	38,88 GAE	42,16 GAE	-
Feofitina ⁴	0	Fa-2,31 mg Fb-0,29 mg	-
B9 ⁵	2,34 µg	1,16 µg	0,73

^a Valores post-pasteurización

Fuente: USDA, 2015¹; Turkmen et al., 2005²; Álvarez-Parrilla et al., 2011³; Schwartz & Lorenzo, 1990⁴; Bruso, 2013⁵

La cantidad de antioxidantes es pequeña considerando que el tamaño de porción es apenas de 5g. Se evidenció un incremento de la vitamina A luego del tratamiento térmico, aportando 15% del VDR. La cocción ablanda y altera las membranas y paredes celulares que descompone también los complejos proteína-carotenoides, y provoca la liberación del beta-caroteno (pro vitamina A), aumentando su biodisponibilidad; ésta es inclusive mayor cuando el tamaño de partícula es menor. El licuado logra la reducción de partícula y destruye la matriz alimentaria. Estudios han demostrado que el consumo diario, por 4 semanas, de espinaca cocida triplica la concentración de beta-caroteno en el plasma (Priyadarshani, 2015).

No se consideró la cantidad de vitamina C porque estudios indican que en la cocción se pierde hasta el 100%, principalmente por la solubilidad en el agua usada para la cocción (Pighín & Rossi, 2010). En este caso, el escaldado destruyó un alto porcentaje y posteriormente en el proceso de pasteurización se eliminó algún remanente de vitamina C.

El escaldado de los vegetales produce lixiviación de vitaminas y pérdida de nutrientes termolábiles. Se utilizó el agua del escaldado para la elaboración de la salsa con el fin de recuperar los nutrientes perdidos como azúcares, proteína y vitaminas hidrosolubles (Barreiro & Sandoval, 2006). De esta forma se logró mantener parte de los compuestos, al usarse aproximadamente el 40% del agua.

CONCLUSIÓN

Se elaboró una salsa picante con jalapeño, pimiento verde y espinaca con un valor nutricional agregado, al usar estos ingredientes como fuentes de antioxidantes. Por otro lado, se logró determinar que el cambio de color de la salsa fue provocado por una sinergia entre el proceso térmico y el medio ácido, causando así una transformación de la clorofila en feofitina, que generó un color verde olivo. La vitamina A se incrementó a 15% VDR posterior al proceso de cocción y licuado. En la evaluación sensorial el 42% de los jueces calificó al producto con un nivel de picante ideal y se obtuvo una intención de compra del 88%.

RECOMENDACIONES

- Realizar un escaldado a vapor para disminuir pérdidas por lixiviación y nutrientes termolábiles.
- Efectuar un entrenamiento de jueces para determinar el nivel de picante de la salsa mediante el uso de la metodología Scoville.
- Agregar un vaso con leche en la evaluación sensorial para neutralizar el picante en los jueces no entrenados.
- Cuantificar los antioxidantes presentes en la salsa luego del proceso térmico y durante el tiempo de vida útil.

REFERENCIAS

- Álvarez-Parrilla, E.; De la Rosa, L.; Riszard, A. & Fereidoon, S. (2011). Antioxidant Activity of Fresh and Processed Jalapeño and Serrano Peppers. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, (59), 163-173.
- Angioloni, A. (2015). La Goma Xanthan en la Industria Alimentaria. Recuperado el 15 de Marzo de 2016 de http://www.aditivosalimentarios.es/php_back/portada/Xanthana.pdf
- Anzaldúa-Morales, M. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Association of Official Analytical Chemists- AOAC. *Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 19ed. Washington, D.C; 1980, Cap.37.
- Association of Official Analytical Chemists- AOAC. *Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 19ed. Washington, D.C; 1982. Cap. 42.
- Association of Official Analytical Chemists- AOAC *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 19ed. Washington, D.C; 2000. Cap. 43.
- Arévalo, J. & Arias, G. (2008). *Caracterización fisicoquímica del zambo (Cucúrbita ficifolia B.) y elaboración de dos productos a partir de la pulpa* (Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional).
- Arriaga, R., Ramírez, M., Montiel, A. & Beristain, F. (1997). *Cálculo de las curvas de flujo en mezcladores que emplean impulsores helicoidales*. Chile: Editorial del Norte.
- Atkins, P. (2007). *Las moléculas de Atkins*. Madrid: Ediciones Akal S.A.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México D.F: Pearson Educación
- Barreiro, J. & Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Caracas: Editorial Equinoccio.
- Boulton, R. (2001). The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52 (2), 67-87.
- Bruso, L. (2013). *Valor nutricional de espinacas cocidas vs. frescas*. Recuperado el 15 de Marzo de 2016 de http://www.livestrong.com/es/nutricional-espinacas-cocidas-info_17249/
- Calvo, M. (2001). Bioquímica de los alimentos: Clorofila. *Universidad de Zaragoza*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015 de: <http://milksci.unizar./pigmentos/.html>
- Chávez, I. (2001). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de una salsa picante y su estabilidad durante el almacenamiento*. (Tesis de pregrado, Universidad

- de las Américas Puebla). Recuperado el 15 de Noviembre del 2015 de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/chavez_u_iy/
- Costenbader, C. (2001). *Gran Libro de las Conservas*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- CXS STAN 307. (2011). *Norma del CODEX para el Chile*. Recuperado el 11 de Abril de 2016 de <https://Fwww.codexalimentarius.org>
- Delahunty, C. (2011). *Nutrition and Metabolism*. En Lanham, S.; Macdonald, I. & Roche, H. (Ed.) Oxford: Wiley – Blackwell.
- Della, L.; Minim, V. & Cameiro, J. (2012). Análise Sensorial de Alimentos. En Minim, V. (Ed.) *Análise Sensorial Estudos com consumidores*. Viçosa: Editora UFV.
- Diamandis, E. & Christopoulos, T. (Eds.). (1996). *Immunoassay*. Toronto: Academic Press
- Europe Brenntag Food & Nutrition. (2015). *Hydrocolloids – How to choose?*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015 de: <http://www.brenntag.ru/en/download/Hydrocolloids.pdf>
- Gallardo, M. (2004). *Validación Experimental de un Software Asistido por Internet para Describir el Proceso de Combinado, Escaldado hidrogenfriado en Floretes de Brócoli (Brassica oleraceaL. var italica)*. (Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile). Recuperado el 24 de Febrero de 2016 de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/pdf>.
- Gallego, J. (2012). *Aplicación de normas y condiciones higiénico – sanitarias en restauración*. España: Ediciones Nobel, S.A.
- García-Ochoa. F.; Santos, V.; Casa, J. & Gómez, J. (2000). Xanthan gum: production, recovery and properties. *Biotechnology Advances*, 18 (1), 549 – 579.
- Gillman, F. (2006). *Fabricación y Elaboración del vidrio*. Madrid: Editorial Maxtor.
- Govea, M.; Zugasti, A.; Silva, S.; Valdivia, B.; Rodríguez, R.; Aguilar, C. & Morlett, J. (2013). *Actividad anticancerígena del ácido gálico en modelos biológicos in vitro*. Coahuila: Revista de la Universidad Autónoma de Coahuila.
- Green, B. (1993). Heat as a Factor in the Perception of Taste, Smell and Oral Sensation. En Research, I. & Marriott, B. (Ed.) *Nutritional Needs in Hot Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations* (173 – 186). Washington D.C: National Academies Press.
- Green, B. (2005). Lingual Heat and Cold Sensitivity Following Exposure to Capsaicin or Menthol. *Chemistry Senses*, 30 (1), 201-202.
- Haslam, E. (1998). *Practical Polyphenolics: From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action*. Cambridge: University Press.

- Hoffbrand, V. (2012). *Capítulo 105: Anemias Megaloblásticas*. En Longo, D., Kasper, D., Jameson, L., Fauci, S., Hauser, S., & Loscalzo, J. (Eds.). *Harrison Principios de medicina interna* México: McGraw Hills.
- Holdsworth, S. (1988). *Conservación de frutas y hortalizas*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- INEN 1026. (2010). *Salsa de Tomate. Requisitos*. Recuperado 10 de Octubre de 2015 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1026.2010.pdf>
- INEN 1108. (2011). *Agua potable. Requisitos*. Recuperado el 1 de Marzo del 2016 de <http://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.1108.2011.pdf>
- INEN 1334-2. (2011). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*. Recuperado el 1 de Marzo de 2016 de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1334.2.2011.pdf>
- INEN 1834. (2012). *Hortalizas frescas. Espinaca. Requisitos*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015 de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_1834.pdf
- INEN 1996. (2012). *Hortalizas frescas. Pimiento o pimentón. Requisitos*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015 de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_1996.pdf
- INEN 2296. (2003). *Vinagre. Requisitos*. Recuperado el 13 de Abril de 2016 de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2296.2003.pdf>
- INEN 51. (2012). *Determinación del cloruro de sodio*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015 de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0051.1974.pdf>
- Johnson, I. (2004). Propiedades antitumorales de los antioxidantes. En Pokomy, J.; Yanishlieva, N. & Gordon, N. (Eds.), *Antioxidantes de los alimentos (199-203)*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- Karrer, T. & Bartoshuk, L. (1991). Capsaicin Desensitization and Recovery on the Human Tongue. *Physiology Behaviour*, 49 (4), 757-764.
- Karrer, T. & Bartoshuk, L. (1995). Effects of Capsaicin Desensitization on Taste in Humans. *Physiology Behaviour*, 57(3), 421 – 429.
- Lanfer – Márquez, U. (2003). O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 39(3), 227 – 242.
- Mena, P. & Ron, S. (2012). *Efecto de la cantidad de goma xanthan y el tamaño de partícula de harina de chocho (Lupinus mutabilis S.) en la estabilidad física de una salsa agridulce a base de mango y maracuyá*. (Tesis de Pregrado, Universidad San

- Francisco de Quito). Recuperado el 10 de Octubre de 2015 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1688/1/103456.pdf>
- Méndez, A. (2005). *Obtención de capsicinoides a partir de la merma en el enlatado de chiles de conserva*. (Tesis de maestría, Universidad de las Américas Puebla). Recuperado el 8 de Abril de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mqi/mendez_m_ad/
- Minitab Inc. (2016). *Minitab 17 Statistical Software*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2015 de <https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/>
- Moskowitz, H., Beckley, J. & Resurrección, A. (2012). *Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development*. Oxford: Blackwell Publishing and Institute of Food Technologists.
- MSP. (2013). *Reglamento de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano*. Recuperado el 8 de Abril del 2016 de <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/reglamento-de-etiquetado-de-alimentos-procesados-para-el-consumo-humano.pdf>
- NIH. (2012). *Antioxidantes*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1688/1/103456.pdf>
- NMX-F-236-S. (1979). Determinación de sólidos totales por el índice de refracción en salsa de tomate. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015 de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-236-S-1979.PDF>
- NMX-F-377. (1986). *Alimentos Regionales. Salsa picante envasada*. Recuperado el 15 de Octubre del 2015 de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-377-1986.PDF>
- NMX-FF-025-SCFI. (2007). *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Chile Fresco. Especificaciones*. Recuperado el 11 de Abril de 2016 de <http://cide.uach.mx/pdf/NORMAS.MEXICANA.NMX>
- Ocaña, L. (2010). *Biología I*. México D.F: Cengage Learning Editores.
- Pasquel, A. (2001). Gomas: una aproximación a la industria de alimentos. *Revista Amazónica de Investigación*, 1(1), 1-18.
- Pighín, G. & Rossi, R. (2010). Espinaca fresca, súper congelada y en conserva: contenido de vitamina C pre y post cocción. *Revista Chilena de Nutrición*, 37 (2), 201-207.
- Pinsirodom, P., Rungcharoen, J. & Liumminful, A. (2010). Quality of commercial wine vinegars evaluated on the basis of total polyphenol content and antioxidant properties. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3 (04), 389-397.

- Priyadarshani, A. (2015). A review on factors Influencing Bioaccessibility and bioefficacy of carotenoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Ramírez, C. (2009). *Estudio Experimental de la Desactivación de la Enzima Peroxidasa Durante el Proceso de Escaldado de Papas (Solanum tuberosum) y el Almacenamiento a -18 ° C*. (Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile). Recuperado el 15 de Octubre del 2015 de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/far173e/doc/far173e.pdf>
- Ronquillo, V. (2007). *Elaboración de sala de chile habanero*. Recuperado el 10 de Octubre del 2015 de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1605/1/1009.pdf>
- Rude, R & Shils, M. (2006). Magnesium. En Ross, A.; Shils, M; Shike, M., Caballero, B. & Cousins, R. (Eds.), *Modern Nutrition in Health and Disease* (223-247). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Russel, R. & Sutter, P. (2012). Capítulo 74: Deficiencia y exceso de vitaminas y oligoelementos. En Longo, D.; Kasper, D.; Jameson, L.; Fauci, S.; Hauser, S.; & Loscalzo, J. (Eds.). *Harrison Principios de medicina interna*. México: McGraw Hills.
- Schwartz, S. & Lorenzo, T. (1990). Chlorophylls in Foods. *Food Science and Nutrition*, 29 (1), 1-10.
- Sikora, M., Badrie, N., Deisingh, A. & Kowalski, S. (2008). Sauces and Dressings: A Review of Properties and Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(1), 50-77.
- Suslow, T. (1997). *Postharvest chlorination. Basic properties and key points for effective disinfection*. Recuperado el 1 Marzo del 2016 de: <http://ucfoodsafety.ucdavis.edu/files/26414.pdf>.
- Toker, O., Dogan, M., Caniyilmaz, E., Berna, N. & Kaya, Y. (2013). The Effects of Different Gums and Their Interaction on the Rheological Properties of a Dairy Dessert: A Mixture Design Approach. *Food Bioprocess Technology*, 6, 896-908.
- Turkmen, N., Sari, F. & Velioglu, Y. (2005). The effect of cooking methods on total phenolic and antioxidant activity of selected green vegetable. *Food Chemistry*, 93(1), 713-718.
- Universidad Tecnológica Nacional. (2015). *Metodología afectiva y valor biológico del placer de comer*. Recuperado el 17 de Noviembre del 2015 de [http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/ca/Metodologia_Afectiva_y_Valor_Biologico_del_Placer_de_Comer\[1\].pdf](http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/ca/Metodologia_Afectiva_y_Valor_Biologico_del_Placer_de_Comer[1].pdf)

- USDA. (2013). *La zona de peligro (40°F – 140°F; 4°C – 60°C)*. Recuperado el 26 de Noviembre del 2015 de <http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/manejo-adecuado-de-alimentos/zona-de-peligro>
- USDA. (2015). *National Nutrient Database for Standard Reference*. Recuperado el 26 de Noviembre del 2015 de <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods>
- Weber, F., Taillie, S. & Satuffer, K. (1974). Functional Characteristics of Mustard Mucilage. *Journal of Food Science*, 39 (3), 461-466.
- Yam, K. (2009). *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. Danvers: Wiley.
- Yanishlieva, N. (2004). Inhibición de la oxidación. En Pokorny, J.; Yanishlieva, N.; y Gordon, M. (Eds.), *Antioxidantes de los alimentos (199-203)*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Zachariach, T & Gobinath, P. (2008). Paprika and Chili. En Parthasarathy, A.; Chempakam, B. & Zachariah, T. (Eds.) *Chemistry of Spices (260-286)*. Cambridge: CAB International.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha Técnica Goma Xanthan



Colombia

Carrera 51 No. 13-66

Medellín, Colombia

tel +57 (4) 444-9991

fax +57 (4) 250-7252

www.amtex.com.co

FICHA TÉCNICA

Goma Xanthan

Es un polisacárido natural de alto peso molecular, producido industrialmente por la fermentación de cultivos puros del microorganismo *Xanthomonas campestris*.

Especificaciones

Item	Goma Xanthan
Apariencia	Polvo
Color	Blanco o crema
Humedad %	≤ 13 %
Cenizas (%)	≤ 13
Ph(1%KCL)	6.0-8.0
Viscosidad (1% KCL)	≥ 1200 cps
Total nitrogeno	≤ 1.5%
Total Metales pesados	≤ 10 ppm
Plomo	≤ 5 ppm
Arsénico	≤ 3ppm
Tamaño de partícula	80/120/200
Conteo de microorganismos	≤ 2000 ufc / g
Hongos y levaduras	≤ 100 ufc / g.
Staphylococcus	Negativo
Coliformes	Negativo
E. coli	Negativo
Salmonella	Negativo

Anexo 2: Consentimiento informado y cuestionarios del análisis sensorial

Consentimiento informado

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 2 tipos de salsas de ají jalapeño.

Yo, _____ acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser irritantes y afirmo no padecer ninguna enfermedad como gastritis, úlceras, hemorroides o colon irritable, que me impida realizar esta evaluación.

Fecha:

Firma:

C.I:

Edad:

Sexo: F / M

Por favor pruebe las muestras de izquierda a derecha. Encierre en un círculo el código de la muestra de su preferencia. Entre cada evaluación de las muestras enjuague la boca con agua y espere 30 segundos.

274

165

Comentarios:

Edad:

Sexo: F / M

Por favor, evalúe la muestra e indique, utilizando la siguiente escala, que tan cerca del punto ideal se encuentra el picante de la muestra presentada.

Picante () () () () ()
 Poco Ideal Mucho

Comentarios:

1. ¿Compraría este producto? **SI / NO**
2. ¿Por qué? _____
3. Si respondió **SÍ** en la primera pregunta, ¿con qué frecuencia consumiría este producto?
 - o 1 vez a la semana
 - o 1 vez al mes
 - o Esporádicamente