



**Revista Española de Nutrición Humana y Dietética**  
**Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics**

**INVESTIGACIÓN – *post-print* version**

**Esta es la versión revisada por pares aceptada para publicación. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.**

**Evaluación de las vías de deterioro de una salsa artesanal para su comercialización**

**Evaluation of deterioration pathways of an artisanal sauce for its marketing**

**Ashuin Kammar-García<sup>a,b</sup>, Martin Lazcano-Hernández<sup>c</sup>, Obdulia Vera López<sup>c</sup>, Irishina Yañez-Bahena<sup>d</sup>, Orietta Segura-Badilla<sup>e</sup>, Gladys Quezada-Figueroa<sup>f</sup>, Javier Mancilla-Galindo<sup>a,g</sup> Addi Rhode Navarro-Cruz<sup>c,\*</sup>**

<sup>a</sup>Dirección de Investigación. Instituto Nacional de Geriátría, México

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad La Salle México, México

<sup>c</sup> Departamento de Bioquímica-Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla City, México

<sup>d</sup> Especialidad en Tecnología e inocuidad de los alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

<sup>e</sup> Programa UBB Saludable, Departamento de Nutrición y Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío, Chile

<sup>f</sup> Departamento de Nutrición y Salud Pública. Universidad del Bío-Bío, Chillán-Chile

<sup>g</sup> Licenciatura en Nutrición. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Tlaxcala

\* [addi.navarro@correo.buap.mx](mailto:addi.navarro@correo.buap.mx)

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publiquen antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

*The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.*

Editora asignada: Amparo Gamero. Universitat de València, Valencia, España.

Recibido: 30/06/2022; aceptado: 19/09/2022; publicado:19/09/2022

**CITA:** Kammar-García A, Lazcano-Hernández M, López OV, Yañez-Bahena I, Segura-Badilla O, Quezada-Figueroa G, Mancilla-Galindo J, Navarro-Cruz AR. Evaluación de las vías de deterioro de una salsa artesanal para su comercialización. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2022; 26(4). doi: 10.14306/renhyd.26.4.1713 [ahead of print]

## RESUMEN

**Introducción:** Cada vez es mayor el número de consumidores que saben apreciar la calidad de un buen producto artesano y que, por lo tanto, están dispuestos a pagar por ello. La elaboración de productos artesanales busca emplear juiciosamente la mano de obra para elaborar productos de alto valor añadido como la originalidad y cualidades sensoriales. El objetivo de este trabajo es evaluar la vida útil y el factor limitante de deterioro en una salsa picante casera para su potencial comercialización.

**Metodología:** Se evaluaron tres posibles vías de deterioro: La descomposición microbiológica (determinada por la cuenta total de bacterias mesofílicas aerobias y coliformes totales), el deterioro de las características sensoriales (por evaluación sensorial mediante escala hedónica) y el deterioro fisicoquímico determinado por la degradación de la grasa después de un almacenamiento por 4 meses a 40°C.

**Resultados:** No se encontraron diferencias en las características sensoriales antes y después del almacenamiento (todas  $p < 0.05$ ). El crecimiento de mesofílicos aerobios y coliformes totales fue  $< 10$  UFC/g, de igual manera se determinó el pH para evaluar el riesgo de que pudiese ser debido a crecimiento de *C. botulinum*, no obstante, además de no observarse la producción de gas el pH fue de 3.6, por lo que se descartó un potencial crecimiento de este microorganismo.

**Conclusiones:** La principal vía de deterioro en la salsa analizada es la degradación de la grasa, reflejado en los cambios de las variables fisicoquímicas acidez, índice de peróxidos, índice de yodo e índice de saponificación. Se considera que el tiempo de vida estimado para la salsa es de 3 semanas sin tratamiento térmico a temperatura ambiente o 4 meses en refrigeración también sin tratamiento térmico. El producto es bien aceptado sensorialmente, por lo que la única limitante es la degradación de la grasa en un período de conservación largo o almacenada de manera no apropiada.

**Palabras clave:** Análisis de los Alimentos; Conservación de Alimentos; Inocuidad de los Alimentos; Almacenamiento de Alimentos.

*Entry terms:* Vida útil

## ABSTRACT

**Introduction:** There is an increasing number of consumers who appreciate the quality of a good artisan product and who, therefore, are willing to pay for it. The elaboration of artisanal products seeks to judiciously use labor to produce products with high added value such as originality and sensory qualities. The objective of this work is to evaluate the useful life and the limiting factor of deterioration in a homemade hot sauce for its potential commercialization.

**Methodology:** Three possible pathways of deterioration were evaluated: Microbiological degradation (determined by the total count of mesophilic aerobic bacteria and total coliforms), deterioration of sensory characteristics (by sensory evaluation using a hedonic scale) and physicochemical deterioration determined by degradation of the fat after storage for 4 months at 40°C.

**Results:** No differences were found in sensory characteristics before and after storage (all  $p < 0.05$ ). the growth of mesophilic aerobes and total coliform bacteria were  $< 10$  CFU/g, pH was evaluated for the risk that it could be due to the growth of *C. botulinum*, however, in addition to not observing the production of gas the pH was 3.6, so a potential growth of this microorganism was ruled out.

**Conclusions:** The main path of deterioration in the sauce analyzed is the degradation of fats, reflected in the changes in the physicochemical variable's acidity, peroxide index, iodine index and saponification index. It is considered that the estimated shelf life for the sauce was 3 weeks without heat treatment at room temperature or 4 months in refrigeration, also without heat treatment. The product is well accepted sensorily, so the only limitation would be the degradation of the fat in a long storage period, or it will be stored in an inappropriate way.

**Keywords:** Food Analysis; Food Preservation; Food Safety; Food Storage.

*Entry terms:* Shelf life

## MENSAJES CLAVE

- Es necesario establecer controles de calidad en este tipo de alimentos para poder ser comercializado sin riesgo para la salud.
- Es muy importante conocer la vía de deterioro de la salsa artesanal para prolongar su vida útil.
- La principal vía de deterioro en la salsa artesanal evaluada es el deterioro de los lípidos.

## INTRODUCCIÓN

Generalmente, las empresas según su tamaño se clasifican en microempresas y pymes (pequeñas y medianas). Éstas últimas, se han convertido en piezas clave en la economía mexicana, ya que, en la medida en que se expanden aumenta el empleo, lo que contribuye al crecimiento del mercado interno y, en consecuencia, se fortalece el combate a la pobreza<sup>1,2</sup>. Las pymes en México constituyen el 97% del total de las empresas, generan el 79% de empleo de la población e ingresos equivalentes al 23% del Producto Interno Bruto (PIB), lo que enfatiza su importancia para la economía mexicana y es la base de la economía de muchos otros países<sup>3</sup>.

A medida que aumenta la preocupación de los consumidores por una alimentación saludable, también aumenta el interés por los alimentos mínimamente procesados y/o artesanales. Aunque no existe un consenso de la definición de alimentos artesanales, algunos autores los refieren como “aquellos productos comestibles elaborados a mano” o “productos comestibles elaborados con conocimientos y métodos tradicionales”, que se distinguen porque su fabricación se da en pequeños volúmenes, prevalece la incorporación de insumos y recursos locales, y se excluyen aditivos y conservadores en su preparación<sup>4,5,6</sup>, es por ello que muchos consumidores conscientes del cuidado de su salud están cambiando hacia alimentos caseros o artesanales a los que visualizan como “más saludables”<sup>7,8</sup>. De hecho, los alimentos artesanales cada vez se vuelven más populares debido a que se busca tener una mejor calidad en los productos que se consumen, y que éstos puedan ayudar a mantener una forma de vida saludable<sup>9,10</sup>, el término artesanal se aplica a diferentes alimentos y bebidas, caracterizados por un sabor totalmente diferente a los alimentos industrializados.

Usualmente este tipo de alimentos se caracteriza por tener un proceso de manufactura manual y se consideran frescos. No se pueden almacenar por mucho tiempo con la finalidad de mantener su sabor y textura originalmente frescos, por lo que también se producen en pequeñas cantidades<sup>11</sup>. Se trata de alimentos confeccionados con materias primas sin procesar, frescas, con un mínimo de procesamiento (por ejemplo, cortado, lavado o envasado) y sin adicionar, modificar ni retirar ningún ingrediente, es decir, sin alterar la matriz alimentaria, por lo que en su etiquetado suele haber un mínimo de ingredientes.

Evaluar la seguridad de los procesos de fabricación tradicionales y basados en la bioconservación puede ser un desafío para los productores de alimentos artesanales<sup>12,13</sup>, ya que a diferencia de los alimentos ultraprocesados que están hechos para ser agradables al gusto y atractivos a la vista,

con una vida útil prolongada y capaces de consumirse en cualquier lugar y en cualquier momento<sup>14</sup>, los alimentos artesanales tienen una vida útil mucho más corta y se deterioran más fácilmente, por lo que pueden presentar riesgos para la salud de los consumidores. A menudo se producen con procesos productivos variables y menos estandarizados y, en algunos casos, se consumen directamente, por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar el tiempo de vida útil y las vías de deterioro de una salsa picante casera con manufactura artesanal para su potencial comercialización.

## METODOLOGÍA

El estudio sobre una salsa picante elaborada artesanalmente a base de aguacate (*Persea americana*), chile habanero (*Capsicum chinense*), crema de leche pasteurizada y limón (*Citrus aurantifolia*) como materias primas, se agregó sal y ajo en polvo como sazonadores. Todos los productos fueron adquiridos en el mercado de frutas y verduras más grande de la ciudad de Puebla, en México, conocido como Central de Abastos debido a que es el mercado que distribuye tanto a los comerciantes mayoristas como minoristas y sus productos suelen ser frescos y de muy buena calidad con precios más bajos que en las tiendas y fruterías de barrio o que en las grandes superficies.

Para la elaboración de la salsa se siguió la técnica artesanal propia de los productores de esta salsa, la receta original está en vías de comercialización, el procedimiento fue el siguiente: Se realizó un lavado de los aguacates, limones y chiles, los cuales fueron posteriormente secados con un lienzo limpio, el aguacate y el chile habanero fueron rebanados en julianas, y en el caso del chile habanero, fueron retiradas las placentas y semillas antes de la trituration. Todos los materiales fueron introducidos en una batidora en vaso para su trituration hasta la total homogenización. Los materiales fueron introducidos en el siguiente orden: el limón, ajo en polvo y la sal en una primera trituration y posteriormente el aguacate, crema y chile habanero. Una vez formada la emulsión en forma aséptica se procedió al llenado de los frascos estériles y herméticos dejando un espacio de cabeza de 1cm.

## **Análisis sensorial**

Con la finalidad de establecer el nivel de agrado de la salsa recién elaborada se realizó una evaluación sensorial con 60 panelistas no entrenados. Para su selección se hizo una invitación abierta al público en general. Se incluyeron 29 mujeres y 31 hombres con rangos de edad entre 25-48 años. A todos los participantes se les preguntó si les agradaban las salsas picantes, los 60 participantes respondieron afirmativamente, por lo que se les explicó en qué consistiría su participación para la evaluación sensorial y una vez que confirmaron su participación mediante la firma de consentimiento informado, se realizó una evaluación sensorial con escala hedónica de siete puntos donde 1 corresponde a "me disgusta mucho", 2 me "disgusta ligeramente", 3 "me disgusta", 4 "ni me gusta ni me disgusta", 5 "me gusta", 6 "me gusta ligeramente" y 7 "me gusta mucho". Se realizó la evaluación del color, olor, textura y sabor. El vehículo para la administración de la salsa fue una pequeña tostada horneada de harina de maíz y se ofreció agua para limpiar el sabor de la salsa al final de la degustación. Todas las evaluaciones se realizaron a temperatura ambiente y bajo la luz del día. Se calcularon las puntuaciones de los atributos sensoriales recogidos por la escala hedónica.

## **Establecimiento de las características iniciales del producto y de las condiciones de almacenamiento**

Una vez establecida la aceptación inicial de la salsa, se seleccionaron los parámetros analíticos que describieran mejor la calidad del producto, aparte de las características sensoriales. Se ha reportado que son las características sensoriales las que frecuentemente determinan que un consumidor seleccione un producto alimenticio<sup>15</sup>, pero es un parámetro demasiado subjetivo por lo que se consideró la inocuidad microbiana mediante el conteo de bacterias mesofílicas aerobias y bacterias coliformes por ser un parámetro esencial para su consumo de manera segura y las alteraciones potenciales en la grasa por ser el ingrediente mayoritario de la salsa y probablemente el nutriente que podría determinar el límite de la vida útil de la salsa.

La duración del almacenamiento fue de 4 meses. Para evitar que los lotes perdieran humedad por efecto de la humedad ambiental el envasado se realizó en frascos de vidrio herméticos y se almacenaron en un lugar seco. Se realizó el almacenamiento de 3 lotes a 3 temperaturas distintas: Temperatura de refrigeración (4°C), temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) y temperatura extrema (40°C). Durante el período de almacenamiento se realizaron muestreos

semanales para evaluar el pH de la muestra utilizando un potenciómetro (SM25CW Science Med, Finland), tomando alícuotas de 20 mL de la salsa. El producto no incorpora ni aditivos y/o conservador ni fue sometido a tratamiento térmico, por lo que a efecto de controlar el potencial crecimiento de *Clostridium botulinum* se verificó que ninguna de las muestras superara un pH de 4.5.

### **Tiempos de vida de las unidades o distribuciones temporales de magnitudes fisicoquímicas y de los parámetros sensoriales**

Posterior al almacenamiento por un período de 4 meses, se realizó una segunda evaluación de los parámetros sensoriales en los 3 lotes (4, 20 y 40°C). El agrado de los panelistas para cada uno de los atributos se registró a través de una escala hedónica de 7 puntos y se consideró como límite de aceptación una calificación igual o inferior a 3.5.

De igual manera se realizó una evaluación de los parámetros microbiológicos en los diferentes lotes, en todos se aplicó la cuenta de bacterias mesofílicas aerobias por el método de vertido en placa conforme a la norma oficial mexicana NOM-112-SSA1-1994<sup>16</sup> y la cuenta de coliformes totales por recuento en placa de acuerdo con la NOM-092-SSA1-1994<sup>17</sup>.

Para los parámetros fisicoquímicos, se evaluó únicamente el lote almacenado a 40°C, se utilizaron como límite de vida útil el valor máximo o mínimo considerado como aceptable en las Normas Mexicanas (NMX) para el producto más parecido a la salsa artesanal en estudio debido a que no existe al momento una NMX específica para las salsas de este tipo. Se consideraron los productos de salsas picantes (a base de vinagre) y aderezos (a base de mayonesa). Se realizaron los análisis de Índice de peróxidos por el método de titulación y de acuerdo con la NMX-F-154-SCFI-2010<sup>18</sup>, Índice de Iodo por titulación siguiendo la NOM-F-408-S-1981<sup>19</sup>. Índice de Acidez por el método volumétrico conforme a la NMX-F-101-1987<sup>20</sup> y el Índice de Saponificación por el método de Koettstorfer de acuerdo con la NMX-F-174-S-1981<sup>21</sup>.

### **Análisis de resultados**

Los datos de las evaluaciones sensoriales se presentan como media y error estándar. La comparación de los parámetros sensoriales al inicio y después de los cuatro meses de

almacenamiento se realizaron por medio de la prueba t de Student para muestras relacionadas. La comparación de los puntajes de los parámetros sensoriales para determinar cuáles parámetros eran los más altos en cada una de las muestras al inicio y al final del almacenamiento se realizaron por un modelo de ANOVA de efectos fijos de un factor, las comparaciones por pares se realizaron por la prueba poshoc de Tukey. Se consideró un valor de  $p \leq 0.05$  como significancia estadística. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software GraphPad Prism v.9.0.1. (La Jolla, CA, EE. UU.).

## RESULTADOS

Los resultados de las comparaciones de la evaluación sensorial inicial y posterior al almacenamiento se muestran en la tabla 1. Se observó que a 40°C todas las características sensoriales disminuyen después del almacenamiento, pero a pesar de esta disminución no se encontraron diferencias significativas en ninguna de ellas

Tabla 1. Comparaciones de las características sensoriales entre la salsa recién preparada y después de 4 meses a las tres temperaturas de almacenamiento

Característica sensorial	Salsa recién preparada	Salsa almacenada			Valor de p
		20°C	4°C	40°C	
Apariencia	5.9 ± 0.10	5.9 ± 0.20	5.8 ± 0.15	5.6 ± 0.07	0.37
Sabor	6.5 ± 0.03 <sup>c</sup>	6.6 ± 0.02 <sup>c</sup>	6.5 ± 0.05 <sup>c</sup>	6.2 ± 0.04	<0.0001
Color	5.7 ± 0.02 <sup>ac</sup>	5.8 ± 0.04 <sup>bc</sup>	5.7 ± 0.0 <sup>c</sup>	5.5 ± 0.01	<0.0001
Olor	5.7 ± 0.01 <sup>abc</sup>	5.8 ± 0.04 <sup>c</sup>	5.8 ± 0.0 <sup>c</sup>	5.4 ± 0.01	<0.0001
Textura	6.2 ± 0.02 <sup>abc</sup>	6.1 ± 0.03 <sup>ab</sup>	6.0 ± 0.03	6.0 ± 0.01	<0.0001

Los datos son presentados como media ± error estándar

Las comparaciones se realizaron por la prueba t de Student para muestras relacionadas.

En la tabla 2 se muestran las comparaciones de los puntajes de las características sensoriales, se observó que los puntajes de todas las características son diferentes entre sí en la salsa recién preparada (Todos poshoc  $p < 0.05$ ), a excepción del color y el olor que presentaron puntajes similares ( $p = 0.9$ ); en cuanto a la salsa almacenada, el sabor igual fue la característica sensorial con mayor puntaje, y se observó diferencias en todas las características (Todos poshoc  $p < 0.05$ ), con excepción de la apariencia y el olor, que tuvieron puntajes similares con el color (color vs apariencia  $p = 0.9$ , olor vs. color  $p = 0.7$ ). Se compara únicamente contra la salsa almacenada a  $40^{\circ}\text{C}$  ya que fue la que aparentemente mostraba los valores más bajos en la evaluación sensorial además de que es el lote que representa a la prueba de vida útil acelerada al ser la temperatura más extrema.

Tabla 2. Comparación de los puntajes entre las 5 características sensoriales en la salsa recién preparada y en la salsa almacenada a  $40^{\circ}\text{C}$ .

	Apariencia	Sabor	Color	Olor	Textura	Valor de p
Salsa recién preparada	$5.9 \pm 0.10$	$6.5 \pm 0.03$	$5.7 \pm 0.02$	$5.7 \pm 0.01$	$6.2 \pm 0.02$	$< 0.0001$
Salsa almacenada	$5.6 \pm 0.07$	$6.2 \pm 0.04$	$5.5 \pm 0.01$	$5.4 \pm 0.01$	$6.0 \pm 0.01$	$< 0.0001$

Los datos son presentados como media  $\pm$  error estándar

Las comparaciones se realizaron por un modelo de ANOVA de efectos fijos, las pruebas poshoc se realizaron por la prueba de Tukey.

En la figura 1 se pueden observar dos muestras de la salsa después de 4 meses de almacenamiento a temperatura extrema a  $40^{\circ}\text{C}$  en estufa (tapa color rojo) y a temperatura de refrigeración a  $4^{\circ}\text{C}$  (tapa azul), respectivamente, el principal cambio observable es el color, el cual tomó un tinte amarillento.



Figura 1. Muestras de salsa casera después de 4 meses de incubación a 40°C y 4°C respectivamente.

El frasco de la izquierda (tapa roja) corresponde a la muestra de salsa almacenada a 40°C, el frasco de la derecha (tapa azul) corresponde a la muestra de salsa almacenada a 4°C.

Una vez establecido que la vía de deterioro no era sensorial, se procedió a realizar los análisis microbiológicos a los tres lotes de salsa cada 4 semanas hasta los cuatro meses posteriores a su almacenamiento. No se encontraron diferencias en las muestras de cada 4 semanas en los tres lotes de salsas almacenadas a las tres diferentes temperaturas, el conteo de bacterias mesofílicas y de bacterias coliformes a los 4 meses de almacenamiento es <10UFC/g en todos los lotes.

En la figura 2 se observan muestras de la salsa después de tres semanas de almacenamiento en las cuales se observó una separación de fases, se determinó si esta separación en el producto se debía a crecimiento microbiano o simplemente a un error o alteración en la formulación, por lo que se procedió a realizar el análisis microbiológico, en donde se obtuvo que para el crecimiento de mesofílicos aerobios como de bacterias coliformes totales fueron <10 UFC/g, de igual manera se determinó el pH para evaluar el riesgo de que pudiese ser debido a crecimiento de *C.*

*botulinum*, no obstante, además de no observarse la producción de gas el pH fue de 3.6, por lo que se descartó un potencial crecimiento de este microorganismo.



Figura 2. Lote de salsas de reciente preparación (tres días) mostrando separación de fase.

Para los parámetros fisicoquímicos se utilizaron como límite de vida útil el valor máximo o mínimo considerado como aceptable en las normas oficiales mexicanas (NOM) o en las normas mexicanas (NMX). En la tabla 3 se muestra los parámetros medidos antes y después del período de almacenamiento de las muestras almacenadas a 40°C.

La comparación se realizó únicamente con el lote almacenado a 40°C, ya que representa el método de vida de anaquel acelerada que provoca una disminución de la vida útil del alimento en un tiempo más corto, y estas pruebas están diseñadas únicamente para acelerar los cambios fisicoquímicos. Cabe señalar que los métodos de vida de anaquel acelerada no se pueden utilizar si se produce crecimiento microbiano en los productos, pero dado que ninguno de los lotes presentó crecimiento microbiano se decidió comparar los parámetros fisicoquímicos de la salsa fresca y la salsa almacenada a 40°C.

Tabla 3. Comparación de parámetros fisicoquímicos de las salsas fresca y almacenada a 40°C

	Salsa Fresca	Salsa Almacenada	Estándar de las normas mexicanas
Índice de saponificación (mg KOH /g)	40.87	50.77	NE
Índice de yodo (g I/100g)	11.69	9.01	NE
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /Kg)	0.15	0.17	<20
Acidez Titulable (meq KOH/100g)	0.59	1.31	0.25-0.50
pH	3.6	3.6	3.2-4.0

NE: no especificado

## DISCUSIÓN

En este estudio se muestra que no se encuentran diferencias significativas en las características sensoriales de una salsa casera después de 4 meses de almacenamiento a condiciones extremas con temperatura de 40°C, de igual manera no se observan crecimientos bacterianos posteriores al almacenamiento, únicamente se observaron cambios físicos en el color y separación de fases del producto que no corresponden a ningún riesgo para la salud.

La prueba de vida útil sensorial está diseñada para validar el tiempo que un producto permanecerá en el mismo nivel de "calidad aceptable" o "sin cambios en las características sensoriales deseadas"<sup>22</sup>, por ello es muy importante asegurarse de que no haya cambios en las propiedades sensoriales ya que los consumidores desean pagar por alimentos que cumplan sus expectativas sensoriales a un nivel aceptable y en ocasiones las propiedades físico-químicas de un producto no son suficientes para evaluar la calidad con respecto al período en que se consume así que agregar una evaluación sensorial del producto podría resaltar mejor el período de consumo<sup>23</sup>.

Sobre las características físicas, únicamente se observó el cambio en el color, sin embargo es preciso mencionar que 40°C son condiciones extremas y no se espera que el producto permanezca en esas condiciones por períodos prolongados de tiempo, de cualquier forma y para determinar si este cambio sensorial podría afectar la aceptación del producto, una vez que se hubo verificado que los análisis microbiológicos daban resultados conformes ala norma, se procedió a realizar nuevamente la evaluación sensorial, teniendo resultados satisfactorios al no encontrar diferencias entre la salsa fresca y la almacenada; por lo tanto se podría sugerir que el almacenamiento no es una limitante en la aceptación del producto.

El crecimiento microbiano puede provocar que un alimento sea menos agradable para comer, debido a que se genera un deterioro, pero también puede enfermar al consumidor si la cantidad de microorganismos patógenos es demasiado alta o si se llegan a producir toxinas<sup>24</sup>. A pesar de que en este estudio se presentó una separación de fases pudo ser descartada la presencia de microorganismos patógenos en la salsa, haciéndola segura para su consumo. Los valores de pH observados en las muestras con separación de fases son similares a los valores de pH de otros estudios donde se reporta que por debajo de pH 4.5 se dificulta el desarrollo de *C. botulinum*<sup>25</sup>.

Es importante mencionar que se ha llegado a reportar crecimiento de *C. botulinum* a pH inferior a 4.6, sin embargo esto solo ha podido determinarse en alimentos con contenidos proteicos elevados como en el caso de alimentos elaborados a partir de concentrados de soya<sup>26</sup>.

La caracterización general de las grasas y aceites comestibles, así como el monitoreo de las modificaciones que sufren durante su procesamiento y almacenamiento, son importantes en relación con su calidad, funcionalidad y valor económico<sup>27</sup>, y la oxidación de lípidos se considera una de las principales causas de pérdida de calidad sensorial y nutricional en muchos alimentos<sup>28</sup>.

Para Evaluar la calidad de las grasas se utilizan parámetros analíticos. Dos de los más usados son el índice de saponificación y el índice de yodo<sup>25</sup>. El índice de saponificación (IS) es expresado como el número de miligramos de KOH requeridos para saponificar los ácidos grasos libres y combinados, presentes en un gramo de grasa y ofrece una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que constituyen la grasa<sup>29</sup>. Las grasas que contienen ácidos grasos de cadena corta consumen más KOH en su saponificación mostrando índices de saponificación más grandes y las que poseen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali exhibiendo valores pequeños de Índice de saponificación<sup>30</sup>.

Se puede observar que con el tiempo de almacenamiento se incrementó el índice de saponificación, de 40.87 a 50.77 meq de KOH, esto podría estar indicando incluso degradación o hidrólisis de los ácidos grasos presentes en la muestra y mayor cantidad de ácidos grasos libres, lo que habla de que a pesar de que los panelistas no lo detectaran en la evaluación sensorial, el producto ya no cumple con las características de un producto de calidad.

El índice de yodo es una medida del grado relativo de insaturación del componente lipídico, determinado por la absorción de yodo. Debido a que el punto de fusión y la estabilidad oxidativa están relacionados con el grado de insaturación, este índice proporciona una estimación de estos factores de calidad. Se puede observar que se presentó un decremento de 11.69 a 9.01, ya que el índice de yodo determina no únicamente el grado de insaturación de la grasa sino la presencia de otros compuestos como por ejemplo los esteroides, podría estar reflejando que con el tiempo de almacenamiento éstos compuestos que potencialmente son beneficiosos para la salud se están perdiendo<sup>30</sup>.

El índice de peróxidos, indica el estado de oxidación inicial del aceite en miliequivalentes de oxígeno activo por kilo de grasa, permitiendo detectar la oxidación antes de que se note sensorialmente<sup>30</sup>. Puede observarse que a pesar de que ambas muestras no superan los límites establecidos en la NOM para aderezos con mayonesa (lo más cercano encontrado a las salsas analizadas), sí se refleja el deterioro de la grasa al observarse una elevación de 0.15 a 0.17 meq. Es importante recordar que, aunque los estudios se han llevado en animales de experimentación únicamente, se ha demostrado que el consumo frecuente de grasas oxidadas puede causar daño a las células cerebrales, provocar inflamación y aumentar el riesgo de diabetes y enfermedades cardiovasculares. Si estos resultados son ciertos en humanos, el consumo regular de aceites oxidados podría ser una amenaza para nuestra salud<sup>31</sup>.

En lo que se refiere al índice de acidez, éste es un reflejo de la hidrólisis que se puede estar llevando a cabo a partir de los triglicéridos e indica la acidez debida a los ácidos grasos libres que se liberan a partir de los triglicéridos, durante el tiempo de almacenamiento se incrementó la acidez, y, además, que desde un inicio ya el componente graso de la salsa se encontraba en el límite de lo que podría considerarse adecuado, por lo que, casi era de esperarse que, con el tiempo de almacenamiento, la parte lipídica se viera afectada incrementándose más aún la acidez.

La principal limitante de este estudio es que no se hicieron análisis químicos en las muestras de salsa almacenada a condiciones de refrigeración o temperatura ambiente, sin embargo, para evaluar la vida útil de un alimento, tanto los métodos directos como los indirectos son posibles. Los métodos directos como la evaluación fisicoquímica pueden requerir más tiempo, pero son más precisos, mientras que los métodos indirectos como la evaluación sensorial son más rápidos, pero menos precisos, lo que puede significar que se necesitará un ajuste una vez que el producto esté en el mercado.

## **CONCLUSIONES**

La principal vía de deterioro en la salsa analizada es la degradación de las grasas, reflejado en los cambios de las variables fisicoquímicas acidez, índice de peróxidos, índice de yodo e índice de saponificación. Se considera que el tiempo de vida estimado para la salsa fue de 3 semanas sin tratamiento térmico a temperatura ambiente o 4 meses en refrigeración también sin tratamiento térmico. El producto es bien aceptado sensorialmente, por lo que la única limitante sería la degradación de la grasa en un período de conservación largo o almacenada de manera no apropiada.

## **CONTRIBUCION DE AUTORIA**

AK-G: Software, análisis, escritura de manuscrito original. ML-H: Metodología, conceptualización. OV-López: Validación. IY-B: Metodología y análisis, OS-B: Metodología, GQ-F: Metodología, ARN-C: Escritura, revisión y edición del manuscrito.

## **FINANCIACIÓN**

Los/as autores/as expresan que no ha existido financiación para realizar este manuscrito.

## **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la redacción del presente documento.

## REFERENCIAS

- (1) Maksimov V, Wang SL, Luo Y. Reducing poverty in the least developed countries: The role of small and medium enterprises. *J. World Bus.* 2017; 52:244–257, doi: [10.1016/j.jwb.2016.12.007](https://doi.org/10.1016/j.jwb.2016.12.007).
- (2) Manzoor F, Wei L, Nurunnabi M, Abdul Subhan Q. Role of SME in poverty alleviation in SAARC region via panel data analysis. *Sustainability.* 2019; 11(22):6480, doi: [10.3390/su11226480](https://doi.org/10.3390/su11226480).
- (3) Martínez Hernández JE y Arreola Rivera R. De la teoría a la práctica: Las pymes como herramienta en la economía de México y en la creación de empleos. *Rev Contribuciones Ciencias Sociales*, 2017, <http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/03/pymes-economia-mexico.html>.
- (4) Demmler KM. The role of small and medium-sized enterprises in nutritious food supply chains in Africa. Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN). Working Paper Series #2. Geneva, Switzerland, 2020, doi: <https://doi.org/10.36072/wp.2>.
- (5) Camacho Vera JH, Cervantes Escoto F, Cesin Vargas A, Palacios Rangel MA. Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios Sociales, Rev Alimentación Contemporánea y Desarrollo Social.* 2019, 29, doi: [10.24836/es.v29i53.700](https://doi.org/10.24836/es.v29i53.700).
- (6) Díaz-Ramírez M, Salgado-Cruz M, Medellín-Cruz L, Cruz-Monterrosa RG, Rayas-Amor A, Jiménez-Guzmán J, Cortés-Sánchez A. Alimentos artesanales mexicanos: aspectos nutrimentales. *Agroproductividad.* 2018, 11(11): 59-64, doi: [10.32854/agrop.v11i11.1284](https://doi.org/10.32854/agrop.v11i11.1284).
- (7) Román S, Sánchez-Siles LM, Siegrist M. The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends Food Sci & Technol.* 2017; 67:44-57, doi: [10.1016/j.tifs.2017.06.010](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.010).
- (8) Camacho-Vera JH, Cervantes-Escoto F, Cesin-Vargas AI, Palacios-Rangel MI. Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios Sociales. Rev Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional.* 2019; 29(53), doi:[10.24836/es.v29i53.700](https://doi.org/10.24836/es.v29i53.700).
- (9) Cirne CT, Tunick MH, Trout RE. The chemical and attitudinal differences between commercial and artisanal products. *NPJ Sci Food.* 2019; 3:19. doi:[10.1038/s41538-019-0053-9](https://doi.org/10.1038/s41538-019-0053-9).
- (10) Percival Carter E, Welcomer S. Designing and distinguishing meaningful artisan food experiences. *Sustainability.* 2021;13(15):8569. doi:[10.3390/su13158569](https://doi.org/10.3390/su13158569).
- (11) Azavedo M, Walsh JC. A comparative study of artisanal food producers' motivations in Western Australia and Thailand. *Acta Universitatis Danubius conomica.* 2018, 15(3):76-89.

- (12) Cocolin L, Gobbetti M, Neviani E, Daffonchio D. Ensuring safety in artisanal food microbiology. *Nat Microbiol* 1, 16171 (2016). doi: [10.1038/nmicrobiol.2016.171](https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2016.171).
- (13) Saligan-Rojas IC, Salinas García VA, Del Carpio Ovando PS. Dificultades en torno a la producción artesanal. *Jóvenes en la Ciencia, Rev Divulgación Científica*. 2017;3(2):1200-1204.
- (14) Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr*. 2018; 21(1):5-17,doi:[10.1017/S1368980017000234](https://doi.org/10.1017/S1368980017000234).
- (15) Kourouniotis S, Keast RSJ, Riddell LJ, Lacy K, Thorpe MG, Cicerale S. The importance of taste on dietary choice, behaviour and intake in a group of young adults. *Appetite*. 2016; 103:1-7. doi:[10.1016/j.appet.2016.03.015](https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.03.015).
- (16) Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. *Diario Oficial de la Federación*: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4728925&fecha=15/08/1994#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4728925&fecha=15/08/1994#gsc.tab=0).
- (17) Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. *Diario Oficial de la Federación*: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0)
- (18) Norma Mexicana NMX-F-154-SCFI-2010, Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales - determinación del valor de peróxido – método de prueba. Secretaría de Economía: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://xdoc.mx/preview/abrir-aniname-5dd057f5c6ad7>.
- (19) Norma Oficial Mexicana NOM-F-408-S-1981, alimentos para humanos -aceites y grasas vegetales o animales-determinación del índice de yodo por el método de Hanus. *Diario Oficial de la Federación* 1981: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4704652&fecha=18/12/1981#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4704652&fecha=18/12/1981#gsc.tab=0).
- (20) Norma Mexicana NMX-F-101-1987. Alimentos. Aceites y grasas vegetales o animales. Determinación del índice de acidez. Secretaría de Economía 2010: <https://es.scribd.com/doc/223251348/NMX-F-101-1987>.
- (21) Norma Mexicana NMX-F-174-S-1981. Alimentos para humanos. Determinación del índice de saponificación en aceites y grasas vegetales o animales. Secretaría de Economía 1981: [https://nanopdf.com/download/nmx-f-174-s-1981-alimentos-para-humanos-determinacion\\_pdf](https://nanopdf.com/download/nmx-f-174-s-1981-alimentos-para-humanos-determinacion_pdf).

- (22) Diez-Simon C, Eichelsheim C, Mumm R, Hall RD. Chemical and sensory characteristics of soy sauce: A review. *J Agric Food Chem.* 2020;68(42):11612-11630. doi: [10.1021/acs.jafc.0c04274](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04274).
- (23) Świąder K, Marczevska M. Trends of using sensory evaluation in new product development in the food industry in countries that belong to the EIT regional innovation scheme. *Foods.* 2021;10(2):446. doi:[10.3390/foods10020446](https://doi.org/10.3390/foods10020446).
- (24) Martin NH, Torres-Frenzel P, Wiedmann M. Invited review: Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. *J Dairy Sci.* 2021;104(2):1251-1261. doi:[10.3168/jds.2020-19130](https://doi.org/10.3168/jds.2020-19130).
- (25) Chaidoutis E, Keramydas D, Papalexis P, et al. Foodborne botulism: A brief review of cases transmitted by cheese products. *Biomed Rep.* 2022;16(5):41. doi:[10.3892/br.2022.1524](https://doi.org/10.3892/br.2022.1524).
- (26) Valero A, Olague E, Medina-Pradas E, Garrido-Fernández A, Romero-Gil V, Cantalejo MJ, García-Gimeno RM, et al. Influence of acid adaptation on the probability of germination of *Clostridium sporogenes* spores against pH, NaCl and time. *Foods.* 2020;9(2):127. doi: [10.3390/foods9020127](https://doi.org/10.3390/foods9020127).
- (27) Pike OA, O'Keefe S. (2017). Fat Characterization. In: Nielsen, S.S. (eds) Food analysis. Food Science Text Series. Springer, Cham. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_23).
- (28) Abeyrathne EDNS, Nam K, Ahn DU. Analytical methods for lipid oxidation and antioxidant capacity in food systems. *Antioxidants.* 2021; 10(10):1587. doi: [10.3390/antiox10101587](https://doi.org/10.3390/antiox10101587).
- (29) Ivanova M, Hanganu A, Dumitriu R, et al. Saponification value of fats and oils as determined from 1H-NMR data: The Case of Dairy Fats. *Foods.* 2022;11(10):1466. doi:[10.3390/foods11101466](https://doi.org/10.3390/foods11101466).
- (30) Kmiecik D, Fedko M, Rudzińska **M**, Siger **A**, Gramza-Michałowska **A**, Kobus-Cisowska J. Thermo-oxidation of phytosterol molecules in rapeseed oil during heating: the impact of unsaturation level of the oil. *Foods.* 2020;10(1):50. doi:[10.3390/foods10010050](https://doi.org/10.3390/foods10010050).
- (31) Perumalla Venkata R, Subramanyam R. Evaluation of the deleterious health effects of consumption of repeatedly heated vegetable oil. *Toxicol Rep.* 2016;3:636-643, doi:[10.1016/j.toxrep.2016.08.003](https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2016.08.003).