

CONSERVA DE MANDARINA EN ALMÍBAR DE PILONCILLO: FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

Preserved mandarin in *piloncillo* syrup: formulation and evaluation

Luis Carlos Ponce-Álvarez y Carlos Alberto Campos-Bravo*

Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez N°2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco, C.P.45200.

*Autor para correspondencia: carlos.cbravo@academicos.udg.mx

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue formular y evaluar una conserva de mandarina en almíbar. El producto se elaboró con mandarina, agua y piloncillo (ingrediente que se utilizó como sustituto del azúcar estándar). Se hizo un jarabe de forma tradicional, para posteriormente agregar los gajos de mandarina y envasarlo en frascos de vidrio estériles. Se realizó una evaluación sensorial con la participación de 102 jueces no entrenados y se les dio una encuesta para calificar los atributos color, olor, sabor, apariencia y textura, empleando una escala hedónica de 5 puntos, se realizaron los perfiles fisicoquímico y microbiológico. El producto tuvo un 70 % de aceptabilidad. Se obtuvo un 77.2 % de humedad; 0.3 % de cenizas; 1.2 % grasa; 0.3 % proteína; 0.3 % fibra; pH de 4.2 y 21.6 °Brix, los cuales cumplen con la normatividad. Se encontró sólo una colonia de moho, sin levaduras. El uso del piloncillo permitió obtener los valores de pH y °Brix requeridos para sustituir al azúcar estándar y conservar la fruta. El potencial de aceptación del producto en el mercado es bueno, con perspectivas de competitividad respecto a almíbares comerciales.

Palabras clave: fruta preservada, jarabe, sustituto de azúcar.

Abstract

The objective of the present investigation was to formulate and evaluate a preserved mandarin in syrup. The product was made with mandarin, water and *piloncillo* (ingredient that was used as a substitute for standard sugar). A syrup was made in a traditional way, to later add the tangerine segments and package it in sterile glass jars. A sensory evaluation was carried out with the participation of 102 untrained judges and they were given a survey to rate the attributes color, smell, taste, appearance and texture, using a 5-point hedonic scale, physicochemical and microbiological profiles were performed. The product had a 70% acceptability. 77.2% humidity was obtained; 0.3% ash; 1.2% fat; 0.3% protein; 0.3% fiber; pH 4.2 and 21.6 °Brix, which comply with the regulations. Only one mold colony was found, without yeast. The use of the *piloncillo* allowed to obtain the pH and ° Brix values required to replace the standard sugar and preserve the fruit. The potential for acceptance of the product in the market is good, with prospects of competitiveness with respect to commercial syrups

Keywords: preserved fruit, syrup, sugar substitute.

Introducción

Ha habido en años recientes políticas nacionales orientadas a minimizar las pérdidas post-cosecha de alimentos (Aguilar 2013), lo cual es aplicable a las mandarinas ya que se comercializan principalmente como fruta para consumo fresco y en menor grado para jugo u otros usos en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica (Bada *et al.* 2017). De acuerdo con el programa Cruzada Nacional contra el Hambre, en México el índice de desperdicio de alimentos es de 37 %, lo que implica 10 millones 431 mil ton al año. 7.66 % son frutas y de éstas 14.45 % son frutos cítricos (Aguilar 2013). En México el consumo per cápita es de 1.9 kg fresco y 0.1 kg procesado, lo cual representa una baja proporción de la producción, causando su desaprovechamiento por deterioro (Bada *et al.* 2017).

La fruta puede sufrir daños fácilmente por manipulación deficiente, es no climatérica, por lo que no se puede controlar el proceso de maduración una vez cosechada, si permanece en el árbol después de alcanzar su punto óptimo de maduración, la pulpa pierde sabor, acidez y jugo (Micó 2014). Es rica en azúcares, fibra, potasio, vitamina C y ácido oxálico, se recomienda en casos de presión arterial alta y para prevenir gripas y bronquitis, es tranquilizante, diurética y desintoxicante. (López y Morales 2018). Se caracteriza por un alto contenido de flavonoides, fenilpropanoles y ácido ascórbico. Posee

un pH de 3.3 y una actividad de agua de 0.97 (Alsina *et al.* 2012; FEN 2013).

Una opción para el aprovechamiento de la fruta antes de su deterioro, es la elaboración de almíbar. Para la elaboración del cual, se opta por la alta concentración de azúcar para disminuir la actividad de agua al aumentar la cantidad de sólidos solubles totales (Chacón 2006; Guevara y Cansino 2015). Se recomienda la sustitución de azúcar refinado y de otros endulzantes por el uso de piloncillo en la producción de alimentos, como es el caso de los almíbares (De Maria 2013; Pacheco *et al.* 2006).

El piloncillo junto con otros endulzantes como el azúcar mascabado y el azúcar refinado, se obtienen del procesamiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), éstos son materia prima para otros procesos productivos y se incluyen en la canasta básica (GS 2015). Es elaborado a partir del jugo de caña de azúcar evaporado, hasta la cristalización de la sacarosa, rico en azúcares reductores, sales minerales y vitaminas (los cuales no contiene el azúcar refinado), que se conservan ya que no pasa por refinación ni centrifugado, lo cual evita la pérdida de las propiedades del jugo de caña, por lo que se le considera un edulcorante nutricional (De Maria 2013; Pacheco *et al.* 2006). El *Codex Alimentarius* refiere al piloncillo como “Azúcar de caña sin refinar” (CAC 2019).

Su composición es variable debido a los diversos procedimientos de elaboración. Álvarez-Díaz *et al.* (2019), reportan: carbohidratos 73.39 %; humedad 9.15 %; cenizas 8.12 %; grasa 5.40 % y proteínas 3.94 %. Su pH es 5.34 (Galicía *et al.* 2017). Al público se presenta como un sólido moldeado en diferentes formas y generalmente con una coloración café

pardo. En México se producen 115 mil ton y el consumo per cápita es de 0.5 kg/año (De Maria 2013; GS 2015; Pacheco *et al.* 2006), se emplea en diferentes productos: bebidas; conservas de frutas y legumbres; salsas para carnes; repostería; mermeladas y platillos típicos regionales (GS 2015; Pacheco *et al.* 2006).

Entre sus efectos, destacan: antimicrobiano, anticarcinogénico y antioxidante. Previene diabetes, hipertensión, anemia y caries dental. Por su nivel de glucosa los deportistas lo prefieren y ayuda a prevenir debilidad, torpeza mental, desmayos o hipoglucemia. Cicatriza heridas y cura malestares de gripas (De Maria 2013; Pacheco *et al.* 2006).

No hay Norma Oficial Mexicana que regule los niveles de calidad e inocuidad del piloncillo (GS 2015), por lo que los intermediarios los han establecido en base a color y dureza para asignar precio de venta, sin considerar la inocuidad (Galicía *et al.* 2017).

Con la formulación de la conserva de mandarina en almíbar de piloncillo, se pretende establecer una manera diferente a las empleadas comúnmente para preservar esta fruta y poder contar con ella aunque no sea temporada. Se busca contribuir a reducir la cantidad del fruto perdido por deterioro aprovechando el valor agregado que se le dará, así como apoyar a una reconocida agroindustria rural tradicional en América Latina, como lo es la producción de piloncillo (De Maria 2013; GS 2015), a un menor costo al ser sustituto del azúcar refinado.

El objetivo del estudio fue realizar la formulación inicial de la conserva de mandarina en almíbar de piloncillo y evaluar su grado de aceptación, así como

su control de calidad al obtener su perfil fisicoquímico, nutricional y de mohos y levaduras.

Material y métodos

Formulación

La mandarina se seleccionó con un mínimo grado de madurez, de color naranja, sin golpes ni magulladuras, sin presencia de moho ni cualquier signo de deterioro. El almíbar se realizó de manera tradicional empleando piloncillo (elaborado con jugo de caña de azúcar) de color café claro, consistencia firme y no quebradiza, (Galicía *et al.* 2017; Guevara y Cansino 2015), mediante el siguiente procedimiento tipo artesanal, cuidando la higiene del proceso (CAC 2013; Guevara y Cansino 2015): Por inmersión y aspersion se lavó la fruta (sin marca comercial) con agua para enseguida pelarla y desgajarla manualmente, eliminando las semillas, corazón y hebras originadas a partir del albedo (62.50 %), se reserva para su posterior incorporación. Simultáneamente se calienta agua potable ciel[®] (23.43 %) a fuego medio hasta hervir (105 °C/5 min), a la cual se agrega el piloncillo (sin marca comercial) (14.06 %) hasta disolución, una vez logrado lo cual, se incorporan los gajos de mandarina y se dejar hervir durante 5 min. El envasado se realizó en frascos de vidrio de 250 mL, esterilizados térmicamente (15 gajos más almíbar), cerrándolos inmediatamente.

Evaluación sensorial

Se realizó en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, por 102 jueces no entrenados con un rango de 18 a 55 años de edad; se le dio a cada juez una muestra de 10 g de mandarina en almíbar y un cuestionario, mediante el cual con

una escala hedónica de 1 a 5 (donde 1 es me disgusta, 2 no me gusta, 3 no me gusta ni me disgusta, 4 me gusta y 5 me gusta mucho), evaluaron los atributos: sabor, olor, textura, apariencia y color (Hernández 2005); además de contestar las preguntas: ¿Compraría este producto? ¿Cuánto pagaría por un frasco de 250 mL? \$ 30.00 \$ 40.00 o \$ 50.00 ¿Con qué frecuencia consume frutas en almíbar? y ¿Conoce alguna fruta cítrica en almíbar dentro del mercado.

Análisis de laboratorio

Los controles que se realizaron para evaluar calidad y especificaciones, son los que se incluyen como parte del control de calidad de las frutas en almíbar (Guevara y Cansino 2015). Se realizaron por triplicado las siguientes determinaciones fisicoquímicas: Cenizas (SE 2013b), se emplearon parrilla eléctrica con regulador de temperatura (Thermolyne[®]), mufla (FELISA[®]) y balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg (Precisa[®]); Fibra (SE 2018), mediante el extractor de fibra LABCONCO[®]; Grados Brix (SCFI 1982), empleando el refractómetro Abbé marca ATAGO[®]; Grasa (SE 2019), método Soxhlet (CCA/Precision científico[®]); Humedad (SS 1995b), se emplearon parrilla eléctrica termostaticada marca Thermolyne[®], balanza analítica (Precisa[®]) y Estufa con termostato (BINDER[®]); pH (SE 2013a), con potenciómetro marca Jenway[®]; Proteínas (SE 2011), mediante digestor y destilador Kjeldahl (LABCONCO[®]) y balanza analítica (Precisa[®]). Así como la determinación de mohos y levaduras (SS 1995a), con incubación en una estufa marca BINDER[®] y la lectura en un cuenta colonias tipo Quebec marca Reichert[®].

Composición nutrimental

De acuerdo con la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se calculó el contenido nutrimental para 100 g de producto (USDA 2019).

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos de la evaluación sensorial se aplicaron ANOVA y la prueba HSD Tuckey para determinar diferencias estadísticas (Statgraphics[®] 2013).

Resultados y Discusión

Formulación

Se obtuvo un almíbar de color amarillo pardo (figura 1), sabor dulce sin perder el característico sabor de la mandarina, olor un tanto a melaza y consistencia blanda en los gajos de mandarina.



Figura 1. Mandarina conservada en almíbar de piloncillo

El haber seleccionado la mandarina con un mínimo grado de madurez, favoreció una mínima cantidad de fruta desecha en la conserva, ya que esto último se presenta al emplear fruta muy madura. La cocción de la fruta junto con el

almíbar, permite ablandarla, inactivar la carga bacteriana y proveer una temperatura adecuada para el envasado (Guevara y Cansino 2015).

Diversos estudios han demostrado que los sustitutos de azúcar reducen la

ingesta calórica y ayudan en el manejo de peso, control de la glucosa y caries dental (Harjani *et al.* 2016), como se ha comprobado que ocurre al incluir en diversos alimentos, piloncillo en lugar de azúcar refinado (De Maria 2013; Pacheco *et al.* 2006).

Cuadro 1. Evaluación de la conserva de mandarina en almíbar de piloncillo, por atributos

ATRIBUTO	Todos los evaluadores		Evaluadoras femeninas	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
Sabor	4.0 a	± 0.9971	4.1 a	± 0.8656
Olor	4.0 a	± 0.9309	3.9 a	± 1.0872
Textura	4.02 a	± 0.746	4.0 a	± 0.7636
Apariencia	3.4 b	± 0.9483	3.4 b	± 0.9823
Color	3.4 b	± 0.8387	3.4 b	± 0.8271
Total	3.76	± 0.9478	3.76	± 0.9503

Literales diferentes indican diferencias a un nivel de significancia $P < 0.05$

Evaluación sensorial

Se tuvo una participación del 59.8 % de mujeres y 40.2 % de hombres. El rango de edad con más participantes (92), fue de 18 a 24 años. Los atributos sabor, olor y textura fueron estadísticamente semejantes entre sí y significativamente diferentes ($P < 0.05$) a apariencia y color, tanto en la evaluación general como por género (cuadro 1).

De acuerdo con el *Codex Alimentarius*, el color debe ser el característico de la fruta y el medio de cobertura líquido ser suficientemente claro (CAC 2013), por lo que estrictamente hablando, la conserva realizada no cumpliría con la especificación, ya que el color que se obtuvo fue amarillo pardo por el hecho de haber usado piloncillo, sin embargo, no alteró el color de la mandarina. Este atributo al igual que la apariencia obtuvieron los menores valores (3.4) en la evaluación sensorial, tanto para mujeres como para hombres (cuadro 1), lo que lleva a reformular el producto por dos

vertientes, disminuir el porcentaje de inclusión del piloncillo, o bien, emplear piloncillo menos concentrado, lo cual es difícil dado el procedimiento de elaboración del mismo (Pacheco *et al.* 2006).

En la conserva realizada el sabor fue normal (dulce) y el olor un tanto a melaza (ambos evaluados con 4.0), que no se considera como extraño, ya que es atribuido al uso del piloncillo en la formulación, por lo cual cumple con la normativa del *Codex Alimentarius* (CAC 2013).

Para considerarla como aceptable, la textura de los segmentos enteros tiene que ser suficientemente firme y característica del producto (sin señales de desintegración, ni de células secas o porciones fibrosas) (CAC 2013). La conserva fue evaluada en este atributo con 4.02, la mejor calificación (cuadro 1), sin embargo, se presentó una mínima

Cuadro 2. Evaluación de la conserva de mandarina en almíbar de piloncillo, por escala hedónica.

ESCALA HEDÓNICA	Todos los evaluadores		Evaluadoras Femeninas		Evaluadores Masculinos	
	%	D.E.	%	D.E.	%	D.E.
Me disgusta	0.4 a	± 0.8944	0.0 a	0.0	0.4 a	± 0.894427
No me gusta	7.8 ab	± 4.5497	5.4 ab	± 2.881	2.4 ab	± 2.701851
No me gusta ni me disgusta	21.4 b	± 9.3968	14.4 b	± 7.0214	7.0 ab	± 3.535534
Me gusta	49 c	± 5.6125	26.2 c	± 4.1473	22.8 c	± 1.923538
Me gusta mucho	22.4 b	± 13.409	14.6 bc	± 8.3546	7.8 b	± 5.069517
Total	20.2	± 18.4752	12.2	± 10.3816	8.08	± 8.52897

Literales diferentes indican diferencias a un nivel de significancia $P < 0.05$

desintegración de los gajos, por la exposición a la temperatura, afectando un poco su aspecto, junto con el color, lo que se refleja en las más bajas calificaciones (3.4), pero sin perder su aptitud para el consumo.

En la aceptación general por nivel de la escala hedónica, sobresale la categoría “Me gusta” con 48 %, y un promedio de 49, misma que fue significativamente diferente al resto de las categorías ($P < 0.5$). La misma situación se presentó al analizar los datos por género masculino. En tanto que para el género femenino, fueron estadísticamente semejantes me gusta y me gusta mucho (cuadro 2).

Al analizar los datos de acuerdo a la escala hedónica, la categoría “me gusta” (diferente estadísticamente a las demás categorías [$P < 0.01$]) (cuadro 2), refleja el potencial de consumo de la conserva realizada, aunado al hecho de que al sumarle el porcentaje de la categoría “me gusta mucho”, se alcanza el 70.4 % de aceptación.

Respuestas a las preguntas

Las cuatro preguntas fueron respondidas como se presenta en el cuadro 3. Respecto a su conocimiento de alguna fruta cítrica en almíbar en el mercado, quienes respondieron sí, lo hicieron de la siguiente manera: 2 naranja/ 1 naranja y toronja/ 4 durazno/ 12 piña/ 2 durazno y piña/ 1 mandarina.

Lo reflejado en la evaluación sensorial, se hace manifiesto en las 78 respuestas favorables para consumir el producto. Aunque la mayoría de los evaluadores (58), consume fruta en almíbar dos veces cada seis meses y 34, lo hacen una vez al mes. Por otra parte 79 de los jueces dijeron no conocer frutas cítricas en almíbar en el mercado (cuadro 3), lo que refuerza la posibilidad de éxito comercial apoyando su introducción con una estrategia de mercado bien planeada

Cuadro 3. Respuestas de los jueces no entrenados a las cuatro preguntas

PREGUNTA/ RESPUESTA	Nº DE RESPUESTAS	PREGUNTA/RESPUESTA	Nº DE RESPUESTAS
¿Compraría este producto?		¿Cuánto pagaría?	
SÍ	78	\$ 30	39
NO	23	\$ 40	46
Espacios en blanco	01	\$ 50	13
		Espacios en blanco	04
Frecuencia de consumo de fruta en almíbar		¿Conoce alguna fruta cítrica en almíbar, en el mercado?	
1 vez/ semana	08	SÍ	22
1 vez/ mes	34	NO	79
2 veces/ 6 meses	58	Espacios en blanco	01
Espacios en blanco	02		

Cabe resaltar que de los 22 jueces que dijeron conocer frutas cítricas en almíbar en el mercado, cuatro señalaron al durazno y dos durazno y piña, lo cual hace evidente la desinformación de los evaluadores ya que el durazno no es un cítrico. El costo para elaborar la conserva fue de \$ 20.00, por lo que el precio de venta puede establecerse inicialmente en \$ 40.00 ya que el 45 % de los jueces, así lo expresaron (cuadro 3).

Fisicoquímicos y Composición nutricional

Dado que la conserva se realizó siguiendo las buenas prácticas de fabricación, el producto no presentó materia extraña objetable. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, al no encontrar valores establecidos como referencia para mandarina en almíbar, se tomó como base la NMX-F-011-1983, para piña en almíbar (SCFI 1983), la cual señala que el pH ideal para el almíbar es de 3.5 – 4.2, la conserva realizada tuvo un pH de 4.2. Guevara y Cansino (2015), indican que el pH del almíbar depende de la fruta ya que el ácido cítrico (35 mg) del jugo de

mandarina tiene la función de invertir el azúcar y fijar el pH (Flores y León 2006; Moreiras *et al.* 2018).

En relación a la concentración del jarabe, la norma indica que debe ser entre 20 y 28 °Brix, la conserva tuvo como resultado 21.6 °Brix (SCFI 1983), con alto contenido de humedad (cuadro 4), que de acuerdo al *Codex Alimentarius* (CAC 2003), corresponde a un jarabe concentrado (18 a 22 °Brix). En un estudio de maca envasada en almíbar de mandarina, reportan 22° Brix y un pH final de 3.5 (Flores y León 2006), valores cercanos a los del producto en estudio.

Cuadro 4. Determinaciones físico-químicas en la conserva de mandarina en almíbar de piloncillo

Determinación	Resultados (%)
Humedad	77.2
Cenizas	0.3
Grasa	1.2
Proteína	0.3
Fibra	0.3

En la composición nutrimental estimada de la mandarina conservada en almíbar de piloncillo, resalta el contenido de carbohidratos, vitamina C y potasio (cuadro 5). Las 403 kcal/100 g obtenidas para la conserva, son atribuibles al alto valor calórico del piloncillo, que puede variar de 371 a 386 kcal/100 g, debido al alto contenido de azúcares reductores (que expresados en sacarosa, pueden llegar hasta el 83 %), por lo que el piloncillo es un buen proveedor de energía de uso inmediato para el organismo (MPS 2006; Romo *et al.* 2004).

La mandarina provee un estimado de 43 Kcal (Moreiras *et al.* 2018).

Cuadro 5. Contenido nutrimental estimado por cada 100 g de la mandarina conservada en almíbar de piloncillo.

Información nutrimental	Contenido
Contenido energético	403 kcal
Proteínas	0.8 g
Grasas	1.31 g
Grasas saturadas	0 g
Carbohidratos	99 g
Azúcares	90 g
Fibra dietética	0.40 g
Sodio	27 mg
Vitamina C	35 mg
Hierro	0.3 mg
Potasio	185 mg
Fósforo	17.2 mg

(USDA 2019)

La cantidad de azúcar en el almíbar está en función del tipo de fruta, pero también debe atender a las demandas del mercado consumidor. En años recientes la tendencia es comercializar fruta en almíbar con menos azúcar (16 a 20 °Brix) (Guevara y Cansino 2015). En la conserva se obtuvieron 99 g de carbohidratos con una concentración de 21.6 °Brix, lo cual puede cubrir dicha tendencia con una pequeña reducción del contenido de azúcar. De acuerdo al cuadro nutrimental,

de los 99 g, 90 g corresponden a azúcares del piloncillo agregado, del cual, Romo *et al.* (2004) refieren que el contenido puede variar desde 73.39 %, hasta 96.5 % en diversos estudios. La mandarina aporta los restantes 9 g (Moreiras *et al.* 2013). Las proteínas obtenidas en el almíbar fueron 0.3 %, valor cercano al mínimo de 0.2 % que para el piloncillo refiere el MPS (2006), aunque en el valor estimado resultó 0.8 %, tal vez porque el aporte de proteína de la mandarina, fue menor a lo esperado, cuyo valor se estima entre 0.5 y 0.8 g (Moreiras *et al.* 2018).

La fibra en la conserva fue de 0.3 g, valor muy cercano al 0.4 del valor estimado (USDA, 2019), aunque Moreiras *et al.* (2018), reportan valores de hasta 1.9 g para la mandarina. La presencia de 1.2 g de grasa en la conserva, depende fundamentalmente del tipo de piloncillo empleado. El valor estimado para el piloncillo es de 0.5 a 1.0 g y para la mandarina 0.31 g (USDA 2019).

Microbiológicos

La NMX-F-011-1983, para piña en almíbar (SCFI 1983), señala que el producto “no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas, ni otras sustancias tóxicas que puedan afectar la salud del consumidor”, sin especificar valores de referencia.

El producto se preparó y manipuló de acuerdo a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CCA 1985), lo cual asociado al bajo pH de la conserva (4.2), contribuye a alargar la vida útil del producto ya que disminuye el posible crecimiento bacteriano, sin embargo, los hongos y levaduras pueden crecer en estas condiciones (Chacón 2006; Guevara y Cansino 2015), la conserva presentó, cero

UFC/g de levaduras y 1 UFC/g de moho filamentoso que apareció probablemente, por almacenamiento inadecuado del piloncillo y debido a que su elaboración se hace generalmente en instalaciones con un grado mínimo de tecnificación (Pacheco *et al.* 2006), además el alto contenido de humedad puede afectar la calidad de este producto seco, propiciando una vida útil mínima y contaminación por hongos y levaduras (Álvarez-Díaz *et al.* 2019).

El estudio de Galicia *et al.* (2017), reveló en piloncillo mexicano la presencia de mohos entre 4 y 35 UFC/g y levaduras entre 2 y 51 UFC/g, por debajo de los límites establecidos en la Norma Técnica Colombiana (2009) de 150 UFC/g, el resultado obtenido para la conserva comparado contra este límite y el estudio referido, es aceptable, al igual que al compararlo con un estudio realizado por Flores y León (2006) a maca en almíbar de mandarina, quienes reportan < 100 UFC/g de hongos y de levaduras y cumple con el límite de <100 UFC/g que para jarabes establece la normatividad Peruana (MSP 2003).

Como perspectiva, se requiere efectuar estudios complementarios en la nueva formulación, abarcando un perfil de composición nutrimental más completo e incluyendo análisis de coliformes, un estudio de evaluación sensorial enfocado en jóvenes, como mercado potencial, así como evaluación de su vida de anaquel.

Conclusiones

1. El uso del piloncillo permitió obtener los valores de pH y °Brix requeridos para sustituir al azúcar estándar y conservar la fruta.
2. El potencial de aceptación del producto en el mercado es bueno,

con perspectivas de competitividad respecto a almíbares comerciales.

3. Para mejorar las calificaciones de los atributos en la evaluación sensorial se requiere reformular empleando piloncillo más claro y disminuir la cantidad de inclusión hasta lograr 20 °Brix.
4. Esta investigación contribuye a promover el consumo de alimentos procesados que tienen como base productos naturales, nutritivos y con el componente cultural implícito por utilizar un producto de la agroindustria rural del Estado de Jalisco.

Literatura citada

- Aguilar, G.G. (2013). Cruzada Nacional contra el Hambre. Grupo Técnico de Pérdidas y Mermas de Alimentos en México. Secretaría de Desarrollo Social.
- Alsina, D., I. Nescier, Z. Santini, N. Gariglio, H. Civies y C. Bonvin. (2012). Propiedades físicas y fisicoquímicas de los frutos de mandarinas del grupo satsuma. *Revista FAVE – Ciencias agrarias* **11**(2): 8. <https://doi.org/10.14409/fa.v11i2.4554>
- Álvarez-Díaz, N. G., J. E. Wong-Paz, D. B. Muñoz-Márquez y P. Aguilar-Zárate. (2019). Análisis nutricional del piloncillo de caña de azúcar elaborado en el instituto tecnológico de Ciudad Valles. *Tectzapic* 5(2): 12-16. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://www.eumed.net/rev/tectzapic/2019/01/piloncillo-cana-nutricion.html>>. ISSN: 2444-4944. [consultado 24 Junio 2029, 11:58].

- Bada-Carbajal, L.A., L.A. Rivas-Tovar y H.F. Littlewood-Zimmerman. (2017). Model of associativity in the production chain in Agroindustrial SMEs. *Contaduría y Administración* 62 (4): 1118–1135. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.06.010>
- Chacón, S.A. 2006. Manual de Procesamiento de Frutas Tropicales a Escala Artesanal, en El Salvador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Editorial IICA, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador. 65 pp. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://repiica.iica.int/docs/B0635e/B0635e.pdf>>. [consultado 17 Agosto, 09:12].
- Codex Alimentarius Comisión [CAC]. 2019. Standard for Sugars. CXS 212-1999. Adopted in 1999. Amended in 2001 and 2019. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B212-1999%252FCXS_212e.pdf>. [consultado 01 Octubre 2019, 11:05].
- Comisión del Codex Alimentarius [CCA]. (1997). Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3 (1997)). [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.fao.org/3/y1579s/y1579s02.htm#bm2>>. [consultado 27 Junio 2019, 15:37].
- Codex Alimentarius Comisión [CAC]. 2003. Guidelines for Packing Media for Canned Fruits (CAC/GL 51-2003). [publicación en línea]. Disponible desde internet en <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B212-1999%252FCXS_212e.pdf>. [consultado 01 Octubre 2019, 11:36].
- Codex Alimentarius Comisión [CAC]. (2013). Standard for Certain Canned Citrus Fruits. CODEX STAN 254-2007. Amendment 2013. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B254-2007%252FCXS_254e.pdf>. [consultado 01 Octubre 2019, 11:09].
- De Maria, G. 2013. Panela: the natural nutritional sweetener. *Agro FOOD Industry Hi Tech.* 24(6), November/December: 44-48. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <https://www.teknoscienze.com/tks_article/panela-the-natural-nutritional-sweetener/>. ISSN: 2035-4606]. [consultado 01 Julio 2019, 11:09].
- Flores Córdova José Antonio y León Machacuay José Antonio. (2006). "Determinación de parámetros óptimos en la elaboración de rodajas de maca (*Lepidium peruvianum* chacón) en almíbar de mandarina (*Citrus reticulata*) utilizando envases de vidrio – Junín". Director: Margarita Brígida Cándor Huamán. Tesis Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1867>>. [consultado 26 Junio 2019, 14:03].

- Fundación Española de Nutrición [FEN]. (2013). Mandarina. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en <<http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/mandarina.pdf>>. [consultado 08 Noviembre 2017, 12:45].
- Gaceta del Senado [GS]. (2015). Proposición para crear la norma oficial mexicana que establezca las especificaciones de calidad que debe cumplir el piloncillo o panela para consumo humano. Gaceta LXII/3SPO-105/53391. [publicación en línea] Disponible desde Internet en <http://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/53391>. [consultado 27 Febrero 2019, 09:37].
- Galicia-Romeo, M., A.S. Hernández-Cázares, H. Debernardi-de la Vequia, J. Velasco-Velasco, J.V. Hidalgo-Contreras. 2017. Evaluación de la calidad e inocuidad de la panela de Veracruz, México. *Agroproductividad* 10(11): 35-40. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/68/64>>. ISSN: 2594-0252. [consultado 01 Julio 2019, 10:01].
- Guevara, P. A. y C.K. Cancino. (2015). Elaboración de fruta en almíbar. Editorial Universidad Nacional Agraria – La Molina, Centro de Investigación y Capacitación en Tecnología Alimentaria y Agroindustrial, Lima, Perú. 13 pp. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf>>. [consultado 26 Junio 2019, 14:01].
- Harjani, Y., E.S. Tee and J. García. (2016). Proceeding of the NSM update series: Sugar substitutes- Understanding the basics, global regulatory approvals, safety assessment protocols and benefits. *Mal J Nutr* 22(1): 91-101. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <https://www.researchgate.net/publication/313598277_Proceedings_of_the_NSupdate_series_Sugar_substitutes-understanding_the_basics_global_regulatory_approvals_safety_assessment_protocols_and_benefits>. ISSN: 1394035X. [consultado 10 Agosto 2019, 8:12].
- Hernández. A. E. 2005. Evaluación sensorial. Curso Tecnología de Cereales y Oleaginosas, Guía Didáctica. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Bogotá. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>>. [consultado 13 Noviembre 2018, 15:43].
- López-Gonzalez, J. y J. Morales-Granados. (2018). Manual técnico aspectos básicos para el cultivo de la mandarina *Citrus reticulata*. Editorial Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA], Bogotá, Colombia. 68 pp. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <https://play.google.com/store/books/details/MANUAL_TECNICO_ASPECTOS_BASICOS_PARA_EL_CULTIVO_DE?id=kG9P-fzuYkIC>. ISBN: 978958831158 6. [consultado 29 Enero 2019, 17:35].
- Micó, B.M.J. 2014. Métodos de análisis de fibra y determinaciones fisicoquímicas en cítricos para el módulo de control alimentario del ciclo formativo de dietética. Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L., Alicante, España. 67 pp.

- [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://www.3ciencias.com/libros/libro/metodos-de-analisis-de-fibra-y-determinaciones-fisico-quimicas-en-citricos-para-el-modulo-de-control-alimentario-del-ciclo-formativo-de-dietetica/>>. ISBN: 9788494290169. [consultado 16 Noviembre 2018, 16:55].
- Ministerio de la Protección Social [MPS]. (2006). Resolución 779. Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones. Marzo 17. Colombia.
- Ministerio de Salud del Perú [MSP]. (2003). Norma sanitaria que establece los criterios micro-biológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Proyecto de actualización de la RM N° 615-2003 SA/DM Perú, 2003. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf>. [consultado 30 Mayo 2019, 09:28].
- Moreiras, O., A. Carbajal, L. Cabrera y C. Cuadrado. (2018). Tablas de composición de alimentos. Editorial Pirámide, Madrid, España. 496 pp.
- Norma Técnica Colombiana. 2009. NTC 1311 Productos Agrícolas. Panela. Incontec Internacional. Bogotá, Colombia. 10 p. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.analisisambiental.com.co/wp-content/uploads/2014/02/NTC1311-PANELA.pdf>>. [consultado 07 Marzo 2019, 10:10].
- Pacheco, J. R. S., F. P. Martínez, I. O. Ávila y J. L. F. Montaña. (2006). Descripción de un proceso tecnificado para la elaboración de piloncillo a partir de caña de azúcar. e-Gnosis 4. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000401>>. ISSN: 16655745. [consultado 07 Abril 2019, 09:27].
- Romo-Pazos, A.Y., A.X. Jiménez-Guzmán, H.R. García-Bernal. (2004). Caracterización Nutricional de la Panela Granulada. *Revista Innovación y Cambio Tecnológico*. 4(1): 34-42. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15257/42697_46794.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [consultado 01 Julio 2019, 15:30].
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial [SCFI]. Norma Mexicana. NMX-F-011-1983. Alimentos. Frutas y Derivados. Piña en Almíbar. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., a 16 de febrero de 1983. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-011-1983.PDF>>. [consultado 01 Febrero 2019, 13:14].
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial [SCFI]. Norma Mexicana. NMX-F-103-1982. Alimentos. Frutas y Derivados. Determinación de Grados Brix. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 14 de octubre de 1982. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF>>. [consultado 13 Marzo 2019, 17:06].
- Secretaría de Economía [SE]. Norma Mexicana. NMX-F-317-NORMEX-2013. Alimentos-Determinación de

- pH en alimentos y bebidas no alcohólicas- Método potenciométrico- Método de prueba. Declaratoria de vigencia. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 27 de agosto de 2013a. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-317-S-1978.PDF>>. [consultado 13 Marzo 2019, 17:36].
- Secretaría de Economía [SE]. Norma Mexicana. NMX-F-607-NORMEX-2013. Alimentos- Determinación de cenizas en alimentos- Método de prueba. Declaratoria de vigencia. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 27 de agosto de 2013b. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <https://2019.vlex.com/#search/jurisdiction:MX/determinacion+cenizas+alimentos/WW/vid/38178218/graphical_version>. [consultado 16 Marzo 2019, 13:16].
- Secretaría de Economía [SE]. Norma Mexicana. NMX-F-608-NORMEX-2011. Alimentos- Determinación de proteínas en alimentos- Método de ensayo (prueba). Declaratoria de vigencia. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 12 de septiembre de 2011. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://2019.vlex.com/#search/jurisdiction:MX/nmx+f+608+normex/WW/vid/316581178>>. [consultado 10 Marzo 2019, 11:00].
- Secretaría de Economía [SE]. Norma Mexicana. NMX-F-613-NORMEX-2017. Alimentos- Determinación de Fibra Cruda en Alimentos- Método de prueba. Declaratoria de vigencia. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 09 de agosto de 2018. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://2019.vlex.com/#search/jurisdiction:MX/nmx+f+613+normex+2003/WW/vid/736322797>>. [consultado 16 Marzo 2019, 09:00].
- Secretaría de Economía [SE]. Norma Mexicana. NMX-F-615-NORMEX-2018. Alimentos- Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos- Método de prueba. Declaratoria de vigencia. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 05 de julio de 2019. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<https://2019.vlex.com/#vid/797841409>>. [consultado 16 Agosto 2019, 19:09].
- Secretaría de Salud [SS]. Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 10 de mayo de 1995a. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>>. [consultado 12 Marzo 2019, 04:17].
- Secretaría de Salud [SS]. Norma Oficial Mexicana. NOM-116-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o grasa. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 29 de julio de 1995b. [publicación en línea]. Disponible desde internet en <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/116ssa14.html>>. [consultado 12 Marzo 2019, 05:07].
- Statgraphics Centurion XVI version 16.2.04. 1992-2013. StatPoint Technologies, Inc. United States Department of Agriculture [USDA]. (2019). USDA Food Composition Databases. [publicación en línea]. Disponible desde internet en

<<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>>. [consultado 01 Abril 2019,

14:45].