



Scientia Agropecuaria

Website: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

Facultad de Ciencias
Agropecuarias

Universidad Nacional de
Trujillo

Compota de zapallo (*Cucúrbita máxima* Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas

Pumpkin (*Dutch maximum* Dutch.) compote for infants, functional, low cost, preservative-free and of considerable shelf life: rheological, sensory, physicochemical, nutritional, and microbiological characteristics

Becquer Frauberth Camayo-Lapa¹ ; Miguel Ángel Quispe-Solano^{2,*} ; Erika Amelia De La Cruz-Porta¹ ; Galia Mavel Manyari-Cervantes³ ; Clara Raquel Espinoza-Silva² ; Alex R. Huamán-De La Cruz^{4,5} 

¹ Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional del Centro del Perú, Av. Mariscal Castilla N° 3909, El Tambo, Huancayo, Peru.

² Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Av. Mariscal Castilla N° 3909, El Tambo, Huancayo, Peru.

³ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Jr. Huaraz N° 431, Tarma, Peru.

⁴ Instituto General de Investigación, Universidad Nacional del Centro del Perú, Av. Mariscal Castilla N° 3909, El Tambo, Huancayo, Peru.

⁵ Instituto de Investigación, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Chimbote, Peru.

Received January 15, 2020. Accepted May 26, 2020.

Resumen

La investigación tuvo por objetivo elaborar una compota de zapallo para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil. Fue evaluado el efecto de la incorporación de goma xantana (GX) a tres concentraciones (0,10%, 0,15% y 0,20%) sobre sus propiedades reológicas. Las características sensoriales fueron aplicadas a 60 panelistas (30 estudiantes nivel pregrado y 30 niños entre 2 a 3 años). Se determinaron sus características físicas, fisicoquímicas y microbiológicas. Con los valores de pH, se estimó la vida útil de la compota de zapallo a través del método de pruebas aceleradas a 20 °C, 30 °C y 40 °C y durante 0, 10, 20, y 30 días. Los resultados mostraron que la compota presentó un comportamiento no-newtoniano, pseudoplástico y ajustado al modelo de Ostwald de Waele ($R^2 > 0,98$). La compota formulada con 0,15% de GX se concibe como el mejor tratamiento, con nivel de "Me gusta" para los atributos de color, olor, textura, sabor y apariencia general (3,80 a 4,13 puntos), asociado a la presencia de 82,45% de humedad, 5,40 de pH, 17 °Brix, y ausencia de mohos, levaduras y coliformes totales. La influencia de la temperatura en la viscosidad se modeló utilizando la ecuación de Arrhenius, mostrando una disminución en la viscosidad con el aumento de la temperatura. Finalmente, la vida útil estimada a 20 °C, 30 °C y 40 °C fue de 125, 75 y 45 días, respectivamente.

Palabras clave: vida útil; pruebas aceleradas; zapallo macre; Ostwald de Waele; goma xantana.

Abstract

The research aimed to develop a children's pumpkin compote, functional, inexpensive, preservative-free and of considerable shelf life. The effect of incorporating xanthan gum (XG) was evaluated at three concentrations (0.10%, 0.15% and 0.20%) on its rheological properties. Sensory characteristics were applied to 60 panelists (30 undergraduate students and 30 children between 2 and 3 years). Its physical, physicochemical, and microbiological characteristics were determined. With the pH values was estimated the shelf life of pumpkin compote using accelerated testing method. The product was stored at 20 °C, 30 °C and 40 °C for 0, 10, 20, and 30 days. The results show the pumpkin compote presented non-Newtonian behavior, pseudoplastic, and was adjusted to the Ostwald Waele model ($R^2 > 0.98$). Compote formulated with 0.15% of XG was conceived as the best treatment, with a "Like" scale for color attributes, smell, texture, taste and general appearance (3.80 to 4.13 points) associated with the presence of 82.45% humidity, 5.40 pH, 17 °Brix, and absence of molds, yeasts and total coliforms. Influence of temperature on viscosity was modeled using Arrhenius equation, showing a decrease in viscosity with increasing temperature. Finally, the estimated shelf life at 20 °C, 30 °C and 40 °C were 125, 75, and 45 days, respectively.

Keywords: shelf life; accelerated testing; macre pumpkin; Ostwald Waele model; xanthan gum.

Cite this article:

Camayo-Lapa, B.F.; Quispe-Solano, M.Á.; De la Cruz-Porta, E.A.; Manyari-Cervantes, G.M.; Espinoza-Silva, C.R.; Huamán-De la Cruz, A.R. 2020. Compota de zapallo (*Cucúrbita máxima* Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria* 11(2): 203-212.

* Corresponding author

E-mail: quispe_miguelangel@hotmail.com (M.Á. Quispe-Solano).

© 2020 All rights reserved

DOI: [10.17268/sci.agropecu.2020.02.07](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.07)

1. Introducción

El zapallo es un tipo de calabaza perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas, donde también son incluidos los melones, sandías y pepinos (Provesi et al., 2012). Es originario de las regiones tropicales y subtropicales de las Américas y crecen en forma de enredaderas, rastreras y trepadoras (Bisognin, 2002). Esta familia consiste en alrededor de 118 géneros y 825 especies, de las cuales cinco de ellas fueron domesticadas: *cucúrbita ficifolia*, *c. moschata*, *c. argyrosperma*, *c. pepo* y *c. máxima* y son cultivadas porque sus frutos, flores y semillas son comestibles (Bisognin, 2002; Kates et al., 2017).

En Perú, hay tres variedades principales de zapallo, incluyendo el cespillo, macre y lacio, siendo la especie *Cucúrbita máxima Duch* (zapallo macre) más ampliamente cultivado y expandido en las diferentes regiones (costa y sierra) debido a su facilidad de cultivo, a su adaptabilidad a diferentes terrenos (inclusive maceteros) y por ofrecer uno de los cultivos más grandes del reino vegetal (Delgado-Paredes et al., 2014). Su importancia radica en sus magníficas propiedades digestivas y medicinales (MINSa, 2017; Obregón et al., 2004; Penelo, 2019). Esto porque está constituido principalmente de agua (95%) y es rico en beta-caroteno (provitamina A), vitaminas (E y C) y minerales (K, Ca, Na, Mg), quienes contribuyen por ejemplo, reducir las enfermedades cardiovasculares, degenerativas, de cáncer, en la anemia, reducción de peso corporal, y mejora la flora intestinal y vista (Delimas, 2019; Merino y Otiniano, 2014).

El zapallo macre es considerado uno de los primeros alimentos en darle a un bebé y uno de los ingredientes principales del plato del día a día, siendo consumida en forma de sopas, guisos, compotas, purés, mermeladas, cremas y encurtidos, etc. (MINSa, 2017). Sin embargo, hasta ahora se sigue buscando alternativas para industrializarlo y así darle un valor agregado (Vidaurre, 2019). Como esta hortaliza contiene más pulpa que cascara, se podrían desarrollar productos como la compota “conserva” y así aprovechar todos sus propiedades nutritivas y fácil digestibilidad (Quispe, 2019; SENASA, 2018). Sin embargo, su producción implica garantizar un producto que cumpla con diferentes estándares de calidad como recomendado en la CODEX STAN 79 (FAO, 1995). La compota es hecha en forma de puré, usualmente adicionando azúcar y especias, y mezclándolos para obtener una consistencia/textura (usualmente usando goma xantana) adecuada para evitar el riesgo de ahogos en bebés (FAO, 1995).

El control y medición de las características fisicoquímicas de las compotas es importante para ver su influencia sobre sus propiedades reológicas a fin de evaluar la calidad de sus materias primas y predecir su comportamiento durante el procesamiento, asegurando así, requisitos mínimos de estabilidad y almacenamiento es aconsejable para su comercialización (Salcedo, 2017). Por ejemplo, Quintana et al. (2015) evaluaron la concentración y temperatura sobre las propiedades reológicas de la pulpa de mango (variedad *Tommy Atkins*). De la misma manera, Silva et al. (2017) evaluaron el comportamiento reológico de una mezcla de néctar de piel de piña y pulpa de fruta tropical, mientras Quintana et al. (2017) estudiaron las propiedades reológicas de la pulpa de Papaya (*Carica papaya*). Otros factores importantes son las propiedades sensoriales, organolépticas, microbiológicas y funcionales (Corradini, 2018). Pérez et al. (2016) evaluaron el efecto de la formulación de compota para infantes a base de quinua, leche de soya, mango y durazno sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales; Quintero et al. (2013) determinaron las propiedades organolépticas y microbiológicas de un mango común durante su proceso de maduración. Para la comercialización de alimentos es necesario conocer su vida útil, el cual hace referencia a su estado y calidad del producto. Mercado-Flores et al. (2016) y García et al. (2011a) evaluaron la vida útil a través de las pruebas aceleradas en pulpas de fresa y pasta de tomate respectivamente. Debido a su importancia, el objetivo de este trabajo fue elaborar una compota de zapallo para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil, y medir sus características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas.

2. Materiales y métodos

2.1 Materia prima y lugar de ejecución

Zapallos en estado de madurez comercial de la variedad macre fueron adquiridos de comerciantes de la provincia de Satipo (11°15'15" de latitud Sur y 74°38'17" de longitud Oeste), Departamento de Junín, Perú, está ubicado a 631 m.s.n.m. y es uno de los mayores productores de zapallo. Su clima es tropical (temperatura promedio de 24,1°C), con la mayoría de los meses marcados por lluvias (precipitación promedio de 1652 mm). Las pruebas experimentales y análisis fueron llevadas a cabo en el Laboratorio de ingeniería de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Filial Tarma.

2.2 Preparación de la pulpa de zapallo

Zapallos frescos, sanos, y libres de algún deterioro fueron seleccionados. La cáscara fue limpiada por aspersion, luego, se lavó por inmersión usando una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm, durante 3 minutos, y secado a temperatura ambiente (Pérez et al., 2016). El pelado fue manual usando cuchillos comunes de cocina; luego se procedió a retirar las pepas. La pulpa se cortó en trozos de 1x1 cm, los mismos que se sometieron a un calentamiento (80 °C a 85 °C por 5 min) con ácido cítrico al 0,3%, para facilitar el escaldado (Mancera, 2010). La pulpa, ya escaldada, fue llevada a una pulperadora (Vulcano, DFV 19-40 I/C, Perú) para obtener un material triturado y pastoso. Luego fue tamizado para retirar algún material sólido. Finalmente, fueron pasteurizados (95 °C, 10 min), envasado en bolsas herméticas y almacenado en refrigeración (4 °C ± 1), para su posterior empleo en las formulaciones de la compota.

2.3 Preparación de la compota

Las formulaciones usadas están descritas en la Tabla 1. La mezcla de cada formulación fue homogenizada, a fin de estandarizar y encontrar una compota con características adecuadas. Este producto fue llevado a cocción a 75 °C por 25 minutos. Las compotas fueron envasadas en recipientes de vidrio de 4 onzas cada uno, siendo sometido a tratamiento térmico (115 °C por 26 min) usando una autoclave (BIOGEN, AUT-40, China) para eliminar la presencia de microorganismos patógenos y obtener un producto inocuo. Los recipientes fueron almacenados en un lugar fresco.

Tabla 1

Formulación estándar de compota de zapallo

Componente	F1	F2	F2
	%	%	%
Pulpa de zapallo	60,00	60,00	60,00
Harina de maíz	2,00	2,00	2,00
Azúcar blanca	5,00	5,00	5,00
Leche en polvo diluida al 12% en agua*	32.90	32.85	32.80
Goma xantana	0,10	0,15	0,20

(*) el agua fue previamente hervida con canela durante 5 min. F1, F2, F3: Formulaciones 1, 2 y 3.

2.4 Caracterización de la compota de zapallo

Obtenido la compota de zapallo con adición de goma xantana se realizaron las siguientes determinaciones:

a) Análisis proximal de la compota de zapallo de mayor aceptabilidad

Se evaluó la composición química proximal con los métodos recomendados por la *Association of Official Agricultural Chemists* – AOAC internacional (AOAC, 2006). En proteína (Método kjeldahl), Ceniza (Método

de cenizas totales), Fibra (Método Weende), Grasa (Método de Soxhlet), Humedad (Método de secado por estufa), Carbohidratos (por diferencia del 100% menos el resultado de los análisis anteriores).

b) Análisis físico, fisicoquímico y microbiológico de la compota de zapallo de mayor aceptabilidad a diferentes condiciones de almacenamiento

Para el aspecto físico, las muestras fueron almacenadas en estufas (MEMMERT, UNB 500, Alemania) a temperaturas de 20 °C, 30 °C y 40 °C por 0, 10, 20 y 30 días.

El color se determinó mediante un colorímetro (LOVIBOND, RT100, Alemania) con iluminante D 65 y observador estándar de 10°. Mediante los espectros reflexión de las muestras fueron determinados las coordenadas del CIE-L*a*b*, donde la luminosidad (L) varía entre 0 y 100, mientras el componente a (eje amarillo-azul), y el componente b (eje magenta-verde) pueden estar comprendidos entre +127 a -128 para determinar el cambio de color.

Los sólidos solubles fueron medidos con un refractómetro digital (SCHMIDT-HAENSCH, DHR-60, Alemania); escala de 0 a 60% Brix a 20 °C mediante el método refractométrico; 932.12 (AOAC, 1996). Acidez total siguiendo el método de titulación; 942.15 (AOAC, 1996), el resultado fue expresado como porcentaje de ácido málico. El pH fue determinado por el método potenciométrico, usando un pH metro (SCHOTT, PH11, Alemania), según el método AOAC 981.12. La presencia de mohos, levaduras y coliformes totales mediante el método rápido con placas petrifilm (AOAC, 2015).

c) Evaluación reológica

Las muestras de compota fueron acondicionadas a temperaturas de 20 °C, 30 °C y 40 °C, y velocidades de giro de 0,50; 1; 1,50; 2; 2,50; 4; 5; 10; 20; 50 y 100 rpm usando un viscosímetro rotacional (Brookfield, DV III Plus, Estados Unidos). Con los datos obtenido se determinó el perfil reológico usando la metodología de Mitchka y el modelo de Ostwald de Waele (Sánchez et al., 2002).

d) Análisis sensorial

Las pruebas sensoriales fueron realizadas en dos entornos diferentes: la primera con la participación de 30 estudiantes (20 a 25 años) pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNCP, Filial Tarma, a los que se le dio una ficha de evaluación estructurada con una escala hedónica de 5 puntos: Me gusta mucho (5 puntos) a Me disgusta mucho (1 punto) valorando atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia general.

Ambientes adecuados y procedimientos fueron usados como lo recomendado por la ISO 8589 (ISO, 2007).

La compota con mayor puntuación en grado de satisfacción fue sometido a una segunda evaluación, siendo estos 30 niños entre 2 a 3 años (nivel inicial), pertenecientes a la I.E.I. “San Martín de Porres”; Huasahuasi, Tarma, Región Junín, Perú. Previo consentimiento de los padres y la dirección fue obtenido, entonces, a cada niño se le proporcionó un frasco de compota de 4 onzas (aproximadamente 113 g) y una cucharita para su consumo. Luego se verificó el consumo total de cada frasco a fin de establecer el % de aceptación y el % de rechazo del producto.

e) Análisis de vida útil de la compota de zapallo de mayor aceptabilidad a diferentes condiciones de almacenamiento

La vida útil de la compota fue evaluada a través de las pruebas aceleradas; para ello se modelizaron los datos mediante la ecuación linealizada en orden cero de la relación entre un atributo de calidad como los valores de pH a diferentes tiempos de almacenamiento (0, 10, 20 y 30 días), en las que la constante de velocidad depende de la temperatura y la relación se puede modelar en la ecuación de Arrhenius (Nuñez et al., 2018).

2.5 Análisis de Datos

Los datos se reportaron como media ± error estándar, determinados en triplicado. Diferencias entre los tratamientos (% goma xantana) fueron analizados por análisis de varianza (ANOVA) y posterior Tukey (p < 0,05). Los puntajes obtenidos para cada uno de los atributos de la compota se analizaron mediante la Prueba no paramétrica de Friedman con nivel de significación de 0,05%. Asimismo, el coeficiente de correlación de Pearson y de regresión fueron calculados. Todos los análisis estadísticos

fueron realizados utilizando el Software “SPSS V.24” y R Project (software libre), versión 3.3.6 (R Team Core, 2019).

3. Resultados y discusión

Perfil reológico

La caracterización reológica fue realizada en ensayos de flujo estacionario, a diferentes temperaturas (20 °C, 30 °C, y 40 °C) y porcentajes de goma xantana (0,10%, 0,15%, y 0,20%), observando el comportamiento del esfuerzo cortante. Las curvas de flujo viscoso de la pulpa de zapallo (Figura 1) muestran características de un fluido No-Newtoniano del tipo pseudoplástico, debido a que presenta una tendencia no lineal con curva cóncava o sus datos se encuentran dispersos.

El comportamiento reológico de la pulpa de frutas ha sido descrito por diferentes modelos, siendo el más utilizado la ley de la potencia de Ostwald de Waele. Por ejemplo, usando la metodología de Ostwald fueron descritos el comportamiento reológico de la pulpa de durazno (Muñoz et al., 2012), pulpa de guayaba (Andrade et al., 2009), y mango (Quintana et al., 2015). Para el caso de la pulpa edulcorada de mango ha sido usado el modelo de Herschel-Bulkley (Figuerola-florez et al., 2017). Asimismo, utilizando el modelo Carreau-Yasuda ha sido aplicado para la pulpa de papaya (Quintana et al., 2017) y melón (Marsiglia et al., 2018).

Debido al comportamiento de la pulpa de zapallo, los datos obtenidos (esfuerzo cortante vs velocidad de deformación) fueron ajustados al modelo de Ostwald de Waele, el cual es expresado mediante la ecuación 1, y sus datos mostrados en la Tabla 2.

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n \tag{1}$$

donde k es el índice de consistencia, y n el índice de comportamiento al flujo.

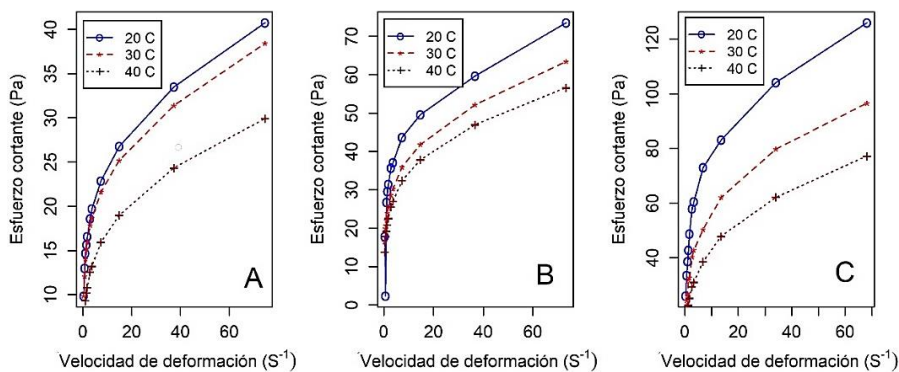


Figura 1. Reogramas de la compota de zapallo a diferentes porcentajes de goma xantana: (A) 0,10%, (B) 0,15%, (C) 0,20%.

Tabla 2

Constantes del modelo Ostwald de Waele para la compota de zapallo a diferentes % de goma xantana y temperaturas

% Goma Xantana	T (°C)	Índice de consistencia k (Pa.S ⁿ)	Índice de comportamiento al flujo (n)	R ²	r
0,10	20	13,67	0,25	0,99	0,99
	30	13,09	0,25	0,99	0,99
	40	8,86	0,30	0,98	0,99
0,15	20	25,56	0,25	0,98	0,99
	30	21,59	0,25	0,99	0,99
	40	19,03	0,26	0,99	0,99
0,20	20	38,82	0,29	0,98	0,99
	30	27,69	0,31	0,99	0,99
	40	21,39	0,31	0,99	0,99

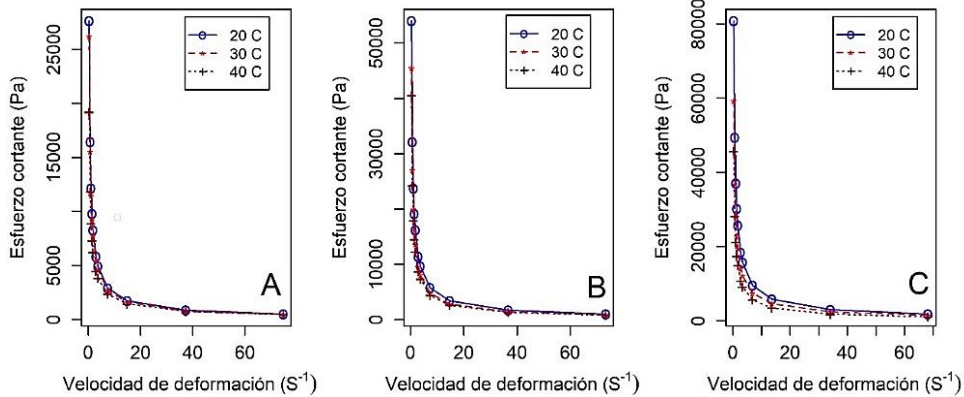


Figura 2. Viscosidad aparente corregida con el modelo Ostwald De Waele en la compota de zapallo a diferentes porcentajes de goma xantana: (A) 0.10%, (B) 0.15% y (C) 0.20%.

En la **Tabla 2** se observa que los valores de coeficiente de determinación (R^2) y correlación (r) en todos los tratamientos son superiores al 0,98 y 0,99%, respectivamente, indicando una alta correlación entre las variables y un comportamiento pseudoplástico.

También, se observa que, para una misma concentración, el incremento de temperatura da lugar en todas las muestras a una disminución en el índice de consistencia (**Tabla 2**). Similar comportamiento fue observado por **Dutta et al. (2006)** cuando investigó puré de calabaza (índice de consistencia K disminuye de 1,95 a 0,60 Pa.sⁿ). En contraste, fueron observados que los valores del índice de comportamiento de flujo (n) se incrementan, al incrementarse los porcentajes de goma xantana. **Barragán et al. (2016)**, encontraron similares resultados cuando evaluó el efecto de la goma de xantana sobre el comportamiento reológico en cremas de harina de pescado.

Por otro lado, se calculó la viscosidad aparente corregida de la compota de zapallo usando diferentes porcentajes de goma xantana y el modelo de Ostwald de Waele, a través de la **ecuación 2**, cuyos resultados son mostrados en la **Figura 2**.

$$\eta_{apC} = k(\dot{\gamma})^{n-1} \quad (2)$$

En la **Figura 2** se observa que, a mayores velocidades de deformación, la viscosidad aparente corregida de la compota es menor para cada tratamiento. Ello justificado por **Ramírez (2006)**, quien sostiene que en un fluido pseudoplástico la viscosidad aparente disminuye al aumentar la velocidad de deformación. Similar comportamiento fue reportado por **Amaranto y Lopez (2015)** cuando elaboraron jalea a base de sábila, membrillo y mango. También, se observa que la concentración de la goma xantana tuvo un efecto notorio sobre la viscosidad, indicando que, a mayor concentración de goma, se generan soluciones más viscosas. Este mismo comportamiento fue observado por **(Ospina et al., 2012)**. Entonces, las altas viscosidades pueden ser atribuidos a la presencia de la goma xantana; inclusive a bajas concentraciones.

La **Figura 3** muestra el análisis de la viscosidad aparente corregida de la compota a diferentes concentraciones de goma xantana en las que se observa que la mayor concentración de goma xantana (0,20%) presenta la mayor viscosidad comparado a los otros tratamientos. Asimismo, se evidencia diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

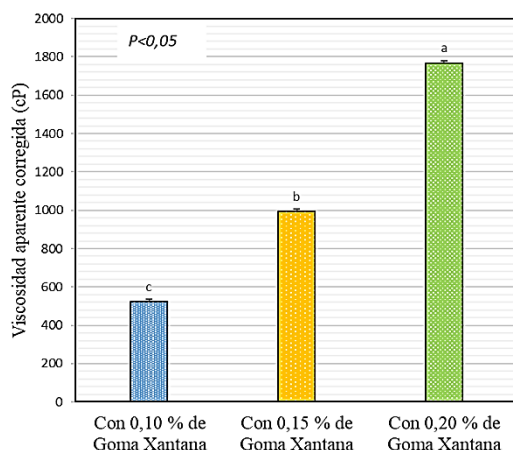


Figura 3. Análisis la viscosidad aparente corregida de la compota de zapallo a diferentes porcentajes de goma xantana.

Evaluación sensorial

La puntuación de los atributos de aceptabilidad, así como el análisis de la prueba no paramétrica de Friedman se muestra en la [Figura 4](#). En general, se observa que los mayores puntajes (3,80 a 4,33 – escala “Me gusta”) para todos los atributos se da cuando la goma xantana fue usada a 0,15% de concentración comparada a las otras concentraciones (0,10% y 0,20%). No se evidencia diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los atributos de una misma concentración. Sin embargo, la concentración de 0,15% en relación a 0,10% y 0,20% mostro diferencias significativas ($p < 0,05$).

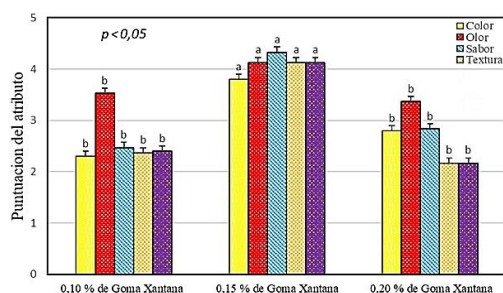


Figura 4. Valoración de los atributos sensoriales de la compota de zapallo a diferentes % de goma xantana.

[Sotomayor et al. \(2018\)](#) mencionaron que las propiedades sensoriales juegan un papel esencial a la hora de la compra; debido a que todos buscamos un color, olor, aroma, sabor y textura atractivo. Por otro lado, una prueba afectiva es aquella en la que el panelista expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza. Ello permite obtener apreciaciones personales de cada uno de los panelistas, la primera evaluación nos permitió preseleccionar la compota de zapallo formulada con 0,15%

este producto fue nuevamente degustado por la población objetivo “Niños en edad pre-escolar” en ellos se valoró el % de compota consumido alcanzando un 96,67% de aceptación frente a un 3,30% de rechazo. Al respecto, [Pedrero y Pangborn \(1997\)](#) sostienen que para precisar una aceptación bastante segura del producto en el mercado se fija un mínimo de 85% de respuestas afirmativas, al contrastar con nuestro resultado de 96.67% de aceptación de la compota de zapallo al 0,15% de goma xantana; se podría inferir que la compota de zapallo tendría una gran aceptación en el mercado. Esta alta aceptación podría deberse a una cocción homogénea del vegetal como lo reportado por [Gomes da Silva et al. \(2019\)](#) quienes evaluaron los efectos de los compuestos bioactivos y la aceptabilidad de la calabaza.

Composición proximal

El aporte nutricional de la compota de mayor aceptabilidad (0,15% de goma xantana) fue medido, y sus resultados son presentados en la [Tabla 3](#).

Tabla 3

Caracterización químico proximal de la compota de zapallo al 0,15% de goma xantana en 100 g de parte comestible

Componentes	Base Húmeda (%)
Humedad	82,45 ± 0,02
Proteína	1,68 ± 0,02
Grasa	1,01 ± 0,01
Fibra	2,35 ± 0,04
Ceniza	1,34 ± 0,02
Carbohidratos	11,17 ± 0,04

Nota: n = 3 repeticiones.

El producto mostró un alto contenido de humedad, evidenciando así, su potencial diurético y mayor contenido de fibra comparado a compotas convencionales. En contraste, mayor porcentaje de proteínas (10,29 a 18,34%) fueron encontrados en la compota preparada a base de quinua, leche de soya, y pulpa de mango y durazno ([Pérez et al., 2016](#)). Esta diferencia podría ser atribuida a que el último combinó diferentes pulpas comparado a un puré de zapallo variedad anco ([Sluka, 2016](#)), nuestra compota reporto un alto contenido de proteínas, grasa y fibra.

Análisis físico, fisicoquímico y microbiológico de la compota de zapallo al 0,15% de goma xantana a diferentes condiciones de almacenamiento

Los efectos producidos durante el almacenamiento fueron determinados a través de sus características físicas, fisicoquímicas y microbiológicas del producto.

Tabla 4

Evaluación del color de la compota de zapallo al 0,15% de goma xantana a diferentes condiciones de almacenamiento

Almacenamiento (Días)	Temperatura (°C)	(L*)	(a*)	(b*)
0	20	31,44±0,01	4,44±0,02	30,07±0,02
	30	31,44±0,01	4,44±0,01	30,07±0,01
	40	31,44±0,01	4,44±0,01	30,07±0,02
10	20	37,13±0,05	4,44±0,03	32,38±0,05
	30	33,28±0,07	4,77±0,02	31,44±0,03
	40	33,16±0,04	4,28±0,05	30,67±0,06
20	20	35,08±0,06	4,15±0,04	36,70±0,01
	30	34,76±0,03	3,93±0,03	35,15±0,03
	40	31,57±0,04	3,86±0,06	33,28±0,07
30	20	34,45±0,02	3,92±0,02	36,91±0,06
	30	32,29±0,03	3,74±0,05	35,86±0,04
	40	30,46±0,02	3,81±0,08	34,37±0,06

Nota: n = 3 repeticiones.

Análisis físico

Los resultados de análisis colorimétrico de la compota de zapallo evidenciados en la [Tabla 4](#), denotan que, a 0 días de almacenamiento a las tres temperaturas evaluadas, presenta en luminosidad (L^*) 31,44; cromaticidad (a^*) 4,44 y cromaticidad (b^*) 30,07. Posterior a los 10 días de almacenamiento la L^* asciende pero, este valor disminuye al incrementar la temperatura y partir de los 20 días de almacenamiento y con el incremento de las temperaturas este valor desciende hasta 30,46. En referencia a la a^* los valores decrecen al incrementar la temperatura a partir de los 10 días de almacenamiento, a excepción de los 20 °C de temperatura de almacenamiento en el décimo día, cuyo valor asciende a 37,13. Para b^* se observa un incremento constante a partir de los 10 días y un descenso al incrementar la temperatura de almacenamiento. El análisis presenta una tendencia semejante a lo reportado por [Aguirre-Pantoja et al. \(2017\)](#) en las pulpa de mango, manzana y tomatillo almacenadas a temperatura ambiente. [Manzocco et al. \(2011\)](#) evaluó la manzana cortada, y halló valores similares, que justifican que, una vez dado el corte a un fruto, el color se degrada. Como el zapallo está compuesta por carotenos (componente que atribuye el color amarillo) este se

isomeriza y oxida formando apocarotenoides al haber sufrido corte, ello también se da por la cocción ([Tasiguano et al., 2019](#))

Análisis fisicoquímico

En la [Tabla 5](#) se evidencia los resultados del análisis fisicoquímico de la compota de zapallo a diferentes periodos de tiempo y temperaturas de almacenamiento.

En el análisis de varianza se obtuvo un $p = 0,01$ para el pH, por lo tanto, existe diferencia significativa entre los tratamientos. Para sólidos solubles se tuvo un valor $p = 0,72$ no existe diferencia significativa y en el porcentaje de acidez total se obtuvo un valor $p = 0,27$ evidenciándose que no existe diferencia significativa. Por ello, para los valores de pH se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey a fin de determinar el mejor tratamiento que conserve las características óptimas del producto. Se observa que, existen dos grupos: “a” (0, 10 y 20 días de almacenamiento) y “b” (20 y 30 días de almacenamiento). Se infiere que, posterior a los 30 días de almacenamiento y a temperaturas elevadas como 40 °C los valores de pH descienden considerablemente evidenciando la pérdida de calidad y que al almacenar a 0, 10 y 20 días no presentan cambios considerables en los valores de pH, es decir, conserva la calidad de la compota.

Tabla 5

Análisis fisicoquímico de la compota de zapallo a diferentes condiciones de almacenamiento

Días	Temperatura (°C)	pH	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez total (g. ácido málico/100 g. compota)
0	20	5,40±0,01 ^a	17,00±0,03 ^a	0,23±0,01 ^a
	30	5,40±0,06 ^a	17,00±0,02 ^a	0,23±0,04 ^a
	40	5,40±0,06 ^a	17,00±0,05 ^a	0,23±0,02 ^a
10	20	5,40±0,03 ^a	17,00±0,06 ^a	0,23±0,02 ^a
	30	5,37±0,00 ^a	17,40±0,01 ^a	0,23±0,02 ^a
	40	5,33±0,01 ^a	16,80±0,01 ^a	0,25±0,01 ^a
20	20	5,28±0,01 ^{ab}	17,00±0,07 ^a	0,25±0,09 ^a
	30	5,29±0,01 ^{ab}	16,70±0,09 ^a	0,25±0,01 ^a
	40	5,17±0,03 ^{ab}	17,20±0,01 ^a	0,25±0,07 ^a
30	20	5,22±0,06 ^b	16,90±0,02 ^a	0,26±0,03 ^a
	30	5,06±0,04 ^b	17,10±0,05 ^a	0,28±0,07 ^a
	40	4,82±0,02 ^b	16,60±0,02 ^a	0,31±0,05 ^a

Nota: n = 3 repeticiones, las letras diferentes evidencian diferencia significativa a $p < 0,05\%$.

Aguirre-Pantoja *et al.* (2017) evaluaron los purés de frutas almacenadas a temperatura ambiente y a 4°C, y observaron disminución del pH conforme pasaron los días. Por otro lado, a los 0 días de almacenamiento, Moreira *et al.* (2015) y Pérez *et al.* (2016) hallaron valores de pH de 3,40 y de 3,60 a 4,30 respectivamente. A los 10 días, Pilamala *et al.* (2018) hallaron valores de pH entre 3,23 a 3,54. A los 6 meses de almacenamiento, el pH descendió hasta 4,30 en el puré de zapallo (Sluka, 2016). Esto podría ser atribuido al ácido cítrico usado para regular el pH, y así evitar la formación de esporas del *Clostridium Botulinum*. En este caso, esta posibilidad se contrarrestó con el tratamiento térmico.

Los sólidos solubles partir de 10 días de almacenamiento mostraron estabilidad para una misma temperatura, pero a medida que transcurrían los días, estos ya no presentaron estabilidad. La NTP 203.106 (2012) establece que la compota de manzana edulcorada debe poseer como mínimo 16,5 °Brix, mientras la norma NTE INEN405 (1988) refiere como mínimo 15 °Brix. Considerando estas normas se estaría cumpliendo con los límites permisibles en este producto (16,7 a 17,4 °Brix). Similar valor (16 °Brix) fue reportado por Marrugo *et al.* (2017) en la elaboración de compota con frejoles. En contraste, Sluka (2016) y Pilamala *et al.* (2018) encontraron 12 °Brix y de 13 °Brix y 14 °Brix en el puré de zapallo y compota de manzana, respectivamente.

La acidez total aumenta cuando la temperatura se incrementa en relación al tiempo de almacenamiento. Pilamala *et al.* (2018) reportaron mayores valores de acidez (0,64% a 1,05%) comparado a nuestro estudio (0,23% a 0,31%), siendo que el primer autor uso ácido cítrico el cual probablemente influenció en sus altos valores.

Análisis microbiológico

En el análisis de Mohos y levaduras la compota de zapallo presentó <100 ufc/ml, mientras coliformes totales <10 ufc/ml durante todo el periodo de análisis y a las diferentes temperaturas y días de almacenamiento. Esto indica que las compotas de zapallo se encuentran exenta de carga microbiana y que el método de esterilización a 115 °C por 26 minutos garantiza la inactivación de microorganismos termorresistentes (*Clostridium botulinum*). Marrugo *et al.* (2017) y Sluka (2016) obtuvieron similares resultados al aplicar un tratamiento térmico de 100 °C por 20 minutos. Así mismo, el producto cumple con lo especificado por el CODEX STAN 79-1981 y lo establecido por la NTS

071 – Minsa/Digesa para productos con pH de 4,6 (semiconservas).

Determinación de la vida útil

Usando los datos de la Tabla 5 fue calculado el tiempo de vida útil de la compota (Figura 5).

En la Figura 5-A es notado que los valores de pH para las diversas temperaturas evaluadas tienden a disminuir conforme transcurren los días de almacenamiento, también es observado que los valores R^2 están por encima de 0,8521 en las tres condiciones de almacenamiento (20 °C, 30 °C y 40 °C) obteniéndose las ecuaciones (3, 4 y 5) que permiten predecir los valores de pH posteriores a los 30 días de almacenamiento como se detalla:

$$pH_{20^{\circ}C} = 5,424 - 0,0066t \quad (3)$$

$$pH_{30^{\circ}C} = 5,445 - 0,011t \quad (4)$$

$$pH_{40^{\circ}C} = 5,465 - 0,019t \quad (5)$$

De los valores alcanzados en las ecuaciones (3, 4 y 5) se modeló la ecuación de Arrhenius; representada en la Figura 5-B, obtenida a partir de la ecuación 6.

$$\ln k = 11,504 - 4845 \left(\frac{1}{T} \right) \quad (6)$$

Con una energía de activación de $E_a=40281,33 \text{ J}^{\circ}\text{mol}^{-1}$

MINSA/DIGESA (2003) mediante la norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano, especifica dentro de los criterios de calidad sanitaria e inocuidad, que el pH mínimo en conservas esterilizadas deben ser 4,6. Considerando este parámetro fue determinado el tiempo de vida útil de la compota a las temperaturas de almacenamiento de 20 °C, 30 °C y 40 °C en función a la ecuaciones (3, 4 y 5). Luego, a estos resultados se les calcularon los valores logarítmicos en las que se evalúa el análisis de regresión lineal para estimar la ecuación de vida útil de la compota de zapallo a diversas temperaturas de almacenamiento, obtenidas a partir de las ecuaciones (7 y 8).

$$\log \text{ vida útil} = 2,5372 - 0,0219T \quad (7)$$

$$\text{Vida útil} = 10^{(2,5372 - 0,0219T)} \quad (8)$$

Finalmente, con la ecuación (8) se determina el tiempo de vida útil, resultando que al almacenar la compota a 20 °C se alcanza un tiempo de vida útil de 125 días, a 30 °C se tiene 75 días de vida útil y a 40 °C solamente 45 días de vida útil. Estas estimaciones denotan que, al incrementar la temperatura de almacenamiento, la vida útil disminuye considerablemente. A medida que la temperatura es incrementada, el tiempo de vida útil disminuye (Mercado-Flores *et al.* 2016).

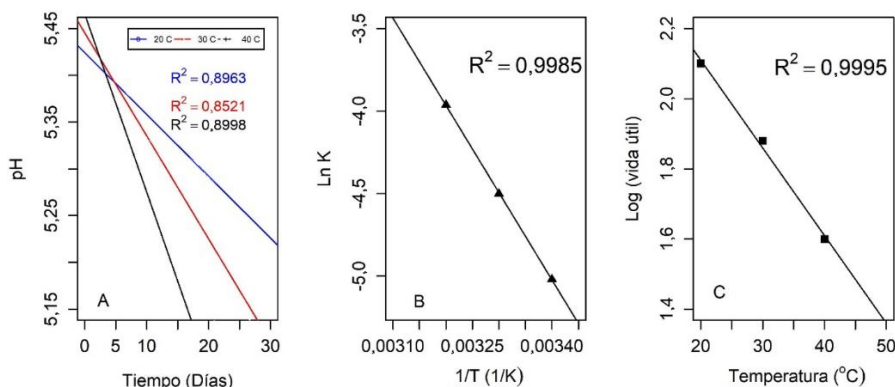


Figura 5. Determinación de la vida útil de la compota de zapallo al 0,15% de goma de xantana mediante pruebas aceleradas: (A) Valores de pH en función del tiempo a la temperatura (20 °C, 30 °C y 40 °C); (B) Ecuación de Arrhenius de la compota de zapallo; y (C) Logaritmo de la vida útil de la compota.

Este descenso considerable se asemeja a lo obtenido por [García et al. \(2011b\)](#) en la pasta de tomate, quienes almacenaron el producto a 40 °C, 45 °C y 50 °C obteniendo una vida útil de 150, 62 y 44 días respectivamente en relación a la degradación de color. [Pilamala et al. \(2018\)](#) por su parte en la elaboración de una compota de manzana con camote y oca, determinaron que a 18 °C, 25 °C y 35 °C se obtiene un tiempo de vida útil de 24, 18 y 10 días respectivamente. Por consiguiente, se puede decir que la compota obtenida presenta un tiempo de vida útil óptimo, con inocuidad y de buenos atributos sensoriales.

4. Conclusiones

La compota de zapallo al ser a base de hortaliza es un producto innovador (direccionado para infantes como alimento de inserción alimenticia), presenta características semejantes al perfil reológico de diversas compotas, posee un alto contenido de humedad de 82,45%, un tiempo de vida útil óptimo de 125 días sin la necesidad de uso de conservantes y almacenada a temperatura ambiente. También por su naturaleza se puede sugerir como alimento para programas sociales, debido que estos programas requieren de productos para infantes, nutritivos, de bajo costo y fácil preparación. A su vez, estaría dando una alternativa como producto natural y funcional.

Agradecimientos

Al Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Aplicadas y Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

ORCID

B.F. Camayo-Lapa <https://orcid.org/0000-0002-9316-6995>
 M.Á. Quispe-Solano <https://orcid.org/0000-0002-1863-7400>
 E.A. De la Cruz-Porta <https://orcid.org/0000-0003-2107-8790>
 G.M. Manyari-Cervantes <https://orcid.org/0000-0001-6797-6655>
 C.R. Espinoza-Silva <https://orcid.org/0000-0001-8229-4177>
 A.R. Huamán-De la Cruz <https://orcid.org/0000-0003-4583-9136>

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Pantoja, R.J.; Abraham-Juárez, M.R.; Martínez-Jaime, O.A.; et al. 2017. Estimación de la vida de anaquel mediante pruebas aceleradas en puré de manzana, puré de guayaba, puré de mango, puré de tomatillo y fresa entera. *Investig. y Desarro. en Cienc. y Tecnol. Aliment.* 2: 364-369.
- Amaranto, I.L.; Lopez, G.B. 2015. Caracterización reológica de Jalea elaborada a base de sábila (*Aloe vera*), membrillo (*Cydonia oblonga*) y mango (*Mangifera indica* L.). Universidad nacional del Santa.
- Andrade, R.D.; Ortega, F.A.; Montes, E.J.; et al. 2009. Caracterización fisicoquímica y reológica de la pulpa de Guayaba (*Psidium guajava* L.) variedades híbrido de klom sali, Puerto Rico, D14 y red. *Rev. la Fac. Química Farm.* 16: 13-18.
- AOAC, 2015. AOAC Official Method 2014. 05 Enumeration of Yeast and Mold in Food 3M TM Petrifilm TM Rapid Yeast and Mold Count Plate.
- AOAC, 2006. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. AOAC International, Maryland, USA.
- AOAC, 1996. Official Methods of analysis. Rockville, USA.
- Barragán, K.V.; Salcedo, J.M.; Hernández, E.R.; et al. 2016. Efecto de goma xantán en el comportamiento reológico de cremas instantáneas de harina de pescado. *Agron. Colomb.* 34: 442-445.
- Bisognin, D.A. 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Cienc. Rural* 32: 715-723.
- Corradini, M.G. 2018. Shelf life of food products: from open labeling to real-time measurements. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 9: 251-269.
- Delgado-Paredes, G.; Rojas-Ildrogo, C.; Sencier-Tarazona, Á.; et al. 2014. Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú. *Rev. Fitotec. Mex.* 37: 7-20.
- Delimas, 2019. Zapallo Macre, propiedades beneficiosas, alto contenido en carotenos. Disponible en: <https://vive-sano.org/beneficios-alimentos/zapallo-macre-amarillo-propiedades-beneficiosas-para-la-salud/>.
- Dutta, D.; Dutta, A.; Raychaudhuri, U.; et al. 2006. Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *J. Food Eng.* 76: 538-546.
- FAO, 1995. Codex Alimentarius, frutas y hortalizas elaboradas y congeladas rápidamente, 2nd ed. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, Roma, Italia.
- Figuroa-flórez, J.A.; Barragán-viloria, K.; Salcedo-Mendoza, J.G. 2017. Comportamiento reológico en pulpa edulcorada de mango (*Mangifera indica* L. cv. Magdalena river). *Transform. y Agroind.* 18: 615-627.
- García, C.; Chacón, G.; Molina, M.E. 2011a. Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. *Ingeniería* 21: 31-38.

- García, C.B.; Chacón, G.V.; Molina, M.C. 2011b. Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. *Ingeniería* 21: 31-38.
- Gomes da Silva, M. de F.; Machado de Sousa, P.H.; Figueiredo, R.W.; et al. 2019. Cooking effects on bioactive compounds and sensory acceptability in pumpkin (*Cucurbita moschata* cv. Leite). *Rev. Cienc. Agron.* 50: 394-401.
- ISO, 2007. ISO 8589:2007 Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms. *Int. Organ. Stand.*
- Kates, H.R.; Soltis, P.S.; Soltis, D.E. 2017. Molecular Phylogenetics and Evolution Evolutionary and domestication history of Cucurbita (pumpkin and squash) species inferred from 44 nuclear loci. *Mol. Phylogenet. Evol.* 111: 98-109.
- Mancera, J.A. 2010. Diseño de una pulpa funcional de frutas y hortalizas con propiedades antioxidantes y probióticas. Universidad Nacional de Colombia.
- Manzocco, L.; Da Pieve, S.; Bertolini, A.; et al. 2011. Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, colour and sensory properties. *Postharvest Biol. Technol.* 61: 165-171.
- Marrugo, Y.A.; Rios-Dominguez, I.C.; Martínez, E.C.; et al. 2017. Elaboración de un alimento tipo compota utilizando como espesante el almidón del frijol Zaragoza (*Phaseolus lunatus*). *Investig. Agrar. y Ambient.* 8: 119-125.
- Marsiglia, R.F.; Miele, L.G.; Lastra, S.R.; et al. 2018. Efecto de la temperatura en las propiedades reológicas de la pulpa de melón (*Cucumis melo*). *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales* 5: 98-107.
- Mercado-Flores, J.; López-Orozco, M.; Martínez-Soto, G.; et al. 2016. Estimación de la vida de anaquel mediante pruebas aceleradas en fresa entera en bolsa de polietileno y pulpa de fresa congelada. *Investig. y Desarro. en Cienc. y Tecnol. Aliment.* 1: 636-640.
- Merino, M.C.C.; Otiniano, G.M.O. 2014. Estudio para instalar una planta procesadora de puré instantáneo de zapallo macre. *Rev. Univ. Lima* 21: 173-195.
- MINSA/DIGESA, 2003. NTS N° Calidad sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Lima, Perú.
- MINSA, 2017. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos, 10th ed, Perú. SEGEAR SAC, Lima.
- Moreira, E.; Leite, M.T.; Gomes dos Santos, Y.M.; et al. 2015. Elaboração e qualidade de geleia e compota de abacaxi "pérola". *Verde Agroecol. e Desenvol. Sustentável* 10: 149-153.
- Muñoz, E.P.; Rubio, L.A.; Cabeza, M.S. 2012. Comportamiento de flujo y caracterización fisicoquímica de pulpas de durazno. *Sci. Agropecu.* 2: 107-116.
- NTE INEN405, 1988. Conservas vegetales, Primera. Ed. Instituto de Normalización. Ecuador.
- NTP 203.106. 2012. Compota de manzanas. Indecopi. Perú.
- Nuñez, M. de V.; Hernandez-Alvarez, R.; Rodríguez-Alvarez, I.; et al. 2018. Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. II. Métodos de estimación. *Cienc. y Tecnol. Aliment.* 27: 75-82.
- Obregón, D.D.; Lozano, L.L.; Carbajal, V.Z. 2004. Estudios preclínicos de *Cucurbita máxima* (semilla de zapallo) un antiparasitario intestinal tradicional en zonas urbano-rurales. *Rev. Gastroenterol. del Perú* 24: 323-327.
- Ospina, M.M.; Sepulveda, J.U.; Restrepo, D.A.; et al. 2012. Influencia de goma xantán y goma guar sobre las propiedades reológicas de leche saborizada con cocoa. *Biotecnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial* 10: 51-59.
- Pedrero, D.F.; Pangborn, R.M. 1997. Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos, 1st ed. Alhambra Mexicana, San Luis Potosí, México.
- Penelo, L. 2019. Calabaza: propiedades, beneficios y valor nutricional. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/verduras/20181003/452143910543/alimentos-propiedades-beneficios-valor-nutricional-calabaza.html>.
- Pérez, M.C.; Ferradas, A.C.H.; Rodríguez, F.A. 2016. Efecto de la formulación de compota para infantes a base de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), leche de soya (*Glycine max*), mango (*Mangifera indica* L.) y durazno (*Prunus persica* L.) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. *Pueblo Cont.* 27: 409-417.
- Pilamala, A.; Reyes, J.; Cerda, L.; et al. 2018. Aprovechamiento de cultivos andinos camote (*Ipomoea batata*) y oca (*Oxalis tuberosa*) en el mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana variedad Emilia (*Malus communis* - Reineta amarilla de Blenheim). *Agroindustrial Sci.* 8: 7-13.
- Provesi, G.; Dias, C.O.; Dias, R.; et al. 2012. Characterisation and stability of quality indices on storage of pumpkin (*Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*) purees. *Int. J. Food Sci. Technol.* 47: 67-74.
- Quintana, A.F.O.; Salcedo, E.S.; Arrieta, R.R.; et al. 2015. Efecto de la temperatura y concentración sobre las propiedades reológicas de la pulpa de mango variedad Tommy Atkins. *Rev. Ion* 28: 79-92.
- Quintana, S.E.; Granados, C.; García-Zapateiro, L.A. 2017. Propiedades Reológicas de la Pulpa de Papaya (*Carica papaya*). *Inf. Tecnol.* 28: 11-16.
- Quintero, V.; Giraldo, G.; Lucas, J.; et al. 2013. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. *Biotecnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial* 11: 10-18.
- Quispe, R.L.H. 2019. Variabilidad en frutos en una población Loche (*Cucurbita moschata* Duch.) bajo condiciones de Cañete. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- R Team Core, 2019. A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna Austria.
- Ramírez, J.S.N. 2006. Fundamentos de Reología de Alimentos, 1st ed. JSR e-books, Cali, Colombia.
- Salcedo, J.G. 2017. Comportamiento reológico en pulpa edulcorada de mango (*Mangifera indica* L. cv. Magdalena river). *Transform. y Agroind.* 18: 1-13.
- Sánchez, G.M.; Vial, C.; Moraga, N. 2002. Estudio de fluidos no newtonianos con los métodos de volúmenes y elementos finitos. *Rev. Fac. Ingeniería* 10: 23-34.
- SENASA, 2018. Tacna: Senasa certifica lugar de producción de zapallo con fines de exportación. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/tacna-senasa-certifica-lugar-de-produccion-de-zapallo-con-fines-de-exportacion/>.
- Silva, D.C.S.; Braga, A.C.C.; Rodrigues, A.M.; et al. 2017. Rheological behavior of mixed nectars of pineapple skin juice and tropical fruit pulp. *Int. Food Res. J.* 24: 1713-1720.
- Sluka, E.F. 2016. Tecnologías de barreras aplicadas a la conservación de puré de zapallo anco (*Cucurbita moschata* D.). *Rev. agronómica del noroeste argentino* 36: 39-43.
- Sotomayor, J.P.; Castillo, G.R.; Riofrio, O.O. 2018. 05 rol de los sentidos en el proceso de compra de los consumidores en un mercado. *Univ. y Soc.* 10: 34-39.
- Tasiguano, B.; Villarreal, C.; Schmiele, M.; et al. 2019. Efecto del tiempo de Cocción del Zapallo (*Cucurbita maxima*) y la adición de Glucosa Oxidasa en el Aumento de Almidón Resistente del Pan de Molde. *Inf. Tecnológica* 30: 167-178.
- Vidaurre, J.S. 2019. Diseño de una planta procesadora de zapallo macre (*Cucurbita máxima* duch) deshidratado en la región Lambayeque para exportación. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú.