UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la adición de goma xantana sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla (*Passiflora ligularis*) variedad Colombiana y carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad Golden Star

TESIS PARA OBTENER EL TITULO POFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

RAÚL ALEXANDER VARAS ODAR

TRUJILLO, PERÚ

2019

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón

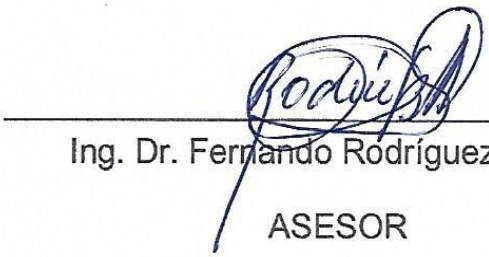
PRESIDENTE

Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta

SECRETARIO

Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez

VOCAL



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida, por estar siempre conmigo derramándome sus bendiciones, por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y cruzar los obstáculos que me pone la vida

A mis padres Santos y Luz por ser el motor y motivo de mi vida, por enseñarme algo muy importante en esta vida que son los valores, por siempre brindarme sus consejos, ya que sin su apoyo incondicional nada de esto sería posible.

A mis hermanas Katherine y Claudia quienes me aconsejan en todo momento y me brindan su apoyo para ser mejor persona cada día, por darme siempre ánimos para salir adelante y sobre todo por el cariño y la comprensión que nos tenemos.

Y por último, y no menos importante, a mis familiares amigos y docentes que me apoyaron en todo momento para cumplir esta meta.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, el Dr. Fernando Rodríguez Ávalos que tuve la oportunidad de conocerlo más como amigo, así mismo por la confianza y los conocimientos brindados para la realización de esta presente investigación

A los Miembros del Jurado: Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón, Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta y Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez por sus acertadas observaciones en la evaluación de este trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias, que me brindó la oportunidad de una educación superior de calidad, permitiéndome crecer como profesional.

A los docentes por haberme contribuido con sus conocimientos y experiencias a lo largo de la carrera de mi formación profesional.

Y a mi familia, por su apoyo constante y ser modelo de inspiración permanente para el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

Carátula……...i
Aprobación por el Jurado de Tesis ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
ÍNDICE GENERAL v
ÍNDICE DE FIGURAS..... ix
ÍNDICE DE ANEXOS..... x
RESUMEN..... xi
ABSTRACT..... xii
I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA..... 3
2.2 Carambola 4
2.3 Néctar 5
2.4 Hidrocoloides 8
2.4.1 Hidrocoloides en la industria alimentaria 8
2.4.2 Goma xantana 9
2.4.3 Carboximetilcelulosa..... 12
III. MATERIALES Y MÉTODOS..... 15
3.1 Lugar de ejecución 15
3.2 Materiales 15
3.3 Equipos..... 16
3.4 Metodología experimental..... 16
3.4.1 Esquema experimental 16
3.4.2 Formulación del néctar mixto de granadilla y carambola. 17

3.4.3 Procedimiento para la obtención de zumo de granadilla 18
3.4.4 Procedimiento para la obtención de zumo de carambola 19
3.4.5 Procedimiento para la elaboración de néctar mixto de granadilla y carambola 21
3.5 Métodos de análisis 23
3.5.1 Determinación de acidez titulable 23
3.5.2 Determinación de color 23
3.5.3 Determinación de la viscosidad aparente 23
3.5.4 Determinación de la aceptabilidad general 24
3.6 Método Estadístico 26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 27
4.1 Efecto de la adición de goma xantana sobre la acidez titulable en néctar mixto de granadilla y carambola 27
4.2 Efecto de la concentración de goma xantana sobre el color (L*, a* y b*) en néctar mixto de grabadilla y carambola 29
4.3 Efecto de la concentración de goma xantana sobre la viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola. 34
4.4 Efecto de la concentración de goma xantana sobre la aceptabilidad general en néctar mixto de granadilla y carambola. 38
V. CONCLUSIONES 40
VI. RECOMENDACIONES 41
VII. BIBLIOGRAFÍA 42
VIII. ANEXOS 48

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición nutricional de la granadilla 4

Cuadro 2. Principales características de variedades de carambola 5

Cuadro 3. Composición nutritiva de la carambola 6

Cuadro 4. Requisitos fisicoquímicos para néctares de frutas 7

Cuadro 5. Funciones y aplicaciones de hidrocoloides en alimentos 9

Cuadro 6. Especificaciones técnicas de la goma xantana 12

Cuadro 7. Formulación del néctar mixto de granadilla y carambola 18

Cuadro 8. Prueba de Levene modificada para los valores de acidez en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana……..29

Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de acidez en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana…… 29

Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para los valores de color (L*, a* y b*) en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana……... 32

Cuadro 11. Análisis de varianza para los valores de color (L*, a* y b*) en néctar mixto de granadilla y carambola de goma xantana 33

Cuadro 12. Prueba de Duncan para los valores de color (L*, a* y b*) en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana…… .34

Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana 36

Cuadro 14. Análisis de varianza para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana.. 37

Cuadro 15. Prueba de Duncan para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana.. 37

Cuadro 16. Prueba de Friedman para los valores de aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Estructura química de la goma xantana 10

Figura 2. Esquema experimental para la investigación sobre néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana. 17

Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de zumo de granadilla. ... 19

Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de zumo de carambola... 20

Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana. 22

Figura 6. Ficha de evaluación aceptabilidad general para néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana 25

Figura 7. Acidez titulable en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana 27

Figura 8. Luminosidad L* en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana. 30

Figura 9. Cromaticidad a* en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana. 30

Figura 10. Cromaticidad b* en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana. 31

Figura 11. Viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana 35

Figura 12. Aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana..... 38

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Acidez titulable en el néctar mixto de granadilla y carambola . 48

Anexo 2. Luminosidad L* en el néctar mixto de granadilla y carambola . 49

Anexo 3. Cromaticidad a* en el néctar mixto de granadilla y carambola 50

Anexo 4. Cromaticidad b* en el néctar mixto de granadilla y carambola 51

Anexo 5. Viscosidad en el néctar mixto de granadilla y carambola 52

Anexo 6. Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general del néctar mixto de granadilla y carambola 53

RESUMEN

Sé evaluó el efecto de la adición de tres concentraciones (0.10, 0.15 y 0.20%) de goma xantana sobre acidez titulable, color, viscosidad y aceptabilidad general en un néctar mixto de granadilla (*Passiflora ligularis*) variedad Colombiana y carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad Golden Star. Sensorialmente se evaluó la aceptabilidad general con treinta jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de nueve puntos. Los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%. La prueba de Levene modificada demostró homogeneidad de varianzas para las variables paramétricas y el análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p<0.05$) en la viscosidad aparente, la cual aumentó al incrementar la concentración de goma xantana, así mismo, existió efecto significativo ($p<0.05$) en color, mientras que la acidez titulable no presentó efecto significativo ($p>0.05$). La prueba de Duncan determinó que la concentración para determinar la mejor viscosidad y color fue el tratamiento X_1 (0.10% de goma xantana). La prueba de Friedman indicó que no hay efecto ($p>0.05$) sobre la aceptabilidad general; pero que la concentración de goma xantana al 0.10% presentó el mejor promedio de 6.87 puntos y una moda de 7 puntos.

ABSTRACT

The effect of the addition of three concentrations (0.10, 0.15 and 0.20%) of xanthan gum on titratable acidity, color, viscosity and general sensory acceptability in a mixed nectar of passion fruit (Passiflora ligularis) Colombian variety and carambola (Averrhoa carambola L.) Golden Star variety were investigated. Sensorially, general acceptability was evaluated with thirty untrained judges, using a nine point hedonic scale. The statistical analysis were performed to a 95% level of confidence. The modified Levene test demonstrated homogeneity of variances for the parametric variables and the analysis of variance showed significant differences ($p < 0.05$) in the apparent viscosity, which increased when increasing the concentration of xanthan gum, likewise, there was a significant effect ($p < 0.05$) in color, while titratable acidity had no significant effect ($p > 0.05$). Duncan's test determined that the concentration to determine the best viscosity and color was the treatment X1 (0.10% xanthan gum). Friedman's test indicated that there is no effect ($p > 0.05$) on overall acceptability; but that the concentration of xanthan gum at 0.10% presented the best average of 6.87 points and a mode of 7 points.

I. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento en el consumo de jugos y bebidas elaborados a base de frutas, los néctares tienen un importante potencial en el mercado de los productos alimenticios. El Perú tiene una posición privilegiada en este aspecto, ya que en él se produce una gran variedad de frutas, como la granadilla y carambola, a lo que se suma, que la tecnología para la elaboración de néctar no requiere una gran inversión, ni el uso de equipos sofisticados (Olarte, 2002).

Los néctares de frutas son una técnica alternativa que permite adicionar valor agregado a materia prima poco industrializado, lo que contribuye a la solución del problema de la conservación de frutas, evitándose que sean desechados y que se ocasione pérdidas económicas (Buste y Zambrano, 2017).

En el aspecto económico, se debe definir una fórmula adecuada que beneficie a los agricultores que cosechan granadilla y carambola, y generar, de esta manera, una oportunidad de transformación de estas materias primas al darle valor agregado y minimizar pérdidas económicas postcosecha (Producción Agrícola y Ganadera, 2016).

Las regiones productivas de granadilla en el Perú son Jaén, La Libertad, Lambayeque, Ayacucho, Huánuco y Huaral, que aportan al mercado interno 1800 t y Oxapampa 2200 t; en total, la producción nacional se estima en 4000 t/año, cifras modestas, frente a la producción de Bolivia, Ecuador y Colombia (Herrera, 2011). Con respecto a la carambola, en el 2016 se produjo 3 696 t en el Perú, siendo las principales zonas productoras: Loreto con 1 751 t, Junín con 1171 t, Huánuco con 606 t, Madre de Dios con 130 t, Amazonas con 34 t y Tumbes con 4 t (Producción Agrícola y Ganadera, 2016).

Los agentes estabilizantes como goma xantana y carboximetilcelulosa son sustancias hidrofílicas, las cuales son utilizadas para estabilizar suspensiones gracias a su efecto sobre la viscosidad, evitando separación de fases en los néctares durante el almacenamiento; así mismo, se ha evidenciado que al incorporar hidrocoloides a un producto líquido controlan la sedimentación de partículas, incrementan la viscosidad de la suspensión, sin afectar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de las bebidas (Quek y otros, 2013).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la adición de tres concentraciones (0.10, 0.15 y 0.20%) de goma xantana sobre la acidez titulable, el color, la viscosidad y aceptabilidad general en un néctar mixto de granadilla (*Passiflora ligularis*) variedad Colombiana y carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad Golden Star?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de la adición de tres concentraciones de goma xantana sobre la acidez titulable, el color, la viscosidad y aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla variedad Colombiana y carambola variedad Golden Star.

Determinar la concentración de goma xantana que producirá la mejor acidez titulable, el mejor color, la mejor viscosidad y la mejor aceptabilidad general del néctar mixto de granadilla variedad Colombiana y carambola variedad Golden Star.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 Granadilla

La granadilla (*Passiflora ligularis*) es considerada por los investigadores internacionales como uno de los cultivos olvidados de los incas; su importancia alimenticia y cualidades medicinales son los últimos resultados de una larga tarea de investigación (Herrera, 2011).

La granadilla es originaria de los altiplanos húmedos de la zona Andina, se distribuye desde Argentina hasta México, aunque también se produce en Kenia, Costa de Marfil, sur de África y Australia (García, 2008).

El fruto de la granadilla es de color anaranjado, dorado, pardo o amarillo con pequeñas pintas claras. Su tamaño es 6.5 – 8.0 cm de largo y 5.1 – 7.0 cm de diámetro. La cáscara es lisa, dura y con un acolchado para proteger las semillas de la pulpa. La pulpa contiene muchas semillas duras de color negruzca, rodeadas por un arilo gelatinoso, transparente, gris claro, con sabor acídulo aromático; contiene vitamina A, C y K, fósforo, hierro y calcio (Miranda y Perea, 2009). En el Cuadro 1, se muestra la composición nutricional de la granadilla.

Se recogen diversas especies de frutos comestibles del género *Passiflora*, que se diferencian en el tipo de fruto, los cuales son de diversos tamaños, colores y sabores. Las granadillas que ofrece Perú son del tipo Criollas y del tipo Colombiana o Mejoradas (Sierra y Selva Exportadora, 2018).

Cuadro 1. Composición nutricional de la granadilla

Componente	**Contenido (por cada 100g de porción comestible)**
Energía (kJ)	393
Proteínas (g)	2.4
Grasa (g)	2.8
Fibra dietética (g)	10.9
Magnesio (mg)	29
Sodio (mg)	28
Potasio (mg)	348
Vitamina B_6	0.06
Vitamina C (mg)	20
Ácido fólico (mg)	20
Carbohidratos (total)	17.3
Cenizas (g)	1.2
Fósforo (mg)	64
Hierro (mg)	0.9
Niacina (mg)	1.6

Fuente: Miranda y Perea (2009)

2.2 Carambola

La carambola (*Averrhoa carambola* L.) pertenece a la familia Oxalidacea, originaria de Indonesia, sus frutos son amarillo-verdoso, con cinco costillas salientes, de 9.5 cm de largo y 5.0 cm de ancho. Cuando está madura su sabor es muy dulce y refrescante; la pulpa del fruto es jugosa, fibrosa y de sabor ácido, se puede consumir fresca, o utilizarla para preparar néctar, mermelada y pasteles (Orduz y Rangel, 2002).

Algunos estudios realizados por la FAO (1993) describen las variedades de carambola; para identificarlas utilizan la letra B seguida de un número (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales características de variedades de carambola

Variedad	Peso (g)	Tamaño (cm)	Color	Sólidos solubles (°Brix)
Arkin	90-200	8	amarilla	7
B-2	100-200	8-12	amarilla	7-8
B-10	100-315	7-8	verde	8-12
B-17	80-90	7-8	amarilla	15-18
Chemg-Tsey	315	7-8	naranja	7-8
Golden Star	100-200	10-12.5	amarilla	7

Fuente: FAO (1993)

El componente mayoritario de la carambola es el agua (90% en fruta fresca), además, contiene pequeñas cantidades de carbohidratos simples, esencialmente, fructosa de 3.5 a 15.0%; en tanto que, los sólidos solubles están en un rango de 7 a 13°birx y el contenido de proteínas, aproximadamente, 0.5 g/100g de pulpa, por lo que su valor energético es 146.44 kJ/100 g. El contenido de fibra le confiere propiedades laxantes (Rowland, 2005). En el Cuadro 3, se presenta la composición nutritiva de la carambola.

2.3 Néctar

Por néctar de fruta se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares, miel jarabes y/o edulcorantes a zumo (jugo) de fruta, zumo (jugo) concentrado de fruta, zumo (jugo) de fruta extraído con agua, puré de fruta, puré concentrado de fruta o a una mezcla de éstos. Podrán añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles. Un

néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta (INDECOPI, 2009).

En el cuadro 3 se presenta la composición nutritiva de la carambola de acuerdo a las tablas peruanas de composición de alimentos (Reyes y otros, 2009).

Cuadro 3. Composición nutritiva de la carambola

Componente	**Contenido (por cada 100 g de porción comestible)**
Energía (kJ)	98
Agua (g)	91.7
Proteínas (g)	1.0
Grasa total (g)	0.5
Carbohidratos totales (g)	6.5
Carbohidratos disponibles (g)	4.5
Fibra dietaria (g)	2.0
Ceniza (g)	0.3
Calcio (mg)	5
Fósforo (mg)	9
Zinc (mg)	0.12
Hierro (mg)	1.16
β caroteno totales (µg)	30
Vitamina A (µg)	5
Tiamina B_1 (mg)	0.04
Riboflavina B_2 (mg)	0.08
Vitamina C (mg)	22.67
Sodio (mg)	11
Potasio (mg)	56

Fuente: Reyes y otros (2017)

El néctar es un producto constituido por el jugo y la pulpa de fruta, sin materia y sabores extraños; posee color uniforme y olor semejante al de la respectiva fruta. El contenido de azúcares varía entre 13 a 18 °Brix. En el caso de que el néctar sea elaborado con dos o más frutas, el porcentaje de sólidos solubles estará determinado por el promedio de los sólidos solubles aportados por las frutas constituyentes (Camacho, 2002).

En el Cuadro 4 se presenta los requisitos fisicoquímicos para néctares de frutas según la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 2009).

Cuadro 4. Requisitos fisicoquímicos para néctares de frutas

Solidos solubles por lectura (°Brix) (20 °C)	Mínimo 12% - Máximo 18%					
pH	3.5 - 4					
Acidez titulable (expresada en ácido cítrico anhidro g/100 cm^3	Mínimo 0.4% - Máximo 0.6%					
Relación entre sólidos solubles/acidez titulable	30 - 70					
Sólidos en suspensión en %(V/V)	18					
Contenido de alcohol etílico en %(V/V) a 15°C/15°C	Máximo 0.5					
Conservante	Benzoato de sodio y/o Sorbato de potasio (solos o en conjunto) en g/100 mL.: máximo 0.05%. No debe contener antisépticos					
Agentes microbianos	Categoría					
Mohos	2					
Levaduras	2					
Aerobios Mesófilos Totales	3	Clases	n	c	m	M
Coliformes	5	3	5	2	1	10

Fuente: INDECOPI (2009)

Dónde:

n= Número de unidades de muestra.

c= Criterios de aceptación o rechazo.

m= Límite mínimo de microorganismos.

M= Límite máximo de microorganismos permisibles.

2.4 Hidrocoloides

Los hidrocoloides son polisacáridos de alto peso molecular que, al interaccionar con otras moléculas, son capaces de modificar las propiedades reológicas, actuar como estabilizantes, espesantes o gelificantes, entre otras propiedades (Badui, 2006).

Una propiedad distintiva de estos compuestos, estrechamente relacionados a los carbohidratos en estructura, es su habilidad para ligar toda el agua restante en soluciones acuosas, donde los niveles de concentración del hidrocoloide pueden ser tan bajos como 1 y 3%, lo que es equivalente al 97 – 99% de porción de agua (Mendoza y otros, 1998). Se utilizan, generalmente, al 2% o menores concentraciones, ya que muchos presentan una capacidad limitada de dispersión y tienen la funcionalidad deseada a esa concentración. En ocasiones, la eficacia de los hidrocoloides está directamente relacionada con su capacidad de aumentar la viscosidad (Fennema, 2000).

La velocidad de hidratación de los hidrocoloides y su funcionalidad dependen de factores como la temperatura, pH, naturaleza química, concentración, etapa y forma de incorporación al alimento, presencia de iones inorgánicos, entre otros (Badui, 2006).

2.4.1 Hidrocoloides en la industria alimentaria

La propiedad básica de todos los hidrocoloides es la función espesante e impartición de viscosidad, propiedad clave de su comportamiento y funcionalidad: pueden actuar como: emulsificantes, espesantes, estabilizantes, dependiendo de la viscosidad de cada uno. El aumento de la viscosidad se debe a la presencia de grupos hidroxilos con enlaces de hidrógeno propios de las moléculas de agua.

Una segunda propiedad es la gelificación, pero no todos los hidrocoloides la presentan (Badui, 2006).

Las funciones y aplicaciones de los hidrocoloides en los alimentos se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Funciones y aplicaciones de hidrocoloides en alimentos

Función	**Aplicación en alimentos**
Inhibidor de la cristalización	Helados
Emulsificante	Aderezos, bebidas
Encapsulante	Sabores, vitaminas microencapsuladas
Formador de películas	Productos cárnicos
Agente floculante	Vino, cerveza
Estabilizador de espuma	Cerveza, vino
Agente gelificante	Postres
Estabilizante	Mayonesa, cerveza
Agente espesante	Salsa, mermeladas

Fuente: Badui (2006)

2.4.2 Goma xantana

Es un producto, utilizado desde 1969 en la industria de alimentos. Se desarrolló como parte de un programa para buscar nuevas aplicaciones del maíz, ya que se produce por fermentación del azúcar, proveniente del almidón de maíz, por la bacteria *Xanthomonas campestris* (Miller, 2001). Es un heteropolisacárido en cuya molécula se han podido identificar: D –glucosa que constituye la cadena principal y moléculas de D-manosa y D-glucuronico. Las ramificaciones de las moléculas de xantana y las características aniónicos debidas a los radicales ácidos favorecen la separación de

las cadenas y su hidratación, consiguiendo la solubilización total de la macromolécula; así mismo, presenta una gran estabilidad al pH y su viscosidad no se ve influenciada por la temperatura, ya que después de tratamientos térmicos, como esterilización y pasteurización, se recupera una vez enfriada. Tampoco experimenta cambio de textura después de conservarse a temperaturas de refrigeración o a temperatura ambiente. (Cubero y otros, 2002).

En la Figura 1 se presenta la estructura química de la goma xantana

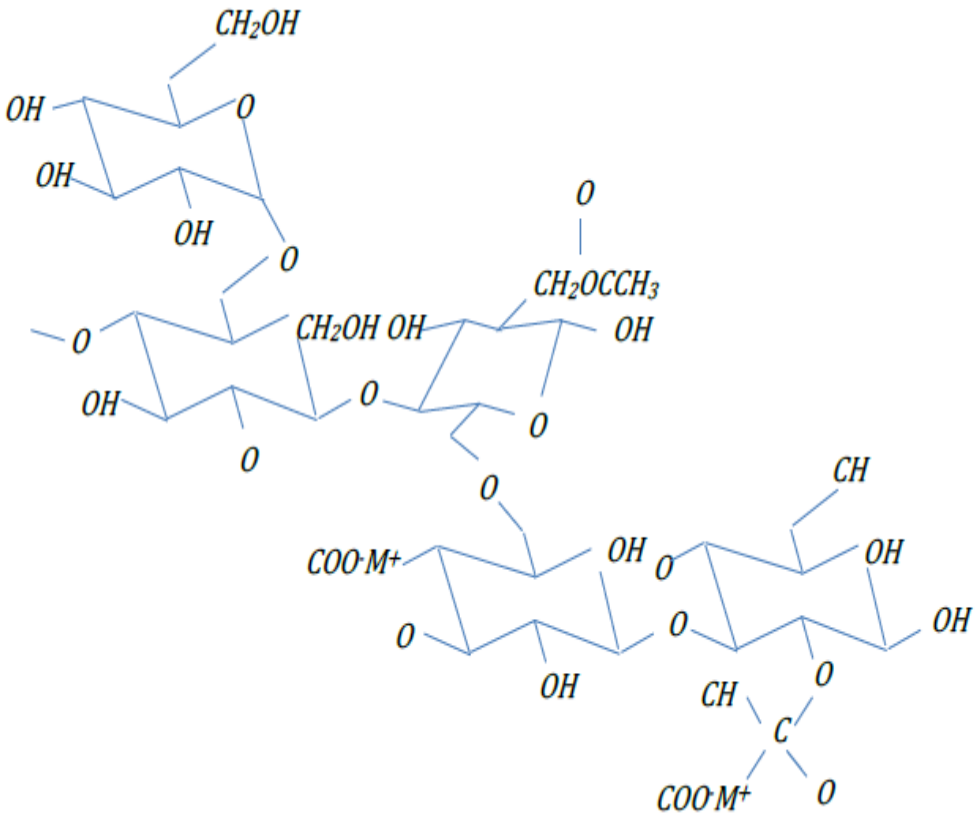


Figura 1. Estructura química de la goma xantana

Fuente: Gelymar (2006)

La goma xantana prácticamente, no se metaboliza y se elimina en las heces. No se conoce ningún efecto adverso y tiene un comportamiento similar al de la fibra natural de los alimentos (Miller, 2001). Tiene propiedades reológicas excepcionales, es muy efectiva como estabilizante de sistemas basados en agua, tiene muchas aplicaciones en la industria de alimentos: salsas emulsionadas, productos lácteos, productos bajos en calorías y otras (Taherian y otros, 2007). Es soluble en agua caliente y en fría. Las soluciones de goma al 1% presentan viscosidades en el rango de 1500 a 2500 mPa.s y se comportan como fluidos pseudoplásticos (Vanegas, 2009).

La goma xantana tiene aplicación en productos de pastelería y panadería, productos instantáneos, alimentos enlatados, sopas, salsas, productos congelados, confitería y repostería, productos lácteos y derivados, bebidas, productos cárnicos y también en productos dietéticos. En bebidas, el uso de goma xantana es efectivo a bajas concentraciones que van de 0.05 % a 0.1 %. El resultado de su uso provee a las bebidas consistencia, uniformidad del sabor y estabilidad del sistema, evitando separaciones de fase (Fennema y Tannenbaum, 2008).

Con la adición de gomas a néctares y emulsiones de frutas, se aporta viscosidad al sistema, consecuentemente, actúa como coloide protector contra la acción de enzimas proteolíticas, presentes, naturalmente, en la pulpa y cáscara de los frutos, lo cual contribuye a mantener en suspensión las partículas finas de pulpa que contribuyen a la turbidez de los néctares. La cantidad de estabilizantes que se debe incorporar se calcula con el peso del néctar y las características de la fruta (Castillo, 2012).

El Cuadro 6 presenta las especificaciones técnicas de la goma xantana.

Cuadro 6. Especificaciones técnicas de la goma xantana

Parámetros	Especificaciones
Apariencia	Polvo blanco-ligeramente amarillo, inodoro
Solubilidad	Soluble en agua caliente o fría
Tamaño de partículas	Min. 95 % / malla 200
pH (1%)	6 - 8
Humedad (%)	≤13
Malla (mesh)	200
Viscosidad (mPa.s)	1200 - 1600
Arsénico (ppm)	<3
Plomo (ppm)	<3
Metales pesados (ppm)	<20
E. coli	Ausencia/25 g
Salmonella	Ausencia/25 g
Hongos y levaduras (ufc / g)	Máx. 100
Staphylococcus aureus (ufc / g)	Ausencia/100 g

Fuente: Materiales Químicos y Alimentarios (2012).

2.4.3 Carboximetilcelulosa

Conocida como CMC, se obtiene a partir de celulosa natural por modificación química, el cual se fabrica haciendo reaccionar en un tanque con agitación la celulosa del algodón con hidróxido de sodio y ácido monocloroacético. El derivado obtenido se neutraliza y se seca,

y el exceso de sales se elimina mediante una extracción con alcohol-agua. Teóricamente es posible lograr que los tres OH de la glucosa reaccionen con NaOH para alcanzar un máximo grado de sustitución; sin embargo, los productos comerciales con una sustitución de 0.4-1.2 son los que más se emplean, porque tienen una buena solubilidad (Badui, 2006).

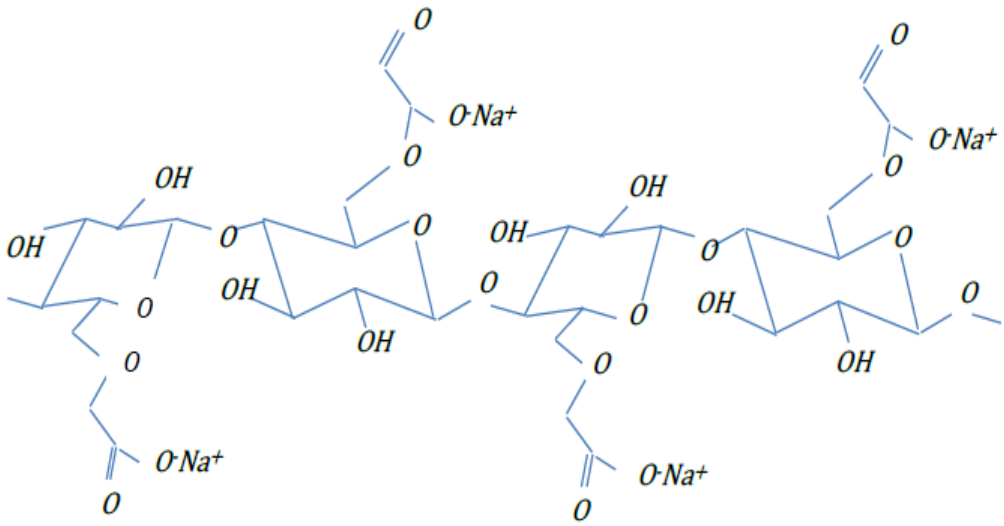


Figura 2. Estructura química de la carboximetilcelulosa (CMC)

Fuente: ATZI Y AINIA (1999)

El CMC es un polímero de cadena larga, las soluciones de carboximetilcelulosa son fluidos pseudoplásticos que no presentan histéresis. Las características de sus soluciones dependen de la longitud de la cadena o grado de polimerización, así como también del grado de sustitución. Cuando el peso molecular se aumenta, la viscosidad de las soluciones de CMC se incrementa rápidamente. Así mismo, el CMC es soluble en agua fría y caliente, es compatible con muchos otros coloides orgánicos como almidones, gelatinas, alginatos, harinas (Luque, 2008).

Las soluciones de CMC no se alteran con la temperatura y pH, solo presentan variaciones de viscosidad, la cual disminuye al

aumentar la temperatura; es decir, bajo condiciones normales el efecto de la temperatura sobre la viscosidad es reversible, así mismo, su máxima estabilidad se da en un rango de pH que va de 2 a 10 y por debajo de estos, precipita el sólido (Cubero y otros, 2002).

El carboximetilcelulosa presenta propiedades funcionales en la industria de alimentos, actúa como aglutinante, como espesante y estabilizante, y forma películas resistentes. Se utiliza en productos como tortillas de maíz por su habilidad de retener agua, en la elaboración de jugos y néctares, relleno, productos de panificación, como substituto de grasa, en productos lácteos (helados), en salsas, aderezos y productos elaborados a base de jitomate (Badui, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2 Materiales

- Granadilla (*Passiflora ligularis*) variedad Colombiana, proveniente de Oxapampa (región de Pasco) y carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad Golden Star, proveniente de Virú (región de La Libertad); ambas frutas fueron adquiridas en el Mercado La Hermelinda de Trujillo.
- Azúcar blanca. Manuelita S.A.
- Carboxi metil celulosa. Linros
- Goma xantana. Linros
- Ácido cítrico. Linros
- Sorbato de potasio. Linros
- Hidróxido de sodio (0.1 N)
- Fenolftaleína 0.1%
- Vasos de precipitación de 50, 600 y 1000 mL
- Matraz de 250 mL
- Pipetas de 10 mL
- Tabla para picar
- Recipiente de acero inoxidable de 3 L
- Botellas de vidrio de 250 mL
- Embudo de plástico
- Colador de acero inoxidable con 5mm de espacio entre poro

3.3 Equipos

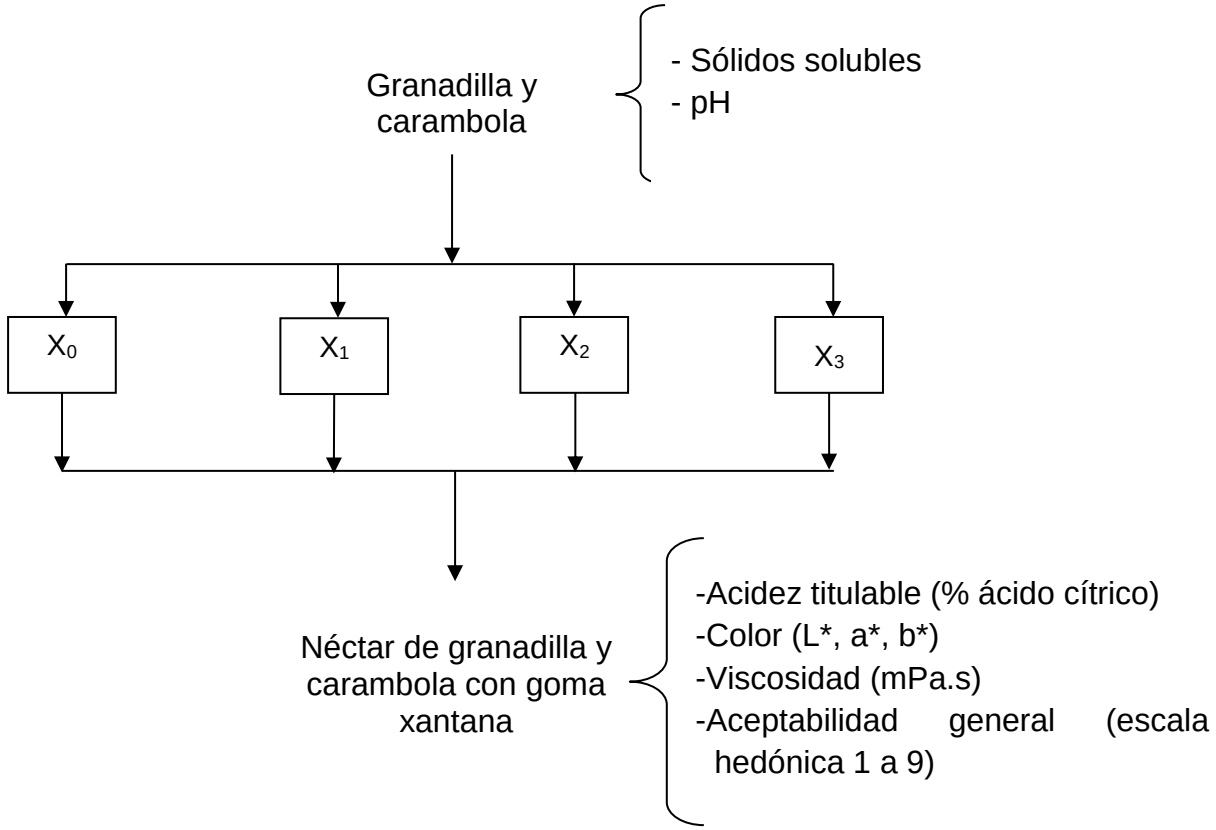
- Cocina eléctrica. Selecta.
- Licuadora semiindustrial. Metal Mecánica Agroindustrial
- Balanza analítica. Sartorious. Capacidad 0–210 g, sensibilidad aproximada de 0.0001 g.
- pHmetro. Marca Mettler Toledo. Rango de 0-14, sensibilidad aprox. 0,01.
- Termómetro digital. Multidigital. Rango de 0 a 100 ºC. Precisión ± 0.01 ºC.
- Refractómetro. Atago, rango: 0-32 ± 0.2 °Brix, calibrado a 20 °C.
- Colorímetro Kónica-Minolta. Modelo CR-400.
- Reómetro. Marca Brookfield modelo RVDV-III+.

3.4 Metodología experimental

3.4.1 Esquema experimental

En la Figura 2, se muestra el esquema experimental para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola. La variable independiente es la concentración de goma xantana (0.10, 0.15 y 0.20%); y las variables dependientes: acidez titulable, color, viscosidad y aceptabilidad general.

La obtención de los zumos y la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola, se realizaron en el mismo día, no fue necesario ningún almacenamiento de las muestras de los tratamientos con goma xantana a diferentes concentraciones; así mismo, la medición de las variables dependientes, se realizó inmediatamente después de la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola.



Leyenda

X_0: Control: Carboxi metil celulosa al 0.07%

X_1: Goma xantana al 0.10%

X_2: Goma xantana al 0.15%

X_3: Goma xantana al 0.20%

Figura 3. Esquema experimental para la investigación sobre néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

3.4.2 Formulación del néctar mixto de granadilla y carambola.

En el Cuadro 7, se presenta la formulación para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola, con goma xantana.

Cuadro 7. Formulación del néctar mixto de granadilla y carambola

Ingredientes	**Cantidad (%)**			
	X_0	X_1	X_2	X_3
Zumo de granadilla	18	18	18	18
Zumo de carambola	12	12	12	12
Agua	70	70	70	70
	100	100	100	100
CMC	0.07	0.00	0.00	0.00
Xantana	0.00	0.10	0.15	0.20
Sorbato de potasio	0.05	0.05	0.05	0.05
Ácido cítrico	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia (2019)

3.4.3 Procedimiento para la obtención de zumo de granadilla

En la Figura 3, se presenta el diagrama de flujo para la obtención del zumo de granadilla.

A continuación se describe las etapas seguidas para la elaboración del zumo de granadilla.

- **Recepción y selección.** La granadilla se recepcionó en el laboratorio, la selección fue manualmente eliminando las deterioradas.
- **Pesado.** Se pesó la fruta con la balanza analítica.
- **Lavado y desinfección.** Consiste en realizar el lavado y desinfección con la finalidad de eliminar impurezas y microorganismos. Para la granadilla se utilizó una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm, se sumergió en la solución en 3 min. y luego se enjuagó con agua potable (Castillo, 2015).

- **Cortado.** Se realizó con cuchillos de acero inoxidable manualmente, dividiendo la fruta y eliminando la semilla.
- **Pulpeado y tamizado.** Este proceso se realizó con la licuadora semiindustrial durante 1 min, se tamizó con la finalidad de obtener el zumo de granadilla usando colador de acero inoxidable con 5 mm de espacio entre poro (Rojas y Ricaldi, 2014).

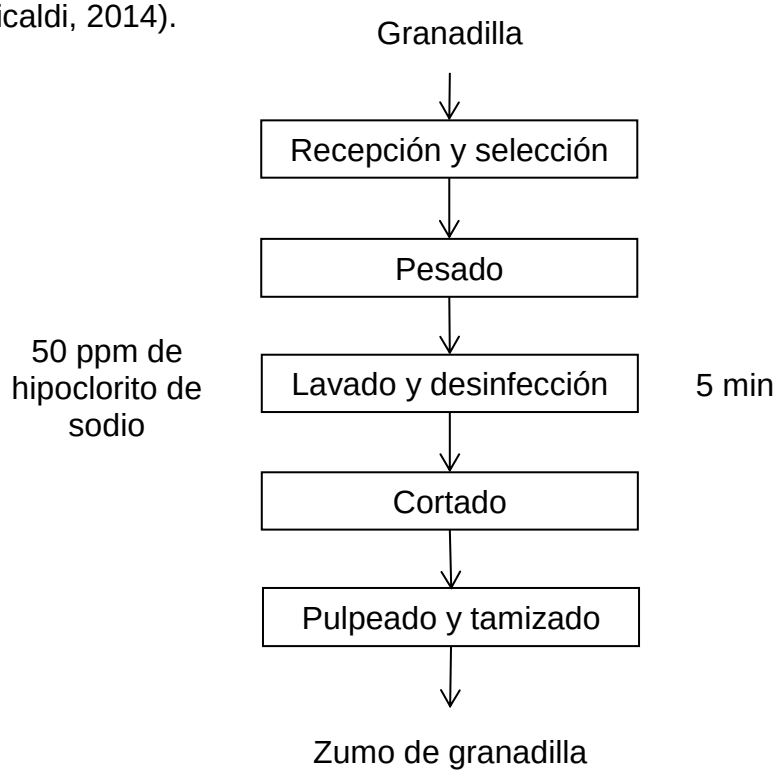


Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de zumo de granadilla.

3.4.4 Procedimiento para la obtención de zumo de carambola

En la Figura 4, se presenta el diagrama de flujo para la obtención del zumo de carambola.

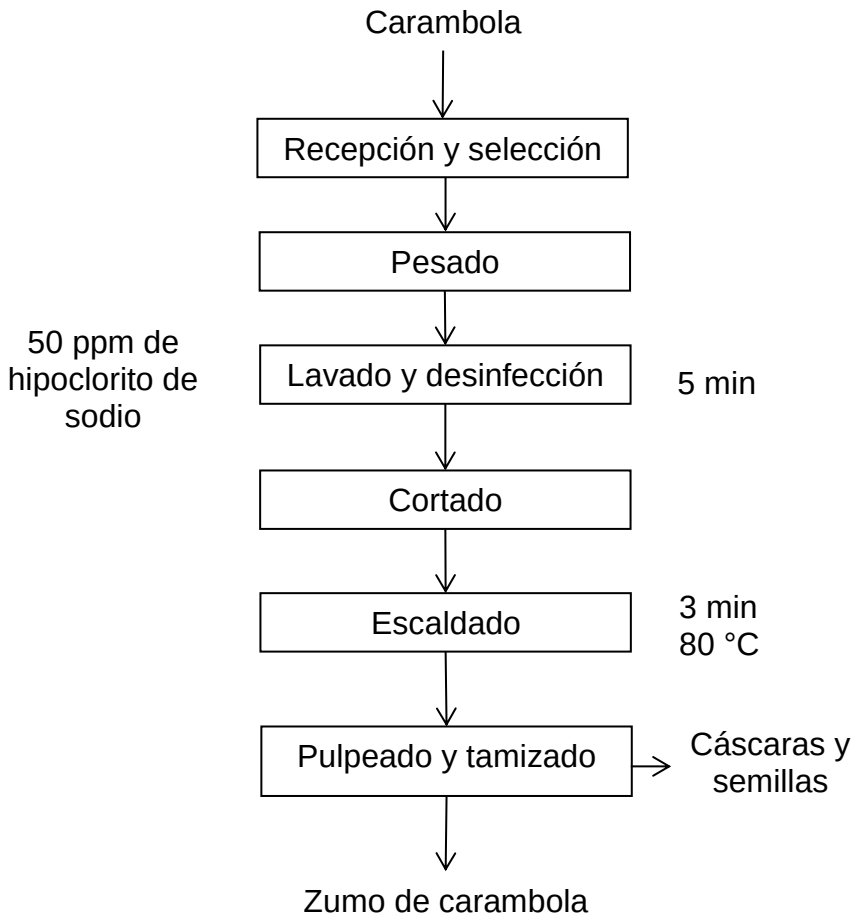


Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención del zumo de carambola

A continuación se describe las etapas seguidas para la elaboración de pulpa de carambola.

- **Recepción y selección.** La carambola se recepcionó en el laboratorio, la selección fue manual, eliminando los deteriorados.
- **Pesado.** Se realizó el pesado de la fruta con la balanza analítica.
- **Lavado y desinfección.** Consiste en realizar el lavado y desinfección con la finalidad de eliminar impurezas y microorganismos. Para la carambola se utilizó una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm, se sumergió la fruta por 3

min y luego se enjuagó con agua potable, finalmente se procedió a cortar la fruta (Barzola, 2008).

- **Cortado.** Se realizó con cuchillos de acero inoxidable manualmente, dividiendo la fruta y eliminando la semilla.
- **Escaldado.** Tratamiento térmico de la fruta con agua a 80 °C durante 3 min. para reducir la acción de enzimas y la carga microbiana. Así mismo, permite realizar el ablandamiento de la pulpa con la finalidad de poder extraer y aprovechar mayor cantidad de los frutos (Sánchez, 2009).
- **Pulpeado y tamizado.** Se realizó en una licuadora semiindustrial durante 1 min., se coló con la finalidad de obtener la pulpa de carambola usando colador de acero inoxidable con 5 mm de espacio entre poro.

3.4.5 Procedimiento para la elaboración de néctar mixto de granadilla y carambola

En la Figura 5, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola.

A continuación, se describe las etapas seguidas para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola.

- **Mezclado.** Se realizó mezclando el zumo de granadilla: zumo de carambola de (60:40%) en una proporción de néctar: agua de (30:70%).
- **Estandarización.** Se realizó las formulaciones del néctar con las siguientes características: dilución (1:3), °Brix (12), pH (4.2), CMC (0.07%), goma xantana (0.10, 0.15 y 0.20%), sorbato de potasio (0.05%) y ac. cítrico (0.1%).

- **Pasteurización.** El néctar se pasteurizó a 85 ºC, durante 10 min, con el objetivo de destruir los microorganismos que podrían afectar la estabilidad biológica del néctar.

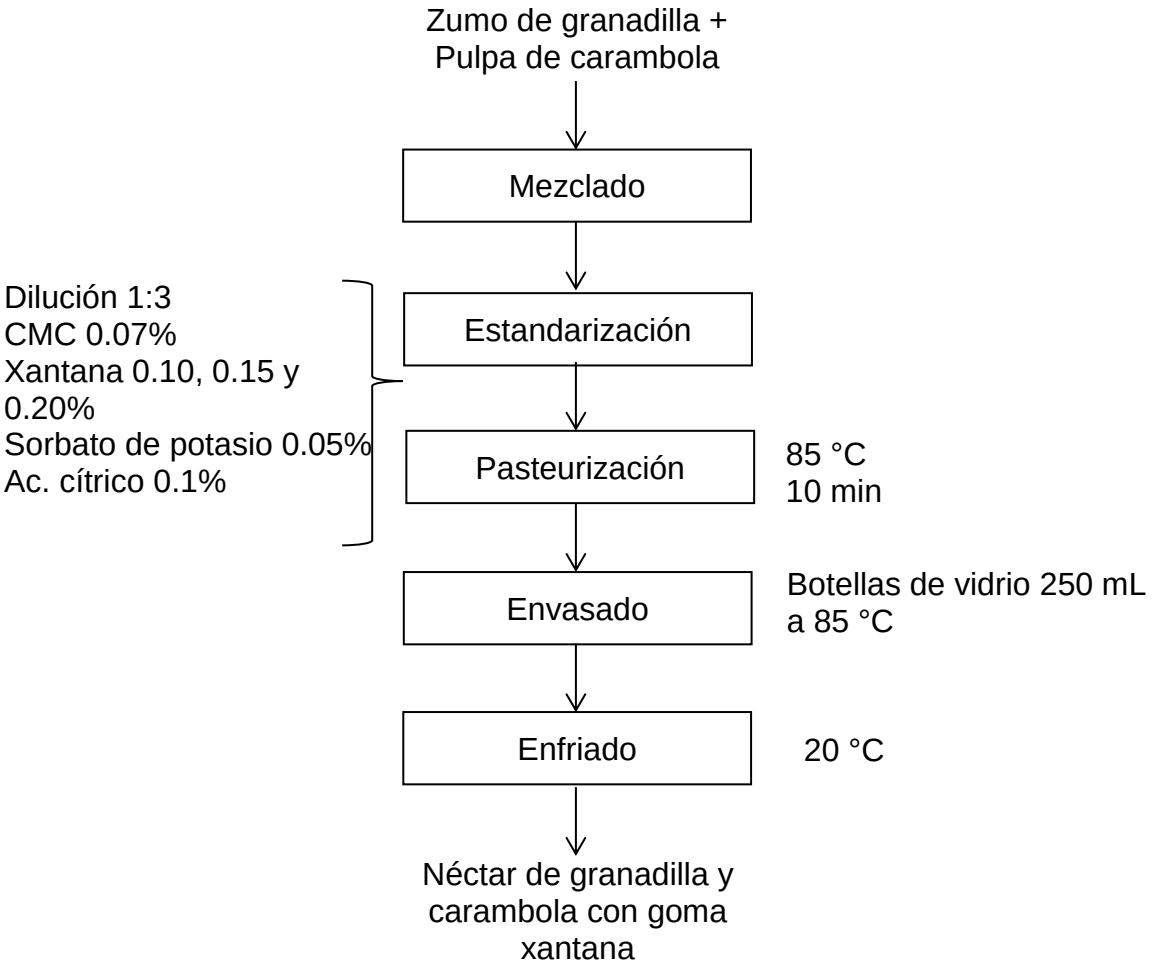


Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración del néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana.

- **Envasado.** Se realizó en caliente, a 85 ºC. El llenado del néctar se realizó hasta el tope del contenido de la botella, evitando la formación de espuma. Inmediatamente después se colocó la tapa manualmente.
- **Enfriado.** El producto se enfrió rápidamente a 20 °C (con agua corriente) para reducir las pérdidas de aroma, sabor y consistencia.

3.5 Métodos de análisis

3.5.1 Determinación de acidez titulable

Se utilizó el método recomendado por la AOAC (2000). Se midió 10 mL de muestra, se agregó a un vaso de precipitado de 50 mL, se agregó 4 gotas de fenolftaleína para luego titular con NaOH 0.1 N, hasta la aparición del color rosado grosella.

Se anotó el volumen consumido de NaOH 0.1 N. Se determinó la acidez expresada en porcentaje de ácido cítrico.

$$\%AT = \frac{V_{NaOH} * N_{MaOH} * meq_{ác.cítrico}}{V_{muestra}} * 100$$

Donde:

%AT: Acidez titulable

V_{NaOH}: Volumen del gasto de NaOH (mL)

$V_{muestra}$: Volumen de la muestra (mL)

N_{NaOH}: Normalidad del NaOH 0.1 N

$meq_{ác.cítrico}$: Miliequivalentes de ácido cítrico (0.64)

3.5.2 Determinación de color

Se determinó el color, con el uso del sistema CIELAB usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400. Posteriormente se determinó la luminosidad L* (0 para negro y 100 para blanco), cromaticidad a* (-60 a +60 de rojizo a verduzco) y cromaticidad b* (-60 a +60 de amarillento a azulado) (Freitas, 2012)

3.5.3 Determinación de la viscosidad aparente

La viscosidad se determinó a 20 °C con la ayuda del reómetro rotacional Brookfield modelo RVDV – III. Se utilizó el husillo N.° 2 a 100 rpm y vasos de precipitación de 500 mL (Rojas, 2014).

3.5.4 Determinación de la aceptabilidad general

Para la determinación de la aceptabilidad general del néctar de granadilla y carambola, se utilizó una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: Me agrada muchísimo, 8: Me agrada mucho, 7: Me agrada moderadamente, 6: Me agrada poco, 5: Ni me agrada ni me desagrada, 4: Me desagrada poco, 3: Me desagrada moderadamente, 2: Me desagrada mucho y 1: Me desagrada muchísimo. Se presentó en forma simultánea 4 muestras, de 15 mL cada una, debidamente codificadas aleatoriamente con números de 03 dígitos. La evaluación se realizó en cabinas individuales con 30 panelistas no entrenados. La ficha se muestra en la Figura 6 (Anzaldúa-Morales, 2005).

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre…….

Fecha……

Producto: Néctar mixto de granadilla y carambola

Prueba las muestras del néctar mixto de granadilla y carambola que se le presenta e indique, según la escala, su opinión sobre ellas.

Marque con una (X) en el cuadro que corresponda a la percepción de aceptabilidad de las muestras.

Escala	Muestra			
	752	118	576	364
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta bastante				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta bastante				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Comentarios_____

_____

_____

_____

Figura 7. Ficha de evaluación aceptabilidad general para néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

3.6 Método Estadístico

El análisis estadístico correspondió a un diseño unifactorial con 4 repeticiones. Primero se aplicó la prueba de Levene modificada, para la determinación de la homogeneidad de varianzas; luego, el análisis de varianza, para determinar la significancia; finalmente, la prueba de Duncan, para determinar el mejor tratamiento (Montgomery, 2004). Para aceptabilidad general se empleó la prueba no paramétrica de Friedman (Amat, 2016).

Todas las pruebas estadísticas se realizaron a un nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto de la adición de goma xantana sobre la acidez titulable en néctar mixto de granadilla y carambola

En el Anexo 1, se presentan los datos experimentales para las cuatro repeticiones y el valor promedio.

En la Figura 7, se observa que al aumentar la concentración de goma xantana en el néctar mixto de granadilla y carambola, los valores de acidez titulable, expresados en ácido cítrico, presentaron tendencia a aumentar de 0.41 a 0.52% debido a que la goma xantana se solubiliza rápidamente y es estable con acidulantes usados normalmente en productos alimenticios, como ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido fumárico y ácido acético (Cubero y otros, 2002).

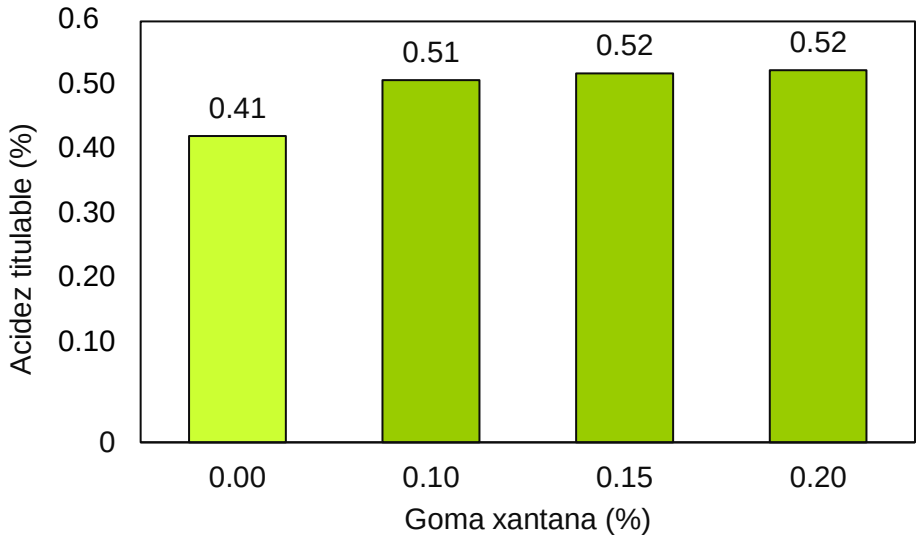


Figura 8. Acidez titulable en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana

Barzola (2008) elaboró néctar de carambola (*Averrhoa carambola* L.) enriquecido con hierro; se utilizó la dilución 1:3.5 (pulpa de carambola:

agua); obteniendo 0.416% de acidez titulable, valor similar a lo obtenido en esta investigación, los cuales van de 0.41 a 0.52%.

Rojas y Ricaldi (2014) evaluaron el grado de aceptabilidad del néctar de fruta con diferentes porcentajes de granadilla (*Passiflora ligularis*) y Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Realizaron tres tratamientos: M1 (50% de granadilla y 50% de aguaymanto), M2 (60% de granadilla y 40% de aguaymanto) y M3 (70% de granadilla y 30% de aguaymanto). De acuerdo a la evaluación sensorial realizada (escala hedónica 1-5), se obtuvo que el tratamiento M2 (60% jugo de granadilla y 40% jugo de aguaymanto) obtuvo la mayor aceptación organoléptica final de 4.25 “muy bueno”, con una acidez titulable de 0.61% ac. cítrico, valor mayor a lo reportado en esta investigación.

Según Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 2009), el rango de acidez titulable para jugos, néctares y bebidas de frutas es de 0.4% como mínimo y 0.6% como máximo, por lo que en esta investigación los valores obtenidos fueron de 0.41 a 0.52%, los cuales están dentro del rango establecido.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de acidez en el néctar mixto de granadilla y carambola con concentraciones de goma xantana, indicando la existencia de homogeneidad de varianzas ($p>0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.

En el Cuadro 9, se muestra el análisis de varianza para los valores de acidez en néctar mixto de granadilla y carambola con concentraciones de goma xantana. Se aprecia que la acidez titulable del néctar mixto de granadilla y carambola no muestra diferencia significativa entre

tratamientos (p>0.05) por efecto de la concentración de la goma xantana.

Cuadro 8. Prueba de Levene modificada para los valores de acidez en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Estadístico de Levene	p
0.087	0.966

Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de acidez en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Goma	3	0.003	0.001	1.317	0.314
Error	12	0.008	0.001		
Total	15	0.011			

4.2 Efecto de la concentración de goma xantana sobre el color (L*, a* y b*) en néctar mixto de grabadilla y carambola

En el Anexo 2 se presentan los datos experimentales para la Luminosidad L*, En el Anexo 3 de la cromaticidad a* y en el anexo 4 de la cromaticidad b*, para las cuatro repeticiones y el valor promedio. En la Figura 8 se muestra que al aumentar la concentración de goma xantana en néctar mixto de granadilla y carambola, los valores de luminosidad (L*) aumentaron de 33.09 a 34.46, por lo que tiende a ser claro.

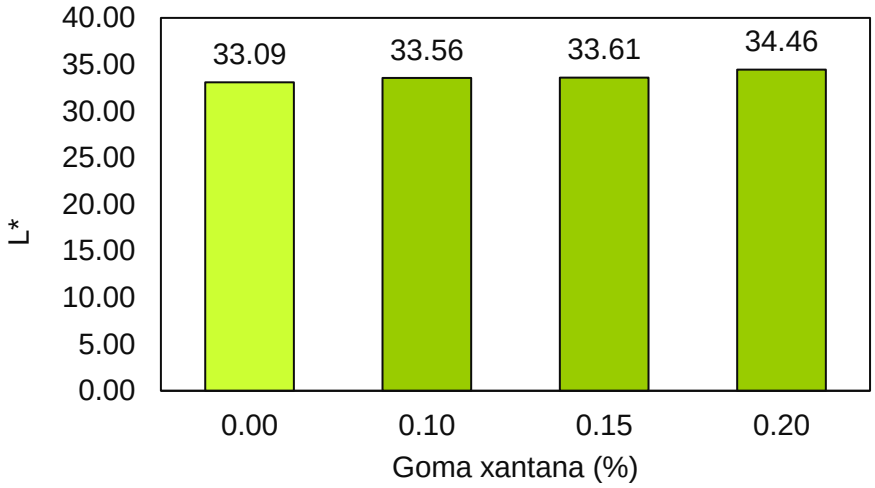


Figura 9. Luminosidad L* en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana.

En la Figura 9, se muestra que al aumentar la concentración de goma xantana en néctar mixto de granadilla y carambola, los valores de a* disminuyeron de -2.86 a -3.24, por lo que se inclina a un tono más verde.

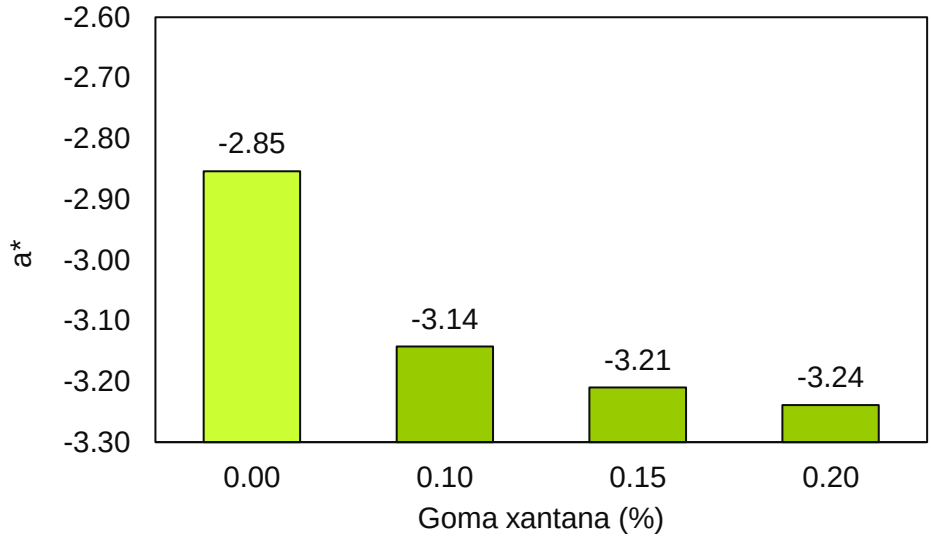


Figura 10. Cromaticidad a* en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana.

En la Figura 10, se muestra que al aumentar la concentración de goma xantana en néctar mixto de granadilla y carambola, los valores de b* aumentaron de 5.22 a 6.93, por lo que se inclina a un tono más amarillo.

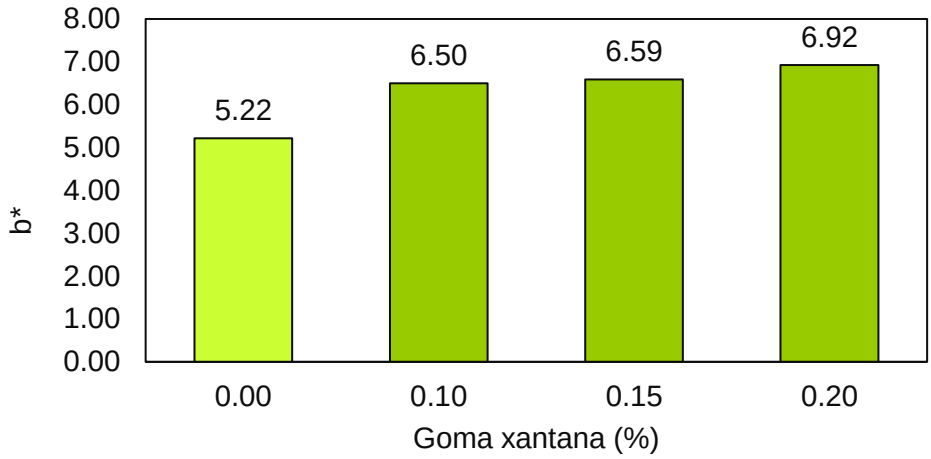


Figura 11. Cromaticidad b* en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana.

Existe diferencia de color para L*, a* y b* debido a que los hidrocoloides poseen propiedades encapsulantes y pueden atrapar sustancias como pigmentos (antocianina, antocianidina y flavonona) y ácidos orgánicos enmascarando el color en bebidas (Lozano y otros, 2016).

Caballero y Paredes (2017) determinaron la formulación y evaluación de néctar a base de guanábana (*Annona muricata*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana*), obteniendo como mejor tratamiento a 80% de guanábana-20% de quinua sin tostar, para lo cual obtienen los siguientes valores de color, L* 56.39, a* -0.85 y b* -1.06, por lo que al compararlo con los valores obtenidos en esta investigación, notamos que L* y a* son mayores y b* es menor debido a que se utilizó diferentes frutas en la elaboración de los néctares.

Ocampo (2000) determinó la elaboración y conserva de néctares a partir del lulo (*Solanum quitoense* L.) variedad La selva, obtiene los siguientes valores: L* 45.729, a* -0.282 y b* 23.730; al compararlos con los valores obtenidos en esta investigación podemos decir que los valores L*, a* y b* son mayores a lo reportado.

Lodoño y otros (2015), evaluaron el estudio de la viabilidad del Lactobacillus casei en jugo de naranja (*Citrus sinensis*) adicionado con vitamina C, calcio y oligofructosa, obteniendo valores de L* 51.9, a* 5.0 y b* 48.7, por lo que al compararlo con los valores obtenidos en esta investigación, notamos que los valores obtenidos por Lodoño son mayores.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de L*, a* y b* en néctar de granadilla y carambola con concentraciones de goma xantana, observándose la existencia de homogeneidad de varianzas (p>0.05), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para los valores de color (L*, a* y b*) en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Variable	Levene	p
L*	1.930	0.179
a*	0.587	0.635
b*	0.352	0.789

En el Cuadro 11, se muestra el análisis de varianza para los valores de color en néctar mixto de granadilla y carambola con concentraciones de goma xantana.

El análisis de varianza indica que las concentraciones de goma xantana presentaron efecto significativo ($p<0.05$) sobre L*, a* y b* en néctar mixto de granadilla y carambola. Se procedió a realizar la Prueba de Duncan para L*, a* y b*.

Cuadro 11. Análisis de varianza para los valores de color (L*, a* y b*) en néctar mixto de granadilla y carambola de goma xantana

Variable	Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
L*	Goma	3	3.882	1.294	8.118	0.003
	Error	12	1.913	0.159		
	Total	15	5.795			
a*	Goma	3	0.377	0.126	9.044	0.002
	Error	12	0.167	0.014		
	Total	15	0.544			
b*	Goma	3	6.773	2.258	41.695	0.000
	Error	12	0.650	0.054		
	Total	15	7.422			

En el Cuadro 12, se presenta la prueba Duncan aplicada a los valores de color en el néctar mixto de granadilla y carambola. En esta prueba, para L*, a* y b* se observa que en los subgrupos 1, 1 y 2 respectivamente, son estadísticamente iguales; por lo que el mejor tratamiento para el color fue el tratamiento X_1 (0.10% de goma xantana con L* 33.56, a* -3.10 y b* 6.50).

Cuadro 12. Prueba de Duncan para los valores de color (L*, a* y b*) en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Variables	Goma xantana (%)	Subgrupo	
		1	2
L*	0.00	33.09	
	0.10	33.56	
	0.15	33.61	
	0.20		34.46
a*	0.00		-2.86
	0.10	-3.10	
	0.15	-3.21	
	0.20	- 3.24	
b*	0.00	5.22	
	0.10		6.50
	0.15		6.60
	0.20		6.93

4.3 Efecto de la concentración de goma xantana sobre la viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola.

En el Anexo 5 se presentan los datos experimentales de la viscosidad para las cuatro repeticiones y el valor promedio.

En la Figura 11, se observa que al aumentar la concentración de goma xantana en néctar mixto de granadilla y carambola, la viscosidad aumentó de 38.85 a 92.20 mPa.s, esto se debe a que la granadilla y carambola presenta pectina natural, así mismo, las soluciones de goma xantana son altamente pseudoplásticos; éste efecto es fácilmente observable, ya que imparten una alta viscosidad, su uso provee a las bebidas buena consistencia, buena uniformidad del sabor y una buena estabilidad del sistema evitando las separaciones de fase; por lo que son altamente viscosas en

comparación con otras soluciones preparadas a la misma concentración (Fennema y Tannenbaum, 2008).

Buste y Zambrano (2017) determinaron el efecto de porcentajes de goma guar y zumo de maracuyá (Passiflora edulis) en la calidad fisicoquímica y organoléptica del néctar, obteniendo 6 tratamientosT1 (0.2% de goma guar y 15% de zumo de maracuyá), T2 (0.2% de goma gua y 20% de zumo de maracuyá), T3 (0.3% de goma guar y 15% de zumo de maracuyá), T4 (0.3% de goma guar y 20% de zumo de maracuyá), T5 (0.4% de goma guar y 15% de zumo de maracuyá) y T6 (0.4% de goma guar y 20% de zumo de maracuyá); cuya viscosidades fueron para T1 (16 mPa.s), T2 (18.667 mPa.s), T3 (53.667 mPa.s), T4 (42 mPa.s), T5 (79.333 mPa.s) y T6 (69.667 mPa.s); valores similares a lo reportado en esta investigación.

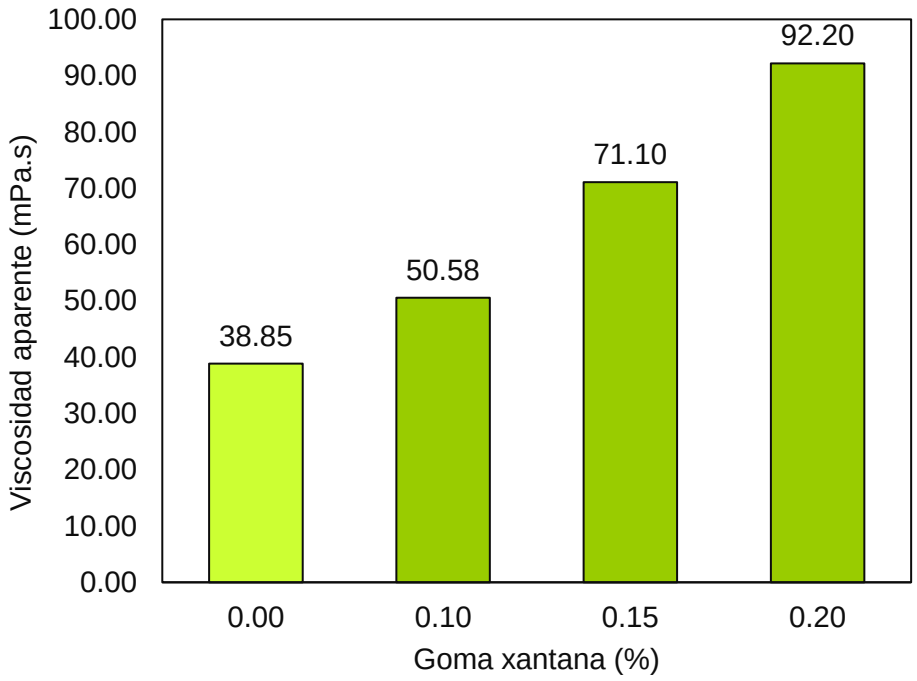


Figura 12. Viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con diferentes concentraciones de goma xantana

Gutiérrez (2017), determinó la influencia de la concentración de dos estabilizantes sobre las propiedades organolépticas y la viscosidad del néctar de sachatomate (*Cyphomandra betacea*), donde formuló los siguientes tratamientos: T1 (0.03% de CMC y 0.03% de goma xantana), T2 (0.03% de CMC y 0.07% de goma xantana), T3 (0.07% de CMC y 0.07% de goma xantana) y T4 (0.07% de CMC y 0.03% de goma xantana), obteniendo valores de viscosidad para T1: 5.75 mPa.s, T2: 5.98 mPa.s, T3: 6.06 mPa.s y T4: 7.08 mPa.s.

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de viscosidad en el néctar mixto de granadilla y carambola con concentraciones de goma xantana, indicando la existencia de homogeneidad de varianzas ($p>0.05$); por lo que, se procedió a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Estadístico de Levene	**p**
1.089	0.391

En el Cuadro 14, se muestra el análisis de varianza para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola, indicando que la concentración de goma xantana presentó efecto significativo ($p<0.05$). Según Gutiérrez (2017), el ANVA para la viscosidad del néctar de sachatomate existió efecto significativo ($p<0.05$), de la concentración de CMC y goma xantana.

Cuadro 14. Análisis de varianza para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Origen de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Goma	3	6622.900	2207.630	52.534	0.000
Error	12	504.300	42.020		
Total	15	7127.200			

En el Cuadro 15, se presenta la prueba Duncan aplicada a los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola. En esta prueba se observa que en el subgrupo 2, la concentraciones de goma xantana con 0.10% es diferente al subgrupo 3, por lo que se considera como mejor tratamiento a X_1 (0.10% de goma xantana con 50.58 mPa.s.)

Cuadro 15. Prueba de Duncan para los valores de viscosidad en néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Goma xantana (%)	Subgrupo		
	1	2	3
0.00	38.85		
0.10		50.58	
0.15			71.10
0.20			92.20

4.4 Efecto de la concentración de goma xantana sobre la aceptabilidad general en néctar mixto de granadilla y carambola.

En el Anexo 6 se presentan los datos experimentales de la aceptabilidad general para las cuatro repeticiones y el valor promedio.

En la Figura 12, se presenta el promedio de las calificaciones de aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla y carambola para las diferentes concentraciones. Se observa la concentración de goma xantana al 0.2% presentó mayor promedio de aceptabilidad (7.10) y al 0.15% menor promedio (6.73).

En el Cuadro 16 la prueba de Friedman indica que no existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas ($p>0.05$). Sin embargo, se seleccionó el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana al 0.10%; el cual, presentó el mejor promedio de 6.87 y moda de 7, correspondiente a la percepción "Me gusta bastante". No se realizó la prueba de Wilcoxon al ser todas las muestras iguales estadísticamente.

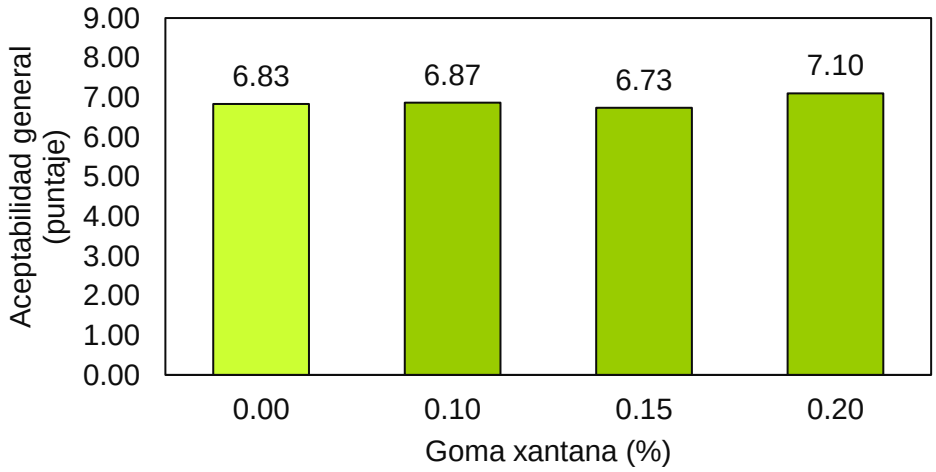


Figura 13. Aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Cuadro 16. Prueba de Friedman para los valores de aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Goma xantana (%)	Promedio	Rango promedio	Moda
0.00	6.83	2.47	8
0.10	6.87	2.38	7
0.15	6.73	2.37	6
0.20	7.10	2.78	8
Chi-cuadrado		0.467	
p		0.473	

Buste y Zambrano (2017) determinaron el efecto de porcentajes de goma guar y zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la calidad fisicoquímica y organoléptica del néctar, obteniendo 6 tratamientos en una escala hedónica del 3 a -3 con categorías que fueron desde agradable a desagradable, lo cual no mostró diferencia significativa ($p>0.05$); es decir, los seis tratamientos evaluados se encuentran en el rango establecido, lo que da como resultado un grado considerable de aceptación; por lo que dicho efecto es similar a lo reportado en ésta investigación.

V. CONCLUSIONES

La concentración de goma xantana presentó efecto significativo ($p>0.05$) sobre color (L*, a* y b*) y viscosidad aparente, sin embargo no existió efecto para la acidez titulable en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana.

La prueba de Duncan determinó que la goma xantana al 0.10% presentó el mejor color con L* (33.56), a* (-3.14) y b* (6.50) y la viscosidad aparente (50.58 mPa.s) en néctar mixto de granadilla y carambola.

La prueba de Friedman para la aceptabilidad general indicó que no existió diferencia ($p>0.05$) entre las muestras evaluadas; sin embargo, el tratamiento con 0.10% de goma xantana presentó el promedio de 6.87 y una moda de 7 puntos en néctar mixto de granadilla y carambola.

VI. RECOMENDACIONES

Ampliar el estudio del efecto de hidrocoloides tales como goma aguar, goma arábica, goma gellan sobre sedimentación y viscosidad en el néctar mixto de granadilla y carambola.

Se sugiere el estudio de las variables dependientes como el recuento de mohos y levaduras, tiempo de vida útil, durante el proceso y el almacenamiento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

AOAC 2000. Official Method of Analysis of the Association of Agricultural Chemist.14th Edition. Washington D.C.

Amat, J. 2016. Test de Friedman. Alternativa no paramétrica de ANOVA de datos dependientes. Recuperado de http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/219732_ada5c554c0b74425866fb4de4f5a13bc.html.

Anzaldúa – Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 2da Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

ATZI y AINIA. 1999. Vigilancia tecnológica en el sector de aditivos. Agentes de textura. Programa de Infraestructuras y Redes de Innovación. Chile.

Badui, S. 2006. Química de los alimentos. Cuarta Edición. Editorial Pearson Education. México.

Barzola, D. 2008. Elaboración de néctar de carambola (*Averrhoa carambola* L.) enriquecido con hierro. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentaria. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Buste, V. y Zambrano, R. 2017 Incidencia de porcentajes de goma guar y zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la calidad fisicoquímica y organoléptica del néctar. Tesis para la obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.

Caballero, E. y Paredes, L. (2017). Formulación y evaluación de néctar a base de guanábana (*Annona muricata*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Santa. Chimbote, Perú.

Camacho, G. 2002. Transformación y conservación de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Pág. 250.

Castillo, T. 2015. Efecto de la proporción sacarosa: extracto de Estevia sobre el contenido de solidos solubles, acides titulable, viscosidad aparente y aceptabilidad general en mermelada de granadilla (*Passiflora ligularis*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Castillo, W. 2012. Efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo. Tesis para la obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Collazos, C.; White, P.; White, H.; Viñas, E.; Alvistur, E.; Urquieta, R.; Vásquez, J.; Díaz, C.; Quiróz, A.; Roca, A.; Hegted, M. y Breadfield, R. 1993. La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta edición. Banco Central de Reserva-Instituto Nacional de Nutrición. Perú.

Cubero, N.; Monferrer, A. y Villalta, J. 2002. Aditivos Alimentarios. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.

Dluzewska, E., Stoblecka, A. y Maszewska, M. 2010. Effect of oil phase concentration on rheological properties and stability of beverage

emulsions. Recuperado de: http://www.food.actapol.net/volume5/issue2/abstract-14.html

Fennema, O. 2000. Química de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Fennema O. y Tannenbaum (2008). Química de los alimentos. Tercera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

FAO. 1993. Carambola cultivation: Agricultural Services Bulletin 108, Estados Unidos, 21-24.

Freitas, A. 2012. Elaboración y aplicación de pre-mix de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) estabilizado por xantana y ácido tartárico. Programa de Postgrado en Ciencia y Tecnología Agroindustrial. Universidad Federal de Pelotas, Brasil.

García, M. 2008. Manual de manejo cosecha y poscosecha de granadilla. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica. Subdirección de Investigación y Transferencia de Tecnología.

Gutiérrez, J. 2017. Influencia de la concentración de dos estabilizantes sobre las propiedades organolépticas y la viscosidad del néctar de sachatomate (*Cyphomandra betacea*). Tesis para la obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas, Perú.

Herrera, R, M. 2011. Jornada de Capacitación UNALM - Agrobanco. Pasco, Perú.

INDECOPI. 2009. Norma Técnica Peruana. 203.110:2009 Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta. Requisitos. Primera Edición Publicado: 2009/07/12

Londoño, M.; Lucas, J. y Quintero, V. 2015. Estudio de la viabilidad del Lactobacillus casei en jugo de naranja (Citrus sinensis) adicionado con vitamina C, calcio y oligofructosa. Ciencia e Ingeniería. Vol. 18. Pág. 31-38.

Lozano, E.; Figueroa, J.; Salcedo, J.; Torres, R.; y Andrade R. 2016. Efecto de la adición de hidrocoloides en el comportamiento reológico de néctar mixto. Agronomía Colombiana Suplemento. Vol. 1. Pág. 464-466.

Luque, J. 2008. Producción de Néctares de Fruta. Recuperado de: http://jacintoluque.blogcindario.com/2008/07/00018-produccion-de-nectares-de-fruta.html

Materiales químicos y alimentarios. 2012. Especificaciones de la goma xantana.

Miller D. 2001. Química de Alimentos. Manual de Laboratorio Edit. Limusa Wiley. México.

Miranda, D. y Perea, M. 2009. Propagación de especies pasifloráceas, cultivo, postcosecha y comercialización. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. Colombia.

Montgomery, D.C. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Editorial Limusa, S.A. Mexíco.

Ocampo, O. 2000, Elaboración y conservación de néctares a partir de lulo (*Solanum quitoense* L.). Trabajo de grado para obtener en Título de Especialista en Ciencia y Tecnología en Alimentos. Facultad De Ciencias y Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.

Olarte, G. 2002. Procesamiento y conservación de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Orduz, J. y Rangel, J. 2002. Frutas tropicales potenciales para el piedemonte llanero. Villavicencio, Colombia.

Producción agrícola y ganadera. 2016. Anuario estadístico. Ministerio de Agricultura y Riego. Perú.

Quek, M.; Chin, N. y Yusof, Y. 2013. Modelling of rheological behaviour of soursop juice concentrates using shear rate, temperatura, concentration superposition. Journal of Food Engineering. Vol. 118, pag. 380-386.

Reyes, M.; Gómez-Sánchez, I.; Espinoza, C. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud. Ministerio de Salud. Lima, Perú.

Rojas, C. 2014. Efecto de la temperatura y tiempo de tratamiento térmico en la actividad antioxidante y el contenido de ácido ascórbico en pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.

Rojas, E. y Ricaldi, H. 2014. Evaluación del grado de aceptabilidad del néctar de fruta con diferentes porcentajes a partir de la granadilla (*Passiflora ligularis*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Tesis para

obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Rowland, A. 2005. Fruit and vegetable juice processing technology. Second edition, Pennsylvania, Estados Unidos. pag. 302.

Sánchez, C. (2009). Efecto de la concentración de goma xantana en las características sensoriales, fisicoquímicas, valor calórico y nutricional de néctar de carambola (*Averrhoa carambola* L.) y melón (*Cucumismelo* L.). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Sierra y Selva Exportadora. Recuperado de: http://www.sierraexportadora.gob.pe/wp-content/uploads/2017/01/FICHA-GRANADILLA.pdf

Taherian, A., Fustier, P. y Ramaswamy, H. 2007. Effects of added weighting agent and xanthan gum on stability and rheological properties of beverage cloud emulsions formulated using modified starch. Journal of Food Process Engineering, 30: 204–224.

Vanegas, L. 2009. Efecto del uso de hidrocoloides en la reología de un complemento nutricional líquido. Tesis para obtener el Grado Académico de Magister. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Acidez titulable en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Concentración (%)	Repetición	Acidez Titulable (%)
0	R1	0.41
	R2	0.42
	R3	0.42
	R4	0.41
	Promedio	**0.41**
0.1	R1	0.52
	R2	0.51
	R3	0.52
	R4	0.51
	Promedio	**0.51**
0.15	R1	0.52
	R2	0.52
	R3	0.52
	R4	0.52
	Promedio	**0.52**
0.2	R1	0.52
	R2	0.52
	R3	0.52
	R4	0.52
	Promedio	**0.52**

Anexo 2. Luminosidad L* en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Concentración (%)	Repetición	L*
0	R1	33.21
	R2	33.02
	R3	33.24
	R4	32.90
	Promedio	**33.09**
0.1	R1	34.27
	R2	33.20
	R3	33.00
	R4	33.75
	Promedio	**33.55**
0.15	R1	33.70
	R2	34.14
	R3	33.00
	R4	33.59
	Promedio	**33.61**
0.2	R1	34.49
	R2	34.73
	R3	34.12
	R4	34.49
	Promedio	**34.46**

Anexo 3. Cromaticidad a* en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Concentración (%)	Repetición	a*
0	R1	-2.84
	R2	-3.00
	R3	-2.80
	R4	-2.78
	Promedio	**-2.855**
0.1	R1	-3.29
	R2	-3.12
	R3	-3.07
	R4	-3.10
	Promedio	**-3.14**
0.15	R1	-3.30
	R2	-3.37
	R3	-3.00
	R4	-3.18
	Promedio	**-3.21**
0.2	R1	-3.26
	R2	-3.37
	R3	-3.14
	R4	-3.20
	Promedio	**-3.24**

Anexo 4. Cromaticidad b* en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Concentración (%)	Repetición	b*
0	R1	5.22
	R2	5.33
	R3	4.94
	R4	5.36
	Promedio	**5.22**
0.1	R1	6.69
	R2	6.32
	R3	6.46
	R4	6.54
	Promedio	**6.50**
0.15	R1	6.38
	R2	6.99
	R3	6.47
	R4	6.54
	Promedio	**6.59**
0.2	R1	6.66
	R2	7.30
	R3	6.99
	R4	6.76
	Promedio	**6.92**

Anexo 5. Viscosidad en el néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Concentración (%)	Repetición	Viscosidad
0	R1	36.0
	R2	39.4
	R3	41.8
	R4	38.2
	Promedio	**38.85**
0.1	R1	60.0
	R2	45.6
	R3	47.2
	R4	49.5
	Promedio	**50.58**
0.15	R1	61.2
	R2	82.0
	R3	72.8
	R4	68.4
	Promedio	**71.10**
0.2	R1	98.4
	R2	96.8
	R3	84.0
	R4	89.6
	Promedio	**92.20**

Anexo 6. Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general del néctar mixto de granadilla y carambola con goma xantana

Jueces	Goma xantana (%)			
	0.00	**0.10**	**0.15**	**0.20**
1	6	7	6	8
2	6	6	7	7
3	8	7	6	6
4	7	7	8	9
5	8	8	6	6
6	4	6	6	7
7	8	7	6	8
8	7	8	7	8
9	9	8	6	7
10	6	7	8	7
11	8	6	7	6
12	6	6	7	8
13	7	9	6	8
14	6	7	6	8
15	9	8	9	9
16	7	5	6	6
17	8	6	6	6
18	7	8	9	9
19	5	5	5	5
20	9	9	9	9
21	8	7	7	7
22	4	6	5	4
23	6	8	7	6
24	5	5	6	6
25	5	6	7	8
26	7	7	6	6
27	8	7	8	7
28	6	8	7	8
29	7	6	6	7
30	8	6	7	7
Promedio	**6.83**	**6.87**	**6.73**	**7.10**
Moda	**8**	**7**	**6**	**8**