

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE
CARBOXIMETILCELULOSA Y GOMA XANTAN EN LAS
PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DEL
NÉCTAR DE PAPAYITA NATIVA (*Carica pubescens*).**

Presentado por

Br. OLIMPIO ALHUAY ALHUAY

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS - APURÍMAC - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por
Br. OLIMPIO ALHUAY ALHUAY

**INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE
CARBOXIMETILCELULOSA Y GOMA XANTAN EN LAS
PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DEL
NÉCTAR DE PAPAYITA NATIVA (*Carica pubescens*).**

Asesor
Ing. Mg. DENIS HERNAN GUTIERREZ MARTINEZ

ANDAHUAYLAS - APURÍMAC - PERÚ
2018



APROBACIÓN DEL ASESOR

Quién suscribe:

Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Olimpio Alhuay Alhuay ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOXIMETILCELULOSA Y GOMA XANTAN EN LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DEL NÉCTAR DE PAPAYITA NATIVA (*Carica pubescens*), para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 20 de agosto de 2018.

Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez

Asesor

Bach. Olimpio Alhuay Alhuay

Tesista



FACULTAD DE INGENIERIA

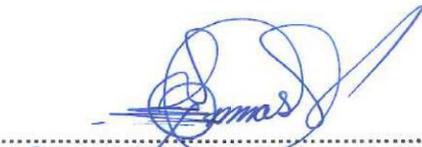
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En el local salón de grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Sede Académica Santa de la Universidad Nacional José María Arguedas de la ciudad de Andahuaylas, siendo las nueve de la mañana del día Jueves doce de Julio del dos mil dieciocho; se reunieron MSc. Thomas Ancco Vizcarra, Ing. MSc. David Juan Ramos Huallpartupa e Ing. Juvenal Rivas Leguía integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION DE CARBOXIMETILCELULOSA Y GOMA XANTAN EN LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS Y FISICAS DEL NECTAR DE PAPAYITA NATIVA (*Carica pubescens*)", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial OLIMPIO ALHUAY ALHUAY, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

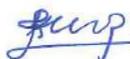
Luego de la sustentación y defensa del tesista, el Jurado Evaluador ACORDÓ: APROBAR por UNANIMIDAD al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial OLIMPIO ALHUAY ALHUAY, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
14	CATORCE	BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


.....
MSc. Thomas Ancco Vizcarra
Presidente del Jurado Evaluador


.....
Ing. MSc. David Juan Ramos Huallpartupa
Primer Miembro del Jurado Evaluador


.....
Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: Influencia de la concentración de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas y físicas del néctar de papayita nativa (*Carica pubescens*); para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Ing. MSc. Thomas Ancco Vizcarra

PRIMER MIEMBRO: Ing. MSc. David Juan Ramos Huallpartupa

SEGUNDO MIEMBRO: Ing. Juvenal Rivas Leguía

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 12 del mes de julio de 2018.

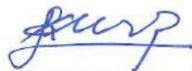
Andahuaylas, 20 de agosto de 2018.



Ing. MSc. Thomas Ancco Vizcarra
Presidente del Jurado Dictaminador



Ing. MSc. David Juan Ramos Huallpartupa
Primer Miembro del Jurado Dictaminador



Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Dictaminador

DEDICATORIA

*A **DIOS** todo poderoso por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, que me ha guiado y cuidado hasta hoy.*

*A la memoria de mi querida **MADRE GERARDINA ALHUAY VILLANUEVA**, quien con sus enseñanzas y ejemplo, me recuerda que no importa el nombre, sino las huellas que deja el hombre en su paso por la vida. “Gracias por darme la vida, te quiero mucho”. **A TI PADRE A** quien le debo todo en la vida, te agradezco el cariño, tu ejemplo, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaste para culminar mi carrera profesional.*

***A MIS HERMANOS** Carmen, Salomón Gavino y Ruth Stefany, por su amor incomparable, apoyándome y regañándome cuando era necesario y haciéndome pasar momentos inolvidables. **A MIS SOBRINOS** Eliani Lucero, Robert Manuel y Josué Salomón, pues con su ternura y cariño me dan fuerza para seguir luchando.*

***A MIS FAMILIARES Y AMIGOS** Por creer en mí, por estar conmigo en las diferentes etapas de mi vida, por el apoyo moral que siempre me han dado y por tantas cosas más.*

Olimpio Alhuay Alhuay

EPIGRAFE

“Todos tenemos sueños. Pero para convertir los sueños en realidad, se necesita una gran cantidad de determinación, dedicación, autodisciplina y esfuerzo”.

Jesse Owens

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José María Arguedas, espíritu de grandeza que en cuyas aulas se ha formado nuestro pensamiento crítico e intelectual al servicio del pueblo.

A mi asesor Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, por su apoyo y orientación brindada, ha hecho posible la realización satisfactoria de esta tesis.

A los miembros de Jurado, Ing. MSc. Thomas Ancco Vizcarra, Ing. MSc. David Juan Ramos Huallpartupa y Ing. Juvenal Rivas Leguía, quienes contribuyeron decididamente con sus conocimientos para la mejora de mi proyecto e informe final de investigación, con sus acertadas opiniones y respectivas correcciones.

A mis amigos por sus apoyos incondicionales durante mi formación como profesional y en ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
EPÍGRAFE	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2. PAPAYITA NATIVA (<i>Carica pubescens</i>).....	6
2.2.1. Generalidades	6
2.2.2. Taxonomía.....	7
2.2.3. Descripción botánica.....	7
2.2.4. Composición fisicoquímica.....	8
2.2.5. Variedades	9
2.3. NÉCTAR.....	9
2.3.1. Norma técnica peruana para la elaboración de néctares	10
2.3.1.1. Generales	10
2.3.1.2. Fisicoquímicos	10
2.3.1.3. Organolépticos.....	10
2.3.2. Uso de aditivos para néctares.....	11
2.3.2.1. Edulcorante.....	11
2.3.2.2. Conservante	12
2.3.2.3. Acidificantes.....	12
2.4. ESTABILIZANTE	12
2.4.1. Uso de estabilizante en jugos y néctares de fruta	14
2.4.2. Estabilidad de coloides	15
2.4.2.1. Propiedades de los coloides	15
2.4.3. Carboximetilcelulosa	16

2.4.3.1. Propiedades de carboximetilcelulosa	17
2.4.4. Goma xantan	19
2.4.4.1. Propiedades de goma xantan	20
2.5. ANÁLISIS SENSORIAL	22
2.5.1. Propiedades organolépticas.....	22
2.5.2. Pruebas afectivas	24
2.5.3. La escala hedónica	25
2.5.3.1. Escalas hedónicas verbales.....	25
2.5.3.2. Escalas hedónicas graficas.....	26
2.5.4. Panel de catadores	26
2.5.5. Condiciones de prueba	27
2.6. PROPIEDADES FÍSICAS	28
2.6.1. Sedimentación	28
2.6.1.1. Proceso de sedimentación.....	28
2.6.2. Viscosidad	29
2.6.2.1. Esfuerzo de corte.....	30
2.6.2.2. Velocidad de deformación.....	31
2.6.2.3. Propiedades reológicas de los alimentos	31
2.6.3. Densidad	33
CAPÍTULO 3 MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	35
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	35
3.2. MATERIA PRIMA	35
3.3. MATERIAL DE ESTUDIO	35
3.3.1. Población.....	35
3.3.2. Muestra.....	35
3.4. MATERIALES.....	35
3.4.1. Material de laboratorio	35
3.4.2. Equipos.....	36
3.4.3. Reactivos e insumos.....	37
3.4.4. Material vegetal.....	37
3.5. MÉTODOS	37
3.5.1. Proceso de elaboración de néctar de papayita nativa	37
3.6. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.....	42

3.7. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	42
3.7.1. Determinación de la sedimentación	42
3.7.2. Determinación de la viscosidad.....	43
3.7.3. Determinación de la densidad.....	43
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	44
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
3.9.1. Análisis estadístico para las propiedades organolépticas.....	46
3.9.2. Análisis estadístico para las propiedades físicas	47
CAPÍTULO 4 RESULTADO Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADO DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS	48
4.1.1. Color del néctar de papayita nativa	48
4.1.2. Sabor del néctar de papayita nativa	50
4.1.3. Textura del néctar de papayita nativa	51
4.2. RESULTADO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	53
4.2.1. Sedimentación del néctar de papayita nativa	54
4.2.2. Viscosidad del néctar de papayita nativa	55
4.2.3. Densidad del néctar de papayita nativa	58
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición físico química de papayita nativa.....	8
Tabla 2. Hidrocoloides como estabilizantes en jugos y néctares de fruta.....	14
Tabla 3. Cantidad de CMC para néctares.....	17
Tabla 4. Estructura de la escala hedónica de cinco puntos.....	42
Tabla 5. Factores de estudio y codificación de los niveles establecidos	45
Tabla 6. Matriz de diseño experimental	45
Tabla 7. Propiedades organolépticas de néctar de papayita nativa	48
Tabla 8. Propiedades físicas del néctar de papayita nativa.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de carboximetilcelulosa	17
Figura 2. Estructura química de goma xantan.....	20
Figura 3. Proceso de sedimentación por zonas	29
Figura 4. Distribución de la velocidad de deformación	31
Figura 5. Curvas de flujo para diferentes fluidos	33
Figura 6. Diagrama de flujo cualitativo	40
Figura 7. Diagrama de flujo cuantitativo.....	41
Figura 8. Grafica de medias para el color	49
Figura 9. Grafica de medias para el sabor	51
Figura 10. Grafica de medias para la textura	52
Figura 11. Comportamiento de sedimentación.....	54
Figura 12. Gráfico de efectos principales para la viscosidad.....	56
Figura 13. Superficie de respuesta estimada para la viscosidad.....	57
Figura 14. Gráfico de efectos principales para la densidad.....	59
Figura 15. Superficie de respuesta estimada para la densidad.....	60

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

ANOVA	: Análisis de Varianza
°C	: Grados Celsius
CMC	: Carboximetilcelulosa
GX	: Goma Xantan
cP	: Centipoise
g	: Gramos
L	: Litro
kg	: kilogramo
mg	: Miligramo
ml	: Mililitro
NTE	: Norma Técnica Ecuatoriana
NTP	: Norma Técnica Peruana
Pa-s	: Pascal segundo
pH	: Potencial de Hidrogeno
T°	: Temperatura
COVENIN	: Comisión Venezolana de Normas Industriales
SS	: Solidos Solubles
BTA	: Bebidas de Tomate de árbol
Min	: Minuto
m.s.n.m	: Metros sobre el nivel de mar
DCCR	: Diseño Compuesto Central Rotable
DCA	: Diseño Completamente Alazar
DS	: Grado de sustentación
ASTM	: Manual de métodos de prueba sensorial
DBCA	: Diseño en bloques completamente al azar

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la concentración de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas y físicas del néctar de papayita nativa (*Carica pubescens*). La cual se realizó en el laboratorio de procesos agroindustriales y química de la Universidad Nacional José María Arguedas en su primera etapa; mientras en su segunda etapa se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco. El proceso para la elaboración del néctar de papayita nativa se inició con la selección, pesado, lavado, escaldado, pelado, pulpeado, refinado, estandarización, homogenizado, pasteurización, envasado, almacenado. Para la evaluación de las propiedades organolépticas (color, sabor y textura) del néctar de papayita nativa se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), seguido de comparaciones de rangos múltiples utilizando el método Tukey para determinar las diferencias estadísticas y el efecto de la carboximetilcelulosa y goma xantan en el color, sabor y textura del néctar; según los resultados el T5 (0.019 % CMC y 0.10 % GX) tuvo mayor aceptación en cuanto a los atributos de color, sabor y textura del néctar de papayita nativa.

En cuanto a las propiedades físicas (sedimentación, viscosidad y densidad) del néctar de papayita nativa se planteó un Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR), teniendo como factores principales la concentración de carboximetilcelulosa y goma xantan; los tratamientos más adecuados para lograr la estabilidad a la sedimentación y menor separación de fases fueron T3 (0.05 % CMC y 0.15 % GX), T4 (0.20 % CMC y 0.15 % GX), T5 (0.019 % CMC y 0.10 % GX) y T8 (0.125 % CMC y 0.170 % GX). En cuanto a la viscosidad, se determinó que la goma xantan tienen una influencia significativa en la viscosidad del néctar de papayita nativa; los resultados de la viscosidad arrojados por el viscosímetro de rotacional determino que el T5 (0.019 % CMC y 0.10 % GX) tiene mejor viscosidad, con 12.245 ± 0.0503 mPa.s. En cuanto a la densidad, se determinó que el porcentaje de carboximetilcelulosa y goma xantan tienen una influencia significativa.

Palabra clave: Carboximetilcelulosa, goma xantan, propiedades organolépticas, viscosidad.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the influence of the concentration of carboxymethylcellulose and xanthan gum on the organoleptic and physical properties of the nectar of native papaya (*Carica pubescens*). Which was carried out in the laboratory of agroindustrial and chemical processes of the National University José María Arguedas in its first stage; while in its second stage it was carried out in the chemistry laboratory of the National University San Antonio Abad the Cusco. The process for the elaboration of native papaya nectar began with the selection, weighed, washed, blanched, peeled, pulped, refined, standardized, homogenized, pasteurized, packed, stored. For the evaluation of the organoleptic properties (color, taste and texture) of the native papaya nectar, a Completely Randomized Design (DCA) was used, followed by multiple range comparisons using the Tukey method to determine the statistical differences and the effect of the carboxymethylcellulose and xanthan gum in the color, taste and texture of the nectar; according to the results, T5 (0.019 % CMC and 0.10 % GX) had greater acceptance regarding the color, flavor and texture attributes of the native papaya nectar.

Regarding the physical properties (sedimentation, viscosity and density) of the native papaya nectar, a Rotable Central Compound Design (CRCC) was proposed, having as main factors the concentration of carboxymethylcellulose and xanthan gum; the most suitable treatments to achieve stability to sedimentation and lower phase separation were T3 (0.05 % CMC and 0.15 % GX), T4 (0.20 % CMC and 0.15 % GX), T5 (0.019 % CMC and 0.10 % GX) and T8 (0.125 % CMC and 0.170 % GX). Regarding the viscosity, it was determined that xanthan gum has a significant influence on the viscosity of native papaya nectar; the results of the viscosity thrown by the rotational viscometer determined that the T5 (0.019 % CMC and 0.10 % GX) has better viscosity, with 12.245 ± 0.0503 mPa.s. In terms of density, it was determined that the percentage of carboxymethylcellulose and xanthan gum have a significant influence.

Keyword: Carboxymethylcellulose, xanthan gum, organoleptic properties, viscosity.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

La provincia de Andahuaylas se caracteriza por su excelente desarrollo agropecuario debido a los recursos naturales que posee, lo cual hace de ella una provincia que presenta condiciones favorables para el desarrollo agroindustrial; sin embargo presenta limitaciones debido a la falta de empresas que promuevan la agroindustria, que impliquen la reactivación económica, productiva y la oferta de productos nativos con valor agregado. El néctar de papayita nativa actualmente se elabora de forma artesanal observándose diferentes problemas de carácter sensorial y físico que el consumidor los percibe y no es de su agrado. Los defectos que presentan los néctares elaborados de papayita nativa son la inestabilidad de color, separación de fases, defectos en la textura, etc. Pues los sólidos de los mismos precipitan en el fondo del envase, la cual le da una apariencia desagradable al consumidor. Por ello para darle una mejor apariencia, consistencia y textura se utilizan sustancias estabilizadoras; es necesario determinar la mezcla de estabilizante adecuado a utilizar en el néctar de papayita nativa que permita superar la inestabilidad de las partículas en suspensión y le dé mejores características organolépticas (color, sabor y textura) y físicas (sedimentación, viscosidad y densidad).

Los hidrocoloides son polisacáridos o sustancias de alto peso molecular, utilizados en suspensiones alimentarias como estabilizantes, debido a que aumentan la viscosidad de la fase continua y conducen a la ionización de partículas en soluciones acuosas (Genovese y Lozano, 2006). Dado que las partículas en bebidas de frutas están cargadas negativamente, se espera que la adición de hidrocoloides aniónicos aumente las fuerzas de repulsión electrostática entre partículas. La goma xantán (GX) y carboximetilcelulosa (CMC) son polisacáridos hidrofílicos cargados negativamente, conduciendo a la estabilización estérica y electrostática de partículas insolubles (Liang et al., 2006). A pesar que se utilizan en pequeñas concentraciones (<1.0 % p/p), tienen una alta capacidad de retención de agua logrando regular las características reológicas y texturales de sistemas alimentarios, la creación de una estructura tipo gel y brindar estabilidad física (Sahin y Ozdemir, 2007).

La inestabilidad física o separación de fases en los néctares de papayita nativa es percibida por el consumidor como un indicativo de calidad deficiente, la cual se puede prevenir mediante la aplicación de hidrocoloides alimentarios. La elección del

carboximetilcelulosa y la goma xantan para este estudio, se debió principalmente, en que ambos estabilizantes comparten propiedades reológicas semejantes tales como: proporcionan buena estabilidad del medio en el que se emplean (aumentando la viscosidad), son estables a tratamientos térmicos, son compatibles con otros hidrocoloides, entre otros. Por lo cual el objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas (color, sabor y textura) y físicas (sedimentación, viscosidad y densidad) del néctar de papayita nativa (*Carica pubescens*) y los objetivos específicos planteados para la siguiente investigación fueron los siguientes:

- Determinar la influencia de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas del néctar de papayita nativa (*Carica pubescens*).
- Determinar la influencia de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades físicas del néctar de papayita nativa (*Carica pubescens*).

CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Gutiérrez y Segil (2016), evaluaron el efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar mixto del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) y aguaymanto (*Physalis peruviana*), para lo cual se utilizó dos concentraciones de carboximetilcelulosa (0.15 % y 0.50 %). Para el análisis sensorial, usó un diseño en bloques completamente al azar DBCA empleando el Software del Statgraphics Centurión donde se realizó la prueba de ANOVA multifactorial y la prueba de Tukey al 95 % de confianza, asimismo se seleccionó y capacitó al panel quienes tuvieron a cargo de realizar el análisis sensorial de las doce muestras. Esto fue evaluado mediante una escala hedónica desde 1 hasta 5, que significaba desde muy pobre hasta excelente, la formulación más aceptada fue a 0.15 % de CMC, el mismo que estadísticamente tuvo la mayor calificación en todas las variabilidades sensoriales; color, olor, sabor y textura y una calificación media de 4.06, la cual se califica en la escala buena, acercándose a lo excelente.

Figueroa (2016), en su investigación desarrollo de una bebida obtenida de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) enriquecida con aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller). Menciona que la incorporación de hidrocoloides ayudó a controlar la separación de fases de las bebidas durante el almacenamiento. Concentraciones de GX y CMC \geq 0.05 % p/p, fueron adecuadas en la estabilidad física de las bebidas, sin afectar significativamente propiedades fisicoquímicas, parámetros de color y atributos sensoriales. Los tratamientos T11 (Aloe vera: 1 %, GX: 0.092 % y CMC: 0.05 %) y T16 (Aloe vera: 1.5 %, GX: 0.075 % y CMC: 0.075 %) se definieron como tratamientos más adecuados en la estabilidad física de las bebidas, expresados en nulas velocidades de sedimentación, sin afectar significativamente las propiedades fisicoquímicas y parámetros de color. En cuanto a las características reológicas de las bebidas los resultados mostraron que para el rango de concentraciones y temperaturas estudiadas, las bebidas formuladas mostraron un comportamiento pseudoplástico donde el modelo de Ley de Potencia mostró el mejor ajuste con relación a los datos experimentales. Los tratamientos T11 (Aloe vera: 1 %, GX: 0.092 % y CMC: 0.05 %), T18 (Aloe vera: 0.5 %, GX: 0.075 % y CMC: 0.025 %) y T16 (Aloe

vera: 1.5 %, GX: 0.075 % y CMC: 0.075 %) se valoraron como los más adecuados, asociado al aumento del coeficiente de consistencia (K) y se asumen como excelente indicadores de estabilidad en suspensiones. Los coeficientes de determinación del modelo de ajuste para la concentración de SST y densidad en bebidas de tomate de árbol, fueron mayores a 0.80. La prueba de ajuste permite establecer que los modelos estimados describen adecuadamente la tendencia de las variables fisicoquímicas, en función de la adición de hidrocoloides y aloe vera ($p > 0.05$).

Otazu (2014), en su investigación caracterización de la velocidad de decantación en néctar de piña (*Ananas comusus*) con diferentes concentraciones de estabilizante, el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar la velocidad de decantación y los cambios de la textura, estas fueron estudiadas a dos diferentes concentraciones de estabilizante CMC de 0.10 %, 0.15 % y 0 %. Los resultados mostraron que la concentración más adecuada de estabilizante que reduce la velocidad de decantación por lo tanto también el tiempo decantación, fue el tratamiento de 0.15 % de estabilizante.

Saravia (2011), en su investigación optimización de la formulación del néctar de naranja con zanahoria para mejorar el sabor y reducir mermas; concluye que el estabilizante (goma xantán al 0.1 %) utilizado por la empresa alimentos Kilmu, mostró un mejor desempeño al disminuir la separación de fases; en comparación a los resultados que se obtuvieron con la utilización del almidón modificado al 1 % y 3 % y sin uso de estabilizantes.

Lemos (2012), estudió las mezclas de hidrocoloides en la estabilización del néctar de caju: aspectos reológicos y sensoriales. El objetivo general de esta investigación fue obtener una mezcla de hidrocoloides eficiente en la estabilización física del néctar de cajú; empleando un diseño factorial 2^2 con tres puntos centrales, las mezclas de hidrocoloides (Goma guar, goma xantán, goma Kappa-carragena y goma gelana) que se estudiaron fueron 0.1 % y 0.5 % de concentración, se estudió la densidad relativa usando el método del picnómetro. Los resultados mostraron que los néctares de caju presentaron valores de densidad relativa en rango de 1.0465 g / ml a 1.0523 g / ml, con diferencia no significativa al 5 % del nivel de confianza.

Nwaokoro y Akanbi (2015), estudiaron el efecto de la adición de hidrocoloides (carboximetilcelulosa, goma xantán y goma guar) a una mezcla de jugos de tomate y

zanahoria; donde menciona que la adición de hidrocoloide fue capaz de estabilizar y mejorar la estabilidad de color, mientras que en los resultados sensoriales mostraron que la adición de hidrocoloide aumentó la aceptabilidad de la mezcla de jugo ($p < 0.05$) en color, nivel de sedimentación y aceptabilidad general se prefirió el producto con hidrocoloide.

Grández (2008), en su investigación evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones; utilizó el viscosímetro Brookfield (mod. DV-II), a una velocidad de 100 rpm, en lo cual establece que un néctar no debe de ser muy viscoso, encontrando hasta 13.8 mPa.s de viscosidad.

Genovese y Lozano (2001), estudiaron la influencia de la goma de xantan (XG) y la carboximetilcelulosa (CMC) en la estabilidad coloidal del jugo de manzana nublada. Concentraciones de 0.4 - 0.5 % inhibieron completamente la clarificación del jugo. Dado que la GX tiene la capacidad de aumentar la viscosidad aparente de la fase dispersa, mientras que el CMC por ser un hidrocoloide electronegativo cuando se añade a suspensiones aumenta las fuerzas de repulsión electrostáticas entre partículas, otorgando estabilidad a suspensiones alimentarias.

Akkarachaneeyakorn y Tinrat (2015), investigaron los efectos de carboximetilcelulosa (0.1 %, 0.3 % y 0.5 %) y goma xantan (0.1 %, 0.3 % y 0.5 %) en características físicas y sensoriales en el jugo de mora; la metodología que utilizó para determinar las características sensoriales fue en una escala hedónica de 9 puntos para un conjunto de atributos: apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general donde 9 = me gusta mucho y 1 = me disgusta extremadamente. Dando como resultado que el tipo y la cantidad de estabilizador no tuvieron efecto en la apariencia, color, sabor, textura y aceptabilidad general del jugo, pero sí afectó el olor. La goma de xantan impregnada el jugo con un olor más aceptable que el CMC.

Gaviria *et al.* (2009), en su trabajo evaluó la mezcla más adecuada de los estabilizantes goma guar, goma xantan y carragenina iota en la bebida láctea tipo kumis. Utilizó tres concentraciones de estabilizante (0.08 %, 0.10 % y 0.12 %), y comparada con un control (sin adición de estabilizante) en el producto lácteo tipo kumis. La mezcla óptima encontrada fue de 93 % goma xantan y 7 % goma guar, y los parámetros empleados para su evaluación fueron fisicoquímicos reométricos y sensoriales. Según los resultados, el nivel óptimo de concentración de la mezcla de

hidrocoloides fue 0.12 %; con diferencia significativa ($p < 0,05$) frente a los otros tratamientos.

Díaz *et al.* (2009), en su investigación evaluó el efecto de la adición de inulina y carboximetilcelulosa en el grado de aceptabilidad de un néctar de durazno, también determinó viscosidad con un viscosímetro brookfield, modelo LVDVE 115, utilizando una aguja N° 61 a 100 rpm y un rango de 60 mPa.s. La mezcla óptima encontrada fue 0.5 % de inulina y 0.13 % de CMC, encontrando así una viscosidad de 19.37 mPa.s.

Panchi G. (2013), en su investigación determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles. Dando como resultado que a medida que incrementa los °Brix, de igual manera lo hace la densidad, además se observó que los datos se orientan a una correlación de tipo lineal con un coeficiente de correlación de 0.993 a una temperatura de 20 °C. La variación de la densidad entre las muestras analizadas fue igual, por ello las curvas de densidad versus (°Brix) son las mismas.

Carmen O. (2015), en su investigación determinación de parámetros adecuados para la obtención de néctar a partir de tamarindo (*Tamarindus indica L*); con respecto a los porcentajes de carboximetilcelulosa, empleó tres porcentajes de 0.05 %, 0.1 % y 0.15 %. En el cual resultó el 0.1 % el más adecuado para estabilizar el néctar de tamarindo durante el tiempo de almacenamiento que fueron 60 días, teniendo buenas reacciones con la estabilidad del néctar, a la vez se encontró que la densidad con CMC al 0.1 % fue 1.054 g / cm³ 1.055 g /cm³, obteniéndose una variabilidad mínima.

2.2. PAPAYITA NATIVA (*Carica pubescens*)

2.2.1. Generalidades

La papaya de nativa (*Carica pubescens*) crece en climas templados a subcálidos. En los Andes, estas zonas se ubican entre los 2000 - 3000 m.s.n.m. según la latitud y corresponden a las zonas agroecológicas de jalca y quechua, en el Perú, con precipitaciones anuales entre 500 - 1000 mm. La distribución geográfica de *Carica pubescens* es amplia a lo largo de los Andes. Abarca las vertientes occidentales, orientales y valles interandinos, desde Colombia hasta Bolivia. (Hernández y León, 1992 citado por Zapana, 2011).

Su fruto es muy popular en la región del altiplano Cundiboyacense, debido a su intenso y agradable aroma a sus propiedades medicinales (antitusivo y para el tratamiento de la arteriosclerosis). Antes de alcanzar la madurez, el fruto exuda un látex, al que se le han atribuido propiedades medicinales para el tratamiento de la micosis y otras enfermedades de la piel. Generalmente, no se consume al natural, sino procesada en forma de jugos o conservas. Esta planta pertenece al género *Carica*, originario de América tropical y subtropical, compuesto por más de 40 especies nativas, entre las que se destaca la papaya (*Carica papaya*) por ser la más conocida y distribuida en las zonas tropicales. La especie andina *Carica pubescens* se cultiva con éxito en las huertas caseras debido a sus cualidades ornamentales (Purdue, 2004) y principalmente por sus frutos, aunque otras partes de la planta tienen importancia medicinal. Los frutos, en estado maduro, se utilizan en la repostería familiar, en la elaboración de mermeladas y bebidas. (Hernández y León, 1992 citado por Zapana 2011)

2.2.2. Taxonomía

Badillo (1967) citado por Torres (1995), menciona que la papaya nativa cultivada en Arequipa es una especie clasificada por Lenne et Koch de la siguiente forma:

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Subclase	: Archichlamydeae
Orden	: Violales
Familia	: Caricaceae
Género	: <i>Carica</i>
Especie	: <i>Carica pubescens</i>

2.2.3. Descripción botánica

Es una especie herbácea de porte considerable, relativamente perenne, puede medir de 3 m a 6 m de alto. Tallo grueso y carnoso de consistencia blanda, puede o no ser ramificado y de base muy ancha. Los frutos son bayas ovoides o cónicas, ricas en papaína, enzima proteolítica; con 5 lóbulos los que corresponden a los 5 carpelos del ovario. Su forma y tamaño varía un tanto de acuerdo al sexo de la flor que le dio origen. La baya es de color amarillo o anaranjado cuando madura, bastante pulposa y esta

pulpa es de color blanquizco; es multiseminado, sin embargo, sin arreglo especial dentro del fruto (Torres, 1995). Por otro lado García (1992), en su investigación reportó que la papayita nativa es una planta arborescente que alcanza hasta 10 m de alto; tiene hojas grandes que se distinguen de las de la papaya por su forma y por la presencia de una pubescencia que cubre las hojas y las flores. El fruto es muy aromático, de color amarillo claro, oblongo-elíptico, truncado en la base y agudo en el ápice, de 8 a 11 cm de largo y 5 a 6 cm de diámetro, con cinco costillas muy pronunciadas. Se propaga usualmente por medio de semillas previo almacigo; cuando las plantitas alcanzan de 10 a 20 cm se hace el trasplante en tierra suelta, fértil y de fácil drenaje, requisitos indispensable para que la planta una larga vida y se obtengan buenas cosechas (Calzada, 1980). Las condiciones ideales del suelo para su cultivo son: buen drenaje, textura media, buena profundidad, fertilidad moderada, pH neutro y un alto contenido de materia orgánica. Requiere de un clima sub tropical donde no existe grandes fluctuaciones térmicas entre día y la noche ni entre las estaciones del año, puede tolerar - 0.5 °C pero lo ideal es que no existan heladas (Torres, 1995).

2.2.4. Composición fisicoquímica

Tabla 1. Composición físico química de papayita nativa

Contenido	Pulpa fresca (g /100 g)
Humedad	90.70
Proteína	1.32
Grasa	0.14
Ceniza	2.15
Fibra	4.93
Carbohidratos	5.69
Vitamina C	0.053
Papaina	0.353
Kilocalorias (Kcal)	29.30

Fuente: Muñoz (2006).

2.2.5. Variedades

Medina (1987) citado en Meza (1995), indica que en el Perú existen otras especies de carica y son las siguientes:

- ***Carica candicans***: Denominado Mito en el centro, Jerju en Parinacochas y Ullucanan en Carumas; es un arbusto de 3 m de alto, con un grosor considerable del tronco y ramas, presenta hojas grandes con la cara superior oscura, y la parte inferior con una especie de tomento blanco, las flores aparecen en aglomeraciones axilares y de color verde.
- ***Carica paniculata***: se encuentra mayormente en el noreste del Perú, y su tallo llega a 1.50 m presenta penachos de hojas grandes con peciolos largamente desarrollados. El tallo nace de un tubérculo subterráneo que almacena agua, las flores son rosadas y nacen del ápice del tallo.
- ***Carica acuta***: llamada también Calasacha, es un arbolillo de la sierra andina de Apurímac, sus troncos son delgados pudiendo alcanzar hasta 10 m de tamaño. Es abundante en valle de Mantaro.
- ***Carica augusti***: suele hallarse en la ceja de Apurímac, entre los 2600 y 3100 m.s.n.m. es un arbusto de tallo muy ramificado, formando montes con muchos árboles, sus frutos son muy aromáticos y dulces.

2.3. NÉCTAR

El néctar de fruta es el producto sin fermentar, pero fermentable que se obtiene añadiendo agua, con o sin adición de azúcar, miel, jarabes y/o edulcorantes al zumo (jugo) de fruta, el zumo (jugo) de fruta concentrado, los purés de fruta o purés de fruta concentrados o una mezcla de estos productos. Se le pueden añadir sustancias aromáticas, componentes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deben proceder del mismo tipo de fruta y haberse obtenidos por medios físicos idóneos. Los productos pueden elaborarse a base de una fruta o una mezcla de frutas. Ejemplos: néctar de pera y néctar de melocotón. (CODEX STAN 247-2005).

Según Normas Técnicas Peruanas NTP 203.110-2009 el néctar es el producto constituido por el jugo y pulpa de fruta finamente dividido y tamizados, adicionados con agua y azúcar, y se requiere de ácido orgánico apropiado; el producto debe ser conservado por tratamiento térmico.

2.3.1. Norma técnica peruana para la elaboración de néctares

2.3.1.1. Generales

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana que rigen para la elaboración de néctares, se tiene los siguientes requisitos:

- El néctar debe elaborarse en buenas condiciones sanitarias, con frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas. Puede prepararse con pulpas concentradas, elaboradas o conservadas siempre que reúna los requisitos mencionados.
- El néctar puede llevar en suspensión partículas oscuras, pero no debe de tener fragmentos macroscópicos de cáscaras, semillas u otras sustancias gruesas y duras.
- Se puede agregar ácido cítrico o ácido ascórbico como antioxidante, si es necesario, estabilizador apropiado, pero no colorantes artificiales. (INDECOPI, 2009).

2.3.1.2. Físicoquímicos

- Sólidos solubles de 13 a 18 grados °Brix a 20 °C.
- Acidez titulable (expresada en ácido cítrico anhidro g/100 cm³): máximo 0.6; mínimo 0.4.
- 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.
- Sorbato de Potasio en g/100 cm³: máximo 0.05.

2.3.1.3. Organolépticos

- Sabor: similar al del jugo fresco y maduro, sin gusto a cocido, oxidación o sabores objetables.
- Color y olor: semejante al jugo de fruta y pulpa recién obtenidas del fruto fresco y maduro de la variedad elegida. Debe tener un olor aromático.
- Buena apariencia: se admite trazas de partículas oscuras (INDECOPI, 2009).

2.3.2. Uso de aditivos para néctares

Se entiende por aditivo a cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorarlas cualidades nutricionales (CODEX STAN 162, 1995). En general, el objetivo de producir productos naturales como los néctares, es obtenerlo de la forma más natural posible, sin embargo, muchas veces es necesario adicionar ciertas sustancias que mejoren las características organolépticas del producto, y aumenten su vida útil (Charley, 1991). Estas sustancias son los aditivos alimentarios, su uso y composición está establecido de acuerdo a las normas nacionales de aditivos alimentarios Norma Técnica Peruana (NTP, 1987). La variación en el uso de los aditivos dentro del rango establecido, se da de acuerdo a la materia prima, las características del consumidor y las condiciones ambientales para su almacenamiento.

2.3.2.1. Edulcorante

Los néctares en general contiene dos tipos de azúcar: el azúcar natural que aporta la fruta y el azúcar que se incorpora adicionalmente. El azúcar le confiere al néctar el dulzor característico. La azúcar blanca es más recomendable porque tiene pocas impurezas, no tiene coloraciones oscuras y contribuye a mantener en el néctar el color, sabor y aroma natural de la fruta. El azúcar rubia es más nutritivo que la azúcar blanca, pero le confiere al néctar un aspecto oscuro, sin brillo y con sabor acaramelado.

Entre otros tipos de azúcar, se puede mencionar: la chancaca, miel de abeja, miel de caña, etc. En todo caso el uso de cualquier tipo de azúcar dependerá de su costo, disponibilidad en la zona y de las exigencias del mercado.

La concentración o contenido de azúcar en un néctar se mide a través de un refractómetro, que mide el porcentaje de sólidos solubles expresados en grados °Brix o mediante un densímetro, expresados en grados baumé o °Brix. Según la Norma Técnica Peruana 1987, los néctares deben tener un contenido de azúcar que puede variar entre 13 a 18 grados °Brix.

2.3.2.2. Conservante

En el procesamiento de los alimentos, se realiza el tratamiento térmico con la finalidad de eliminar los posibles microorganismos que contiene la materia prima, entre los tratamientos térmicos tenemos la pasteurización y la esterilización comercial, con estos tratamientos se elimina la mayoría de patógenos, pero muchos de los microorganismos como las esporas de los hongos sobreviven a la esterilización comercial, es por estos motivos que es necesario usar sustancias que impidan el desarrollo de los microorganismos sobrevivientes a los tratamientos térmicos (Braverman, 1980). Dentro de la industria de los néctares se usan varios conservantes, tenemos:

Ácido benzoico y sus sales: Bacteriostático, inhibe el crecimiento de levaduras y hongos, su actividad es mayor a pH 3.0 (Carbonel, 1973).

Ácido sórbico y sus sales: El ácido es fungicida más importante fisiológicamente inocuo El pH tiene poca actividad contra las bacterias (Carbonel, 1973).

2.3.2.3. Acidificantes

El pH de los néctares deben estar entre 3.33 - 4.0, la mayoría de los néctares no alcanzan naturalmente este pH, por eso es necesario adicionar ácidos orgánicos para ajustar la acidez del producto. La acidez no solo le da un sabor al producto, también tiene la finalidad de dar un medio que implica el desarrollo de los microorganismos. El ácido cítrico es el acidificante más utilizado en la industria de los néctares (Badui, 2006).

2.4. ESTABILIZANTE

Hanzah, 2009 citado en Otazu, 2014, Afirma que en los refrescos, los hidrocoloides se utilizan a veces para dar la sensación de engrosamiento en la boca, así como para mejorar sabores, en bebidas no alcohólicas con una naturaleza turbia, también pueden ser utilizados como agentes de ajuste de densidad y para prevenir la

precipitación de la nube además que estos hidrocoloides pueden influir en el ritmo y la intensidad de la liberación del sabor a través de un atrapamiento físico de las moléculas de sabor dentro de la matriz del alimento, o a través de un enlace específico o no específico de las moléculas de sabor.

Los hidrocoloides pueden tener efectos notables en el color y la apariencia de los alimentos, ya sea intencionalmente o de manera no intencional. Estos efectos se pueden percibir como positivos y negativos dependiendo de los parámetros alimentarios deseados y qué hidrocoloides se utilizan. Uno de los principales efectos es el aumento de la opacidad en los alimentos que pueden ser causados por hidrocoloides. Si el producto deseado es una bebida clara, la opacidad será negativa, pero en muchos productos se busca la opacidad (Laaman, 2011).

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 gelación, pero no todos los hidrocoloides la presentan (Badui, 2006).

En jugos de frutas coexisten partículas con núcleos cargados positivamente (hidratos de carbono, proteínas) rodeado de material celulósico cargado negativamente (pectina nativa). La degradación de pectinas expondría los núcleos positivos, puede conllevar a la agregación de polianiones y policationes, y finalmente la floculación de partículas (Genovese y Lozano, 2001).

Para garantizar la estabilidad de suspensiones alimentarias, como jugos o néctares de frutas, durante el almacenamiento prolongado se ha potencializado el uso de coloides hidrofílicos (Tabla 2). Dado que las partículas en suspensión están cargadas negativamente se espera que la adición de hidrocoloides aniónicos aumente las fuerzas de repulsión electrostática entre partículas. Asimismo, la absorción de macromoléculas de goma sobre las partículas puede dar lugar a la repulsión estérica (Genovese y Lozano, 2001). Sahin y Ozdemir, (2007) argumentan que las gomas alimentarias mejoran la textura y propiedades reológicas de suspensiones, a través, de un aumento de la viscosidad en la fase continua disminuyendo el proceso de separación de fases.

2.4.1. Uso de estabilizante en jugos y néctares de fruta

Tabla 2. Hidrocoloides como estabilizantes en jugos y néctares de fruta.

Hidrocoloides	Efectos	Referencia
GX y CMC. (Jugo de manzana)	Aumento de viscosidad con la incorporación de gomas. Comportamiento pseudoplástico. Aumento de repulsión electrostática. Aumento de turbidez de la fase clarificada. Mejor estabilidad del jugo con CMC.	Genovese y Lozano, (2001)
GX, CMC, pectina (Jugo de manzana)	Buena estabilidad, aumento de viscosidad y turbidez (cloudiness). Disminución de atributos sensoriales, particularmente el sabor.	Ibrahim <i>et al.</i> , (2011)
GX, goma guar. (Jugo de manzana)	Buena estabilidad, aumento viscosidad de la fase continua. Mejor estabilidad con goma xantan. Comportamiento pseudoplástico.	Paquet <i>et al.</i> , (2014)
GX, CMC, goma gelan, goma guar. (Jugo de zanahoria)	Aumento de viscosidad y turbidez, con la adición de gomas. Control de la separación de fases. Mejor estabilidad del jugo con goma gelan.	Liang <i>et al.</i> , (2006)
Proteína de soja (Jugo de guanábana)	Aumento de viscosidad, comportamiento pseudoplástico, mejor ajuste al modelo de Cross. Reducción del índice y velocidad de sedimentación. Buen ajuste a la ecuación cinética de primer orden.	Fasolin y Cunha (2012).
GX, CMC y guar. (Jugo mixto, zanahoria-naranja)	Control de la sedimentación. Aumento de la viscosidad. Cambio en propiedades fisicoquímicas (pH y acidez)	Nwaokoro y Akanbi (2015).
Pectina, CMC (Bebida de naranja)	Aumento de la viscosidad y diferencial de potencial. Disminución de propiedades fisicoquímicas (pH). Incremento de la turbidez.	Mirhosseini y Tan, (2010).

Fuente: Figueroa (2016).

2.4.2. Estabilidad de coloides

Una dispersión es un sistema polifásico en el cual una fase se encuentra fragmentada dentro de otra. Existen tres tipos de sistemas dispersados denominados espuma, emulsión o suspensión. La fase fragmentada es una cierta cantidad de materia gaseosa, líquida o sólida, que se llama burbuja, gota o partícula si son de tamaño macroscópico. Una suspensión es una dispersión coloidal en el cual un sólido se dispersa (fase interna) en una fase líquida continua (fase externa). Las suspensiones pueden ser acuosas o no acuosas (Pérez, 2009). El rango clásico del tamaño de las dispersiones coloidales oscila entre 1nm - 1mm, y se asume que las especies dispersas tienen forma esférica. Cuando se considera otras formas, partículas con diámetros de hasta 2 mm pueden ser descritas como coloides. En la práctica, las suspensiones por lo general tienen diámetros mayores que 0.2 mm, y a su vez contienen partículas que exceden los límites del rango clásico (50 - 10 mm de diámetro). Los tamaños de las partículas también pueden estar por debajo del límite de tamaño estándar citado anteriormente, conociéndose como suspensiones de nanopartículas (Schramm, 2005).

2.4.2.1. Propiedades de los coloides

a. Adsorción

Por su tamaño, las partículas coloidales tienen una relación área / masa extremadamente grande, por ello son excelentes materiales adsorbentes. En la superficie de las partículas existen fuerzas llamadas de Van der Waals e incluso enlaces inter-atómicos que al estar insatisfechos pueden atraer y retener átomos, iones o moléculas de sustancias extrañas. A esta adherencia de sustancias ajenas en la superficie de una partícula se le llama adsorción. Las sustancias adsorbidas se mantienen firmemente unidas en capas que suelen tener no más de una o dos moléculas (o iones) de espesor. Aunque la adsorción es un fenómeno general de los sólidos, resulta especialmente eficiente en dispersiones coloidales, debido a la enorme cantidad de área superficial (Valenzuela, 1995).

b. Efecto Tyndall

Consiste en que un haz luminoso se hace visible cuando atraviesa un sistema coloidal. Este fenómeno se debe a que las partículas coloidales dispersan la luz en todas las direcciones haciéndola visible (Valenzuela, 1995).

c. Movimiento browniano

Se conoce como movimiento browniano en memoria del botánico inglés Robert Brown, quien observó por primera vez este movimiento irregular de partículas en 1827, mientras estudiaba con el microscopio el comportamiento de los granos de polen suspendidos en agua. El movimiento browniano impide que las partículas coloidales se asienten o formen sedimentos (Valenzuela, 1995).

d. Electroforesis

Consiste en la migración de partículas coloidales cargadas dentro de un campo eléctrico. Las partículas coloidales absorben iones en su superficie cargándose positiva o negativamente, aunque todo el sistema coloidal es eléctricamente neutro, estas partículas viajan hacia los electrodos mediante fuerzas eléctricas de atracción (Valenzuela, 1995).

e. Diálisis

Se define como el movimiento de iones y moléculas pequeñas a través de una membrana porosa, llamada membrana dialítica o dializante, pero no de moléculas grandes o partículas coloidales. En los coloides, la diálisis permite purificar el sistema coloidal, puesto que se eliminan iones y otras moléculas pequeñas consideradas impurezas. Se utilizan como membranas dialíticas, el celofán y las membranas de origen animal (Valenzuela, 1995).

2.4.3. Carboximetilcelulosa

La CMC es un polisacárido lineal aniónico derivado de la celulosa regenerada con ácido hidroacético o monocloroacetato de sodio. Su cadena consiste en residuos de D-dlucosa unidos por enlaces β -1,4 y es producida como sal de sodio (Figura 1). Es un polímero aniónico soluble en agua capaz de formar soluciones muy viscosas, que le confieren excelentes propiedades como estabilizante. CMC es ampliamente utilizado como espesante, aglutinante de agua, coadyuvante en proceso de encapsulación y formación de películas en la industria alimentaria y farmacéutica; con el fin de mejorar las propiedades de consistencia y de flujo (Yasar *et al.*, 2007).

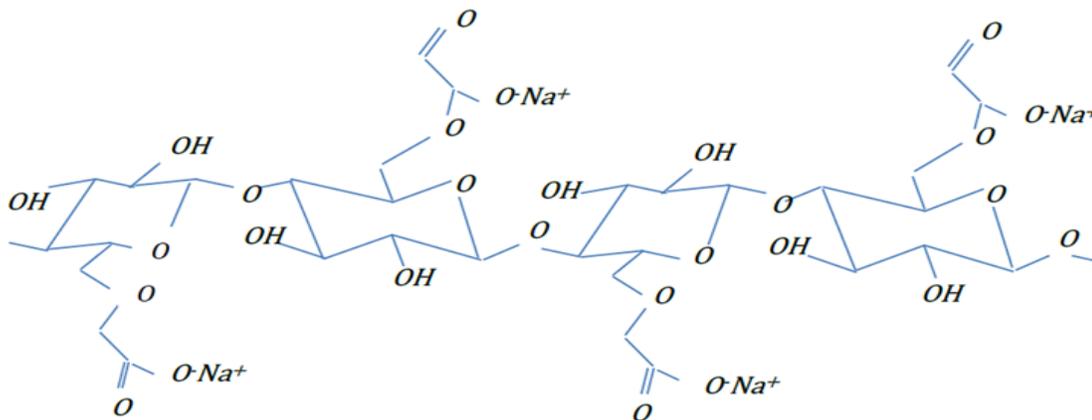


Figura 1. Estructura química de carboximetilcelulosa

Fuente: Atzi y Ainia, (1999)

El tipo de estabilizante y la concentración depende de la materia prima, pues muchas frutas contienen cantidades necesarias de pectina que actúa como estabilizante, alguna contiene poco o escasa pectina y que si es necesario usar este aditivo (Coronado, 2001). La tabla 3, indica la cantidad de estabilizante que se requiere para los néctares de algunas frutas:

Tabla 3. Cantidad de CMC para néctares

Fruta	% de estabilizante CMC
Frutas pulposas	0.07 %
Por ejemplo manzana, mango, durazno	
Frutas menos pulposas	0.10 - 0.15 %
Por ejemplo poro poro, granadilla, maracuyá.	

Fuente: (Coronado, 2001)

2.4.3.1. Propiedades de carboximetilcelulosa

a. Grado de sustitución

Los éteres de celulosa son caracterizados por: su viscosidad en solución, naturaleza química del sustituyente, grado de sustitución (DS), pureza, propiedades reológicas, solubilidad y compatibilidad. El grado de sustitución (DS) está definido por el número promedio de grupos hidroxilo sustituidos por una unidad anhidroglucosa. Cada unidad

anhidroglicosa tiene 3 grupos hidroxilos disponibles para un DS máximo de tres. La habilidad que tiene un éter de celulosa para funcionar como un espesante o agente controlador de flujo de fluidos (control del comportamiento reológico), depende en gran medida en el DS. Propiedades como la compatibilidad de la sal, estabilidad térmica, estabilidad coloidal, actividad superficial, dependen primariamente de la naturaleza del sustituyente. De acuerdo a estas características, una gran variedad de éteres de celulosa se fabrica para cubrir necesidades específicas en aplicaciones industriales (Badui, 2006).

b. Dispersión y disolución de la CMC

La CMC es soluble en agua fría y caliente, sin embargo, al igual que todos los polímeros solubles en agua, las partículas de CMC tienen la tendencia a aglomerarse y formar grumos cuando es humectada en agua. Los tipos de CMC con mayor tamaño de partícula se dispersan fácilmente en agua, pero requieren mayor tiempo de disolución, este CMC es recomendado cuando no se dispone de un sistema de agitación adecuado, para aplicaciones que requieren una disolución rápida es recomendable emplear la CMC con un tamaño de partícula fina (Luque, 2008).

El grado de sustitución de la CMC y el peso molecular inciden también en la velocidad de dilución, a medida que se incrementan la sustitución y/o se disminuye el peso molecular, se consigue una más rápida disolución. Para obtener una buena solución, es necesario considerar dos etapas en la disolución:

- Dispersar el polvo seco de CMC en agua
- Disolver las partículas humectadas.

Para conseguir una buena dispersión debe adicionarse muy lentamente la CMC en el agua y para disolver las partículas humectadas debe contarse con una vigorosa agitación.

c. Efectos de la temperatura y pH en la CMC

Cubero y Albert, (2002), establecen que a diferencia de otros éteres de la celulosa como a metilcelulosa que con el calentamiento coagulan, las soluciones de CMC no se alteran con este, solo presenta variaciones de viscosidad, la cual disminuye al aumentar la temperatura, en otras palabras, bajo condiciones normales el efecto de la temperatura sobre la viscosidad es reversible, también corroboran que las

soluciones de CMC mantienen una viscosidad constante y su máxima estabilidad se da en un rango de pH que va de 6 a 9.4, por debajo de pH 4 hay transformación de la CMC en ácido carboximetilcelulósico, el cual flocula, dando viscosidades superiores, por encima de pH 10, la viscosidad disminuye notablemente.

d. Compatibilidad de la CMC

La CMC es compatible con muchos otros coloides orgánicos como almidones, gelatinas, alginatos, harinas, éteres y este celulósicos, detergentes tensoactivos, gomas, alcohol de polivinilo y en general con la mayoría de los polímeros aniónicos solubles. La compatibilidad de la CMC con las sales inorgánicas depende de la capacidad del catión añadido para formar una sal soluble de carboximetilcelulosa. Los cationes divalentes como el calcio, bario, cobalto, magnesio, no forman geles con la CMC. Las sales trivalentes forman precipitados insolubles con la CMC y de la manera como se pongan en contacto la sal y el CMC. La CMC sustituida presenta una mayor tolerancia a la mayoría de las sales, esta tolerancia también se puede favorecer disolviendo previamente la CMC en agua antes de la adición de la sal (Vargas, 2008).

2.4.4. Goma xantan

Es producida por la fermentación de carbohidratos con la bacteria *Xantomonas campestris*. Está constituida por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos, y aun cuando no sea una agente gelificante, en combinación con la goma locuste puede formar geles elásticos y termorreversibles (Figura 2). Es completamente soluble en agua fría o caliente y produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones, además de poseer una excelente estabilidad al calor y pH, pues la viscosidad de sus soluciones no cambia entre 0 y 100 °C y 1 a 13 de pH; y, es utilizada en muchos productos como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones (Sanderson, 1981).

En bebidas, el uso de la goma xantan es muy efectivo a muy bajas concentraciones que van de 0.05 % a 0.1 % para los períodos largos de tiempo en estanterías. Provee a las bebidas buena consistencia, uniformidad del sabor y una buena estabilidad del sistema evitando las separaciones de fase. En bebidas a base de jugos, es particularmente útil (Mieles y Yépez, 2015).

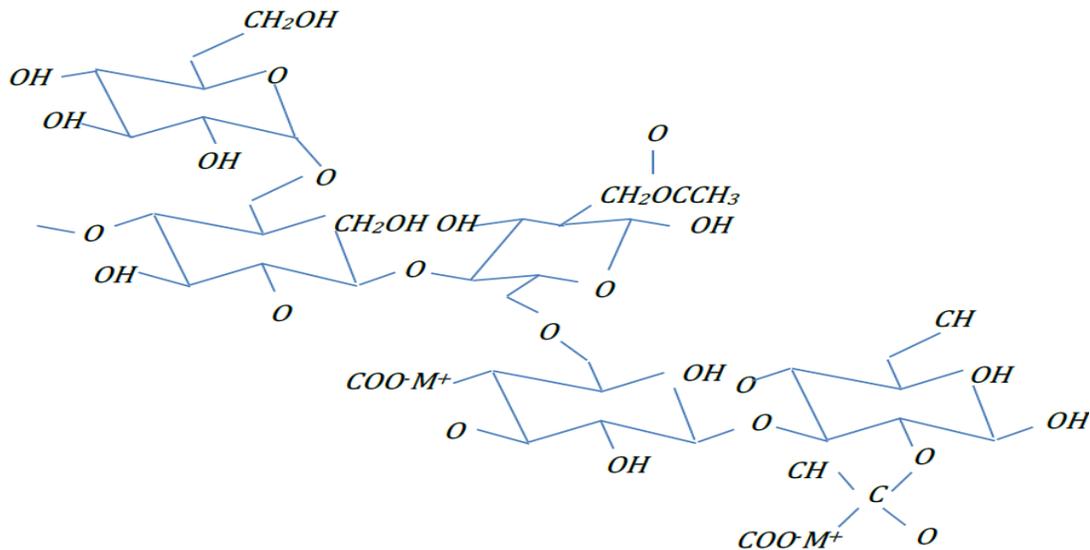


Figura 2. Estructura química de goma xantan

Fuente: Gelymar, (2006)

2.4.4.1. Propiedades de goma xantan

a. Grado de sustitución

La goma xantan es un polisacárido con un esqueleto de β-D-glucosa como la celulosa, pero cada segunda unidad de glucosa está conectada a un trisacárido de manosa, ácido glucurónico, y manosa. La manosa más cercana a la cadena principal tiene un éster de ácido acético en el carbono 6, y la manosa final del trisacárido tiene un enlace entre los carbonos 6 y 4 al segundo carbono de un ácido pirúvico. Contiene D-glucosa y D-manosa como unidades dominantes de hexosa, junto con ácido D-glucónico. La rigidez estructural de la molécula de goma xantan produce varias propiedades funcionales inusuales como estabilidad al calor, tolerancia buena en soluciones fuertemente ácidas y básicas, viscosidad estable en un rango amplio de temperatura, y resistencia a degradación enzimática (Vera, 2011).

b. Dispersión y disolución de la GX

La goma xantan es un polvo color blanco-crema, fácilmente soluble en agua caliente y fría, sus soluciones son neutras. En lo concerniente a la solubilidad, generalmente no son solubles en disolventes orgánicos, la goma xantan es soluble en glicerol o etilen-glicol a temperatura mayores a 65 °C. En soluciones acuosas, tolera de 50 % a 60 % de concentración de disolventes miscibles con agua, como isopropanol o etanol.

Concentraciones superiores de alcohol, producen precipitación. Para mejores resultados, debe disolverse primero completamente en agua, y después debe agregarse el disolvente lentamente bajo agitación continua (Ward y Andon, 2002).

c. Efectos de la temperatura y pH en la GX

Las soluciones acuosas del hidocoloide xantan son altamente viscosas en comparación con otras soluciones de polisacáridos preparados a la misma concentración, generalmente exhiben un comportamiento reofluidizante (pseudoplástico). La temperatura tiene poco efecto en la viscosidad de las soluciones en un intervalo de 25 a 90 °C. Por consiguiente, mantienen una viscosidad constante mostrando características de flujo uniforme durante el almacenamiento, bajo condiciones ambientales. Además, es estable en presencia de cloruro de potasio y otras sales. El cloruro de potasio estabiliza al polímero y tiene poco efecto en la viscosidad. Algunos cambios en viscosidad están influenciados por la concentración del hidocoloide, por el pH y por la composición de la sal. Además es excelente para suspender sólidos. La viscosidad de soluciones de goma xantan que contienen cantidades mínimas de sal, no muestran ningún cambio significativo dentro de un amplio intervalo de valores de pH. (Andrew, 2004).

d. Compatibilidad de la GX

La goma xantan se solubiliza rápidamente y es estable con acidulantes usados normalmente en productos alimenticios, como ácido cítrico, ácido fumárico y ácido acético. En solución, la goma xantan es compatible y estable en presencia de la mayoría de las sales utilizadas en alimentos tales como las sales de potasio, sodio, calcio y magnesio. Encima de un pH 10, soluciones de goma xantan se gelifican en presencia de iones de calcio. Con sales de Aluminio se forman geles con un pH cercanos a 4. Muestra una excelente estabilidad con alginatos y almidones. Cuando es mezclada con dextrina, goma guar o goma de algarrobo, un aumento de viscosidad ocurre de una forma sinérgica. Además es compatible con goma tragacanto, goma karaya y pectina. Como sucede con otros polisacáridos, soluciones de goma xantan apoyan el crecimiento de microorganismos. Por consiguiente, se recomienda el uso de un preservativo conveniente para asegurar la estabilidad de soluciones durante el almacenamiento prolongado (Biliaderis, 2009).

2.5. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial de alimentos es una técnica en la ciencia de los alimentos que estudia las características organolépticas de los alimentos a través de las respuestas de un grupo de personas, panel de personas o consumidores, y así aportar objetividad a estas percepciones. Estudia estadísticamente los datos proporcionados por los consumidores. Está constituida por dos partes: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero tiene por finalidad recabar correctamente las percepciones de un jurado o panel de evaluadores (parte subjetiva) y el segundo, transforma y analiza los datos (parte objetiva) (Grandez, 2008).

El hombre ha utilizado la evaluación sensorial desde tiempos inmemoriales, ya que, por medio de lo que veía, sentía, olía, etc., hacia una evaluación de sus alimentos. Según Costell (2005), la evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre, el cual, desde su infancia acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con la sensación que experimenta al observarlos o digerirlos. Este aspecto que incide en la reacción del consumidor, es lo que denomina calidad sensorial.

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califica, caracterizando y/o mesurando, las propiedades sensoriales de muestra adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico (Ureña, 1999).

2.5.1. Propiedades organolépticas

Las propiedades organolépticas también denominadas sensoriales, son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa y Morales, 1994).

El análisis organoléptico sirve para obtener una lista de caracteres del alimento llamados propiedades organolépticas, es decir, propiedades percibidas por los sentidos. También es útil para cuantificar dichas propiedades (Ibáñez y Barcina, 2001).

- **El color**

El color puede influir en la percepción de otro sentido, por ejemplo: un color desagradable puede ser asociado con un sabor desagradable. La primera impresión que se tiene acerca de un alimento es normalmente de origen visual y en gran parte la voluntad de aceptar un alimento depende de su color, por ello el dicho que dice “se comienza a comer con los ojos” (Sáenz, 1989).

Es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor (Rodríguez, 2002).

- **El sabor**

Cuando se habla de sabor, en realidad se refiere a una respuesta compuesta por muchas sensaciones y cuyo resultado es aceptar o rechazar el producto. Aunque, estrictamente hablando, el sabor es sólo la sensación que ciertos compuestos producen en la superficie de la lengua, el paladar y los receptores trigeminales. Si bien una persona puede percibir cientos de sabores distintos, todos ellos son combinaciones de los sabores primarios, como sucede con la percepción del color. En general, el sabor se considera como un fenómeno multidimensional, integrado por cinco sabores primarios: dulce, amargo, salado, ácido y umami (Badui, 2006).

El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no al gusto, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. Por ello, cuando se realizan pruebas de evaluación del sabor, no solo es importante que la lengua del juez este en buenas condiciones, sino también que no tenga problemas con su nariz y garganta (Anzaldúa y Morales, 1994).

- **La textura**

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista o el oído, y se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El tacto percibirá si un alimento es blando o duro, la vista percibirá la deformación del mismo, el oído nos indicará si es crujiente o jugosa

y la lengua si es fibrosa, harinosa o áspera. Los alimentos líquidos también tienen textura, en este caso se utiliza el término “viscosidad del fluido” (Kramer, 1964). Es la respuesta primaria de los sentidos táctiles a los estímulos físicos que resultan del contacto entre alguna parte del cuerpo y el alimento (Bourne, 2002).

2.5.2. Pruebas afectivas

Son empleados en la evaluación sensorial de alimentos para conocer la aceptabilidad de estos por parte del consumidor así como también sus preferencias de consumo. En ambos casos, se busca medir estos criterios a partir de datos obtenidos de una muestra poblacional representativa de un grupo social de individuos que por condiciones de idiosincrasia de consumo, cultura, nivel económico, tienden a coincidir muchas veces en gustos, apetencias e intereses datos que serán luego analizados estadísticamente para su valoración y posterior aceptación o rechazo (Ureña, 1999). Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez, expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son los más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente personales.

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (Ureña, 1999).

- **Pruebas de preferencia**

Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. Esta prueba es muy sencilla y consiste nada más que pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere (Ureña, 1999).

- **Pruebas de medición del grado de aceptación**

Cuando se deben evaluar más de dos muestra a la vez o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, pueden recurrirse a las pruebas de medición del grado de aceptabilidad. Estas son intentos para manejar objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuanto les gusta o les disgusta un alimento. Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas. La palabra (hedónico)

proviene del griego "Edoy" que significa placer. Por lo tanto las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento o quienes lo prueban (Ureña, 1999). Las escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar adecuado (Ureña, 1999).

- **Apreciación hedónica**

Es usado para medir a que nivel de placer es capaz de negar y manifestar al consumidor un determinado alimento, lo que se determina a partir de la apreciación de cómo agrada o desagrada este a una muestra poblacional de potenciales consumidores (Ureña, 1999).

2.5.3. La escala hedónica

Se entiende por prueba hedónica aquella en la que el consumidor expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza. Los métodos de escalas involucran la aplicación de números para cuantificar experiencias sensoriales. A través de este proceso de números, la evaluación sensorial se vuelve una ciencia cuantitativa sujeta a análisis estadísticos, modelos, predicciones y fuertes teorías. Los números pueden ser asignados por sensaciones de los consumidores en una variedad de maneras: algunos por simple categorización, por ordenamiento, o en palabras que intentan reflejar la intensidad de la experiencia sensorial (Lawless y Heymann, 1998).

Para medir el grado de aceptación se realiza una prueba hedónica. Esta prueba utiliza escalas categorizadas que pueden tener diferentes números de categorías y que comúnmente van desde me gusta muchísimo pasando por no me gusta ni me disgusta, hasta me disgusta muchísimo (Arango, 1992).

2.5.3.1. Escalas hedónicas verbales

Estas escalas son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Cuando se tiene más de dos muestras o cuando es muy probable que dos o más muestras sean agradables (o las dos sean desagradables) para los jueces; es necesario utilizar escalas de más de tres puntos, simplemente añadiendo diversos grados de gusto o disgusto (Ureña, 1999).

La escala hedónica de tres puntos, es la más sencilla posible. Dado el número tan pequeño de puntos, pueden usarse solamente cuando la prueba se aplique a la evaluación de una o dos muestras a lo mucho (Ureña, 1999).

2.5.3.2. Escalas hedónicas graficas

Cuando hay dificultad para describir los puntos de una escala hedónica debido al tamaño de esta o cuando los jueces tienen limitaciones para comprender las diferencias entre los términos mencionados es la escala (en los casos en que se emplean niños como jueces), pueden usarse escalas graficas (escala grafica de caritas) (Ureña, 1999).

2.5.4. Panel de catadores

El equipo de catadores es el instrumento de medida utilizado en el análisis sensorial. De igual forma que la calidad de los datos obtenidos con otro tipo de instrumentos depende, en gran parte, de su buen funcionamiento y del correcto calibrado de los mismos, la calidad de los datos sensoriales está directamente relacionada con el correcto funcionamiento del equipo, y este a su vez dependerá, básicamente, de los métodos empleados durante la preselección, selección y entrenamiento de los sujetos (Ibáñez y Barcina, 2001).

Teniendo en cuenta el entrenamiento al que han sido sometidos y la finalidad de las pruebas que se desean realizar, los sujetos que intervienen en el análisis sensorial pueden clasificarse en cuatro tipos: experto, entrenado, semientrenado y consumidor (Ibáñez y Barcina, 2001). Sujeto semientrenado o iniciado; si bien es un término poco preciso, con él se alude a personas seleccionadas por su agudeza sensorial y que han recibido una preparación para participar en pruebas discriminantes sencillas, las cuales no requieren términos definidos exhaustivamente ni realizarse con una elevada frecuencia. Así pues, este tipo de sujetos no está cualificado para evaluar y cuantificar atributos organolépticos muy específicos. A pesar de no existir un consenso de manera generalizada, cuando se recurre a los sujetos iniciado, las pruebas suelen efectuarse con un mínimo de 10 panelistas y con un máximo de 20-25, realizando un número de repeticiones previamente establecido por cada panelista para cada muestra (Ibáñez y Barcina, 2001).

2.5.5. Condiciones de prueba

- **Horario de las comidas**

Uno de los factores que más pueden afectar a los resultados de las pruebas de análisis sensorial es la hora a la cual se llevan las pruebas. Las evaluaciones sensoriales no deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos y entonces podría asignar calificaciones, muy bajas en el caso de las pruebas afectivas o podría alterarse sus apreciaciones de los atributos sensoriales. Similarmente si ya falta muy poco tiempo para la hora de la comida o la cena, el juez tendrá hambre y cualquier cosa que pruebe le agradará, así que también puede afectar significativamente a sus respuestas. Se recomiendan como horarios adecuados entre las 11 de la mañana y la 1 de la tarde y de 5 a 6 de la tarde, aunque el primer horario es el más adecuado (Pearson, 1998)

- **Cantidad de muestra.**

La cantidad de muestra dada a cada juez frecuentemente está limitada por la cantidad disponible de material experimental. El comité de evaluación sensorial de la ASTM (1968) recomienda que para pruebas discriminativas cada juez debe recibir al menos 16 ml de muestra líquida o 28 g de alimento sólido (Pearson, 1998).

Estas cantidades sin embargo no deben tomarse al pie de la letra como absolutas, ya que se ha visto que pueden modificarse según la cantidad de muestras que el juez tenga que probar, la cual puede afectar a las calificaciones asignadas por el a las muestras (Pearson, 1998).

En el caso de alimentos líquidos, se recomienda que la muestra sea de al menos una cucharada (15 ml) mientras que cuando se dan a probar bebidas, pueden presentarse a los jueces muestras de 50 ml. También hay que tener en cuenta cuantas muestras deberá evaluar cada juez en una sesión, para así modificar el tamaño de las mismas con el fin de que el juez no se empalague o hastíe (Pearson, 1998).

2.6. PROPIEDADES FÍSICAS

2.6.1. Sedimentación

La sedimentación de partículas en un fluido no es un fenómeno nuevo, ya que ha sido utilizada con fines prácticos desde épocas muy remotas por la humanidad y actualmente juega un rol de especial relevancia para las tecnologías de descontaminación, en la industria.

Como fue indicado, en términos fisicoquímicos en un proceso de sedimentación gravimétrica existen dos tipos de fuerzas, las que corresponden a las fuerzas mecánicas originadas por la acción de un campo de fuerzas gravimétrico o centrífugo y las fuerzas de tipo electroquímico que se dan por la acción de las diferencias de potencial electrostático entre las superficies de las partículas, las fuerzas de Van der Waals y otras; a todas estas fuerzas de origen electroquímico se les denominan como fuerzas débiles y son modeladas a través de la Teoría DLVO, desarrollada por Derjarijn, Landau, Verwey y Overbeck (Bernhardt, 1990).

La decantación Primaria es la reducción de los SS bajo la exclusiva acción de la gravedad. Por tanto solo se puede pretender la eliminación de los sólidos sedimentables y las materias flotantes. En la decantación primaria, las partículas tienen cierta característica que producen la floculación durante la sedimentación. Así, al chocar una partícula con otra, ambas se unen formando una nueva partícula de mayor tamaño, aumentando su velocidad de sedimentación (Brennan, 1998).

2.6.1.1. Proceso de sedimentación

En la Figura 3, se representa el proceso de sedimentación por zonas en una probeta. Este proceso consta de las siguientes etapas: en un principio el sólido, que se encuentra con una concentración inicial H_0 (Figura 3a), comienza a sedimentar (Figura 3b), estableciéndose una interfase 1 entre la superficie de la capa de sólidos que sedimentan y el líquido clarificado que queda en la parte superior (zona A). La zona por debajo del líquido clarificado se denomina zona interfacial (zona B). La concentración de sólidos en esta zona es uniforme, sedimentando toda ella como una misma capa de materia a velocidad constante V_s . Esta velocidad de sedimentación puede calcularse a partir de la pendiente de la representación de la altura de la interfase 1 frente al tiempo (Brennan, 1998).

Simultáneamente a la formación de la interfase 1 y de la zona interfacial, se produce una acumulación y compactación de los sólidos en suspensión en el fondo de la probeta, dando lugar a la denominada zona de compactación (zona D). En esta zona la concentración de sólidos en suspensión es también uniforme y la interfase que bordea esta zona, interfase 2, avanza en sentido ascendente en el cilindro con una velocidad constante.

Entre la zona interfacial y la zona de compactación se encuentra la zona de transición (zona C). En esta zona la velocidad de sedimentación de los sólidos disminuye debido al incremento de la viscosidad y de la densidad de la suspensión, cambiando la concentración de sólido gradualmente entre la correspondiente a la zona interfacial y la de la zona de compactación.

Las zonas de compactación e interfacial pueden llegar a encontrarse, produciéndose la coalescencia de las dos interfases anteriormente citadas, en el denominado momento crítico t_c , desapareciendo la zona de transición (Figura 3c). En este momento el sólido sedimentado tiene una concentración uniforme H_c o concentración crítica, comenzando la compactación y alcanzándose, posteriormente, la concentración final H_u (Figura 3d).

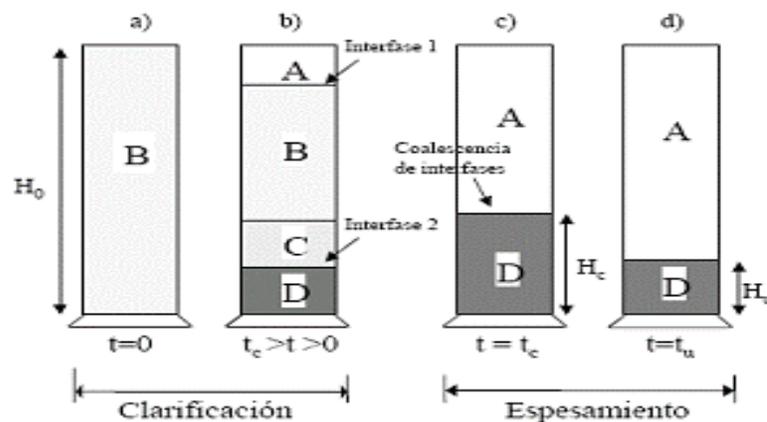


Figura 3. Proceso de sedimentación por zonas

2.6.2. Viscosidad

La viscosidad es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Otra definición sería la medida de fricción interna de un fluido, producida por el efecto de la cohesión entre las moléculas y por el intercambio de

cantidad de movimiento entre las capas de fluido que hacen que resista a la tendencia a fluir. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La viscosidad aparente disminuye al aumentar la tasa de corte o deformación (Basurto, 2001). La reología es la ciencia que se preocupa del estudio de la deformación y flujo de medios continuos, en especial viscosidad y cizalla, por desplazamientos de puntos o capas de la masa de un cuerpo, permaneciendo intacto el cuerpo como tal, bajo la influencia de fuerzas mecánicas. Los resultados determinan las propiedades funcionales de los alimentos e intervienen durante los tratamientos, almacenamiento y al momento de su consumo (Cheftel y Cheftel, 1989). Otra forma de definir la viscosidad es como la relación entre el esfuerzo de corte (τ) y la tasa de deformación ($\dot{\gamma}$) adoptada por el fluido; tal como se muestra en la ecuación 1.

$$\mu = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde μ es la viscosidad (Pa.s) o (kg/m.s) en el sistema internacional de unidades.

En general, existen tres tipos de viscosidad: la viscosidad absoluta, que representa la viscosidad dinámica del líquido y es un término muy utilizado para fines prácticos (Write, 1979); la viscosidad aparente, término que se utiliza al hablar de viscosidad para fluidos no Newtonianos, ya que el valor de esta propiedad dependerá de la velocidad de deformación adoptada por el fluido. La viscosidad cinemática, que es cociente entre la viscosidad dinámica y la densidad (Pierce, 1982).

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde ν es la viscosidad cinemática en centiStokes, μ es la viscosidad dinámica en centipoises y ρ es la densidad (g/cm^3) del fluido.

2.6.2.1. Esfuerzo de corte

Se define el esfuerzo de corte o cizalla (τ) como la fuerza por unidad de área necesaria para alcanzar una deformación dada. La unidad de esta magnitud más comúnmente utilizada es el Pascal (Pa) (Tovar, 2010).

$$\tau = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde τ es el esfuerzo de corte (Pa), F es la fuerza (N) y A es el área (m^2).

2.6.2.2. Velocidad de deformación

La velocidad de deformación ($\dot{\gamma}$) se define como el cambio de velocidad a través de la distancia “h” entre dos platos. Tiene como unidad el inverso del tiempo, donde el más comúnmente usado es el s^{-1} . La velocidad de corte se incrementa a medida que la velocidad de la placa superior aumenta y la distancia entre las placas se hace más pequeña figura 4 (Tovar, 2010).

$$\dot{\gamma} = \frac{\partial v}{\partial h} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde $\dot{\gamma}$ es la velocidad de corte (s^{-1}), ∂v es el diferencial de velocidad (m/s) y h es la distancia entre las placas (m). Por otro lado, el fluido entre las placas resiste el movimiento de la placa superior, y esta resistencia al flujo es determinada por la viscosidad del fluido (μ) figura 4.

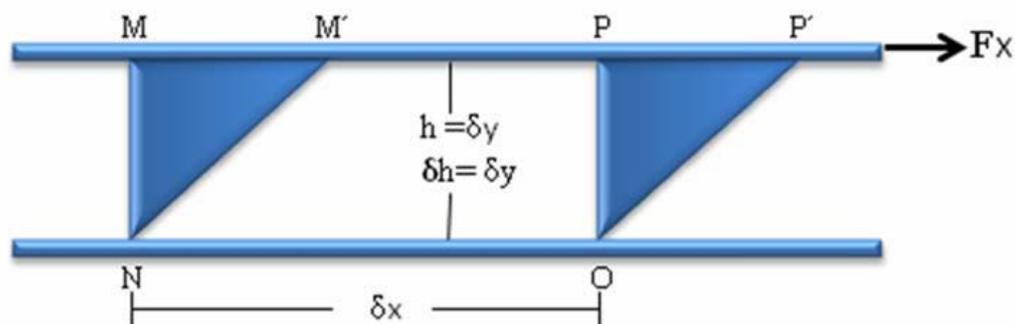


Figura 4. Distribución de la velocidad de deformación

Siendo F_x la fuerza aplicada MM, PP, NO las distancias entre dos puntos respectivos; δy y δx representan los diferenciales de y y x , respectivamente.

2.6.2.3. Propiedades reológicas de los alimentos

Mota Ibarz (2006), sostiene que los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos que ingiere el hombre: los adultos consumen más productos líquidos y pastosos que alimentos sólidos por la facilidad de ingestión y digestión; en los niños recién nacidos la importancia de los alimentos fluidos y particularmente líquidos es fundamental. “Cuando un alimento se procesa, el mismo está sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto que no requiera movilización”.

Tinoco (2016), menciona que existen varios campos en los que se observa la importante participación del conocimiento reológico:

- Cálculos en Ingeniería de procesos en donde se involucren diversos equipos. Por ejemplo: bombas, extrusores, intercambiadores de calor, mezcladores, homogenizadores, tuberías, etc.
- Formulación para el desarrollo de nuevos productos.
- Controles de calidad en productos intermedios y finales: este control se realiza en la propia línea de producción. Es determinante para la aceptación de productos como, quesos, aperitivos, yogures, chocolates, cremas, etc.
- Estudio de vida de anaquel.
- Estudio de la textura y consistencia de productos alimenticios: dichas propiedades son muy importantes a la hora de que un producto sea del agrado del consumidor; mediante la correlación con datos sensorial.
- Estabilidad de emulsiones y suspensiones.

2.6.2.4. Fluidos Newtonianos y no newtonianos.

Un fluido Newtoniano se caracteriza por cumplir la Ley de Newton de la viscosidad, es decir, que existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Esto es debido a que el término μ (viscosidad) es constante para este tipo de fluidos e independiente del esfuerzo cortante aplicado. Hay que tener en cuenta también que la viscosidad de un fluido Newtoniano no depende del tiempo de aplicación del esfuerzo, aunque sí puede depender tanto de la temperatura como de la presión a la que se encuentre (Tovar, 2010).

Un fluido no-Newtoniano es aquel cuya viscosidad (resistencia a fluir) varía con la velocidad de deformación o cizallamiento que se le aplica; es decir, se deforma en la dirección de la fuerza aplicada. Como resultado, un fluido no-Newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido Newtoniano. Estrictamente hablando, la definición de un fluido es válida sólo para materiales que tienen un esfuerzo de deformación cero. Por lo común, los fluidos no-Newtonianos se clasifican con respecto a su comportamiento en el tiempo, es decir, pueden ser dependientes del tiempo o independientes del mismo (Steffe, 1992).

$$\tau = \mu \cdot v$$

Ec. 5

Donde:

- τ : Esfuerzo cortante o tensión de cizallamiento (Pa).
- μ : Viscosidad (Pa-s).
- $\dot{\gamma}$: Velocidad de deformación o tasa de deformación (s^{-1}).

Al gráfico del esfuerzo de corte y la rapidez de deformación se le conoce como curva de flujo o reograma. La Figura 5 ejemplifica las curvas de flujo típicas que permiten mostrar algunas diferencias entre los fluidos newtonianos y los no newtonianos. Es de mencionar, que la pendiente de estas curvas representa el comportamiento viscoso en función de la rapidez de deformación (Méndez-Sánchez et al., 2010).

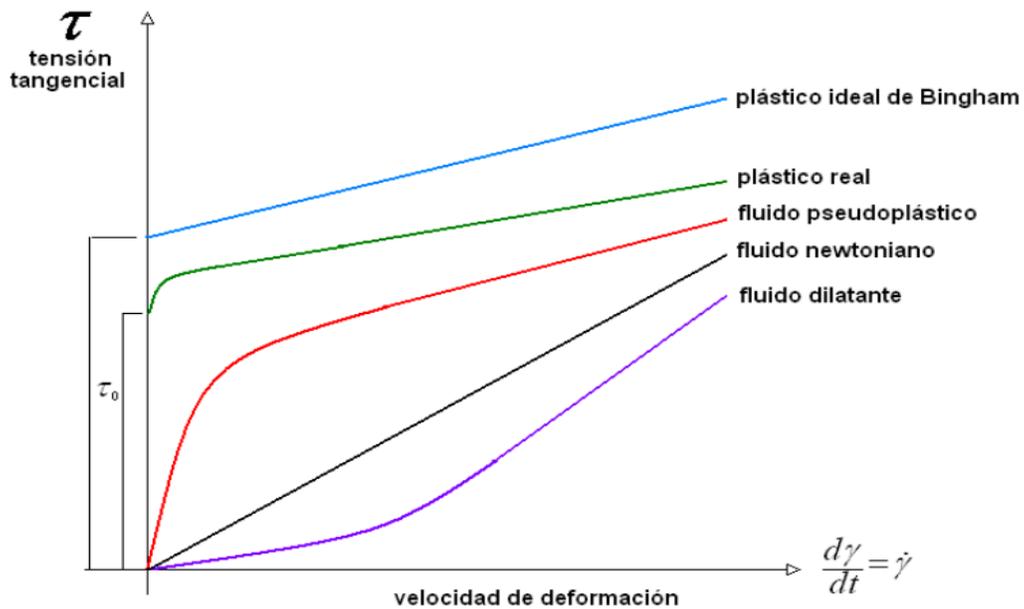


Figura 5. Curvas de flujo para diferentes fluidos

2.6.3. Densidad

La densidad (ρ) es la masa (m) de una sustancia o de un alimento contenido en una unidad de volumen (V). En el sistema internacional de unidades la densidad se expresa en Kg/m^3 .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad Ec. 6$$

En alimentos líquidos la densidad está en relación a sus variables microscópicas como el tamaño y grado de aglomeración de las partículas, fuerzas de interacción entre sus moléculas y/o partículas, etc. (Aguado et al, 1999).

En la mayoría de los casos y en muchas situaciones prácticas se determina una densidad relativa o gravedad específica, relacionando el peso del alimento con el peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura (Alvarado y Aguilera, 2001).

$$D = \frac{P_M - P_0}{P_W - P_0} \quad \text{Ec. 7}$$

Dónde:

- P_M : peso del picnómetro lleno de zumo (g).
- P_0 : peso del picnómetro vacío (g).
- P_w : peso del picnómetro lleno de agua (g).
- D : densidad del zumo (g/cm^3).

La densidad en los líquidos se puede determinar utilizando un picnómetro. Para materiales muy viscosos, tales como la pasta de tomate, pastas de rebosado o miel, se utilizan botellas de boca ancha, la densidad de los líquidos también se puede medir colocando un hidrómetro en un vaso de precipitado lleno de la muestra, también tenemos la balanza de Westphal, el lactodensímetro en caso de leches. (Serpil y Servet, 2009).

CAPÍTULO 3 MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales y Química de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA), ubicada en el Barrio de Santa Rosa, Distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas - Región Apurímac.

3.2. MATERIA PRIMA

Para la investigación se utilizó 6.190 kg de Papayita nativa (*Carica pubescens*), los cuales fueron recolectadas en el Centro poblado de Chumbao, distrito de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas, departamento Apurímac, en estado fresco y maduro, con consistencia firme, con piel brillante, sanos, y exentos de podredumbre o deterioro. Con índice de madurez de 13.3, porcentaje de ácido cítrico de 0.42, pH de 4.5 y un total de sólidos solubles de 5.6 °Brix.

3.3. MATERIAL DE ESTUDIO

Para la investigación se utilizó 13 tratamientos de néctares de papayita nativa elaborados con diversas concentraciones de carboximetilcelulosa (0.05 % y 0.20 %) y goma xantán (0.05 % y 0.15 %) y sus respectivas replicas.

3.3.1. Población

Se consideró como población a la totalidad del néctar de papayita nativa elaborado con diversas concentraciones de carboximetilcelulosa y goma xantán.

3.3.2. Muestra

La muestra para la investigación fue igual a la población de estudio a partir de cual se determinó las propiedades organolépticas y propiedades físicas en el néctar de papayita nativa.

3.4. MATERIALES

3.4.1. Material de laboratorio

- Recipientes de plástico
- Cuchillo
- Tamices

- Ollas
- Jarra
- Cucharon
- Tabla de picar
- Cucharas
- Vasos de precipitados de 25, 50 y 100 ml
- Bureta de 25 ml.
- Varilla de vidrio
- Espátula
- Vernier
- Pizeta
- Probetas de 10, 50, 100 y 250 ml
- Pipeta de 10 ml
- Propipeta
- Matraz Erlenmeyer
- Soporte universal
- Embudos de vidrio
- Termómetros
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Envases de plástico de 250 y 600 ml
- Cronometro digital

3.4.2. Equipos

- Balanza analítica (OHAUS Modelo AR2140, U.S.A.)
- Balanza electrónica (E-ACCUPA)
- pH-metro (WTW pH 315, U.S.A.)
- Licuadora (Oster, U.S.A.)
- Picnómetro (LOVIBOND)
- Viscosímetro Rotacional modelo ST-2001.
- Refrigeradora (INRESA)
- Agitador magnético (LW-SCIENTIFIQUE)

3.4.3. Reactivos e insumos

- Hidróxido de sodio (MERCK)
- Fenolftaleína
- Ácido cítrico (FRUTAROM)
- Carboximetilcelulosa
- Goma xantan
- Sorbato de potasio
- Agua
- Azúcar
- Agua destilada

3.4.4. Material vegetal

- Papayita nativa (*Carica pubescens*)

3.5. MÉTODOS

3.5.1. Proceso de elaboración de néctar de papayita nativa

Para la elaboración del néctar de papayita nativa se adaptó el proceso de elaboración de néctar descrito por Zapana (2011) tal como se muestra en la Figura 6 y Figura 7.

- a. **Recepción de materia prima:** se utilizó 6.190 kg de Papayita nativa (*Carica pubescens*), los cuales fueron recolectadas en el Centro Poblado de Chumbao, distrito de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas, departamento Apurímac, en estado fresco y maduro, con consistencia firme, con piel brillante, sanos, y exentos de podredumbre o deterioro.
- b. **Selección:** Se seleccionaron aquellas frutas en buen estado físico, es decir, sin magulladuras ni golpes; además se tomaron en cuenta la madurez sensorial del fruto en cuanto al olor y color. Considerando que la papayita nativa en estado de madurez posee un color amarillo-dorado y un olor intenso muy agradable característico del fruto.
- c. **Pesado:** Esta operación se realizó con la finalidad de cuantificar la materia prima que entra al proceso para determinar el rendimiento.
- d. **Lavado:** Se efectuó por inmersión con agua fría y con frotamiento de la fruta, y luego sometió al agua clorada al 0.05 % por 5 min, con el objetivo de

desinfectar la parte externa de la fruta, que generalmente contiene microorganismos y sustancias extrañas adheridas a ella (Zapana, 2011).

- e. **Escaldado:** Esta operación se realizó con la finalidad de ablandar y eliminar los compuestos fenólicos responsables del sabor amargo en la cascara de la papayita nativa a una temperatura de 80 °C x 10 min (Zapana, 2011).
- f. **Pelado:** Esta operación se realizó por el método de pelado manual, consistente en eliminar el epicarpio de la fruta, permitiendo la regulación de la profundidad del epicarpio, para así obtener mayor cantidad de pulpa (Zapana, 2011).
- g. **Pulpeado:** Consistió en obtener la pulpa o jugo de la papayita nativa, libre de cáscaras y pepas. Dicho pulpeado se realizó por medio de una licuadora.
- h. **Refinado:** Esta operación consistió en reducir el tamaño de partícula de la pulpa, otorgándole una apariencia más homogénea. Para esto se hizo pasar la pulpa de la fruta por una tela fina de diámetro de orificio de 1.143 mm, previamente esterilizado.
- i. **Estandarización:** En esta operación se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar (Coronado, 2001). La cual involucró los siguientes pasos:
 - **Dilución de la pulpa:** Pulpa: agua (1:2), 3.425 kg pulpa de papayita nativa y 6.850 kg de agua.
 - **Regulación del pH:** Se regula hasta alcanzar un pH de 3.5 - 4 (Según la NTP 203.110:2009)
 - **Regulación de los °Brix:** Mínimo 12 % y máximo 18 % para néctares en general. (Según la NTP 203.110:2009)
 - **Adición de estabilizador:** Para el estudio se utilizó las fichas técnicas de CMC (anexo 1) y GX (anexo 2), para néctar de frutas, donde el estabilizante de carboximetilcelulosa y goma xantán se utilizó a las concentraciones como se describe en la tabla 6 referente a la matriz de diseño experimental.
 - **Adición de Preservantes:** En la elaboración del néctar de papayita nativa se utilizó sorbato de potasio al 0.05 %.

- j. Homogeneizado:** Esta operación se realizó con la finalidad de uniformizar la mezcla. En este caso la mezcla fue removida hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes (Coronado, 2001).
- k. Pasteurización:** El néctar se pasteurizó a una temperatura de 80 °C, por un periodo de tiempo de 10 min, con el objetivo de destruir la carga microbiana; que podrían afectar la estabilidad del producto.
- l. Envasado:** El envasado se realizó en botellas de vidrio de capacidad de 720 ml con ayuda de un embudo evitando la formación de espuma a una temperatura no menor a 75 °C e inmediatamente se colocó la tapa, la cual se realizó en forma manual.
- m. Almacenado:** Se almacenó en condiciones asépticas, en un ambiente fresco donde no incida la luz, a temperatura ambiente.

El rendimiento del néctar de papayita nativa se determinó mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{M_2}{M_1} * 100 \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

- P: porcentaje de rendimiento.
- M₂: masa final del néctar de papayita nativa (kg).
- M₁: masa inicial de materia prima (kg).

$$P = \frac{10.362 \text{ kg}}{6.190 \text{ kg}} * 100 = 167.399 \%$$

La cantidad de néctar de papayita nativa obtenida a partir de 6.190 kg de papayita nativa es de 10.362 kg, según el rendimiento néctar - fruta se tiene que por cada kilogramo de fruto de néctar de papayita nativa se obtienen 1.674 kg de néctar de papayita nativa, obteniéndose en porcentaje en rendimiento de 167.399 %.

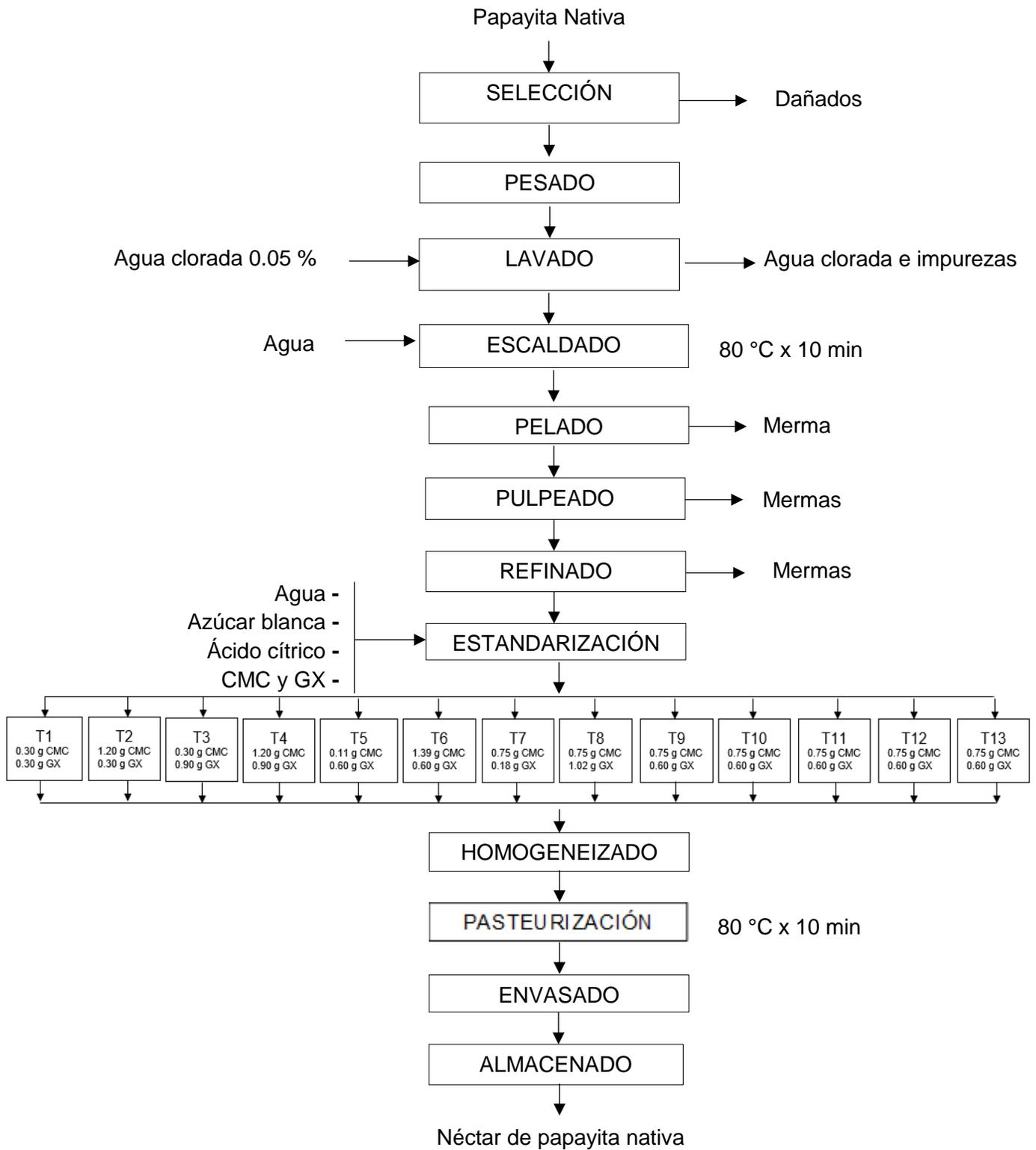


Figura 6. Diagrama de flujo cualitativo
Fuente: Adaptado de Zapana (2011).

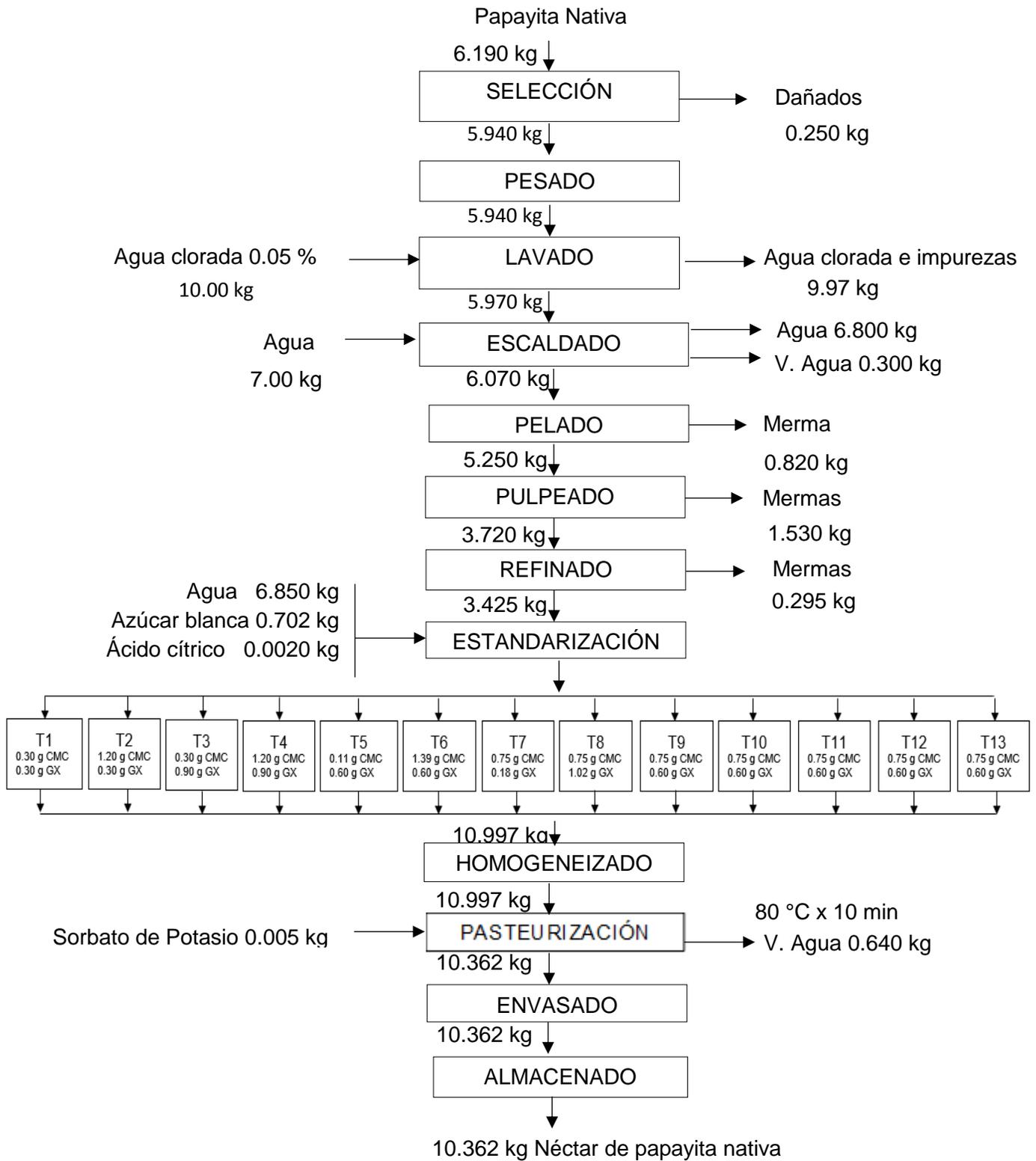


Figura 7. Diagrama de flujo cuantitativo.

3.6. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

El análisis de las propiedades organoléptico se realizó con un panel de 25 degustadores semientrenados, los cuales recibieron una previa capacitación antes de realizar el análisis organoléptico y se les proporciono una ficha de evaluación (Anexo 03) para determinar las propiedades organolépticas (color, sabor y textura) del néctar de papayita nativa, los mismos que se encargaron de calificar según sus preferencias. Se utilizó una escala hedónica verbal estructurada con 5 puntos que se detalla en la Tabla 4; se aseguró que los degustadores se lavaran la boca con agua después de cada degustación.

Tabla 4. Estructura de la escala hedónica de cinco puntos

Descripción	Puntaje
me gusta mucho	5
me gusta	4
ni me disgusta ni me gusta	3
me disgusta	2
me disgusta mucho	1

Fuente: (Anzaldúa Morales, 1994).

3.7. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

3.7.1. Determinación de la sedimentación

Para la determinación de la sedimentación se siguió la metodología de Fasolin y Cunha (2012).

Procedimiento

- Se elaboró el néctar de papayita nativa según la formulación del matriz de diseño experimental.
- Cada tratamiento de néctar de papayita nativa se colocó en probetas de 10 ml. Luego se almaceno a temperatura de ambiente, durante 30 días hasta alcanzar el equilibrio de las fases.
- La separación de fases se observó visualmente, y el índice de sedimentación (IS) se calculó mediante la siguiente expresión.

$$IS (\%) = (V_t / V_0) * 100$$

Ec. 9

Donde:

- V_t : es el volumen de la fase sedimentada después de un tiempo (t).
- V_0 : es el volumen inicial a un tiempo (t_0).

3.7.2. Determinación de la viscosidad

Las determinaciones de la viscosidad se efectuaron con un viscosímetro rotacional modelo ST-2001 (anexo 15), cuyo funcionamiento se basa en la rotación de un disco o un cilindro (denominado husillo) sumergido en el fluido cuya viscosidad se quiere determinar. El husillo giratorio se acopla con un muelle al eje de un rotor que gira a velocidad conocida y se mide la fuerza de torsión generada. El control electrónico del equipo realiza los cálculos pertinentes para dar los valores de viscosidad para la velocidad de deformación establecida. El análisis se realizó en el laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, siguiendo este principio. La viscosidad se determinó a una velocidad de 60 rpm y se utilizó el husillo N° 2 para néctar, los resultados se expresaron en Pa.s (Anexo 14). Para ello se siguió el siguiente procedimiento:

- Encender el viscosímetro rotacional.
- Identificar el husillo para medir la viscosidad esperada para néctar de frutas. Introducir procurando no arrastrar aire al sistema. Atornilla el husillo a la cabeza del viscosímetro (puede ser necesario desplazarla verticalmente con el tornillo posterior derecho). Colocar el husillo centrado en el vaso precipitado de 600 ml que contiene la muestra a analizar.
- Introducir el tipo de husillo utilizado y la velocidad inicial (suficiente para que el husillo gire), seleccionando las teclas “UP”, “DOWN” y
- “ENTER” para aceptar. Pulsar “START” para comenzar la medida.
- Esperar al menos dos minutos a que el viscosímetro proporcione un valor estable y anotarlo.
- Parar el viscosímetro cuando tome la última medida, y desatornillar el husillo.

3.7.3. Determinación de la densidad

El análisis se realizó siguiendo la norma NTE INEN 1375.

Procedimiento

- Se secó en la estufa el picnómetro durante una hora y se enfrió en el desecador por 15 minutos.
- Luego se pesó y tomó nota del peso del picnómetro vacío y completamente seco.
- Se colocó la muestra del néctar en el picnómetro con la ayuda de una pipeta, hasta aforar completamente.
- Luego se colocó el tapón de aforo en el picnómetro.
- Se secó completamente el exceso de muestra del picnómetro.
- Luego se procedió con el pesado en la balanza analítica y se tomó nota de los datos. Para obtener la densidad del néctar de papayita nativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

- D: Densidad
- M_0 : Masa del picnómetro vacío.
- M_1 : Masa del picnómetro lleno de agua.
- M_2 : Masa del picnómetro lleno de muestra.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se planteó un Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR) del tipo 2^2 con 5 réplicas en el punto central y 4 puntos axiales, para un total de 13 unidades experimentales; con resultados de la evaluación de los efectos principales y adicionalmente la presentación gráfica en superficie de respuesta. Por ser rotable permite medir los efectos de los factores de manera independiente y se puede estimar la respuesta con igual varianza independiente de la dirección del centro del diseño. Los factores y niveles establecidos en el estudio se definen en la tabla 5.

a. Factores de estudio: En la Tabla 5, se muestra los principales factores de estudio de la investigación. Cabe mencionar que los niveles de cada factor fueron extraídos de las fichas técnicas; tal como se muestra en los Anexo 1 y Anexo 2.

Tabla 5. Factores de estudio y codificación de los niveles establecidos

Factor	Símbolo	Bajo	Medio	Alto
Codificación		-1	0	1
* Carboximetilcelulosa (%)	X ₁	0.05	0.125	0.20
* Goma xantán (%)	X ₂	0.05	0.10	0.15

*Cantidades estimadas respecto al peso total (600 g) de néctar.

b. Variables de respuesta: Las variables de respuesta son las siguientes: Propiedades organolépticas (color, sabor y textura) y propiedades físicas (sedimentación, viscosidad y densidad).

En la Tabla 6, se muestra la programación de las pruebas experimentales realizadas por el software Statgraphics Centurion, para el diseño de experimentos.

Tabla 6. Matriz de diseño experimental

Trat.	Factores de estudio				Variables evaluadas					
	Valores codificados		Valores reales		Propiedades organolépticas			Propiedades físicas		
	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂	Color	Sabor	Textura	Sedimentación	Viscosidad	Densidad
T ₁	-1	-1	0.05	0.05	C ₁₁₂	S ₁₁₂	T ₁₁₂	S ₁₁₂	V ₁₁₂	D ₁₁₂
T ₂	1	-1	0.20	0.05	C ₂₁₂	S ₂₁₂	T ₂₁₂	S ₂₁₂	V ₂₁₂	D ₂₁₂
T ₃	-1	1	0.05	0.15	C ₃₁₂	S ₃₁₂	T ₃₁₂	S ₃₁₂	V ₃₁₂	D ₃₁₂
T ₄	1	1	0.20	0.15	C ₄₁₂	S ₄₁₂	T ₄₁₂	S ₄₁₂	V ₄₁₂	D ₄₁₂
T ₅	-1.41	0	0.019	0.10	C ₅₁₂	S ₅₁₂	T ₅₁₂	S ₅₁₂	V ₅₁₂	D ₅₁₂
T ₆	1.41	0	0.231	0.10	C ₆₁₂	S ₆₁₂	T ₆₁₂	S ₆₁₂	V ₆₁₂	D ₆₁₂
T ₇	0	-1.41	0.125	0.029	C ₇₁₂	S ₇₁₂	T ₇₁₂	S ₇₁₂	V ₇₁₂	D ₇₁₂
T ₈	0	1.41	0.125	0.171	C ₈₁₂	S ₈₁₂	T ₈₁₂	S ₈₁₂	V ₈₁₂	D ₈₁₂
T ₉	0	0	0.125	0.10	C ₉₁₂	S ₉₁₂	T ₉₁₂	S ₉₁₂	V ₉₁₂	D ₉₁₂
T ₁₀	0	0	0.125	0.10	C ₁₀₁₂	S ₁₀₁₂	T ₁₀₁₂	S ₁₀₁₂	V ₁₀₁₂	D ₁₀₁₂
T ₁₁	0	0	0.125	0.10	C ₁₁₁₂	S ₁₁₁₂	T ₁₁₁₂	S ₁₁₁₂	V ₁₁₁₂	D ₁₁₁₂
T ₁₂	0	0	0.125	0.10	C ₁₂₁₂	S ₁₂₁₂	T ₁₂₁₂	S ₁₂₁₂	V ₁₂₁₂	D ₁₂₁₂
T ₁₃	0	0	0.125	0.10	C ₁₃₁₂	S ₁₃₁₂	T ₁₃₁₂	S ₁₃₁₂	V ₁₃₁₂	D ₁₃₁₂

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.9.1. Análisis estadístico para las propiedades organolépticas.

Muchas comparaciones, se hacen con base en el DCA, que es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que solo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. Este diseño se llama completamente al azar porque todas las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio completo. De esta manera, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos (Gutierrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008). Se tuvo como variables de entrada o independiente: sólo a nueve tratamientos de néctar de papayita nativa y como variables de salida o independientes: las propiedades organolépticas color, sabor y textura del néctar. Se desarrolló una investigación experimental usando un diseño completamente al azar (DCA), considerándose de esta manera solo dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio; además se aplicó comparaciones de rangos múltiples utilizando el método Tukey.

a. Análisis de Diseño Completo al Azar (DCA)

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global, τ_i es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i y medición que corresponde al tratamiento i y ε_{ij} es el error atribuible a la medición Y_{ij} . Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. La media global μ de la variable de respuesta no se considera una fuente de variabilidad por ser una constante común a todos los tratamientos, que hace las veces de punto de referencia con respecto al cual se comparan las respuestas medias de los tratamientos. Si la respuesta media de un tratamiento particular μ_1 es “muy diferente” de la respuesta media global μ , es un síntoma de que existe un efecto de dicho tratamientos (Gutierrez Pulido y De la Vara Salazar, 2008).

b. Anova para el Diseño Completamente al Azar (DCA)

El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En este caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes. Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales (Gutierrez Pulido y De la Vara Salazar, 2008).

3.9.2. Análisis estadístico para las propiedades físicas

a. Análisis del Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR)

Para el modelo de segundo orden y para la superficie de respuesta el modelo estadístico está dado por:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{11}x_1x_2 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{22}x_2^2 + \varepsilon \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

- y : es la variable de respuesta.
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2$: Son los coeficientes o parámetros desconocidos a determinar referidos a la harina de trigo y papa nativa precocida sobre la variable de respuesta.
- ε : es el error aleatorio del estudio.

b. Anova para el Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR)

La Tabla de ANOVA divide la variabilidad de la respuesta (Viscosidad (mPa.s) y Densidad (g/ml)) en distintos segmentos separados para cada uno de los efectos. El valor de P ó la relación F son los estadísticos que permiten determinar la magnitud y existencia de efectos sobre las variables de respuesta (Montgomery, 2002). Se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion, se determinaron los coeficientes de regresión identificando los parámetros significativos. Luego se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para verificar la significancia ($p < 0.05$), R^2 y construir las superficies de respuesta.

CAPÍTULO 4 RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

En la Tabla 7, se observa los valores medios obtenidos del análisis organoléptico para el atributo color, sabor y textura del néctar de papayita nativa; cada uno de los experimentos fue evaluado gustativamente por un grupo de 25 panelistas, mediante una ficha de evaluación sensorial (anexo 3). En el cual el tratamiento que obtuvo mayor aceptación en cuanto al color fue T3 (0.05 % de CMC y 0.15 % de GX), en cuanto al sabor el tratamiento que obtuvo mayor aceptación fue T4 (0.20 % de CMC y 0.15 % de GX), del mismo modo se observa los resultados para la textura, siendo el tratamiento T8 (0.125 % de CMC y 0.170 % de GX) el que tienen mayor aceptación en cuanto al sabor.

Tabla 7. Propiedades organolépticas de néctar de papayita nativa

Tratamiento	Propiedades Organolépticas		
	Color	Sabor	Textura
T1	3.96 ± 0.040	3.56 ± 0.040	2.97 ± 0.061
T2	4.12 ± 0.040	3.67 ± 0.023	3.65 ± 0.023
T3	4.24 ± 0.040	4.08 ± 0.040	4.12 ± 0.040
T4	4.20 ± 0.040	4.12 ± 0.040	4.09 ± 0.046
T5	4.21 ± 0.061	4.11 ± 0.061	4.04 ± 0.080
T6	4.20 ± 0.040	3.65 ± 0.023	4.04 ± 0.040
T7	4.11 ± 0.061	4.04 ± 0.040	3.34 ± 0.023
T8	4.19 ± 0.023	4.04 ± 0.040	4.14 ± 0.023
T9	4.08 ± 0.040	3.60 ± 0.040	3.44 ± 0.040
Mp	3.96 ± 0.040	3.72 ± 0.040	3.53 ± 0.061

4.1.1. Color del néctar de papayita nativa

En el Anexo 4, se muestran los resultados sobre el análisis del color del néctar de papayita nativa y en el Anexo 5, el análisis de varianza, determinándose en ella que existió una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, con un nivel del 95 % de confianza. Donde $p < 0.05$ ($p = 0.00$), es decir que entre los tratamiento según este atributo no son homogéneos.

En la Figura 8, se muestra el diagrama de medias de la evaluación organoléptica de color del néctar de papayita nativa de los nueve tratamientos y la muestra patrón (Mp); de acuerdo a las puntuaciones de los panelistas, el tratamiento que tiene mayor puntaje en la escala hedónica fue el T3 (0.05 % de CMC y 0.15 % de GX) con una media de 4.24 puntos y calificado como “Me gusta” a comparación de la Mp (0.10 % de CMC) que tuvo una media de 3.96 y calificado como “Ni me disgusta, ni me gusta” calificándolos según la tabla 4. Esto indica que la incorporación de CMC y GX mejoro la estabilidad de color en el néctar de papayita nativa. Del mismo modo Nwaokoro y Akanbi (2015), mencionan que la adición de hidrocoloide fue capaz de estabilizar y mejorar la estabilidad de color, mientras que en los resultados sensoriales mostraron que la adición de hidrocoloide aumentó la aceptabilidad de la mezcla de jugo ($p < 0.05$) en color, nivel de sedimentación y aceptabilidad general se prefirió el producto con hidrocoloide. Por otro lado Akkarachaneeyakorn y Tinrat (2015), mencionan que el tipo y la cantidad de estabilizador no tuvieron efecto en el color del jugo.

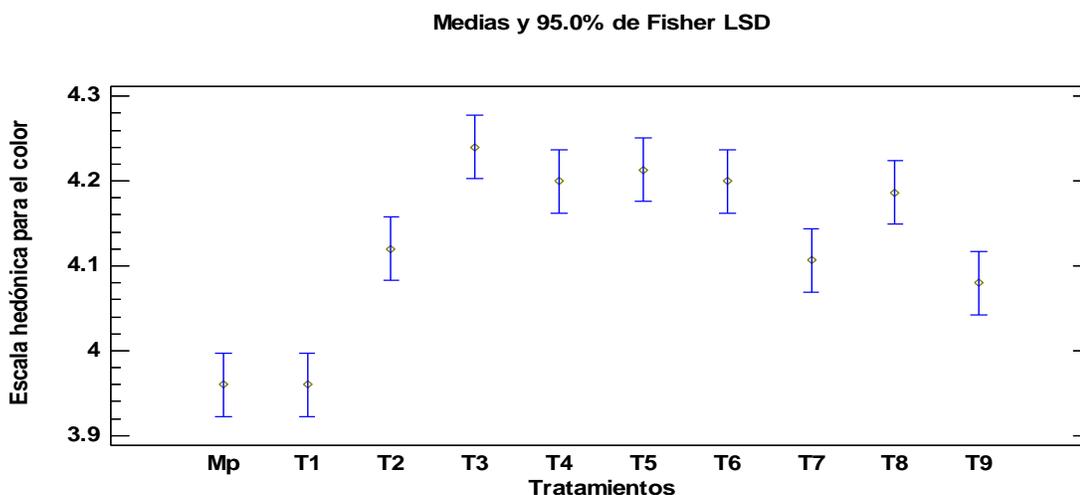


Figura 8. Grafica de medias para el color

Para establecer diferencias estadísticas significativas al 95 % de nivel de confianza entre los tratamientos y la muestra patrón, se realizó una prueba de rangos múltiples con el método Tukey (Anexo 6), donde se observó que los tratamientos (T2=T8=T6=T4=T5=T3) son iguales estadísticamente para un nivel de significancia del 5 %, por lo tanto se elige como mejor tratamiento al T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX) con una media de 4.21 puntos y calificado como “Me gusta”; debido a que la Norma Técnica Peruana establece la utilización de CMC sódica en un máximo de

1.5 g / kg el uso de esta goma en combinación con otros tipos de estabilizantes; del mismo modo la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece que la adición de pectina y carboximetilcelulosa (CMC), solos o mezclados en cantidad no mayor a 0.2 %.

4.1.2. Sabor del néctar de papayita nativa

En el Anexo 7 se muestran los resultados sobre la evaluación organoléptica del sabor del néctar de papayita nativa y en el Anexo 8 el análisis de varianza, determinándose en ella que existe diferencias estadísticas significativas al 95 % de nivel de confianza lo que nos da a entender que los porcentajes de concentración de carboximetilcelulosa y goma xantán influyen significativamente ($p < 0.05$) sobre el sabor del néctar de papayita nativa.

En la Figura 9, se muestra la gráfica de medias de la evaluación organoléptica del sabor del néctar de papayita nativa de los nueve tratamientos y la muestra patrón (Mp), en ello, los tratamientos T1 (0.05 % de CMC y 0.05 % de GX), T9 (0.125 % de CMC y 0.10 % de GX), T6 (0.231 % de CMC y 0.10 % de GX), T2 (0.20 % de CMC y 0.05 % de GX) interceptan entre si lo que indica que no muestran diferencias significativas entre sus medias, a la vez los tratamientos (T6 y T2) interceptan con la Mp (0.10 % CMC); del mismo modo los tratamientos T7(0.125 % de CMC y 0.029 % de GX), T8 (0.125 % de CMC y 0.171 % de GX), T3 (0.05 % de CMC y 0.15 % de GX), T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX), T4 (0.20 % de CMC y 0.15 % de GX) interceptan entre si lo que indica que no muestran diferencias significativas entre sus medias, el tratamiento que tiene mayor puntaje en la escala hedónica fue el T4 (0.15 % de CMC y 0.20 % de GX) con una media de 4.12 puntos y calificado como “Me gusta” a comparación de la Mp (0.10 % de CMC) que tuvo una media de 3.72 y calificado como “Ni me disgusta, ni me gusta”. En tal sentido el sabor de los néctares de papayita nativa preparados a mayores concentraciones de CMC y GX presentan un sabor agradable, en comparación con el sabor menos definido de los néctares preparados a menor concentración. De la misma forma Badui (2006), menciona que los hidrocoloides pueden influir en el ritmo y la intensidad de la liberación del sabor, a través de un atrapamiento físico de las moléculas de sabor dentro de la matriz del alimento, o por un enlace específico o no específico de las moléculas de sabor.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

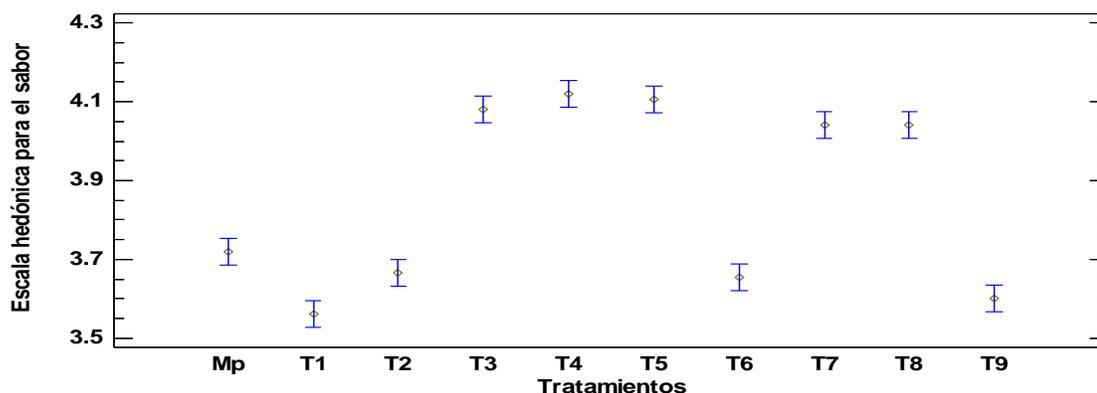


Figura 9. Grafica de medias para el sabor

Para establecer diferencias estadísticas significativas al 95 % de nivel de confianza entre los tratamientos y la muestra patrón, se realizó una prueba de rangos múltiples con el método Tukey (Anexo 9), donde se observó que los tratamientos (T7=T8=T3=T5=T4) son iguales estadísticamente para un nivel de significancia del 5 %, por lo tanto se elige como mejor muestra al T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX); debido a que la Norma Técnica Peruana establece la utilización de CMC sódica en un máximo de 1.5 g / kg el uso de esta goma en combinación con otros tipos de estabilizantes; del mismo modo la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece que la adición de pectina y carboximetilcelulosa (CMC), solos o mezclados en cantidad no mayor a 0.2 %. De la misma forma Fennema y Tannenbaum (2008), mencionan que el uso de goma xantán es muy efectivo a bajas concentraciones que van de 0.05 % a 0.1 % que provee buena uniformidad del sabor.

4.1.3. Textura del néctar de papayita nativa

En el Anexo 10 se muestran los resultados sobre la evaluación organoléptica de la textura del néctar de papayita nativa y en el Anexo 11 el análisis de varianza, determinándose en ella que existe diferencias estadísticas significativas al 95 % de nivel de confianza, lo que nos da a entender que los porcentajes de concentración de carboximetilcelulosa y goma xantán influyen significativamente ($p < 0.05$) sobre la textura del néctar de papayita nativa.

En la Figura 10, se muestra el diagrama de medias de la evaluación organoléptica de la textura del néctar de papayita nativa de los nueve tratamientos y la muestra patrón

(Mp). En ello, el tratamiento T1 (0.05 % de CMC y 0.05 % de GX) es diferente a los demás tratamientos, no interceptan entre si lo que indica que es diferente significativamente. Mientras que los tratamientos T7 (0.125 % de CMC y 0.029 % de GX), T9 (0.125 % de CMC y 0.10 % de GX) interceptan entre si lo que indica que no muestran diferencias significativas entre sus medias, a la vez el tratamiento T9 (0.125 % de CMC y 0.10 % de GX) intercepta con la Mp (0.10 % de CMC); del mismo modo lo hace la Mp (0.10 % de CMC) con el T2 (0.20 % de CMC y 0.05 % de GX). Mientras que los tratamientos T6 (0.231 % de CMC y 0.10 % de GX), T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX), T4 (0.20 % de CMC y 0.15 % de GX), T3 (0.05 % de CMC y 0.15 % de GX), T8 (0.125 % de CMC y 0.171 % de GX), interceptan entre si lo que indica que no muestran diferencias significativas entre sus medias, De acuerdo a las puntuaciones de los panelistas, el tratamiento que tiene mayor puntaje en la escala hedónica fue el T8 (0.125 % de CMC y 0.1707 % de GX) con una media de 4.15 puntos y calificado como “Me gusta” a comparación de la Mp (0.10 % de CMC) que tuvo una media de 3.53 y calificado como “Ni me disgusta, ni me gusta”.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

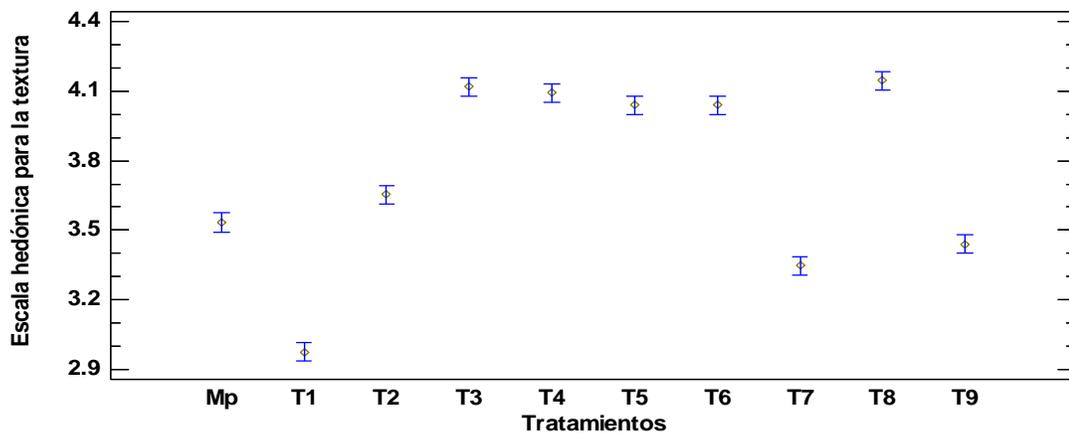


Figura 10. Grafica de medias para la textura

Para establecer diferencias estadísticas significativas al 95 % de nivel de confianza entre los tratamientos y la muestra patrón, se realizó una prueba de rangos múltiples con el método Tukey (Anexo 12), donde se observó que los tratamientos (T6=T5=T4=T3=T8) presentan igual puntaje de evaluación organoléptico para un nivel de significancia del 5 %, por lo tanto se elige como mejor muestra al tratamiento T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX); debido a que la Norma Técnica Peruana

establece la utilización de CMC sódica en un máximo de 1.5 g / kg el uso de esta goma en combinación con otros tipos de estabilizantes; del mismo modo la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece que la adición de pectina y carboximetilcelulosa (CMC), solos o mezclados en cantidad no mayor a 0.2 %.

4.2. RESULTADO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

En la Tabla 8, se observa los valores medios obtenidos de la viscosidad del néctar de papayita nativa, se aprecia la media y desviación estándar de los resultados, el tratamiento que alcanzó el máximo valor en viscosidad fue el T8 (0.125 % de CMC y 0.171 % de GX) con una viscosidad de 12.5433 ± 0.0493 mPa.s, mientras que el tratamiento que alcanzo el mínimo valor en viscosidad fue el T1 (0.05 % de CMC y 0.05 % de GX) con una viscosidad de 11.0867 ± 0.1097 mPa.s. En cuanto a la densidad, el tratamiento que alcanzó el máximo valor en densidad fue el T8 (0.125 % de CMC y 0.171 % de GX) con una densidad de 1.0472 ± 0.0006 g / ml, mientras que el tratamiento que alcanzo el mínimo valor en densidad fue el T11 (0.125 % de CMC y 0.10 % de GX) con una densidad de 1.0425 ± 0.0005 g / ml.

Tabla 8. Propiedades físicas del néctar de papayita nativa

Tratamiento	Propiedades Físicas	
	Viscosidad (mPa.s)	Densidad (g / ml)
T1	11.0876 \pm 0.1097	1.0436 \pm 0.0005
T2	11.2900 \pm 0.0361	1.0454 \pm 0.0002
T3	12.1367 \pm 0.0252	1.0444 \pm 0.0010
T4	12.4967 \pm 0.0503	1.0460 \pm 0.0007
T5	12.2467 \pm 0.0503	1.0434 \pm 0.0001
T6	11.6933 \pm 0.0862	1.0455 \pm 0.0006
T7	11.2600 \pm 0.0500	1.0433 \pm 0.0008
T8	12.5433 \pm 0.0493	1.0472 \pm 0.0006
T9	12.1200 \pm 0.0721	1.0427 \pm 0.0003
T10	12.1100 \pm 0.0200	1.0428 \pm 0.0005
T11	12.1333 \pm 0.0971	1.0425 \pm 0.0005
T12	12.1400 \pm 0.0520	1.0427 \pm 0.0010
T13	12.1267 \pm 0.0110	1.0429 \pm 0.0007

4.2.1. Sedimentación del néctar de papayita nativa

En el Anexo 13, se describen el comportamiento de la sedimentación durante 30 días, además se puede apreciar en la figura 11 el índice de sedimentación (%) de los néctares de papayita nativa, bajo condiciones ambientales de almacenamiento; el índice de sedimentación (IS) disminuyó con la incorporación de CMC y GX. Cabe resaltar que los T3, T4, T5 y T8 no presentaron efectos de sedimentación, durante el periodo de tiempo evaluado.

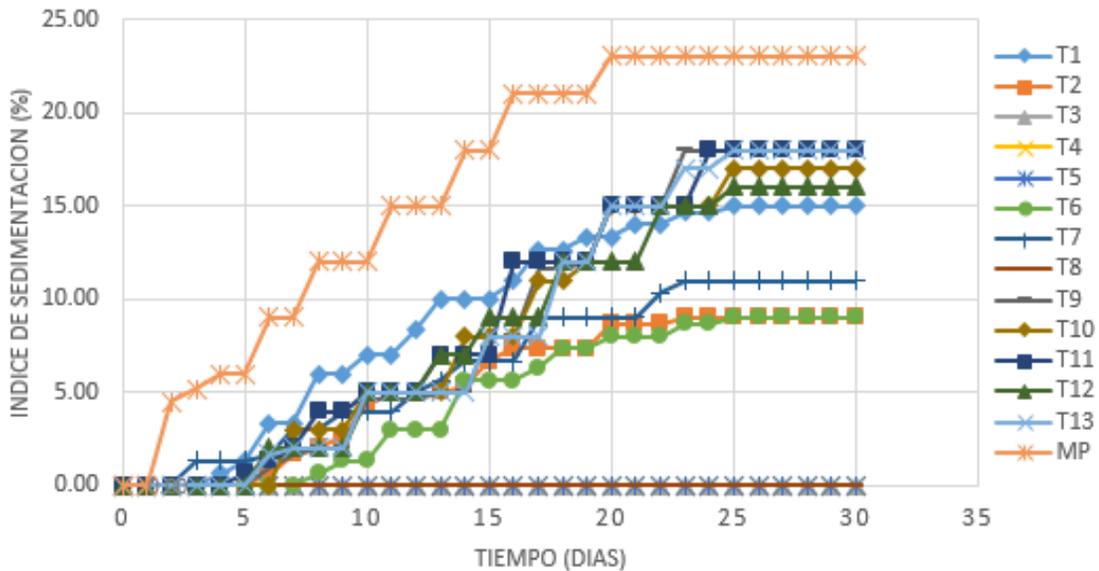


Figura 11. Comportamiento de sedimentación

Un comportamiento similar fue reportado en jugo mixto de tomate y zanahoria estabilizado con CMC, GX y goma guar (Nwaokoro y Akanbi, 2015). Esto es explicado por Genovese y Lozano (2001), quienes mencionan que la GX tiene la capacidad de aumentar la viscosidad aparente de la fase dispersa, mientras que el CMC por ser un hidrocoloide electronegativo cuando se añade a suspensiones aumenta las fuerzas de repulsión electrostáticas entre partículas, otorgando estabilidad a suspensiones alimentarias.

Por su parte Saravia (2011) concluye que el goma xantán utilizado en un porcentaje de 0.1 %, mostró un mejor desempeño al disminuir la separación de fases en la formulación del néctar de naranja con zanahoria. Por otro lado Figueroa (2016), explica que la incorporación de hidrocoloides ayudó a controlar la separación de fases

de las bebidas durante el almacenamiento y menciona que concentraciones de 1 % de Aloe vera, 0.092 % de GX, 0.05 % de CMC y 1.5 % de Aloe vera, 0.075 % de GX, 0.075 % de CMC fueron los tratamientos más adecuados en la estabilidad física de las bebidas, expresados en nulas velocidades de sedimentación, sin afectar significativamente las propiedades fisicoquímicas y parámetros de color. Del mismo modo Otazu (2014), indica que 0.15 % de CMC fue la más adecuada y que redujo la velocidad de decantación más significativa por lo tanto también el tiempo de decantación.

Por lo tanto se eligió como mejor tratamiento al T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX), ya que no llegó a sedimentar en el tiempo de estudio, además la Norma Técnica Peruana establece la utilización de CMC sódica según las Buenas Prácticas de Fabricación, es decir el uso apropiado según las características propias de cada fruta; pero establece un máximo de 1.5 g / kg el uso de esta goma en combinación con otros tipos de estabilizantes; del mismo modo la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece que la adición de pectina y carboximetilcelulosa (CMC), solos o mezclados en cantidad no mayor a 0.2 %.

4.2.2. Viscosidad del néctar de papayita nativa

En el anexo 16, se observa el análisis de varianza (ANOVA) para la viscosidad en el néctar de papayita nativa; el factor de concentración goma xantan (B) influye significativamente sobre la viscosidad del néctar de papayita nativa porque el valor-P es menor que 0.05 del nivel de significancia; estas son analizadas al nivel de significancia de 95 % de confianza, del mismo modo los efectos cuadráticos de la concentración de carboximetilcelulosa (AA) y goma xantan (BB) tienen un efecto significativo en la viscosidad ya que el valor-P es menor que 0.05. Por otra parte la significancia estadística de concentración de carboximetilcelulosa (A) y las interacciones de carboximetilcelulosa (A) y goma xantan (B) no influyen de manera significativa en la variación de la viscosidad del néctar, debido a que el valor-P es mayor que 0.05.

En la Figura 12, se muestra el efecto de la variación de la viscosidad del néctar de papayita nativa, estimada como una función de cada factor experimental, donde al incrementar el nivel de sustitución de GX de 0.05 a 0.15 %, la viscosidad del néctar de papayita nativa aumenta significativamente de 11.0867 ± 1.097 mPa.s a 12.5433

± 0.493 mPa.s. Este resultado es similar al reportado por Grández (2008), quien indica que un néctar no debe de ser muy viscoso, encontrando hasta 13.80 mPa.s de viscosidad. De acuerdo a esta investigación los tratamientos estudiados se encuentran dentro del rango. De la misma forma Díaz, *et al* (2016), midió la viscosidad del néctar de durazno incorporando inulina a 0.5 % y CMC 0.13 % el cual obtuvo como resultados una viscosidad de 19.37 mPa.s.

Por lo tanto el tratamiento T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX) con una viscosidad de 12.2467 ± 0.0503 mPa.s, es el que se ajusta más, debido a que la Norma Técnica Peruana establece la utilización de CMC sódica según las Buenas Prácticas de Fabricación, es decir el uso apropiado según las características propias de cada fruta; pero establece un máximo de 1.5 g / kg el uso de esta goma en combinación con otros tipos de estabilizantes; del mismo modo la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece que la adición de pectina y carboximetilcelulosa (CMC), solos o mezclados en cantidad no mayor a 0.2 %.

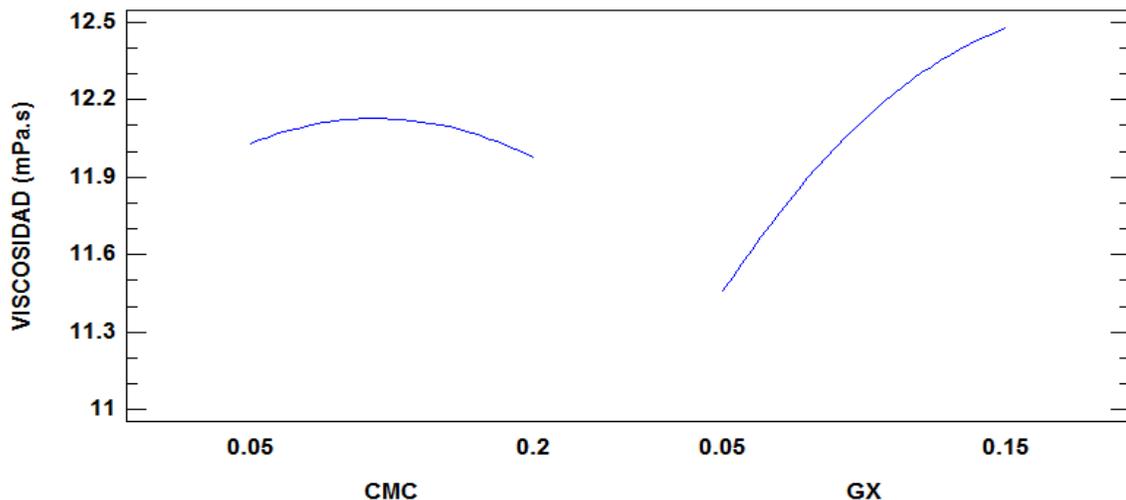


Figura 12. Gráfico de efectos principales para la viscosidad

Adicionalmente, el valor R^2 indica que el modelo explica en más del 86.69 % la variabilidad de la viscosidad. El R^2 ajustado permite una mejor comparación del modelo con diferente número de variables y explica el 83.68 % de la variabilidad. Según Gutiérrez y De la Vera (2008) indican que modelos adecuados son aquellos que presentan R^2 ajustado mayores a 70 %.

El modelo estadístico que representa la variable de respuesta para el intervalo experimental del estudio es el siguiente:

$$\text{Viscosidad} = 10.3083 + 4.09393 \cdot \text{CMC} + 21.5134 \cdot \text{GX} - 22.0148 \cdot \text{CMC}^2 + 10.4444 \cdot \text{CMC} \cdot \text{GX} - 63.2 \cdot \text{GX}^2$$

Se observa que, individualmente, el componente GX produce el mayor valor de viscosidad, seguido por CMC. Además, con la combinación binaria de CMC y GX se obtienen valores de viscosidad altos, mientras que con el efecto cuadrático de CMC viscosidades bajas que con el efecto cuadrático de GX.

La figura 13, correlaciona el efecto combinado de las variables de carboximetilcelulosa y goma xantan, se observa que el efecto de carboximetilcelulosa provoca una curvatura máxima en el rango de 0.11 % a 0.14 %, a máxima concentración del goma xantan. De acuerdo a Goff *et al.* (1999), quien realizó una investigación en donde comprobó que la combinación de hidrocoloides aumenta la viscosidad en un producto determinado. En dicho estudio la carboximetilcelulosa era la que reportaba viscosidades bajas mientras que la goma xantan las más altas. En este trabajo ocurrió algo similar, CMC fue la que obtuvo la menor media de viscosidad mientras que la goma xantan está dentro de los primeros rangos.

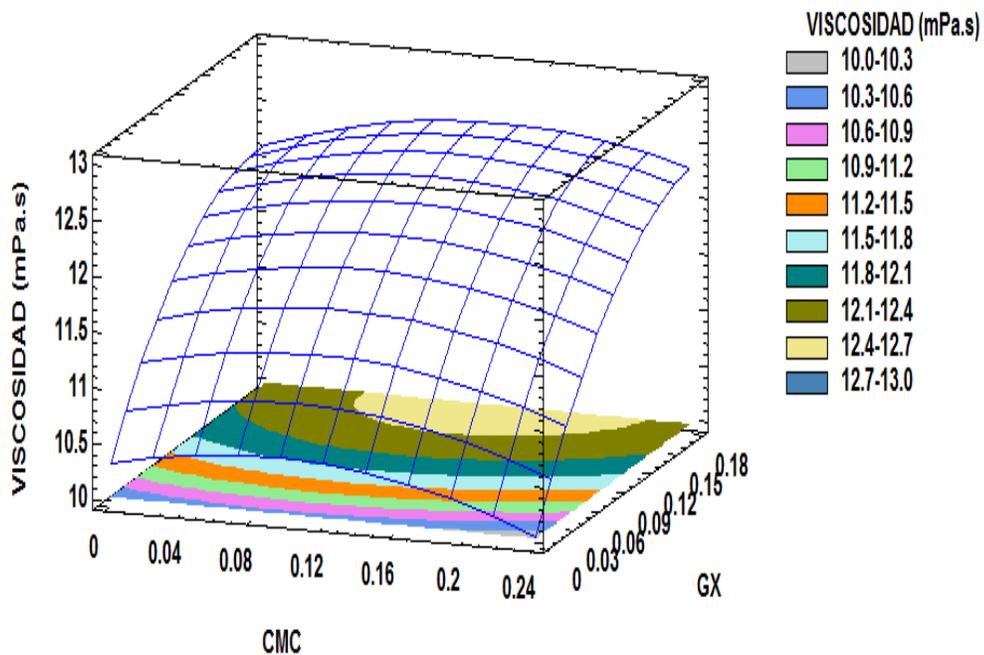


Figura 13. Superficie de respuesta estimada para la viscosidad

Por su parte Gaviria *et al.* (2009), concluyó en su investigación que el mejor tratamiento para obtener un valor óptimo de viscosidad era la combinación de goma guar y goma xantan al 0.12 %. Del mismo modo Sutherland (1994), indica que la goma xantan es un hidrocoloide eficaz sobre la viscosidad en cualquier nivel de concentración que se utilice. Hay que tener en cuenta que el análisis que se está efectuando es sin considerar los efectos individuales sino el efecto combinado de las variables. La concentración de carboximetilcelulosa cercana a 0.11 % marca el límite del máximo de la viscosidad en el néctar de papayita nativa. A partir de allí, hay una brusca caída. Por otro lado Liang *et al.*, (2006) y Ibrahim *et al.*, (2011) indican que la adición de GX y CMC, aumentan la viscosidad de la fase continua en jugos de fruta respecto al control, mejorando la estabilidad de partículas en la dispersión.

4.2.3. Densidad del néctar de papayita nativa

En el anexo 18, se muestran los resultados de Análisis de Varianza para la densidad en el néctar de papayita nativa; donde la concentración de carboximetilcelulosa (A), concentración de goma xantan (B), y también el efecto cuadrático de carboximetilcelulosa (AA) y goma xantan (BB) influyen significativamente en la densidad del néctar porque el valor-P es menor que 0.05; mientras que la interacción de carboximetilcelulosa (A) y la goma xantan (B) no tiene efecto significativo sobre la densidad del néctar ya que posee un valor-P > 0.05 mayor al nivel de significancia.

Resultados mostrados en estudios anteriores coinciden que las mezclas de hidrocoloides (Goma guar, goma xantan, goma Kappa-carragena y goma gelana) en la estabilización del néctar de caju que se estudiaron a 0.1 % y 0.5 % de concentración; mostraron los valores de densidad relativa en un rango de 1.0465 g / ml a 1.0523 g / ml, con diferencia no significativa al 5 % del nivel de confianza (Lemos, 2012). Por su parte Panchi G. (2013), menciona que a medida que incrementa los °Brix, de igual manera lo hace la densidad, además observó que los datos se orientan a una correlación de tipo lineal con un coeficiente de correlación de 0.993 a una temperatura de 20 °C; la variación de la densidad entre las muestras analizadas fue igual, por ello las curvas de densidad versus (°Brix) son las mismas.

En la Figura 14, se muestra el efecto de la variación de la densidad del néctar de papayita nativa, estimada como una función de cada factor experimental, donde al incrementar el nivel de sustitución de CMC de 0.05 % a 0.20 % la densidad del néctar

incrementa mínimamente de 1.0428 g/ml a 1.0444 g/ml; del mismo modo al incrementar la GX de 0.05 % a 0.15 % la densidad del néctar se incrementa mínimamente de 1.0431 g /ml a 1.0449 g/ml. Este resultado es bastante cercano a lo reportado por Carmen O. (2015), quien indica que la densidad para la formulación 100 g de pulpa de tamarindo se obtuvo una densidad de 1.054 - 1.055 g /cm³, obteniendo una variabilidad mínima. Por otro lado Evangelista y Rivas (2015), mencionan que el valor de densidad va estar próximo a la unidad y va mostrar pequeñas variaciones en función a la cantidad y el tipo de azúcar que se emplee para la endulzar la bebida.

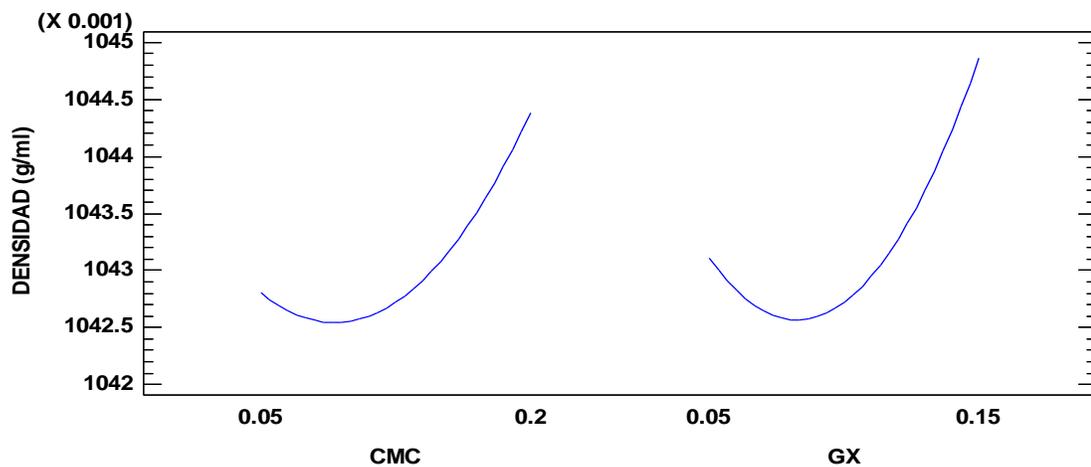


Figura 14. Gráfico de efectos principales para la densidad

Adicionalmente, el valor R^2 indica que el modelo explica en más del 82.58 % la variabilidad de la densidad. El R^2 ajustado permite una mejor comparación del modelo con diferente número de variables y explica el 78.65 % de la variabilidad. Los coeficientes de determinación del modelo de ajuste de la densidad de papayita nativa son bastante cercano con lo reportado por Figueroa (2016), quien en su investigación reporto que los coeficientes de determinación del modelo de ajuste para la concentración de SST y densidad en bebidas de tomate de árbol, fueron mayores a 0.80. Además establece que la prueba de ajuste permite establecer que los modelos estimados describen adecuadamente la tendencia de las variables fisicoquímicas, en función de la adición de hidrocoloides y aloe vera ($p > 0.05$). Según Gutiérrez y De la Vera (2008) indican que modelos adecuados son aquellos que presentan R^2 ajustado mayores a 70 %.

El modelo estadístico que representa la variable de respuesta para el intervalo experimental del estudio es el siguiente:

$$\text{Densidad} = 1.04699 - 0.0271755 \cdot \text{CMC} - 0.0822033 \cdot \text{GX} + 0.15526 \cdot \text{CMC}^2 - 0.01111111 \cdot \text{CMC} \cdot \text{GX} + 0.505998 \cdot \text{GX}^2$$

Se observa que, individualmente, el componente GX produce el mayor valor de densidad, seguido por la CMC. Además, con la combinación binaria de CMC y GX se obtienen valores de densidad más bajos, mientras que con el efecto cuadrático de GX densidades altas que con el efecto cuadrático de CMC.

En la figura 15, se aprecia que el incremento de la concentración de goma xantán tiene un efecto positivo sobre la densidad del producto, provocando un aumento en la respuesta conforme su nivel crece. A la vez se puede observar el efecto significativo que ejerce la concentración de carboximetilcelulosa sobre la densidad del néctar de papayita nativa, provocando un aumento en la respuesta conforme su nivel crece

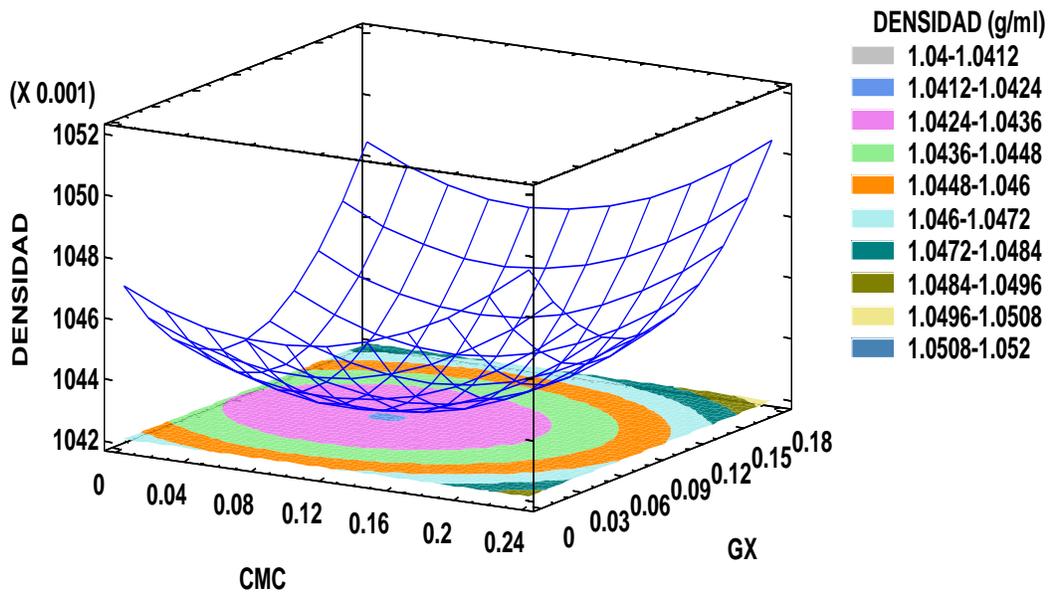


Figura 15. Superficie de respuesta estimada para la densidad

CONCLUSIONES

- La incorporación de CMC y GX, mostraron una influencia significativa en las propiedades organolépticas (color, sabor y textura) del néctar de papayita nativa, comprobando que existe diferencia significativa en las medias de los tratamientos mediante la aplicación de la pruebas de rangos múltiple por el método Tukey; siendo el tratamiento T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX) el de mayor valor de aceptación en cuanto al color, sabor y textura del néctar de papayita nativa.
- La incorporación de CMC y GX, tuvo una influencia significativa en las propiedades físicas del néctar de papayita nativa, los cuales reflejaron en la estabilidad a la sedimentación, siendo el tratamiento T3 (0.05 % de CMC y 0.15 % de GX), T4 (0.20 % de CMC y 0.15 % de GX), T5 (0.019 % de CMC y 0.10 % de GX), y T8 (0.125 % de CMC y 0.170 % de GX) los que no mostraron sedimentación durante el periodo de tiempo evaluado; del mismo modo la viscosidad fue afectada de manera significativa con la adición de GX, ya que permitió controlar los mecanismos de inestabilidad coloidal del néctar. En cuanto a la densidad, la incorporación de CMC y GX tuvieron influencia significativa en la densidad del néctar de papayita nativa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de tiempo y temperatura de tratamiento térmico para el néctar de papayita nativa; ya que estos parámetros son primordiales para realizar una adecuada pasteurización.
- Ampliar el estudio sobre la influencia de carboximetuilcelulosa y goma xantan sobre las propiedades reológicas de los néctares de fruta; debido a que pueden afectar el comportamiento reológico y estabilidad física de suspensiones durante el almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, J., Calles M., Baldomero L. y Aurora, S. (1999). *Ingeniería de la industria alimentaria*. Volumen I. Conceptos Básicos. Editorial Sintesis. España.
- Akkarachaneeyakorn, S., Tinrat, S. (2015). *Effects of types and amounts of stabilizers on physical and sensory characteristics of cloudy ready-to-drink mulberry fruit juice*. Food science & nutrition, 3(3), 213-220.
- Alvarado, J. y Aguilera, J. (2001). *Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos*. Editorial Acribia. España.
- Andrew, C. H. (2004). *Hydrocolloids; Practical guides for the food industry*. Ed. Edgan Press Hanbook, St, Paul, Minnesota, USA.
- Anzaldúa-Morales. (1994). *Evaluación sensorial de alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza, España: Acribia.
- Arango, L. M. (1992). *Evaluación sensorial. Manual de funcionamiento panel interno Sabor, ciencia de alimentos.*, 71 p.
- 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*, 4ta Edición. México DF., Editorial Pearson, Págs. 445-455.
- Basurto, L. (2001). *Viscosidad*. Disponible en <http://taninos.tripod.com/viscosidad.htm>.
- Biliaderis, C. G. (2009). *The structure and interactions of starch with food constituents*. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. Pp 60-78.
- Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity.*, 2nd Edition., Academic press., 426 p.
- Brady, J. E. (1999). *Química Básica*, México D.F, Editorial: Limusa Wiley.
- Braverman, J. (1980). *Introducción a la Bioquímica de los Alimentos*. México. Editorial Moreno S.A.
- Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N. D. (1998). *Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos*. Zaragoza España Acribia.
- Calzada, J. (1980). *Frutales Nativos.*, Universidad Nacional Agraria La Molina. Editorial Agraria., Lima-Perú.

- Carmen O. (2015). *Determinación de parámetros adecuados para la obtención de néctar a partir de tamarindo (Tamarindus indica L.)*, tesis (obtención del título de ingeniero agroindustrial e industrias alimentarias), Piura, Perú., Universidad Nacional de Piura.
- Charly (1991). *Tecnología de los alimentos, procesos químicos y físico en la preparación de los alimentos*. México: Limusa. 2da Edición.
- Cheftel, J. y Cheftel, H. (1989). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. Vol. II. Primera ed. Editorial Acribia. 404 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). *Néctares y frutas*. Consideraciones Generales. N° 1031 (1981).
- Concha, V. J., Guevara, P. A. y Araujo, V. M. (2002). *Obtención de polvo de papaya de monte (Carica Pubescens) por atomización*. Revista INGENIERÍA UC, 9 (1)
- Coronado, M. y Hilario, R. (2001). *Elaboración de néctar. Procesamiento de alimentos para pequeñas empresas y microempresas*. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo. Lima.
- Costell, E. (2005). *El Análisis Sensorial en el Control y Aseguramiento de la Calidad de los Alimentos*. Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y la Alimentación. Valencia, España.
- Cubero, N., Monferrer, A. y Villalta, J. (2002). *Aditivos alimentarios*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid: España.
- Dancona, N., (2000). *La estática de los fluidos*.
- Diaz B., et al (2016). *Evaluación del efecto de la adición de inulina y carboximetilcelulosa en el grado de aceptabilidad de un néctar de durazno*, revista Agroindustria, sociedad y ambiente del programa de ingeniería agroindustrial. Vol. 1 Nro. 6 enero - Junio 2016. Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado.
- Dluzewska, E.; Stoblecka, A.; Maszewska, M. (2010). *Effect of oil phase concentration on rheological properties and stability of beverage emulsions*.
- Doublier, J.L., Cuvelier, G. (2006). *Gums and Hydrocolloids: Funcional Aspects*. In Eliasson, A.C. (Ed). Carbohydrates in food. 2nd edition. 233- 272 pp.

- Evangelista, G. W. y Rivas, M. J. R. (2015). *Efecto de los edulcorantes (sucralosa y stevia) sobre las características sensoriales de una bebida a base de sanky (Corryocactus brevistylus)*, tesis (obtención del título de ingeniero de alimentos)., Callao, Peru., Universidad Nacional del Callao.
- Fasolin, L., Cunha, R. (2012). *Soursop juice stabilized with soy fractions: A rheological approach*. Ciencia e Tecnología de Alimentos, 32(2), 558-567.
- Figueroa Flórez, J.A. (2016). *Desarrollo de una bebida obtenida de tomate de árbol (Cyphomandra betacea) enriquecida con aloe vera (Aloe barbadensis Miller)* (tesis de magister). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- García, H. (1992), *Flora Medicinal de Colombia*. Botánica Médica. Ed. Tercer Mundo: Bogotá, Segunda edición; Vol. II., p 271.
- Garza, S.; Ibarz, A. (1998). *Comportamiento reológico de cremogenado de melocotón*. Brazilian Journal of Food Technology 1 (1/2): 12-24.
- Gaviria, P., Restrepo, D., y Suárez, H. (2009). *Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo kumis*. VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Volumen 17 número 1. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 29-36.
- Gelymar. (2006). *Sinergia de xantana con otras gomas*. Efecto de las Propiedades Finales.
- Genovese, D. y J.E. Lozano. (2001). *The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices*. Food Hydrocoll.15(1), 1-7.
- Goff, H.D., Davidson, V.J. & Cappi, E. (1994). *Viscosity of ice cream mixes at pasteurization temperatures*. Journal of Dairy Science, (77), 2207–2213.
- Grández, G. G. (2008), *evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones.*, Tesis (para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas) Piura, Perú., 89 p.
- Gutierrez B. N., y Segil H. E. M. (2016), *efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar mixto del jugo de la caña de azúcar (saccharum officinarum l) y aguaymanto (physalis peruviana)*. Tesis (obtención del título de ingeniero agroindustrial).,

universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas., Chachapoyas, Perú.

Gutierrez Pulido, H., y De la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (2da. ed.). México: MacGraw-Hill Interamerica

Ibañez, M. F.C. y Barcina, A. Y., (2001), *análisis sensorial de alimentos, métodos y aplicaciones.*, España.

Ibrahim, G., Hassan, I., Abd-Elrashid, A., El-Massry, K., Eh-Ghorab, A., Ramadan, M., Osman, F. (2011). Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. *Food Hydrocolloids*, 25(1), 91-97.

Keshtkaran, M., Mohammadifar, M. A., Asadi, G. A., Nejad, R. A., Balaghi, S. (2013). Effect of gum tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 4794-4803.

Kramer, A. (1964). *Definition of texture and its measurement in vegetables products.* *Food Technology*. 18:304.

Laaman, T. R. (2011). *Hydrocolloids: Fifteen Practical Tips*. En Laaman T. R. (Ed.), *Hydrocolloids in Food Processing* (pp. 1–17). Iowa: Blackwell Publishing, Ltd. and Institute of Food Technologists.

Lawlees, H., and Heymann, H. (1998). *Scaling, Capítulo 7; en Sensory Evaluation of Food, principles and practices*. Chapman y Hall, New York.

Lemos T. (2012), *evaluación de mezclas de hidrocoloideas en la estabilización del néctar de caju: aspectos reológicos y sensoriales*. Tesis (Doctoral); universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Brasil.

Liang, C., Hu, X., Ni, Y., Wu, J., Chen, F., Liao, X. (2006). *Effect of hydrocolloids on pulp sediment, white sediment, turbidity and viscosity of reconstituted carrot juice.* *Food Hydrocolloids*, 20(8), 1190-1197.

Luque, J. (2008). *Producción de Néctares de Fruta*.

Méndez – Sánchez, A, Pérez, L. & Paniagua, A, (2010). *Determinación de la viscosidad de fluidos newtonianos y no newtonianos*. Universidad autónoma de México.

- Meza, C., (1995). *Determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de conservas en almíbar de papaya arequipeña (carica pubescens)*. Tesis para optar el título de Ingeniero en industrias Alimentarias. UCSM. Arequipa-Perú.
- Mieles C. M. C. y Yépez T. L. D. (2015), Utilización de suero ácido y goma xanthan en la elaboración de un néctar de naranja, Tesis (obtención del título de ingeniero de Alimentos), Quito, Ecuador., Universidad San Francisco de Quito USFQ.
- Mirhosseini, H., Ping, T. C. (2010). Effect of various hydrocolloids on physicochemical characteristics of orange beverage emulsion. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 308-313.
- Montgomery, D. (2002). *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Limusa S.A
- Mota, A., Ibarz, A. (2006). Comportamiento viscoelástico de pulpa de membrillo en función de la concentración de sólidos solubles. *Revista Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 26.
- Muñoz Jáuregui, A. M. (2006). *Estudio químico-bromatológico del fruto de Carica monoica Desf. "chamburú " y los efectos de su ingesta en el crecimiento y el perfil bioquímico de las ratas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Norma general del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas (CODEX STAN 247-2005)
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, *determinación de densidad*; N° 1375.
- NTP, INDECOPI. (2009). Norma Técnica Peruana. Instituto nacional de defensa del consumidor y de la propiedad privada intelectual. Norma técnica Peruana para néctares. Lima, Perú
- Nwaokoro, O. G., Akanbi, C. T. (2015). *Effect of the addition of hydrocolloids to tomato-carrot juice blend*. *Journal of Nutritional Health & Food Science*, 3(1): 1-10.
- Otazu García D. O. (2014). *Caracterización de la velocidad de decantación en néctar de piña (ananas comusus) con diferentes concentraciones de*

- estabilizante* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Panchi Guanoluisa A. N. (2013). *Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA – XT2i* (tesis para la obtención de título de ingeniera en alimentos). Universidad Técnica de Ambato., Ambato, Ecuador.
- Paquet, E., Alexandra, A., Lemieux, S., Turgeon, S. (2014). *Effects of apple juice-based beverages enriched with dietary fibres and xanthan gum on the glycemic response and appetite sensations in healthy men*. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 4, 39–47.
- Pearson, D. (1998). *Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos*. Editorial. Acribia. 3° edición. España.
- Pérez, P., Rocío. (2009), *Aplicación de microondas en el tratamiento de emulsiones del tipo agua en aceite y aceite en agua.*, Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia – España.
- Pierce, P. (1982), *Rheological Measurements*, New York. Ed .John Wiley & Sons.
- Purdue University (2004), *center of new crops y plant products*.
- Repo de Carrasco R. y Encina Zelada C. R. (2008). *Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas*. *Revista Sociedad Química Perú*. 74 (2), 108-124. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v74n2/a04v74n2.pdf>
- Rodríguez M. M. C. (2002). *Observatorio De La Seguridad Alimentaria*, Uab , Consumer Eroski.
- Sáenz, C. (1989). *El color en alimentos: medidas instrumentales*, Universidad de Chile. Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos. Santiago. Chile. 96 p.
- Sahin, H., Ozdemir, F. (2007). Effect of some hydrocolloids on the serum separation of different formulated ketchups. *Journal of Food Engineering*, 81, 437-446.
- Sanderson, G.R. (1981), *Polysaccharides in foods*. *Food Technology*, v.35, N°7, p.50.

- Saravia, R. N. L. (2011), *Estudio para la optimización de la formulación del néctar de naranja con zanahoria para mejorar el sabor y reducir las mermas*. Tesis (para optar el título profesional en ingeniería de alimentos), Quito, Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial, 63 p.
- Schramm, L. L. (2005), *Emulsions, Foams, and Suspensions: Fundamentals and Applications*. In: Schramm, L. L. *Colloid Stability*. Weinheim: Wiley-VCH, p. 117-152.
- Serpil S. Y Servet Gulum S. (2009). *Propiedades físicas de los alimentos*. Editorial Acribia. España.
- Singh, R. y Heldman, D., (2009), *“Introducción a la ingeniería de los Alimentos”*, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, pp. 55-80.
- Steffe, J (1992), *Rheological Methods in Food Process Engineering*, USA. Ed. Pergamon Press. 428 p.
- Sutherland, I.W. (1994), *Structure–function relationships in microbial exopolysaccharides*. *Biotechnol. Adv.* 12, 393–448.
- Tinoco, O. L. K. (2016). *Efecto de la temperatura y concentración en el perfil reológico de la pulpa de melón (cucumis melo)*, tesis (obtención del título de ingeniero agroindustrial)., Tarma, Peru., Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Torres, C. (1985), *Efecto del ácido gibelérico y del agua a Temperatura en la germinación y producción de plántulas de papaya arequipeña (Carica pubescens) Lenne et Koch.*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú.
- Tovar Elizabeth, M. (2010). *Evaluación de las propiedades reológicas de pulpas de frutas y productos derivados en una planta procesadora de jugos* (Tesis para la obtención de título de Ing. Químico). Universidad de Oriente Nucleo de Anzoátegui. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería Química. Barcelona.
- Ureña P. M, (1999). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. UNALM. 1° Edición. Lima – Perú.

- Valencia S, Guevara P. (2013). *Elaboración de néctar de zarzamora (Rubus fruticosus L.)* Scientia Agropecuaria 4(2013) 101 – 109.
- Valenzuela, C. (1995). *Química General: Introducción a la química teórica*. España: Ediciones de la Universidad de Salamanca.
- Vargas R.; Pisfil E. (2008). *Estudio químico bromatológico y elaboración de néctar de Mespilus germánica L. (níspero de palo) procedente de la provincia de Vilcashuamán, departamento de Ayacucho*.
- Vera A., F. E. (2011). *Determinación de las condiciones de uso del almidón modificado en el mejoramiento de fórmulas alimenticias* (tesis de pregrado). Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Ward, F.M. and Andon, S.A. (2002). *Hydrocolloids as Film Formers, Adhesives, and Gelling Agents for Bakery and Cereal Products*. Cereal Food World.
- Write F., (1979), *Mecánica de fluidos*, México. McGraw-Hill. 753 p.
- Yasar, Y., Togrul, H., Arslan, N. (2007). *Flow properties of cellulose and carboxymethyl cellulose from orange peel*. *Journal of Food Engineering*, 81, 187-199.
- Zapana G. J. (2011). *Elaboración de néctar de papaya de montaña (carica pubescens) y evaluación de su vida en anaquel en tres tipos de envase*., tesis (obtención del título de ingeniero Agroindustrial)., Puno, Peru., Universidad Nacional del Altiplano.

ANEXOS

ANEXO 01. Ficha técnica de carboximetilcelulosa

	FICHA TECNICA GRINDSTED Cellulose gum BEV 350 (CMC)	CI – 260 / 01
		Versión 001
		Página 1 de 4
		Fecha de Emisión: 11-04-13

DANISCO

Descripción

GRINDSTED Cellulose gum BEV 350 es un carboximetilcelulosa de sodio altamente purificado. GRINDSTED Cellulose gum BEV 350 es un polvo de color blanco a blanquecino, inoloro, soluble en agua. Se ha diseñado específicamente para aplicaciones de bebidas, y da sus mejores resultados en jugos, refrescos y jarabes.

Áreas de aplicación

Lácteos, frutas y verduras, pulpas, almibares, bebidas en general.

Beneficios

- Fácil dispersión, recomendado para aplicaciones en bebidas en polvo instantáneas.
- Mejora la textura de jugos con bajo contenido de fruta o sin fruta.
- Proporciona una apariencia cristalina en aplicaciones sin pulpa.
- Mejora la estabilidad de la emulsión (limita la presencia del "anillo de aceite" en el embotellamiento).
- Compatible con bebidas ácidas de bajo pH.

Dosis

Las siguientes directrices generales pueden ser dadas para bebidas :
0,05 – 0,20 % (basado en la bebida pronta para beber).

Instrucciones de uso

Las formulaciones y las recomendaciones específicas del proceso se pueden obtener a petición.

Composición

Carboximetilcelulosa de sodio (pureza 99,5% min.). E466

ANEXO 02. Ficha técnica de goma xantan

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TECNICA GRINDSTED XANTHAN 80	CI – 260 / 01
		Versión 001
		Página 1 de 4
		Fecha de Emisión: 25-07-14

DANISCO

Descripción

GRINDSTED Xanthan 80 es una goma xantan granulada grado alimenticio que es particularmente usada como espesante y estabilizante. El tamaño de partícula es 80 mesh y asegura un grado de hidratación rápida, fácil manipulación y aplicación en producciones normales de alimentos.

Áreas de aplicación

Es una hidrocoloide soluble en frío y presenta sinergia con goma guar y LBG.

Beneficios

- Agente de suspensión para sólidos y gotas de aceite.
- Estabilizador eficaz de la emulsión y de la espuma.
- Alta viscosidad en bajas concentraciones con comportamiento pseudoplástico (fuerza de cizallamiento).
- Efecto anti sinéresis.
- Ausencia de tixotropía.
- Estable en soluciones tanto ácidas como alcalinas.
- Altamente resistente a la temperatura.
- Compatible con soluciones que contienen altas concentraciones de varias sales.

Dosis

Las siguientes líneas directivas pueden ser dadas:

Preparación de ensalada	0.15 – 0.50%
Preparados de torta	0.05 – 0.25%
Salsas	0.10 – 0.30%
Aderezo para ensaladas	0.10 – 0.25%
Tipo "Relish"	
Rellenos frutales	0.03 – 0.15%
Bebidas frutales	0.05 – 0.15%
Aderezo para ensaladas de repollo tipo "cole slaw"	0.15 – 0.25%
Sopas preparadas (en seco)	0.30 – 0.50%

Instrucciones de uso

Las formulaciones y las recomendaciones específicas del proceso se pueden obtener a petición.

ANEXO 03. Cartilla de evaluación sensorial del néctar de papayita nativa

PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO			
<p>Género: (M) o (F) Edad:..... Fecha:...../...../..... Hora:.....</p>			
INSTRUCCIONES			
<p>Pruebe las muestras de Néctar de papayita nativa (<i>Carica pubescens</i>) que se le presentan e indique, según la escala, cuanto le gusta o disgusta cada una, escribiendo el puntaje correspondiente en el recuadro del código de la muestra.</p> <p>Nota: recuerde tomar agua después de cada muestra.</p>			
Categoría		puntaje	
Me disgusta mucho		1	
No me gusta		2	
Ni me gusta ni me disgusta		3	
Me gusta		4	
Me gusta mucho		5	
CODIGO	CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO		
	COLOR	SABOR	TEXTURA
142			
189			
135			
195			
178			
125			
120			
152			
134			
147			

ANEXO 04. Resultados del análisis organoléptico del color.

PANELISTA	COLOR																															
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			MP				
	I	II	III																													
1	4	5	5	5	5	2	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	3	5	4	5	3	5	3	4	3	3	5	3		
2	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	3	5	3	5	5	2	5	4	5	5	5	4	5	4	3	5		
3	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	3	4	4		
4	3	3	5	3	3	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	3	5	5	5	4	5	5	5		
5	4	4	4	5	2	4	5	5	5	5	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	3	4	3	4	3	4	5	4	2	4	
6	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	3	5	3	5	5	5	4	3	4	5	5	4	5	5	4	5	5		
7	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	
8	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	
9	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	5	3	4	4	
10	4	4	5	4	5	5	5	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	3	
11	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	3	5	4	4	3	4	4	4	3	5	
12	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	5	3	4	5	5	4	4	4	
13	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	
14	3	4	2	3	5	3	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	
15	5	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	3	5	4	2	4		
16	4	4	5	5	5	3	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
17	4	4	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3	4	4	
18	4	4	3	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	3	4	4	3	
19	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	5	3	4	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	
21	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
22	3	3	3	3	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	5	
23	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	5	5	4	3	3	5	5	5	5	5	4	4	
24	3	4	3	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	3	4	3	3	3	3	3	5	5	5	4	3	3	4	5	4		
25	4	3	3	3	3	5	4	4	4	3	5	5	3	3	5	3	5	5	5	5	4	4	3	3	4	4	4	5	4	5		
MEDIA	3.96	3.92	4.00	4.12	4.16	4.08	4.24	4.20	4.28	4.20	4.16	4.24	4.12	4.08	4.16	4.16	4.20	4.24	4.12	4.04	4.16	4.16	4.20	4.20	4.08	4.04	4.12	4.00	3.92	3.96		

ANEXO 05. Análisis de ANOVA para el color de néctar de papayita nativa

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.278667	9	0.030963	16.13	0.0000
Intra grupos	0.0384	20	0.00192		
Total (Corr.)	0.317067	29			

ANEXO 06. Tukey para el color de néctar de papayita nativa

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Mp	3	3.96	X
T1	3	3.96	X
T9	3	4.08	XX
T7	3	4.10667	XX
T2	3	4.12	XXX
T8	3	4.18667	XXX
T6	3	4.2	XXX
T4	3	4.2	XXX
T5	3	4.21333	XX
T3	3	4.24	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Mp - T1		0	0.126725
Mp - T2	*	-0.16	0.126725
Mp - T3	*	-0.28	0.126725
Mp - T4	*	-0.24	0.126725
Mp - T5	*	-0.253333	0.126725
Mp - T6	*	-0.24	0.126725
Mp - T7	*	-0.146667	0.126725
Mp - T8	*	-0.226667	0.126725
Mp - T9		-0.12	0.126725
T1 - T2	*	-0.16	0.126725
T1 - T3	*	-0.28	0.126725

T1 - T4	*	-0.24	0.126725
T1 - T5	*	-0.2533333	0.126725
T1 - T6	*	-0.24	0.126725
T1 - T7	*	-0.146667	0.126725
T1 - T8	*	-0.226667	0.126725
T1 - T9		-0.12	0.126725
T2 - T3		-0.12	0.126725
T2 - T4		-0.08	0.126725
T2 - T5		-0.0933333	0.126725
T2 - T6		-0.08	0.126725
T2 - T7		0.0133333	0.126725
T2 - T8		-0.0666667	0.126725
T2 - T9		0.04	0.126725
T3 - T4		0.04	0.126725
T3 - T5		0.0266667	0.126725
T3 - T6		0.04	0.126725
T3 - T7	*	0.1333333	0.126725
T3 - T8		0.0533333	0.126725
T3 - T9	*	0.16	0.126725
T4 - T5		-0.0133333	0.126725
T4 - T6		0	0.126725
T4 - T7		0.0933333	0.126725
T4 - T8		0.0133333	0.126725
T4 - T9		0.12	0.126725
T5 - T6		0.0133333	0.126725
T5 - T7		0.106667	0.126725
T5 - T8		0.0266667	0.126725
T5 - T9	*	0.1333333	0.126725
T6 - T7		0.0933333	0.126725
T6 - T8		0.0133333	0.126725
T6 - T9		0.12	0.126725
T7 - T8		-0.08	0.126725
T7 - T9		0.0266667	0.126725
T8 - T9		0.106667	0.126725

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 07. Resultados del análisis organoléptico del sabor.

PANELISTA	SABOR																															
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			MP				
	I	II	III																													
1	4	4	5	5	5	4	5	4	5	3	3	4	4	5	5	5	3	4	5	4	5	3	3	5	5	5	3	5	3	5	3	2
2	4	5	3	2	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	3	3	5	4	4	4	4	
3	5	3	5	5	4	3	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	3	4	4	4	2	4	3	3	3	
4	4	4	4	3	5	5	5	5	4	4	5	3	5	2	5	4	4	3	5	3	5	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	
5	4	4	4	4	4	4	3	5	5	3	3	5	4	5	3	3	3	4	4	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
6	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	2	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	4	2	2	
7	3	2	3	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	
8	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	5	3	2	4	3	5	5	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	3	3	
9	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	
10	5	4	4	2	4	3	5	4	4	4	5	4	3	5	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	
11	4	5	4	3	5	5	4	5	3	5	4	4	5	3	4	4	4	4	5	4	3	5	4	5	4	4	3	2	3	4	4	
12	2	4	2	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	3	
13	4	2	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	3	5	2	3	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	
14	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5	3	3	4	5	5	5	5	
15	3	3	5	4	4	4	3	4	4	4	2	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	5	3	4	4	4	4	
16	3	4	2	3	3	3	4	3	5	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	5	
17	4	5	3	5	2	2	4	4	4	4	4	4	5	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	
18	3	2	3	4	3	3	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	
19	3	3	4	3	3	3	4	4	5	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	
20	2	4	3	4	4	2	3	3	3	4	5	4	3	4	5	3	5	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	2	5	5	
21	3	3	3	3	3	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	3	5	3	3	5	4	3	3	2	2	
22	2	4	2	3	3	5	3	2	3	3	5	4	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	
23	2	2	4	2	2	2	4	3	4	4	5	5	5	5	5	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	
24	3	4	3	5	2	2	4	4	3	5	3	4	2	5	5	4	3	4	3	5	4	5	3	4	4	3	4	3	3	4	4	
25	4	2	2	4	4	3	3	5	4	5	5	4	5	4	4	3	4	5	4	4	5	3	5	3	3	3	5	4	5	5	5	
MEDIA	3.52	3.60	3.56	3.64	3.68	3.68	4.08	4.12	4.04	4.08	4.12	4.16	4.12	4.04	4.16	3.68	3.64	3.64	4.00	4.08	4.04	4.04	4.08	4.00	3.60	3.64	3.56	3.68	3.76	3.72		

ANEXO 08. Análisis de ANOVA para el sabor de néctar de papayita nativa

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.49675	9	0.166305	103.94	0.0000
Intra grupos	0.032	20	0.0016		
Total (Corr.)	1.52875	29			

ANEXO 09. Tukey para el sabor de néctar de papayita nativa

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	3.56	X
T9	3	3.6	X
T6	3	3.65333	XX
T2	3	3.66667	XX
Mp	3	3.72	X
T7	3	4.04	X
T8	3	4.04	X
T3	3	4.08	X
T5	3	4.10667	X
T4	3	4.12	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Mp - T1	*	0.16	0.115684
Mp - T2		0.0533333	0.115684
Mp - T3	*	-0.36	0.115684
Mp - T4	*	-0.4	0.115684
Mp - T5	*	-0.386667	0.115684
Mp - T6		0.0666667	0.115684
Mp - T7	*	-0.32	0.115684
Mp - T8	*	-0.32	0.115684
Mp - T9	*	0.12	0.115684
T1 - T2		-0.106667	0.115684
T1 - T3	*	-0.52	0.115684
T1 - T4	*	-0.56	0.115684
T1 - T5	*	-0.546667	0.115684

T1 - T6		-0.0933333	0.115684
T1 - T7	*	-0.48	0.115684
T1 - T8	*	-0.48	0.115684
T1 - T9		-0.04	0.115684
T2 - T3	*	-0.413333	0.115684
T2 - T4	*	-0.453333	0.115684
T2 - T5	*	-0.44	0.115684
T2 - T6		0.0133333	0.115684
T2 - T7	*	-0.373333	0.115684
T2 - T8	*	-0.373333	0.115684
T2 - T9		0.0666667	0.115684
T3 - T4		-0.04	0.115684
T3 - T5		-0.0266667	0.115684
T3 - T6	*	0.426667	0.115684
T3 - T7		0.04	0.115684
T3 - T8		0.04	0.115684
T3 - T9	*	0.48	0.115684
T4 - T5		0.0133333	0.115684
T4 - T6	*	0.466667	0.115684
T4 - T7		0.08	0.115684
T4 - T8		0.08	0.115684
T4 - T9	*	0.52	0.115684
T5 - T6	*	0.453333	0.115684
T5 - T7		0.0666667	0.115684
T5 - T8		0.0666667	0.115684
T5 - T9	*	0.506667	0.115684
T6 - T7	*	-0.386667	0.115684
T6 - T8	*	-0.386667	0.115684
T6 - T9		0.0533333	0.115684
T7 - T8		0	0.115684
T7 - T9	*	0.44	0.115684
T8 - T9	*	0.44	0.115684

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 10. Resultados del análisis organoléptico del textura.

PANELISTA	TEXTURA																													
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			MP		
	I	II	III																											
1	4	3	2	5	4	4	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	2	3	2	3	4	5	4	4	4	4	4	4
2	3	4	3	4	2	4	4	4	4	4	2	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	5	3	2
3	4	2	4	3	5	5	5	4	5	5	4	5	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3	4	4	3	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	4	5	4	4	4	3	3	4	4	4
5	3	1	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	4	4	4
6	2	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	3	4	4	5	3	5	3	4	3	4	4	4
7	2	4	4	2	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4
8	3	3	3	3	4	4	5	4	5	4	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
9	4	3	3	5	5	3	4	5	4	4	4	4	4	2	4	4	5	4	2	4	5	4	5	4	2	2	3	3	4	4
10	3	5	3	4	4	4	3	4	4	4	3	5	3	5	3	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	5
11	2	4	2	3	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3	5	4	5	4	4	3	4	5	4
12	3	4	3	4	3	5	5	4	5	5	3	4	4	3	3	4	5	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	2	4	2
13	1	3	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	3	5	3	4	5	4	3	3	3	4	4	4
14	3	2	3	4	4	4	3	4	4	5	4	5	4	3	3	4	4	4	4	2	3	4	4	5	3	3	3	3	3	3
15	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	3	4	5	5	3	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2
16	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	3	5	5	5	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	5	5	3
17	2	1	2	3	3	3	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	5	2	4	4	3	2	4	3	3	2	3
18	3	3	4	5	2	3	4	4	5	5	4	3	5	4	5	4	3	4	4	3	4	4	4	5	3	5	3	4	3	4
19	2	2	2	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	5	2	3	4	4	3	4	2	5	5	4	4	3	4	5	3	3
20	4	2	2	3	5	3	4	4	3	3	4	4	5	4	5	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	2	4
21	3	4	4	3	3	3	5	2	4	4	5	3	4	4	5	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	5	4	3	3
22	2	2	2	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	5	3	3	5	3	2	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3
23	3	1	2	3	4	3	5	4	4	4	5	3	4	5	5	4	3	3	4	2	4	4	4	4	3	2	3	3	3	3
24	4	2	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	5	5	4	5	4	5	4	5	3	2	5	3	3	3	2	2	2	4
25	3	4	3	4	3	2	4	5	4	4	5	4	5	4	3	4	3	4	2	2	5	4	5	4	4	4	5	4	3	2
MEDIA	2.96	2.92	3.04	3.68	3.64	3.64	4.16	4.08	4.12	4.12	4.04	4.12	4.04	3.96	4.12	4.00	4.04	4.08	3.32	3.36	3.36	4.16	4.12	4.16	3.40	3.44	3.48	3.60	3.52	3.48

ANEXO 11. Análisis de ANOVA para la textura de néctar de papayita nativa

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4.49195	9	0.499105	222.81	0.0000
Intra grupos	0.0448	20	0.00224		
Total (Corr.)	4.53675	29			

ANEXO 12. Tukey para la textura de néctar de papayita nativa

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	3	2.97333	X
T7	3	3.34667	X
T9	3	3.44	XX
Mp	3	3.53333	XX
T2	3	3.65333	X
T6	3	4.04	X
T5	3	4.04	X
T4	3	4.09333	X
T3	3	4.12	X
T8	3	4.14667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Mp - T1	*	0.56	0.136879
Mp - T2		-0.12	0.136879
Mp - T3	*	-0.586667	0.136879
Mp - T4	*	-0.56	0.136879
Mp - T5	*	-0.506667	0.136879
Mp - T6	*	-0.506667	0.136879
Mp - T7	*	0.186667	0.136879
Mp - T8	*	-0.613333	0.136879
Mp - T9		0.0933333	0.136879
T1 - T2	*	-0.68	0.136879
T1 - T3	*	-1.14667	0.136879
T1 - T4	*	-1.12	0.136879
T1 - T5	*	-1.06667	0.136879

T1 - T6	*	-1.06667	0.136879
T1 - T7	*	-0.373333	0.136879
T1 - T8	*	-1.17333	0.136879
T1 - T9	*	-0.466667	0.136879
T2 - T3	*	-0.466667	0.136879
T2 - T4	*	-0.44	0.136879
T2 - T5	*	-0.386667	0.136879
T2 - T6	*	-0.386667	0.136879
T2 - T7	*	0.306667	0.136879
T2 - T8	*	-0.493333	0.136879
T2 - T9	*	0.213333	0.136879
T3 - T4		0.0266667	0.136879
T3 - T5		0.08	0.136879
T3 - T6		0.08	0.136879
T3 - T7	*	0.773333	0.136879
T3 - T8		-0.0266667	0.136879
T3 - T9	*	0.68	0.136879
T4 - T5		0.0533333	0.136879
T4 - T6		0.0533333	0.136879
T4 - T7	*	0.746667	0.136879
T4 - T8		-0.0533333	0.136879
T4 - T9	*	0.653333	0.136879
T5 - T6		0	0.136879
T5 - T7	*	0.693333	0.136879
T5 - T8		-0.106667	0.136879
T5 - T9	*	0.6	0.136879
T6 - T7	*	0.693333	0.136879
T6 - T8		-0.106667	0.136879
T6 - T9	*	0.6	0.136879
T7 - T8	*	-0.8	0.136879
T7 - T9		-0.0933333	0.136879
T8 - T9	*	0.706667	0.136879

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 13. Resultados de sedimentación del néctar de papayita nativa.

TIEMPO	PROMEDIO DE SEDIMENTACIÓN (ml) POR TRATAMIENTO													
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	MP
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
4	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
5	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.60
6	0.33	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.10	0.00	0.13	0.20	0.17	0.90
7	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.17	0.30	0.20	0.20	0.20	0.90
8	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.07	0.30	0.00	0.20	0.30	0.40	0.20	0.20	1.20
9	0.60	0.27	0.00	0.00	0.00	0.13	0.40	0.00	0.20	0.30	0.40	0.20	0.20	1.20
10	0.70	0.43	0.00	0.00	0.00	0.13	0.40	0.00	0.47	0.50	0.50	0.50	0.50	1.20
11	0.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.00	0.47	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50
12	0.83	0.50	0.00	0.00	0.00	0.30	0.50	0.00	0.47	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50
13	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.30	0.57	0.00	0.50	0.50	0.70	0.70	0.50	1.50
14	1.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.57	0.67	0.00	0.50	0.80	0.70	0.70	0.50	1.80
15	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.57	0.67	0.00	0.80	0.80	0.70	0.90	0.80	1.80
16	1.10	0.73	0.00	0.00	0.00	0.57	0.67	0.00	0.80	0.80	1.20	0.90	0.80	2.10
17	1.27	0.73	0.00	0.00	0.00	0.63	0.90	0.00	1.17	1.10	1.20	0.90	0.80	2.10
18	1.27	0.73	0.00	0.00	0.00	0.73	0.90	0.00	1.17	1.10	1.20	1.20	1.20	2.10
19	1.33	0.73	0.00	0.00	0.00	0.73	0.90	0.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	2.10
20	1.33	0.87	0.00	0.00	0.00	0.80	0.90	0.00	1.50	1.50	1.50	1.20	1.50	2.30
21	1.40	0.87	0.00	0.00	0.00	0.80	0.90	0.00	1.50	1.50	1.50	1.20	1.50	2.30
22	1.40	0.87	0.00	0.00	0.00	0.80	1.03	0.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	2.30
23	1.47	0.90	0.00	0.00	0.00	0.87	1.10	0.00	1.80	1.50	1.50	1.50	1.70	2.30
24	1.47	0.90	0.00	0.00	0.00	0.87	1.10	0.00	1.80	1.50	1.80	1.50	1.70	2.30
25	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	1.10	0.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.80	2.30
26	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	1.10	0.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.80	2.30
27	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	1.10	0.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.80	2.30
28	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	1.10	0.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.80	2.30
29	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	1.10	0.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.80	2.30
30	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.90	1.10	0.00	1.80	1.70	1.80	1.60	1.80	2.30

ANEXO 14. Informe de análisis de viscosidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0047-16-LAQ

SOLICITANTE: OLIMPIO ALHUAY ALHUAY

PROYECTO T.: "INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION DE CARBOXIMETILCELULOSA
 Y GOMA XANTAN EN LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS Y
 FISICAS DEL NECTAR DE PAPAYITA NATIVA"

MUESTRA : NECTAR DE PAPAYITA NATIVA

FECHA : C/14/01/2016

RESULTADO DE VISCOSIDAD:

=====			
Viscosidad(Pascal-s) 20 °C			
=====			
	Rep.1	Rep.2	Rep.3
=====			
T1	0.01105	0.01121	0.01100
T2	0.01133	0.01128	0.01126
T3	0.01211	0.01214	0.01216
T4	0.01249	0.01255	0.01245
T5	0.01220	0.01230	0.01224
T6	0.01177	0.01171	0.01160
T7	0.01121	0.01126	0.01131
T8	0.01251	0.01260	0.01252
T9	0.01206	0.01210	0.01220
T10	0.01209	0.01211	0.01213
T11	0.01211	0.01205	0.01224
T12	0.01211	0.01220	0.01211
T13	0.01224	0.01202	0.01212
T14	0.01115	0.01110	0.01120

Cusco, 20 de Enero 2016


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos
 LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 Merygra Arrieta
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 15. Ficha técnica del viscosímetro rotacional ST-2001

VISCOSÍMETRO ROTACIONAL ST-2001



CARACTERÍSTICAS

Lectura directa de los parámetros de medida en pantalla L.C.D.

Visualización de parámetros:

- Velocidad seleccionada r.p.m.
- Husillo seleccionado S.P.
- Lectura de la viscosidad cP (mPa-s).
- Porcentaje del fondo de escala %.

El equipo determina viscosidad relativa y viscosidad absoluta.

Posibilidad de cambiar los datos S.I. a C.G.S.

Chequeo automático del funcionamiento correcto mediante barrido a diferentes velocidades.

Autocontrol de alarma sonora y visual en caso de mal funcionamiento.

Detección e indicación de "fuera de escala" mediante señal acústica y visual.

Protección contra aumentos bruscos de tensión en la red.

Posibilidad de calibración por el mismo usuario.

18 velocidades seleccionables desde 0,3 a 100 r. p. m.

Posibilidad de trabajar en diferentes idiomas reflejados en pantalla.

Soporte pie-base con ajuste de nivel y barra corredera sube y baja.

ANEXO 16. Análisis de varianza para la viscosidad del néctar de papayita nativa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:CMC	0.0180179	1	0.0180179	0.52	0.4766
B:GX	6.21665	1	6.21665	179.16	0.0000
AA	0.320028	1	0.320028	9.22	0.0048
AB	0.0184083	1	0.0184083	0.53	0.4719
BB	0.520991	1	0.520991	15.01	0.0005
Error total	1.07565	31	0.0346982		
Total (corr.)	8.07854	38			

ANEXO 17. Densidad del néctar de papayita nativa

DENSIDAD (g/ml)			
Tratamientos	Replica I	Replica II	Replica III
T₁	1.0437	1.0431	1.0441
T₂	1.0455	1.0452	1.0454
T₃	1.0443	1.0455	1.0435
T₄	1.0459	1.0454	1.0467
T₅	1.0434	1.0435	1.0433
T₆	1.0451	1.0462	1.0453
T₇	1.0439	1.0435	1.0424
T₈	1.0465	1.0476	1.0476
T₉	1.0424	1.0426	1.0430
T₁₀	1.0432	1.0423	1.0430
T₁₁	1.0423	1.0421	1.0431
T₁₂	1.0422	1.0421	1.0438
T₁₃	1.0431	1.0421	1.0435
MP	1.0414	1.0421	1.0421

ANEXO 18. Análisis de varianza para la densidad del néctar de papayita nativa.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:CMC	0.0000149641	1	0.0000149641	28.12	0.0000
B:GX	0.0000186016	1	0.0000186016	34.96	0.0000
AA	0.0000159175	1	0.0000159175	29.91	0.0000
AB	2.08333E-8	1	2.08333E-8	0.04	0.8444
BB	0.0000333396	1	0.0000333396	62.76	0.0000
Error total	0.0000164957	31	5.32121E-7		
Total (corr.)	0.0000947097	38			

ANEXO 19. Fotos de la investigación

Materia prima utilizado en la elaboración del néctar de papayita nativa



Lavado y desinfección de la materia prima



Envasado del néctar de papayita nativa



ANEXO 17. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES						RECOLECCIÓN DE DATOS	
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORES ESC.	DISEÑO O MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
GENERALES										
¿Cuál es el efecto de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas y físicas del néctar de papayita nativa (<i>Carica pubescens</i>)?	Determinar la influencia de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas y físicas del néctar de papayita nativa (<i>Carica pubescens</i>).	El carboximetilcelulosa y goma xantan influyen significativamente en las propiedades organolépticas y físicas del néctar de papayita nativa (<i>Carica pubescens</i>).	Variables Independientes : Carboximetilcelulosa y Goma Xantan	Se refiere a la interacción de carboximetilcelulosa y goma xantan	En porcentajes.	Porcentaje	%	Experimental	Lectura	Balanza Analítica.
			Variables dependientes : Propiedades organolépticas (color, sabor y textura)	Se refiere a las propiedades organolépticas del néctar de papayita nativa.	Escala hedónica estructurada.	Escala estructurada de 5 puntos.	puntos	Experimental	Análisis sensorial	Escala hedónica
			Propiedades físicas (sedimentación, viscosidad y densidad).	Se refiere a las propiedades físicas que debe tener en néctar de papayita nativa.	Análisis físico	Sedimentación	ml	Experimental	Índice de sedimentación	Probeta
						Viscosidad	Pascal a 20 °C	Reológico	Viscosidad	Viscosímetro rotacional
Densidad	g/ml	Experimental	Método del picnómetro	Picnómetro						

