

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCION DE GOMA DE MAIZ (*Zea mays*)
EXTRAIDA ENZIMATICAMENTE POR CARBOXIMETILCELULOSA EN
LA OBTENCION DE NECTAR DE PIÑA (*Ananas comosus*)**

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES: Bach. WILBER JAUREGUI LOPEZ

Bach. JAMER GOÑAS MÁS

ASESOR: Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado por un buen sendero, a mis padres Eli Jauregui Melendez y Maria Donalia Lopez Alvarado y a mi Hermana Eliana por estar conmigo siempre.

Wilber

A Dios por estar a cada paso que doy, por cuidarme y darme fortaleza, a mis padres Heraclito Goñas del Castillo y Celsavila Mas Mirano, y hermanos quienes han velado por mi bien estar y educación. Depositando su confianza en cada reto que se presentó sin dudar en ningún momento de mis capacidades.

Jamer

AGRADECIMIENTO

A Dios por su bendición e iluminar nuestro camino para seguir adelante y lograr culminar este trabajo de investigación con éxito.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, institución a la cual debemos la realización profesional, en especial a los docentes y técnicos encargados de los laboratorios de Ingeniería, Tecnología Agroindustrial y la Planta Piloto Agroindustrial, los cuales coadyuvaron para la ejecución de nuestro proyecto de tesis.

Al Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz, asesor de la tesis, por su tiempo, paciencia, dedicación y conocimientos aportados para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D., Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ms. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIA

VISTO BUENO DEL ASESOR

El que suscribe, docente ordinario de la UNTRM-A, da el visto bueno, en su calidad de asesor a la Tesis EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCION DE GOMA DE MAIZ (Zea mays) EXTRAIDA ENZIMATICAMENTE POR CARBOXIMETILCELULOSA EN LA OBTENCION DE NECTAR DE PIÑA (Ananas comosus), ejecutado por los tesisas **Bach. WILBER JAUREGUI LOPEZ** y **Bach. JAMER GOÑAS MAS**, egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-A.

Se expide la presente, a solicitud de los interesados, para los fines que estimen convenientes.

Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz

PROFESOR - UNTRM-A

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS

Ms. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO

PRESIDENTE

Ing. ERIK ALDO AUQUINIVIN SILVA

SECRETARIO

Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

VOCAL

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	viii
ÍNDICE DE GRAFICOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS	5
2.1. Lugar de ejecución	5
2.2. Material biológico	5
2.3. Métodos experimentales	5
2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima	5
2.3.2. Extracción de la goma de maíz	5
2.3.3. Proceso de elaboración de néctar	7
2.3.4. Evaluación de la obtención de goma de maíz	13
2.3.5. Análisis del producto obtenido	14
2.3.6. Análisis estadístico	14
III. RESULTADOS	16
IV. DISCUSIONES	20
V. CONCLUSIONES	22
VI. RECOMENDACIONES	23
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Resultados obtenidos de los análisis realizados para la obtención del néctar	29
ANEXO 2. Formato de test de Escala Hedónica.....	43
ANEXO 3. Fotografías	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Dilución pulpa - agua	10
Cuadro 2. °Brix de las diluciones	11
Cuadro 3. Cantidad de estabilizante	13
Cuadro 4. Análisis sensorial, escala hedónica para los panelistas	17

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento de harina de maíz para obtener la goma	19
Tabla 2. Análisis sensorial de los tesisas	20
Tabla 3. Análisis físico químico del producto (viscosidad)	20
Tabla 4. Análisis sensorial de los panelistas	21
Tabla 5. Análisis sensorial, olor, color y sabor	22
Tabla 6. Análisis de varianza del resultado obtenido de los tesisas	29
Tabla 7. Variable dependiente (color)	29
Tabla 8. Variable dependiente (sabor)	30
Tabla 9. Variable dependiente (aroma)	30
Tabla 10. Prueba de post hoc	31
Tabla 11. Subconjunto homogéneo	32
Tabla 12. DCA factores intersujetos	33
Tabla 13. Pruebas de los efectos inter-sujetos (viscosidad)	33
Tabla 14. Pruebas de post hoc (viscosidad).....	34
Tabla 15. Subconjuntos homogéneos (viscosidad).....	34
Tabla 16. Modelo lineal general (DBCA)	35
Tabla 17. Pruebas de los efectos intersujetos	37
Tabla 18. Pruebas de post hoc (color sabor y aroma), composiciones múltiples	38
Tabla 19. Subconjuntos homogéneos (color).....	39
Tabla 20. Subconjuntos homogéneos (aroma).....	40
Tabla 21. Subconjuntos homogéneos (sabor)	41

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Flujograma para la elaboración de goma de maíz	6
Grafico 2. Diagrama de flujo de la elaboración de néctar de piña	16
Grafico 3. Rendimiento de la harina de maíz para obtener la goma	19
Grafico 4. Análisis sensorial de los tesisas	20
Grafico 5. Análisis físico químico	21
Grafico 6. Análisis sensorial	22

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la sustitución de goma de maíz (*Zea mays*) extraída enzimáticamente por carboximetilcelulosa en la obtención de néctar de piña (*Ananas comosus*); para tal finalidad se realizó la extracción de goma de harina del maíz de tres variedades como maíz blanco, maíz Amarillo duro y maíz Cachín; en procesos diferentes; que fueron sometidos a la enzima alfa amilasa en solución acuosa con agitación por 30 minutos; se realizó la elaboración de néctar de piña donde se ejecutó el manejo de tratamientos con CMC y goma de maíz. El diseño experimental empleado fue el bifactorial 3A x 3B, teniendo 9 tratamientos con tres repeticiones. Basado en un Diseño Completamente al Azar (DCA) y comparaciones múltiples con Tukey al 95%. Los resultados muestran que del maíz amarillo duro se obtiene goma con un rendimiento aproximado de 0,65% , en las demás variedades de maíz son cantidades ínfimas; el néctar de piña elaborado con adición de goma de maíz amarillo duro en un 0.1% (T1), resulta con características sensoriales adecuadas para el consumo ya que la evaluación hedónica indica que gusta, asimismo la viscosidad está en el rango adecuado, ya que para todos los casos de comparación con el tratamiento testigo (T4), no se muestra diferencia significativa.

Palabras claves: Goma de *Zea mays*, Extracción enzimática, néctar

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the substitution of carboxymethylcellulose (maize) gum (*Zea mays*) in the production of pineapple nectar (*Ananas comosus*); For that purpose the extraction of maize flour gum was carried out in three varieties, such as white maize, hard yellow corn and Cachín maize; In different processes; Which were subjected to the enzyme alpha amylase in aqueous solution with stirring for 30 minutes; The processing of pineapple nectar was carried out where the management of treatments with CMC and maize gum was carried out. The experimental design used was bifactorial 3A x 3B, having 9 treatments with three replicates. Based on a Completely Random Design (DCA) and for multiple comparisons with Tukey to 95%. The results show that gum is obtained from hard yellow maize with an approximate yield of 0.65%, in the other maize varieties they are very small quantities; Pineapple nectar elaborated with the addition of hard yellow maize gum at 0.1% (T1), results in adequate sensorial characteristics for consumption since the hedonic evaluation indicates that it likes, and the viscosity is also in the proper range, since for All cases of comparison with the control treatment (T4), no significant difference was shown.

Key words: *Zea mays* gum, enzymatic extraction, nectar

I. INTRODUCCIÓN

La tendencia de la industria de alimentos es lograr productos estables y lo más similar posible en sus características sensoriales y nutritivas al alimento fresco, productos mínimamente procesados. Lo que buscamos en este trabajo es que nuestro producto se perciba más orgánicos y más saludable para el consumo humano.

Toda la humanidad busca de productos que hagan el mínimo daño posible a la salud, adicionado a ello se busca que un producto sea nutritivo, es decir hoy en día se busca evitar el uso excesivo de agentes químicos artificiales, que a largo plazo pueden deteriorar la salud del consumidor; asimismo la falta de un estilo de vida saludable debido al ritmo acelerado del día a día de la población, así como el incremento demográfico llevan a una creciente demanda tanto de alimentos como de bebidas (Anon, 2013).

La presente investigación dará aporte tecnológico a todo aquel empresario dedicado a la industria alimentaria, campo en el cual la estabilización de partículas minúsculas en líquidos y conservación de un producto es vital sobre todo si se trata de alimentos estacionales o por campaña como lo son la mayoría de néctares.

La piña (*Ananas comosus* L.) es una de las principales frutas tropicales producidas en el planeta. Es un cultivo perenne cultivado por sus frutos ya sea como producto fresco y procesado. La producción mundial es de unos 13,7 millones de toneladas de fruta fresca. (FAOSTAT, 2001).

La piña es una fruta de forma cilíndrica con bayas planas, pulpa de un color desde amarillo pálido hasta un amarillo oro, un contenido de sólidos solubles, cercano al 13 % y un 0,6 % de ácido cítrico que confiere la fruta un sabor particular ampliamente apreciado para el consumo, ya sea fresco o en conserva (Luna & Sarh., 1994). Es un fruto no climatérico, o sea que hay que cosecharlo ya maduro pues una vez cortado la maduración se detiene y empieza a deteriorarse.

Esto es así porque el fruto no contiene reservas de almidón, por lo que no puede llegar a ser "más dulce", característica que comparte con las fresas y los cítricos.

La región Amazonas cuenta con zonas agrícolas en la cual la piña (*Ananas comosus*) se produce eficientemente y en la actualidad no se conserva de forma apropiada para obtener un producto de calidad con valor agregado, por eso el aporte tecnológico será el de brindar el diagrama de procesos a la sociedad para que estos formalicen y/o creen nuevas empresas y que éste incentive a los productores en los campos para que no abandonen sus tierras y sigan sembrando más y que estos señores puedan abastecer a las microempresas que trabajan con el producto y tener mejores ingresos y por ende un mejor desarrollo de toda la región.

El néctar es un producto alimenticio líquido, obtenido de la extracción del jugo o pulpa de la fruta, diluido con agua y añadiendo aditivos permitidos como: edulcorantes, estabilizadores, ácido cítrico y conservadores; envasado en recipientes herméticos y sometido a un proceso de conservación (Gordillo, *et al.*, 2012).

El CODEX ALIMENTARIUS STAN (247-2005), define como néctar de fruta al producto sin fermentar, pero susceptible de fermentación que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares. Dentro de los requerimientos del CODEX STAN 247-2005, el néctar de pulpa de cacao debe tener como nivel mínimo 14°Brix, y 50 % v/v como mínimo de zumo o puré para elaborar el néctar de esta fruta.

Los néctares de frutas organolépticamente son líquidos libres de materias y sabores extraños, deben poseer color uniforme y olor semejante al de la fruta, en sus características fisicoquímicas pH mínimo 2,5; °Brix 10 min y acidez titulable en función del ácido cítrico anhidro 0,2 %.(Basto & Blanco, 2010)

La carboximetilcelulosa (CMC) finamente molida y digerida por medio de enzimas, tratamiento que deja radicales carboxilo libres (Chaplin, 2002), los cuales tienen la propiedad emulsificante y estabilizante en emulsiones proteicas, junto con la capacidad de la celulosa de ligar agua, aumentando así el peso del producto sin aumentar calorías y mejorando la textura, volviéndola más suave y flexible.

Según AMTEX (2003), la CMC de sodio (Gelycel) es un polímero aniónico derivado de la celulosa, soluble en agua y tiene las siguientes funciones y propiedades:

- Se disuelve fácilmente en agua fría y caliente.
- Actúa como espesante, agente de suspensión y estabilizante de dispersiones.
- Retiene agua.
- Actúa como ligante y coloide protector.
- Regula las propiedades de flujo y actúa como agente de control reológico.
- Es fisiológicamente inerte.

La extracción acuosa de la goma de maíz implica una hidrólisis alcalina de la molécula con el objetivo de reducir su tamaño. La cantidad de goma de maíz insoluble en agua presente en la cascarilla del grano de maíz es alta (30-40%) comparada con la cantidad de goma de maíz soluble en agua contenida en el endospermo (1%), por lo que constituye una fuente comercial más competitiva de esta goma. (Carbajal, 2007)

La goma de maíz tiene la particularidad de contener un antioxidante, el ácido ferúlico, lo cual le confiere propiedades diferentes a las de otras gomas alimenticias actualmente disponibles en el mercado nacional e internacional. Este antioxidante permite a la goma de maíz formar geles covalentes resistentes a cambios de temperatura y pH, característica que no son comunes en los geles que forman otras gomas alimenticias (Carbajal, 2007)

La capacidad de gelificación de esta goma de maíz le permite ser utilizada como matriz de encapsulación de aromas, sabores, colores, antioxidantes y microorganismos, entre otros. La gran variedad de compuestos que pueden ser contenidos en estos geles y después ser liberados de manera controlada permite su aplicación no solo en la industria alimenticia sino también en las industrias agronómica, farmacológica, cosmética y médica. Por otra parte, esta goma es soluble en agua y forma geles biodegradables, lo cual le confiere una gran ventaja frente a los geles de polímeros sintéticos como el polietilenglicol. Es esta característica lo que ha provocado un aumento en la demanda de gomas de origen natural, como la goma de maíz, especialmente en aplicaciones alimenticias y farmacéuticas, en las cuales los geles son ingeridos por las personas (Carbajal, 2007)

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, región Amazonas, en el laboratorio de Ingeniería, laboratorio de Tecnología Agroindustrial y la planta piloto de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Material Biológico

Se utilizó frutos de *Zea mays* “maíz” de tres variedades, es el caso de maíz blanco, amarillo duro y Cachín de los cuales se ha extraído la goma, dichas materias primas han sido sometidas a un proceso de selección riguroso, donde se ha priorizado la madurez organoléptica y *Ananas comosus*, “piña” en su estado de madurez fisiológica óptima y textura firme, sin presencia de daños por insectos, golpes o fisuras; los cuales fueron obtenidos de la provincia de Luya, región Amazonas.

2.3. Métodos experimentales

2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima

- Comprendió la medición del pH, °Brix y acidez titulable de la piña y en el caso del maíz se evaluó el color

2.3.2. Extracción de la goma de maíz (*Zea mays*)

- **Recepción:** La harina se compró en el mercado de la localidad de Chachapoyas. Pero el maíz es proveniente del distrito de Luya.
- **Pesado:** Se pesó la harina para determinar la cantidad con la cual se trabajará, con la finalidad de establecer el rendimiento para el producto final.
- **Pesado II:** Se pesó nuevamente la harina y se separó las cantidades deseadas para la extracción.
- **Purificación de la harina:** se procedió de la siguiente manera:

- Mezcló con 4 L de agua.
- Ajustó el pH a 6.5.
- Añadió enzima α amilasa.
- Agitó a 85 – 90°C durante 4 horas.
- Centrifugó (5000 rpm, por 5 minutos)
- Decantó el sobrenadante.
- Lavó la fibra con agua y alcohol (95%).
- Secó en horno a 60°C por 24 horas.

➤ **Extracción de la goma de fibra de maíz**

- La harina 100 g se mezcló con 1 L de agua y 8 g de hidróxido de sodio (mantener esta proporción al trabajar con lotes más grandes).
Se llevó a ebullición con agitación por 1 hora.
- Centrifugó (6000 rpm, por 10 minutos).
- Se decantó el sobrenadante y al precipitado se añadió 800 ml de agua, se calentó por 5 minutos con agitación y centrifugó de nuevo.
- Al sobrenadante se añadió 33 ml de peróxido de hidrogeno al 30% y ajustó el pH a 11.5
- Se mezcló a temperatura ambiente por dos horas.
- Se ajustó el pH a 4 – 4.5 con ácido clorhídrico (37%).
- Se esperó 30 minutos hasta que la hemicelulosa A se precipite y se filtró al vacío con papel Whatman # 1.
- Se mezcló con 2 volúmenes de alcohol al 95%.
- Se esperó 10 minutos a que se precipite la hemicelulosa B (floculas blancas).
- Se decantó el sobrenadante y se lavó con alcohol el precipitado, posteriormente se filtró.
- Se secó en una campana de aire.
- Se secó en un horno al vacío a 50°C por 1 horas.
- Posteriormente se realizó el molido a 80 mesh.
- En esta parte del proceso se realizó la determinación de parámetros como: pérdida de peso (WR).

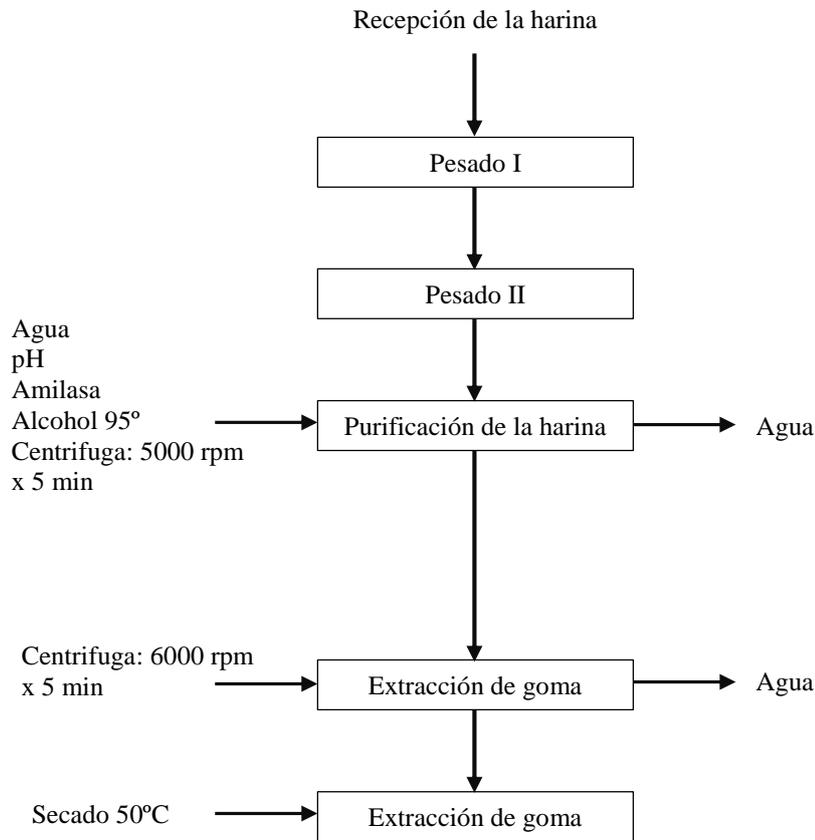


Gráfico n° 1: Flujograma para la obtención de goma de maíz

2.3.3. Proceso de elaboración de néctar:

El proceso de elaboración del néctar de piña se ha realizado de acuerdo a lo recomendado por Coronado & Roaldo. (2001)

Un néctar es una mezcla líquida de pulpa de fruta, natural o concentrada, azúcar y agua para una fórmula que, en general, debe entregar un producto terminado de 15 °Brix, aproximadamente.

Cálculos de formulación y dosificación para un néctar

Un aspecto importante que constituye el punto de partida en la elaboración de un néctar, es la formulación de la mezcla pulpa, azúcar y agua.

Entonces, el cálculo de la formulación de un néctar se realiza por aproximaciones sucesivas, porque cada vez que se calcula la cantidad de azúcar por agregar, se debe considerar que, al agregar el azúcar, el volumen cambia y, por lo tanto, cambia la concentración. Al cabo de 3 a 4 aproximaciones se obtiene la concentración deseada.

Proceso de elaboración del néctar de piña

Pesado

Se realizó en una balanza electrónica y los insumos se pensaron en una balanza analítica para las aproximaciones sucesivas. Fue importante para determinar el rendimiento que se puede obtener de la fruta.

Selección

En esta operación se eliminaron aquellas frutas magulladas y que presentan contaminación por microorganismos; se realizó manualmente.

Lavado

Se realizó con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra adheridos en la superficie de la fruta. Esta operación se puede realizó por inmersión. En este caso se cambió constantemente el agua para evitar que a la larga se convierta en un agente contaminante. Este método de lavado se puede realizó en tinajas.

Pelado

Se realizó de manera manual con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable. Inmediatamente fue sumergido en agua a 60 °C para evitar el pardeamiento

Pulpeado

Este proceso consistió en obtener la pulpa o jugo, libre de restos de cáscaras y corazón. Esta operación se realizó empleando la pulpeadora. El uso de una licuadora con un posterior tamizado puede reemplazar eficientemente el uso de la Pulpeadora. Para el caso de cítricos es indispensable el uso de un extractor de jugos.

Refinado

Esta operación se realizó en un molino coloidal con la finalidad de reducir el tamaño de las partículas de la pulpa, otorgándole una apariencia más homogénea.

Estandarización

En esta operación se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar de piña.

La estandarización involucró los siguientes pasos:

- a. Dilución de la pulpa.
- b. Regulación del dulzor.
- c. Regulación de la acidez.
- d. Adición del estabilizado.
- e. Adición del conservante.

Los cálculos que se realizaron para la formulación del néctar, deben hacerse en función al peso de cada uno de los ingredientes. En tal sentido el cálculo de pulpa de fruta y agua se deben expresar en kilogramos o sus equivalencias”.

Para la dilución de la pulpa y así calcular el agua a emplear utilicemos la relación 1: 2, que significa una parte de pulpa y dos de agua conforme se recomienda en el cuadro n° 1 para la piña.

Cuadro n° 1: diluciones pulpa – agua

Fruta	Dilución (Pulpa : Agua)
Maracuyá	1 : 4 – 5
Granadilla	1: 2 – 2.5
Cocona	1: 3 – 5
Piña	1: 2 – 2.5
Guanábana	1: 3 – 3.5
Manzana	1: 2 – 3
Durazno (blanquillo)	1: 2 – 2.5
Uva borgoña	1: 2 – 3
Tamarindo	1: 6 – 12
Poro poro	1: 4.5
Mango	1: 2.5 – 3
Berenjena	1: 5
Tuna	1: 3
Mora	1: 3

Coronado & Roaldo. (2001)

Regulación del azúcar

Todas las frutas tienen su azúcar natural, en el caso de la piña se midió el °Brix inicial que tiene la dilución pulpa: agua, utilizando el refractómetro

Enseguida tomamos en cuenta el °Brix al que debe llegar el producto final, tal como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro n° 2: °Brix de las diluciones

Fruta	°Brix de la dilución Pulpa : Agua
Maracuyá	13 - 14
Granadilla	13
Cocona	13 – 5
Piña	12.5 - 13
Guanábana	13
Manzana	12.5 – 13
Durazno (blanquillo)	12.5 – 13
Uva borgoña	13
Tamarindo	14 – 15
Poro poro	13
Mango	12.5 – 13
Berenjena	14
Tuna	13
Mora	12

Coronado & Roaldo. (2001)

Se aplicó la fórmula matemática mediante la cual determinamos la cantidad exacta de azúcar a añadir. Sabiendo que el °Brix final del néctar debe ser 12

$$\text{Cantidad de azúcar (kg.)} = \frac{(\text{Cant. pulpa diluida}) \times (\text{°Brix final} - \text{°Brix inicial})}{100 - \text{°Brix final}}$$

$$\text{Cantidad de azúcar (kg.)} = \frac{(10) \times (12 - 3.6)}{100 - 12} = 0,96 \text{ kg. de azúcar}$$

Por lo tanto en los 10 kg de pulpa diluida de piña (3,6°Brix inicial) se añadieron 0.96 kg de azúcar para obtener un néctar de piña con 12°Brix final.

Regulación de la acidez

Para calcular la cantidad de ácido cítrico a adicionar se procedió de la siguiente manera:

Se tomó una muestra del néctar que estamos preparando, 100 mL, empleando un pH-metro se calculó la acidez inicial, luego se agregó ácido cítrico previamente pesado hasta que el nivel de acidez se estabilice en un pH de 3.8, se anotó cuanto de ácido cítrico se ha aplicado a la muestra y por una regla de tres simple se calculó para la solución total.

Adición de estabilizante (CMC)

Se agregó el 0.12% de carboximetilcelulosa solamente al néctar considerado como testigo, a los demás se agregó goma de maíz amarillo duro en tres concentraciones

Para facilitar la disolución del CMC en el néctar, se mezcló previamente con el azúcar, y se agregó al néctar momentos antes que llegue al punto de ebullición, para así evitar la formación de grumos.

Adición de conservante

La cantidad de agente conservante que se adiciono fue 0.05% del peso del néctar.

Cocción

Se realizó con la finalidad de estabilizar al néctar, es decir es un tratamiento térmico para eliminar en lo posible la presencia de microorganismos, así como también la mejor presentación del néctar de piña; se llevó al néctar hasta 90°C por 1-5 minutos

Homogenización

Esta operación se realizó con la finalidad de uniformizar la mezcla. En este caso consiste en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.

Envasado

El envasado se realizó en caliente, a una temperatura no menor a 85°C. El llenado del néctar fue hasta el tope del contenido de la botella, evitando la

formación de espuma. Inmediatamente se colocó la tapa, la cual se realizó de forma manual.

Enfriado

El producto envasado fue enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella.

Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto. El enfriado se realizó en un balde con agua fría.

Etiquetado

El etiquetado constituyó la etapa final del proceso de elaboración del néctar.

Almacenado

El producto fue almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto.

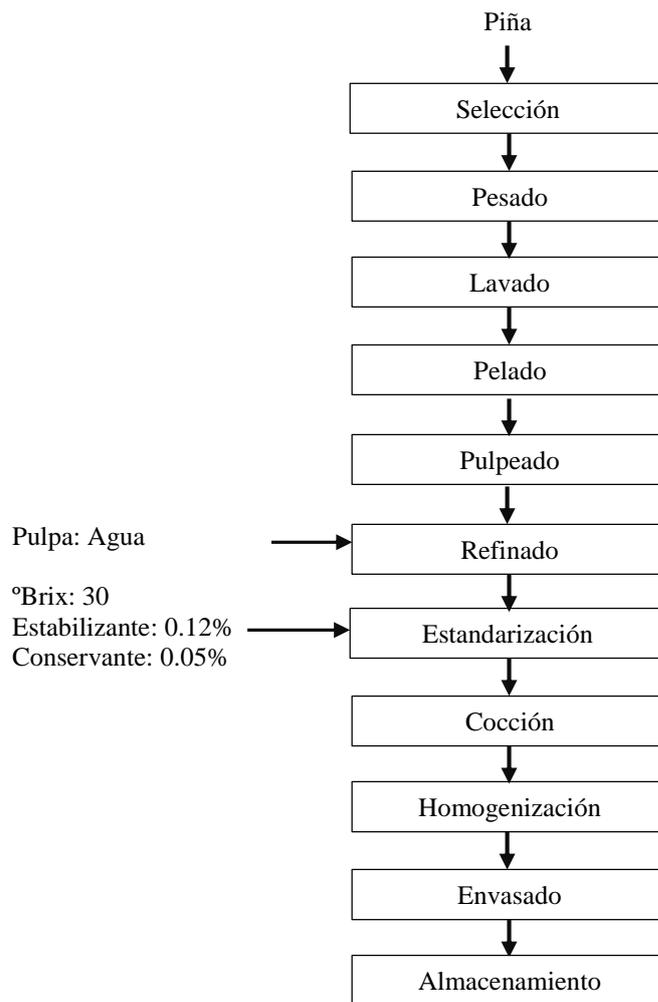


Grafico n° 2: Diagrama de flujo de elaboración de néctar de piña.

2.3.4. Evaluación de la extracción de la goma de Maíz (*Zea mays*)

Determinación rendimiento: Se efectuará por diferencia de pesos, respecto a la cantidad de harina usada inicialmente contra la obtenida al final.

Rendimiento: - la cantidad de harina usada para cada variedad de maíz fue de 100g. Lo cual después de la extracción de la goma el resultado fue de 0.68g de goma de maíz Amarillo duro y de las otras dos muestras no se obtuvo nada.

2.3.5. Análisis del producto obtenido

Análisis sensorial: Se evaluará a los mejores tratamientos después del secado, los atributos sensoriales como: (color, sabor y aroma), 0, 3 y 6 días de almacenamiento, estarán calificados por 15 panelistas seminternados, y se evaluará con una escala hedónica recomendada por Carpentier (2009) de 5 puntos, que está delimitado por los parámetros siguientes:

Cuadro n°4: Análisis sensorial, escala hedónica para los panelistas

Grado de satisfacción	Puntaje
Me desagrada muchísimo.	1
Me desagrada un poco.	2
No me gusta ni me disgusta.	3
Me gusta.	4
Me gusta muchísimo	5

Fuente: elaboración propia

Análisis fisicoquímico del producto.

Se realizó la evaluación fisicoquímica de las muestras como es el caso de la viscosidad. Para esto fue necesario la utilización de un viscosímetro. A una velocidad de 100 rpm y con el spin 01.

2.3.6. Análisis estadístico.

Modelo aditivo lineal

Se realizará mediante la prueba de comparaciones múltiples. Se realizará con el experimento Factorial 3Ax3B, con diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones.

Factor A. Goma de maíz

- A1: Blanco
- A2: Amarillo duro
- A3: Maíz Cachín

Factor B: Porcentaje de goma de maíz

- B1: 0.10%
- B2: 0.12%
- B3: 0.14%

Variables de respuesta

- Viscosidad
- Características sensoriales: Color, Sabor, Aroma
- Rendimiento
- Porcentaje óptimo de goma de maíz para sustituto de la CMC.

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijkl} = u + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} : Efecto del i-ésimo néctar de piña, j - ésima goma de maíz, k- ésima porcentaje de goma de maíz y en la l- ésima unidad experimental.

u : Efecto de la media general

β_j : Efecto del j-ésimo goma de maíz.

γ_k : Efecto del k-ésima porcentaje de goma de maíz.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de i - ésimo néctar de piña, j-ésima goma de maíz.

$(\alpha\gamma)_{ik}$: Efecto de la interacción del i-ésimo néctar de maíz y k- ésima porcentaje de goma de maíz.

$(\beta\gamma)_{jk}$: Efecto de la interacción j-ésimo goma de maíz y k-ésima porcentaje de goma de maíz.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: Efecto de la interacción del i- ésimo néctar de piña, j- ésimo goma de maíz y k-ésimo porcentaje de goma de maíz.

ϵ_{ijkl} : Error experimental

III. RESULTADOS

Tabla n° 1: Rendimiento de la harina de maíz para obtener la goma.

Variedad de maíz	Peso inicial harina (g)	Peso final goma (g)	Rendimiento (%)
Blanco	100	0.01	0.01
Amarillo duro	100	0.65	0.65
Cachín	100	0.008	0.008

Fuente: Elaborado por los tesistas

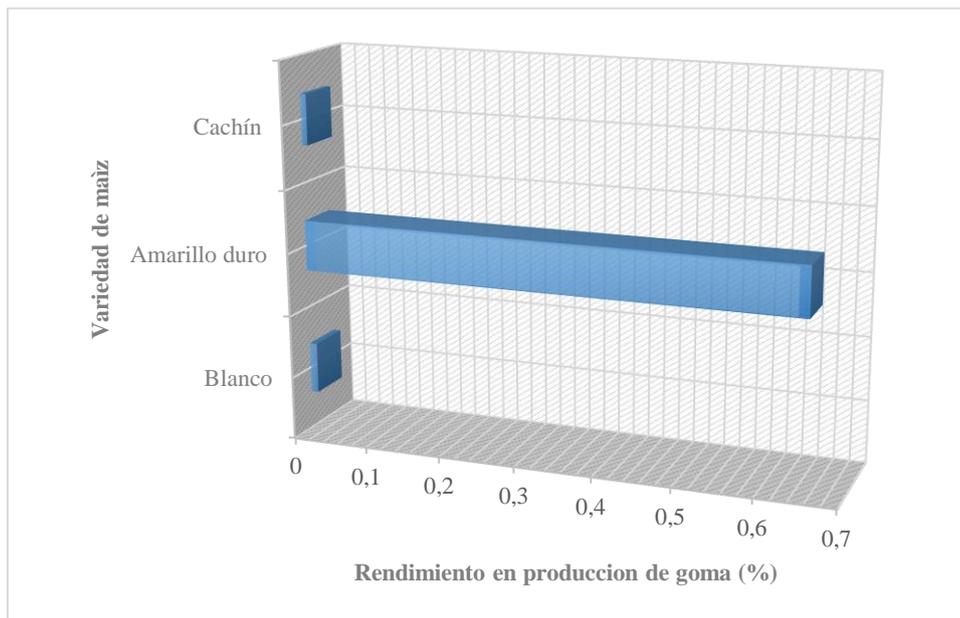


Gráfico n° 3: Rendimiento de la harina de maíz para obtener la goma.

Como se puede apreciar en el Gráfico n° 1, el rendimiento en la obtención de goma a partir de maíz Cachín y Blanco es una cantidad muy ínfima, por lo que resulta

imposible su utilización como alternativo o sustituyente de la carboximetil celulosa.

En ese sentido los resultados de la tesis solo se enmarcan en el uso en diferentes porcentajes de la goma de maíz amarillo duro. (T1: 0.10%, T2: 0.12%, T3: 0.14%), más el tratamiento testigo en el cual se usó solo CMC.

Tabla n° 2: Análisis sensorial de los testistas

Ttos	Día 0				Día 3				Día 6			
	Color	Sabor	Aroma	P1	Color	Sabor	Aroma	P2	Color	Sabor	Aroma	P3
T1	4	4	4	4,00	4	4	4	4,00	4	4	4	4,00
T2	4	3	4	3,67	4	3	3	3,33	4	3	3	3,33
T3	4	2	3	3,00	4	2	3	3,00	4	2	2	2,67
T4	4	4	4	4,00	4	4	4	4,00	4	4	4	4,00

Fuente: Elaborado por los testistas (P1: Promedio día 0 – P2: promedio día 2 – Promedio día 6)

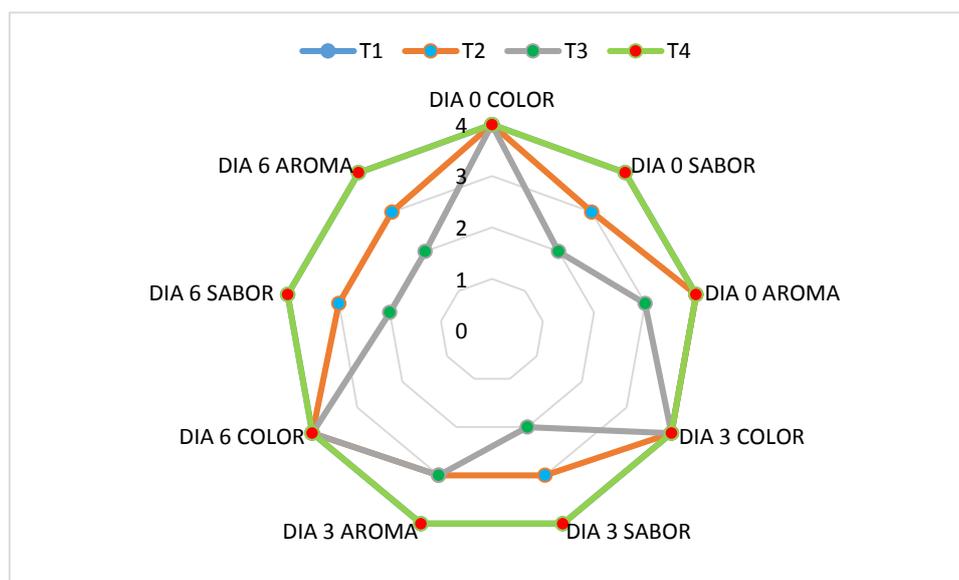


Grafico n° 4: Análisis sensorial de los testistas

Tabla n°3: Análisis físico químico del producto (viscosidad)

Tratamientos	Velocidad (rpm)	Viscosidad					
		R1	cp %	R2	cp %	R3	cp%
T1	100	14,5	14,5	14,7	14,7	14,6	14,6
T2	100	14,7	14,7	14,6	14,6	14,5	14,5
T3	100	14,8	14,8	14,8	14,8	14,7	14,7
T4	100	15,8	15,8	15,9	15,9	15,8	15,8

Fuente: Elaborado por los tesistas

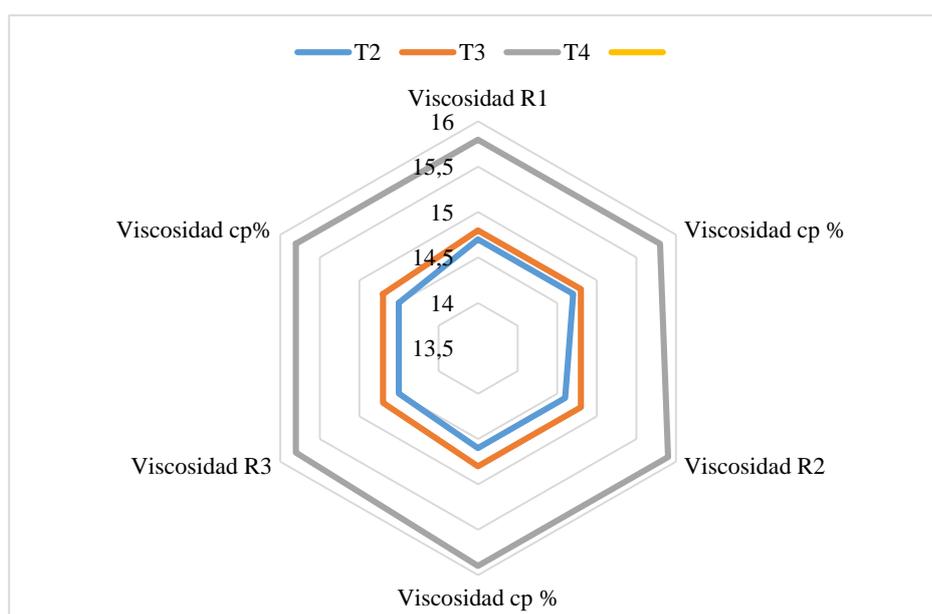


Gráfico n° 5: Análisis físico

Tabla n° 4: Análisis sensorial, color sabor y aroma. Datos obtenidos de los 15 panelistas.

Tratamientos	Análisis sensorial		
	Color	Aroma	Sabor
T1	54	54	60
T2	53	47	46
T3	45	32	25
T4	54	50	58

Fuente: Elaborado por los tesistas

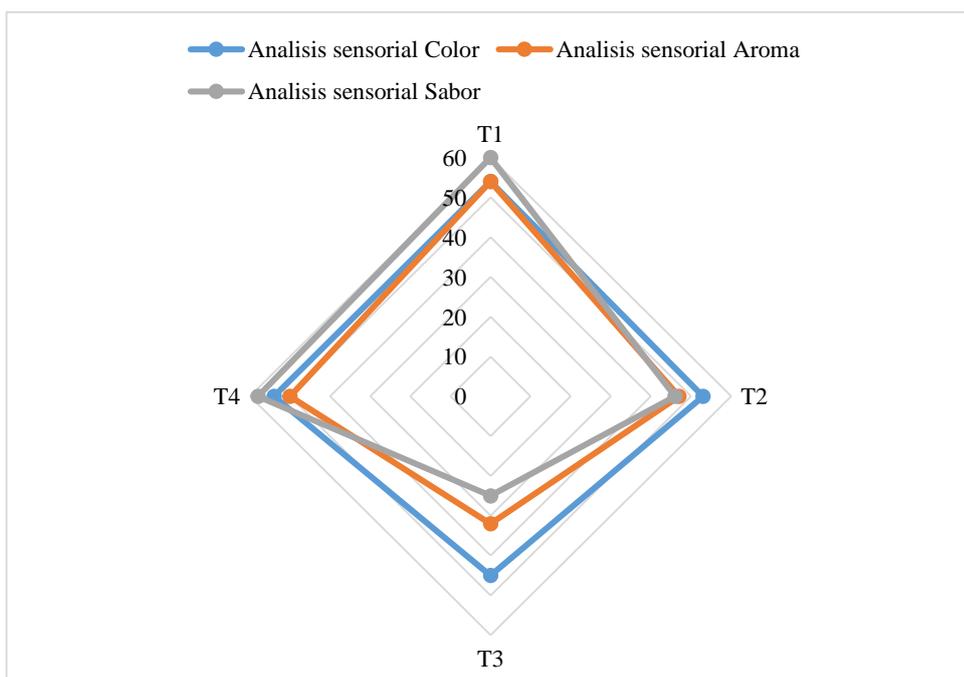


Grafico n° 6: Análisis sensorial

Tabla n° 5: Análisis sensorial, color sabor y aroma. Datos obtenidos de los 15 panelistas.

Tratamientos	Análisis	Panelistas														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	Color	2	4	4	3	4	4	3	4	4	2	4	4	5	4	3
	Aroma	4	5	4	3	5	4	4	4	3	3	3	2	4	4	2
	Sabor	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3
T2	Color	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3
	Aroma	2	4	4	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3
	Sabor	2	4	3	3	4	3	3	3	3	2	4	3	3	4	2
T3	Color	2	4	2	2	3	2	3	3	3	4	3	4	3	3	4
	Aroma	2	4	3	3	4	2	1	1	1	3	2	1	2	2	1
	Sabor	1	4	2	2	4	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1
T4	Color	3	4	4	1	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
	Aroma	3	4	4	1	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3	4
	Sabor	4	5	4	1	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4

Fuente: Elaborado por los testistas

IV. DISCUSIONES

La CMC puede ser reemplazada por CFG (Goma de maíz), obteniendo el mismo rendimiento, adhesividad y color de la fórmula comercial. Con 2.5 y 3% de CFG en la fórmula se obtuvo características similares a la CMC al 0.04%. (Antelo, 2003); en la investigación sucedió que la CMC en un 0,12% puede ser reemplazada por goma de maíz en un 0,1%, como se puede observar existe una sustitución óptima ya que son cantidades similares de cada producto, con la posible diferencia de que la extracción de goma es un proceso caro ya que la eficiencia es alrededor del 0,65%.

La extracción de la goma de maíz es dificultosa y costosa, aplicando la metodología patentada por Kevin Hicks en 1998 (Antelo, 2003); metodología que también se aplicó en la presente investigación y de manera similar se determinó la imposibilidad de obtener goma de maíz blanco y maíz Cachín, solamente obteniéndose goma de maíz amarillo duro e un 0,65%, calificado como una eficiencia muy baja, lo que contrasta con un alto costo de extracción ya que el 99,35% de la materia prima se estaría subutilizando.

La influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (*Ananas comosus* L.), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) y borjón (*Borojoa patinoi* Cuatrec.), se demostró con los sólidos solubles totales se vieron afectados. Donde al aplicar pasteurización abierta a 75 °C/ 12 min se llegó a 15,73±0,25 °Brix, mientras que con la pasteurización al vacío bajo las mismas condiciones de temperatura y tiempo se llegó hasta 12,7±0,44 °Brix; partiendo en todos los casos de 12,01±0,10 °Brix. (Burbano, 2015). Según lo mencionado en la presente investigación la variable de los sólidos solubles totales no fueron determinantes ya que por cuestiones de seguridad se ha realizado la ebullición del producto; a pesar de ello la efectividad de la goma de maíz amarillo duro al 0,1% para lograr la consistencia o viscosidad del néctar no ha tenido deficiencias

La CMC es celulosa finamente molida y digerida por medio de enzimas, tratamiento que deja radicales carboxilo libres (Chaplin, 2002), los cuales le dan propiedad emulsificante y estabilizante en emulsiones proteicas, junto con la capacidad de la celulosa de ligar agua, aumentando así el peso del producto sin aumentar calorías y mejorando la textura, volviéndola más suave y flexible. De acuerdo a lo mencionado y según los resultados de la evaluación sensorial en la investigación; función similar habría realizado la goma de maíz amarillo duro ya que no existió diferencia significativa entre el néctar elaborado con CMC adicionado en 0.12% y el néctar que uso goma de maíz en un 0,1 %

Las diferencias son significativas entre tratamientos (al menos un tratamiento reporta una viscosidad promedio diferente que los otros tratamientos ($p=0.000<0.05$. ANVA). El análisis de varianza ($p<0,05$), el análisis de correlación y regresión determinaron que el dulzor, la tipicidad del sabor y del olor tienen alta correlación con la aceptación del néctar. La prueba de comparación múltiple de Fisher determinó que el color, acidez y consistencia no tienen diferencias significativas entre las formulaciones. La formulación óptima es la del T4, pero no hay diferencia significativa entre los Tratamientos T1 y T2.

En cuanto a la evaluación sensorial de los testistas no existen diferencias significativas del aroma en los tres días evaluados ($p=0.244>0.05$. ANVA), los valores de cada tratamiento es constante (T1=4=T4, T2=3, T3=2) en el caso del sabor, los valores de los 4 tratamientos es constante = 4 y en todos los días en el aroma. Pero en cambio en el caso de los análisis sensoriales de los panelistas el color del T1 es el mejor, en el aroma es el T4 y en el sabor es el T1.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la sustitución de goma de maíz (*Zea mays*) extraída enzimáticamente por carboximetilcelulosa en la obtención de néctar de piña (*Ananas comosus*), si es posible con adición de 0.10% de goma de maíz amarillo duro (T1); ya que en la evaluación hedónica gusta a los panelistas y la viscosidad está en el rango establecido; asimismo en el análisis estadístico no existe diferencia significativa con el tratamiento testigo, que fue néctar de piña elaborado con carboximetil celulosa.
- Es posible obtener goma de maíz amarillo duro con un 0,65% de rendimiento aproximado; mediante la extracción enzimática con α amilasa, de las demás variedades de maíz evaluados como es el caso de maíz Cachín y maíz blanco, fueron cantidades ínfimas las que se obtuvieron.
- Se determinó que el mejor tratamiento fue el T1 respectivamente alcanzando puntajes de 54 en el color, 54 en el aroma y 60 en sabor, sumando un total de 168 puntos contra los 162 puntos del T4. Por lo que el tratamiento número uno con goma de maíz al 0.10% ha sido el mejor.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar el trabajo con las condiciones higiénicas óptimas y siguiendo los parámetros de seguridad alimentaria.
- Realizar un estudio para ejecutar un proyecto de inversión con la finalidad de obtener un producto a futuro que sea rentable y genere ganancias, con productos cada vez más orgánicos.
- Tener cuidado con el manejo de la enzima alfa amilasa, por ser de origen fúngico.
- Controlar los tiempos y temperaturas adecuadamente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMTEX. (2003). *Nuestros Productos*. Visitada en diciembre de 2016. En línea. Disponible en: <http://www.amtex.com.co/nuestrosproductos.htm>
- Anon. (2013). *La evolución de las bebidas*. Industria de Alimentos.
- Antelo, D. (2003). *Extracción de goma de fibra de maíz y su utilización como sustituto de carboximetilcelulosa en harina de autoconsumo reforzada*. Honduras. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria. Zamorano.
- Basto, L.E & Blanco, D.I (2010). *Estudio de factibilidad para el montaje de una microempresa procesadora de néctar de piña en acacias meta*. Bogotá – Colombia. Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de tecnólogo de alimentos. P,238
- Burbano, J.J. (2015). *Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (Ananas comosus L.), naranjilla (Solanum quitoense Lam.) y borojó (Borojoa patinoi Cuatrec.)*. Ambato - Ecuador. *Proyecto de Investigación (Trabajo de Graduación)* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos. Carrera de ingeniería en alimentos
- Carvajal, E. (2007). *Una alternativa para convertir un residuo del proceso de “nixtamalización” del maíz en un producto de alto valor agregado*. Chihuahua – México. *Tecnociencia. uach. Vol. I, No. 2*. Obtenido de http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v1n2/data/cientifico_sociedad.pdf

- Carpenter, R. (2002). *Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de Calidad de Alimentos*. Zaragoza – España. Editorial Acribia S. A.
- Coronado, T & Roaldo, H. (2001). *Elaboración de néctar/* En: Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales. Lima –Perú. Unión Europea, CIED, EDAC, CEPSCO. 30 pp.
- Chaplin. (2002). *La carboximetilcelulosa, polímeros* Editorial: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- FAO/OMS. (2005). *Codex Alimentarius. Norma general del codex para zumos (jugos) y néctares de frutas* (Codex Stan 247) from FAO/OMS
- FAOSTAT. (2001). *Crop water information: Pineapple*. [En línea]. Retrieved 2016 Nov 1, from. FAO/OMS http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_pineapple.html
- FAO/WHO. (1992). *Codex Alimentarius. Zumos, jugos de fruta y productos afines*. Segunda Edición. Roma – Italia.
- Flath, R. & Forrey, R. (1997). *Volatile components of papaya (Carica papaya L., Solo variety)*. J. Agric. Food Chem. 25: 103
- Geankoplis, J. C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México. Editorial Continental S. A. de C.V. 3era edición.
- Giraldo, G.A. (2004). *Conservación de frutas por un método combinado*. Revista de Investigaciones.
- Gordillo Silva, C., Guerrero Medina, N., Izáziga Luna, N., Laguna Pajilla, B., Lázaro Saavedra, M., & Rojas Naccha, J. C. (2012). *Efecto de la proporción de naranja (Citrus sinensis), papaya (Carica papaya) y piña (Ananas comosus) en la aceptabilidad sensorial de un néctar mixto*. Agroindustrial Science, 7.
- Hernández, M & Sastre, A. (1999). *Tratado de nutrición*, Madrid-España. Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Hui, Y. (2006). *Handbook of fruits and fruit processing*. USA: Blackwell Publishing.
- INDECOPI. NTP 203.110 (2009). *Jugos, néctares y bebidas de fruta*. Requisitos
- Lazarides, H. N.; Katsanidis, E. & Nickolaidis, A. (1995). *Mass Transfer Kinetics during osmotic pre concentration aiming at minimal solid uptake*. J. Food Eng., v. 25, n. 2, p, p. 151 – 166.

- Lewis & Happell, N. (2000). *Continuous Thermal Processing of foods. Pasteurization and UHT Sterilization*, Springer. New York.
- Luna E.P., & SARH. (1994). *Manual de producción de piña para Veracruz y Oaxaca: Bajo Papaloapan*: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Meyer, M. (2007). *Elaboración de Frutas y Hortalizas*. Ed. Trillas México.
- Muñoz de Chávez, M.; Ledesma, J.A; Chávez, A; Pérez – Gil, F.; Mendoza, E.; Castañeda, J.; Calvo, C.; Castro, I.; Sánchez. C. & Ávila. (2002). *Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos*. México. Editorial Mc Graw-Hill interamericana editores, S.A. de C.V.
- Olson & Doner et al. (1998.). *Método mejorado para el aislamiento de goma de fibra de maíz*. Editorial: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana
- Potter, N & J, Hotchkiss. (1999). *Ciencia de los Alimentos*. Zaragoza – España. Editorial Acribia S.A.
- Primo, E. (1997). *Química de los alimentos*. España. Editorial Síntesis, S.A. Valle hermoso,
- Rahman, M.S. (2003). *Manual de conservación de los alimentos*. Zaragoza, España. Editorial Acribia.
- Sharma & Kamal, S. (2003). *Ingeniería de Alimentos: Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio*. México. Limusa.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados obtenidos de los análisis sensorial realizados por los Tesistas.

Tabla n° 6. Análisis de varianza de resultados obtenidos por los Tesistas.

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos			
		Etiqueta del valor	N
Día	1	DIA 0	4
	2	DIA 3	4
	3	DIA 6	4
Tratamiento	1	T1	3
	2	T2	3
	3	T3	3
	4	T4	3

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Tabla n° 7. Variable dependiente: COLOR

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
DIA	0.000	2	0.000	.	.
TRAT	0.000	3	0.000	.	.
Error	0.000	6	0.000		
Total	192.000	12			
Total corregida	0.000	11			

a. R cuadrado = . (R cuadrado corregida = .)

Los valores de los 4 tratamientos es constatante = 4 y en todos los días

Por tanto no hay diferencia entre el color de los tratamientos y su máxima calificación es 4

Tabla n° 8. Variable dependiente: SABOR

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
DIA	0.000	2	0.000	.	.
TRAT	8.250	3	2.750	.	.
Error	0.000	6	0.000		
Total	135.000	12			
Total corregida	8.250	11			

a. R cuadrado = 1.000 (R cuadrado corregida = 1.000)

Los valores de cada tratamiento es constate (T1=4=T4, T2=3, T3=2)

La varianza de cada tratamiento es cero, de modo que no se puede realizar prueba alguna

Tabla n° 9. Variable dependiente: AROMA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
DIA	0.500	2	0.250	1.800	0.244
TRAT	3.667	3	1.222	8.800	0.013
Error	0.833	6	0.139		
Total corregida	5.000	11			

Nota: si $p < 0.05$ entonces se dice que las diferencias son significativas, pero si $p > 0.05$ entonces se dice que las diferencias no son significativas)

No existe diferencia significativas del aroma en los tres días evaluados ($p = 0.244 > 0.05$. ANVA)

Las diferencias son significativas entre tratamientos (al menos un tratamiento reporta calificación promedio diferente que los otros tratamientos ($p = 0.013 < 0.05$. ANVA)

Tabla n° 10. Pruebas post hoc

Tratamiento

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: AROMA							
	(I) Ttos	(J) Ttos	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tukey	T1	T2	0.67	0.304	0.228	-0.39	1.72
		T3	1.33(*)	0.304	0.018	0.28	2.39
		T4	0.00	0.304	1.000	-1.05	1.05
	T2	T1	-0.67	0.304	0.228	-1.72	0.39
		T3	0.67	0.304	0.228	-0.39	1.72
		T4	-0.67	0.304	0.228	-1.72	0.39
	T3	T1	-1.33(*)	0.304	0.018	-2.39	-0.28
		T2	-0.67	0.304	0.228	-1.72	0.39
		T4	-1.33(*)	0.304	0.018	-2.39	-0.28
	T4	T1	0.00	0.304	1.000	-1.05	1.05
		T2	0.67	0.304	0.228	-0.39	1.72
		T3	1.33(*)	0.304	0.018	0.28	2.39

Basado en las medias observadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Tabla n° 11. Subconjuntos homogéneos - AROMA

	TRATAMIENTO	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey(a,b)	T3	3	2.67	
	T2	3	3.33	3.33
	T1	3		4.00
	T4	3		4.00
	Significación		0.228	0.228
Duncan(a,b)	T3	3	2.67	
	T2	3	3.33	3.33
	T1	3		4.00
	T4	3		4.00
	Significación		0.071	0.079

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos. Basado en la suma de cuadrados tipo III el término error es la Media cuadrática (Error) = .139.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000
- b. Alfa = .05.

AROMA		
Tabla resumen		
Tratamiento	Promedio	
T1	4	a
T2	3.33	ab
T3	2.67	b
T4	4	a
Letras iguales indican diferencias no significativas entre promedios (Prueba Duncan al 5% de significación)		

Tabla n° 12: DCA

Factores inter-sujetos			
		Etiqueta del valor	N
TRATAMIEN	1	T1	3
	2	T2	3
	3	T3	3
	4	T4	3

Tabla n° 13. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Viscosidad					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
TRATAM	3.177	3	1.059	158.833	0.000
Error	0.053	8	0.007		
Total corregida	3.230	11			

Las diferencias son significativas entre tratamientos (al menos un tratamiento reporta una viscosidad promedio diferente que los otros tratamientos ($p=0.000 < 0.05$. ANVA)

Tabla n° 14. Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Viscosidad							
	(I) Ttos	(J) Ttos	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite superior	Límite inferior
DHS de Tukey	T1	T2	0.000	0.0667	1.000	-0.213	0.213
		T3	-0.167	0.0667	0.134	-0.380	0.047
		T4	-1.233(*)	0.0667	0.000	-1.447	-1.020
	T2	T1	0.000	0.0667	1.000	-0.213	0.213
		T3	-0.167	0.0667	0.134	-0.380	0.047
		T4	-1.233(*)	0.0667	0.000	-1.447	-1.020
	T3	T1	0.167	0.0667	0.134	-0.047	0.380
		T2	0.167	0.0667	0.134	-0.047	0.380
		T4	-1.067(*)	0.0667	0.000	-1.280	-0.853
	T4	T1	1.233(*)	0.0667	0.000	1.020	1.447
		T2	1.233(*)	0.0667	0.000	1.020	1.447
		T3	1.067(*)	0.0667	0.000	0.853	1.280

Basado en las medias observadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Tabla n° 15. Subconjuntos homogéneos

Viscosidad					
	TRATAMIEN	N	Subconjunto		
			2	3	1
DHS de Tukey(a,b)	T1	3	14.600		
	T2	3	14.600		
	T3	3	14.767		
	T4	3		15.833	
	Significación			0.134	1.000
Duncan(a,b)	T1	3	14.600		
	T2	3	14.600		
	T3	3		14.767	
	T4	3			15.833
	Significación			1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = .007.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000
- b. Alfa = .05.

Viscosidad		
Tabla resumen		
Tratamiento	Promedio	
T1	14.6	C
T2	14.6	C
T3	14.767	B
T4	15.833	A

Letras iguales indica diferencias no significativas entre promedios (Prueba Duncan al 5% de significación)

Tabla n° 16. Modelo lineal general - DBCA

Factores inter-sujetos			
		Etiqueta del valor	N
Panelista	1		4
	2		4
	3		4
	4		4
	5		4
	6		4
	7		4
	8		4
	9		4
	10		4
	11		4
	12		4
	13		4
	14		4
	15		4
Tratamient	1	T1	15
	2	T2	15
	3	T3	15
	4	T4	15

Contrastes multivariados(c)							
Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación	
Intersección	Traza de Pillai	0.983	748.606 (a)	3.000	40.000	0.000	<0.0 5
	Lambda de Wilks	0.017	748.606 (a)	3.000	40.000	0.000	<0.0 5
	Traza de Hotelling	56.14 5	748.606 (a)	3.000	40.000	0.000	<0.0 5
	Raíz mayor de Roy	56.14 5	748.606 (a)	3.000	40.000	0.000	<0.0 5
Panel	Traza de Pillai	1.318	2.352	42.000	126.00 0	0.000	<0.0 5
	Lambda de Wilks	0.166	2.365	42.000	119.42 5	0.000	<0.0 5
	Traza de Hotelling	2.565	2.362	42.000	116.00 0	0.000	<0.0 5
	Raíz mayor de Roy	1.295	3.886(b)	14.000	42.000	0.000	<0.0 5
TRATAMIEN	Traza de Pillai	0.805	5.137	9.000	126.00 0	0.000	<0.0 5
	Lambda de Wilks	0.241	8.594	9.000	97.500	0.000	<0.0 5
	Traza de Hotelling	2.951	12.680	9.000	116.00 0	0.000	<0.0 5
	Raíz mayor de Roy	2.886	40.401(b)	3.000	42.000	0.000	<0.0 5
a. Estadístico exacto							
b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.							
c. Diseño: Intersección + Panel + TRATAMIEN							

Los datos del experimento son apropiados para realizar MANOVA

Tabla n° 17. Pruebas de los efectos inter-sujetos							
Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	
Panel	Color	14.233	14	1.017	2.557	0.010	<0.05
	Aroma	23.100	14	1.650	3.254	0.002	<0.05
	Sabor	21.400	14	1.529	3.452	0.001	<0.05
TRATAMIEN	Color	3.800	3	1.267	3.186	0.033	<0.05
	Aroma	18.450	3	6.150	12.127	0.000	<0.05
	Sabor	51.650	3	17.217	38.876	0.000	<0.05
Error	Color	16.700	42	0.398			
	Aroma	21.300	42	0.507			
	Sabor	18.600	42	0.443			
Total corregida	Color	34.733	59				
	Aroma	62.850	59				
	Sabor	91.650	59				

Por lo menos uno de los tratamientos reporta una calificación promedio de los panelistas, en color ($p=0.033<0.05$), aroma ($p=0.000<0.05$) y sabor ($p=0.000<0.05$) significativamente diferente que los otros tratamientos (MANOVA) Anexo de contraste multivariados

Tabla n° 18. Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples								
Variable dependiente		(I) Ttos	(J) Ttos	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza al 95%.	
							Límite superior	Límite inferior
Color	DHS de Tukey	T1	T2	0.07	0.230	0.991	-0.55	0.68
			T3	0.60	0.230	0.059	-0.02	1.22
			T4	0.00	0.230	1.000	-0.62	0.62
		T2	T1	-0.07	0.230	0.991	-0.68	0.55
			T3	0.53	0.230	0.111	-0.08	1.15
			T4	-0.07	0.230	0.991	-0.68	0.55
		T3	T1	-0.60	0.230	0.059	-1.22	0.02
			T2	-0.53	0.230	0.111	-1.15	0.08
			T4	-0.60	0.230	0.059	-1.22	0.02
		T4	T1	0.00	0.230	1.000	-0.62	0.62
			T2	0.07	0.230	0.991	-0.55	0.68
			T3	0.60	0.230	0.059	-0.02	1.22
Aroma	DHS de Tukey	T1	T2	0.47	0.260	0.290	-0.23	1.16
			T3	1.47(*)	0.260	0.000	0.77	2.16
			T4	0.27	0.260	0.736	-0.43	0.96
		T2	T1	-0.47	0.260	0.290	-1.16	0.23
			T3	1.00(*)	0.260	0.002	0.30	1.70
			T4	-0.20	0.260	0.868	-0.90	0.50
		T3	T1	-1.47(*)	0.260	0.000	-2.16	-0.77
			T2	-1.00(*)	0.260	0.002	-1.70	-0.30
			T4	-1.20(*)	0.260	0.000	-1.90	-0.50
		T4	T1	-0.27	0.260	0.736	-0.96	0.43
			T2	0.20	0.260	0.868	-0.50	0.90
			T3	1.20(*)	0.260	0.000	0.50	1.90
Sabor		T1	T2	.93(*)	0.243	0.002	0.28	1.58
			T3	2.33(*)	0.243	0.000	1.68	2.98

		T4	0.13	0.243	0.946	-0.52	0.78	
	DHS de Tukey	T2	T1	-0.93(*)	0.243	0.002	-1.58	-0.28
			T3	1.40(*)	0.243	0.000	0.75	2.05
			T4	-0.80(*)	0.243	0.010	-1.45	-0.15
		T3	T1	-2.33(*)	0.243	0.000	-2.98	-1.68
			T2	-1.40(*)	0.243	0.000	-2.05	-0.75
			T4	-2.20(*)	0.243	0.000	-2.85	-1.55
		T4	T1	-0.13	0.243	0.946	-0.78	0.52
			T2	.80(*)	0.243	0.010	0.15	1.45
			T3	2.20(*)	0.243	0.000	1.55	2.85
Basado en las medias observadas.								
*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.								

Tabla n° 19. Subconjuntos homogéneos

Color				
	Tratamientos	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey(a,b,c)	T3	15	3.00	
	T2	15	3.53	
	T4	15	3.60	
	T1	15	3.60	
	Significación		0.059	
Duncan(a,b,c)	T3	15	3.00	
	T2	15		3.53
	T4	15		3.60
	T1	15		3.60
	Significación		1.000	0.788
Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos. Basado en la suma de cuadrados tipo III El término error es la Media cuadrática (Error) = .398.				
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15.000				
b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.				
c. Alfa = .05.				

Color		
Tabla resumen		
Tratamiento	Promedio	
T1	3.6	A
T2	3.5	A
T3	3.0	B
T4	3.6	A
Letras iguales indican diferencias no significativas entre promedios (Prueba Duncan al 5% de significación)		

Tabla n° 20. Aroma

	Tratamiento	N	Subconjunto	
			2	1
DHS de Tukey(a,b,c)	T3	15	2.13	
	T2	15		3.13
	T4	15		3.33
	T1	15		3.60
	Significación		1.000	0.290
Duncan(a,b,c)	T3	15	2.13	
	T2	15		3.13
	T4	15		3.33
	T1	15		3.60
	Significación		1.000	0.097
Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos. Basado en la suma de cuadrados tipo III El término error es la Media cuadrática (Error) = .507.				
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15.000				
b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.				

c. Alfa = .05.		
Aroma		
Tabla resumen		
Tratamiento	Promedio	
T1	3.6	A
T2	3.13	A
T3	2.13	B
T4	3.33	A
Letras iguales indican diferencias no significativas entre promedios (Prueba Duncan al 5% de significación)		

Tabla n° 21. Sabor

	Tratamiento	N	Subconjunto		
			2	3	1
DHS de Tukey(a,b,c)	T3	15	1.67		
	T2	15		3.07	
	T4	15			3.87
	T1	15			4.00
	Significación		1.000	1.000	0.946
Duncan(a,b,c)	T3	15	1.67		
	T2	15		3.07	
	T4	15			3.87
	T1	15			4.00
	Significación		1.000	1.000	0.586
Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.					
Basado en la suma de cuadrados tipo III					
El término error es la Media cuadrática (Error) = .443.					
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15.000					
b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.					
c. Alfa = .05.					

Sabor		
Tabla resumen		
Tratamiento	Promedio	
T1	4	a
T2	3.07	b
T3	1.67	C
T4	3.87	A
<p>Letras iguales indicas diferencias no significativas entre promedios (Prueba Duncan al 5% de significación)</p>		

Anexo 2. Formato de test de escala Hedónica

TEST DE ANALISIS SENSORIAL

Se agradece su apoyo por anticipado.

Nota: a continuación se le presentara un cuadro el que deberá rellenar de acuerdo a su criterio. En el primer cuadro se le muestra los puntajes de satisfacción, de acuerdo a este cuadro califique las muestras de néctar de piña que se le presentara.

GRADO DE SATISFACCIÓN	PUNTAJE
Me desagrada muchísimo.	1
Me desagrada un poco.	2
No me gusta ni me disgusta.	3
Me gusta.	4
Me gusta muchísimo	5

Grado de satisfacción

MUESTRAS DE NÉCTAR	COLOR	AROMA	SABOR
T1			
T2			
T3			
T4			

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

Anexo 3. Fotografías:



Extracción de la goma de maíz.



Goma de maíz en el azúcar



Elaboración del néctar



Estandarización del néctar



Muestras listas para la evaluación sensorial de los panelistas.



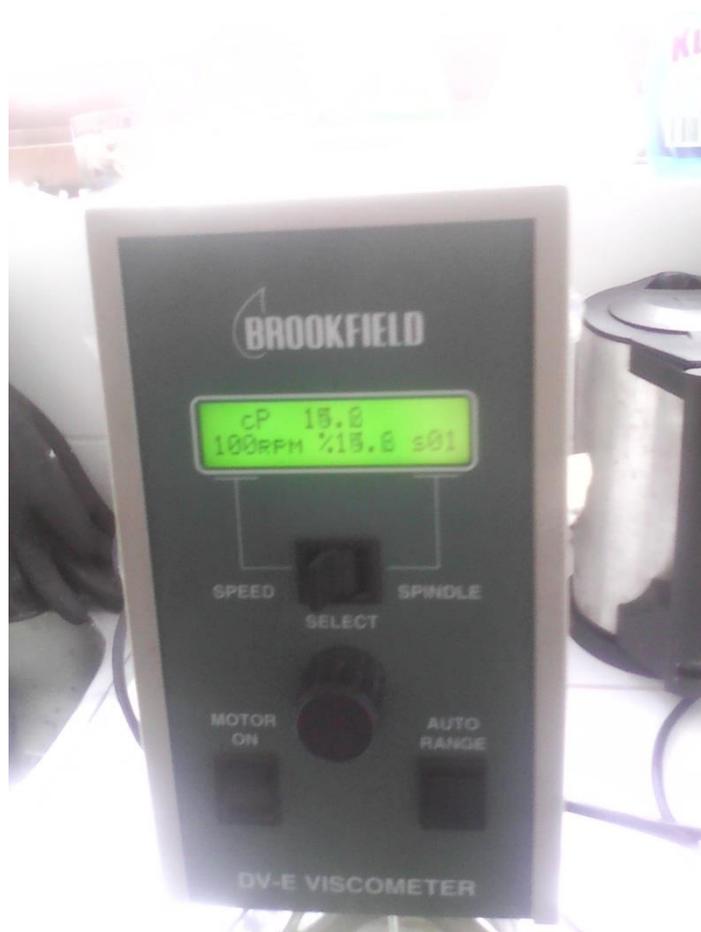
Panelista



Evaluación sensorial



Medición de la viscosidad



Medición de la viscosidad