

Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*)

Geovanna Cecilia Novillo Méndez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*)

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Geovanna Cecilia Novillo Méndez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*)

Presentado por:

Geovanna Cecilia Novillo Méndez

Aprobado:

Flor Núñez, M.Sc.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Carolina Valladares, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Novillo, G. 2009. Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*). Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, Honduras. 26p.

La carambola es una fruta tropical que ha adquirido importancia debido a sus componentes nutritivos y su alto contenido en antioxidantes. El objetivo del estudio fue elaborar un jugo de carambola y evaluar sus características sensoriales, físicas y químicas. Se evaluaron dos variedades (amarilla y verde), con y sin pasteurización. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial 2x2, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales. Se analizó color, viscosidad, sólidos solubles, pH, humedad en fruta fresca y fenólicos solubles totales. Los análisis sensoriales se realizaron mediante estudios de aceptación, usando un panel compuesto por doce personas no entrenadas. Se utilizó medidas repetidas en el tiempo (0, 7 y 14 días) en análisis físicos y fenólicos solubles totales. El tratamiento verde-no pasteurizado fue el más aceptado en sabor, dulzura y acidez, y los tratamientos amarilla-no pasteurizado y amarilla-pasteurizado fueron los más aceptados en color y aroma. Los tratamientos verde no-pasteurizado y verde-pasteurizado presentaron la mayor luminosidad y tuvieron mayor tonalidad amarilla, independientemente de la pasteurización. Los sólidos solubles no fueron afectados ni por la variedad ni por la pasteurización. La variedad amarilla es más ácida que la verde. El tratamiento amarilla-pasteurizado tuvo mayor viscosidad, además fue el único que retuvo los compuestos fenólicos desde el día 0 hasta el día 14.

Palabras clave: Fruta tropical, fenólicos solubles totales, polifenoles.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN LITERARIA.....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5. CONCLUSIONES	20
6. RECOMENDACIONES	21
7. LITERATURA CITADA.....	22
8. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Principales características de las variedades de carambola	4
2. Fenólicos solubles totales presentes en frutas tropicales	5
3. Arreglo factorial del experimento	9
4. Codificación de tratamientos	9
5. Aceptación para el atributo color del jugo de carambola	12
6. Aceptación para el atributo aroma del jugo de carambola	13
7. Aceptación para el atributo acidez del jugo de carambola	13
8. Aceptación para el atributo dulzura del jugo de carambola	13
9. Aceptación para el atributo sabor del jugo de carambola	14
10. Aceptación para el atributo aceptación general del jugo de carambola	14
11. Valor L* en el jugo de carambola	15
12. Valor a* en el jugo de carambola	15
13. Valor b* en el jugo de carambola	16
14. Viscosidad para el jugo de carambola	16
15. Sólidos solubles expresados en °Brix en el jugo de carambola	17
16. Acidez expresada en pH en el jugo de carambola	17
17. Humedad expresada en porcentaje de la fruta fresca de las dos variedades de carambola	18
Fenólicos solubles totales expresados en g/L de peso húmedo en el jugo de carambola	18
18. Rendimiento expresado en porcentaje para las dos variedades de carambola	19

Figura

1. Flujo de proceso para la extracción del jugo de carambola.	8
--	---

Anexo

1. Formato para la evaluación sensorial del jugo de carambola24
2. Fotos del Método Folin-Ciocalteu25

3. Pruebas preliminares realizados en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID).....	26
---	----

1. INTRODUCCIÓN

La carambola, mejor conocida como fruta estrella por su peculiar forma, goza de buena aceptación en el mercado internacional constituyéndose en una fruta con potencial de exportación y posible generador de divisas para la economía internacional (Chang 2005). Actualmente, entre los países con demanda de carambola están Alemania, Francia, Holanda y los Estados Unidos. Los mayores productores y a la vez exportadores son Malasia, Indonesia, Israel, Brasil, Tailandia.

El total de producción mundial de carambola en el 2008 fue de 13,000 toneladas y con un valor FOB de \$ 5,877,202. Actualmente en Centroamérica, Costa Rica es el mayor exportador de carambola con \$852 millones, Guatemala vendió \$251 millones, Nicaragua exportó \$19 millones, El Salvador vendió \$2 millones pero no existen datos sobre Honduras (Simas 2009).

La carambola se consume como fruta fresca o procesada en forma de mermeladas, dulces, jugos y licores. El jugo se considera como altamente refrescante para aliviar los efectos posteriores al excesivo consumo de alcohol (Tamayo 1999).

El siguiente estudio tiene como propósito aportar información sobre la composición química, física y el contenido de polifenoles presentes en las dos variedades de carambola que produce Zamorano, al mismo tiempo el estudio busca fomentar el consumo de esta fruta y darle un valor agregado ya que en la actualidad no hay cultura de consumo de esta fruta.

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos para este estudio fueron:

1.1.1 Objetivo general

- Desarrollar y evaluar física, química y sensorialmente un jugo de dos variedades de carambola.

1.1.2 Objetivos específicos

- Obtener el jugo de carambola a partir de la fruta fresca
- Determinar el nivel de aceptación del jugo de carambola.
- Evaluar las características físicas y químicas del jugo de dos variedades de carambola.
- Determinar compuestos fenólicos en el jugo de dos variedades de carambola con y sin pasteurización.
- Obtener rendimientos en jugo de las dos variedades de carambola.

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1 FRUTAS TROPICALES

Las frutas tropicales han comenzado recientemente a proliferar en una gran variedad en los mercados occidentales, siendo hasta ahora desconocidas para muchos. Estas frutas exóticas en algunos casos son completamente naturales y ecológicas así no estén certificadas debido a su método de cultivo. Frutas de Colombia, Puerto Rico, Malasia, Brasil, El Salvador o del Ecuador entre otros países, están llevando hasta los puntos de venta nuevos sabores, colores, aromas y formas de disfrutar de estos tipos de frutas tropicales (CATIE 2009).

Generalmente las frutas exóticas llegan hasta los consumidores como fruta fresca, pulpa de frutas o frutas deshidratadas. Aún existe mucho desconocimiento en cuanto a la manera de consumir muchas de estas frutas tropicales lo cual puede llevar a su rechazo. Estas son ideales para la preparación de batidos y jugos de frutas, ya sean mezclados con leche o agua, así como para la preparación de helados y postres (Tamayo y Bernal 1999).

Según la Comisión del Codex Alimentarius (CODEX STAN 247-2005) se entiende por jugo de fruta, el líquido sin fermentar que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras o frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la comisión. Los jugos se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los jugos de fruta de que proceden.

2.2 CARAMBOLA

2.2.1 Generalidades

La carambola (*Averrhoa carambola*) pertenece a la familia Oxalidácea, originaria de Indonesia. Se cultiva por sus frutos de color amarillo-verde, con cinco costillas salientes, que miden 9.5 centímetros de largo y 5 centímetros de ancho. Cuando la carambola está madura su sabor es muy dulce y refrescante, la pulpa del fruto es jugosa, fibrosa y de sabor ácido, se puede consumir fresca, ó utilizarla para preparar mermeladas, pasteles y tortas (Ordúz 2002).

Es un árbol decorativo, de una altura mediana de cinco metros con hojas compuestas persistentes, flores moradas o rojas pequeñas, dispuestas en racimos axilares o terminales, sobre ramas jóvenes o viejas, la recolección se realiza cuando los frutos cambian de color verde a amarillo (50 a 70 %) y deben recolectarse a mano. Los rendimientos pueden alcanzar en los trópicos en el segundo año 20 a 50 kg/árbol y en el año sexto hasta 400-500 kg. Se producen varias recolecciones a lo largo del año debido al casi continuo proceso de floración. La vida productiva de una plantación puede estar entre los 20 y 25 años (Tamayo y Bernal 1999).

2.2.2 Variedades

Algunos estudios realizados por la FAO, describen las distintas variedades de carambola, para identificarlas utilizan el prefijo B seguido por un número; las variedades utilizadas en esta investigación según la FAO son originarias de Malasia. A continuación se puede observar (Cuadro 1) las características de las distintas variedades de carambola.

Cuadro 1. Principales características de variedades de carambola.

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

Fuente: FAO, 1993

2.3 PROPIEDADES FUNCIONALES

Los “Alimentos Funcionales” son alimentos o componentes en la dieta que pueden aportar un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica. Los componentes biológicamente activos en los alimentos funcionales pueden aportar beneficios para la salud o efectos fisiológicos deseables (MIFIC 2006).

La carambola es rica en vitamina A con 569 μ /100g y vitamina C con 50 mg/100g, las cuales contribuyen a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Debido a su bajo contenido de carbohidratos, riqueza en potasio y bajo aporte de sodio, se recomienda a personas que sufren de diabetes, hipertensión arterial o afecciones de vasos sanguíneos y corazón (Muñoz 2007).

Por su abundancia en oxalato de calcio en un rango de 0.04 a 0.7 g/100g de jugo, su consumo no es conveniente en caso de litiasis renal (cálculos oxalato cálcicos) y no es aconsejable para personas que padecen enfermedades renales, diarrea y trastornos gastrointestinales (estómago delicado, gastritis), cabe destacar que el componente mayoritario de la carambola es el agua representando el 90% de fruta fresca, además contiene pequeñas cantidades de carbohidratos simples esencialmente fructosa de 3.5 a

15%, mientras que los grados Brix están en un rango de 7 a 13 y aún menor en proteína aproximadamente 0.5 g/100g de pulpa, por lo que su valor calórico es muy bajo ya que aporta 35 cal/100g. Su contenido de fibra le confiere propiedades laxantes (Rowland 2005).

2.3.1 Compuestos fenólicos

La capacidad antioxidante de las frutas y vegetales proviene de compuestos como vitamina C, vitamina E, β -caroteno y polifenoles de plantas (flavonoides, antocianinas y fenilpropanoles). Se ha atribuido a estos fitonutrientes un efecto protector en la prevención de procesos degenerativos de enfermedades cancerígenas, cardio y cerebro vasculares, dado que los antioxidantes poseen capacidad para neutralizar los radicales libres. Particularmente los jugos cítricos se caracterizan por una acumulación importante de flavonoides y fenilpropanoles, además de ácido ascórbico (Rapisarda *et. al.* 1998).

Como se puede observar (Cuadro 2) de 14 frutas exóticas tropicales estudiadas, la carambola está en el segundo lugar en concentración de polifenoles, lo que nos indica que tiene un alto valor de capacidad antioxidante entre frutas, siendo estos componentes responsables de proporcionar propiedades benéficas relacionadas con la salud y pueden jugar un rol importante en la modulación de detoxificación enzimática, estimulación del sistema inmune, disminución de la agregación plaquetaria y modulación del metabolismo hormonal (Carratú y Sanzini 2005).

Cuadro 2. Fenólicos solubles presentes expresados en g/L presentes en frutas tropicales.

Fruta	FST**
Guayaba roja	2.32 +/- 0.17
Carambola	2.22 +/- 0.15
Guayaba blanca	1.58 +/- 0.07
Pitahaya	1.07 +/- 0.07
Lychee	0.77 +/- 0.03
Pitahaya blanca	0.52 +/- 0.03

Fuente: Mahattanatawee y Manthey (2006).

*g/L: gramos por litro de peso húmedo

**FST: Fenólicos solubles totales

2.3.2 Método Folin-Ciocalteu

El conjunto de los compuestos fenólicos de los jugos se oxida por el reactivo Folin-Ciocalteu, el cual está constituido por una mezcla de ácido fosfotungstico ($H_3PW_{12}O_{40}$) y ácido fosfomolibdico ($H_3PMO_{12}O_{40}$), que se reduce por la oxidación de los fenoles en una mezcla de óxidos azules de tungsteno (W_8O_{23}) y de molibdeno (MO_8O_{23}). La coloración azul producida posee una absorción máxima en torno a 750 nm, la cual es proporcional al porcentaje de compuestos fenólicos (Talcott 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) y el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) de la Escuela Agrícola Panamericana, a 30 km carretera a Danlí, Valle El Yeguaré, Honduras.

3.2 MATERIALES

- Carambola de dos variedades: Amarilla y verde
- Agua purificada Agua Azul
- Agua destilada
- Vasos de precipitación
- Ácido ascórbico
- Frascos de vidrio
- Probeta de 500 ml
- Bolsas para congelación
- Tubos de ensayo
- Folin-Ciocalteu's phenol reagent, 2N (Sigma)
- Ácido Gálico (Sigma-Aldrich)
- Pipetas de 100 ml

3.3 EQUIPOS

- Refractómetro (Atago N-3E)
- Potenciómetro (Water Proof pH Testr)
- Viscosímetro (Brookfield DV II+, acople # 1)
- Colorímetro (ColorFlex Hunter Lab)
- Horno 105°C (Fisher Scientific)
- Marmita eléctrica
- Cuarto frío
- Espectrofotómetro (Spectronic 20)

- Licuadora Waring Pro 3HP
- Despulpadora (Robot Coupe)
- Balanza Digital
- Termómetro digital
- Cocineta

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Procesamiento de la carambola

Luego de cosechar las dos variedades de carambola maduras en la Escuela Agrícola Panamericana, se trasladaron a la Planta de Investigación y Desarrollo (PAID) donde fueron procesadas según la secuencia que a continuación se detalla:

- **Recepción:** Recibo de las dos variedades de carambola amarilla y verde.
- **Limpieza:** después del recibo de la fruta se procedió a lavarla en una solución con agua clorada a 200 ppm.
- **Pesaje:** se procedió a pesar las dos variedades de carambola (amarilla y verde), el peso se expresó en kg.
- **Inmersión en ácido ascórbico:** la fruta fue introducida en una solución con ácido ascórbico al 0.01% para evitar pardeamiento enzimático.
- **Escaldado:** en una marmita a 75°C por 4 segundos se procedió a escaldar la fruta para ablandarla.
- **Picado:** se realizó el picado de la fruta y se removió las semillas manualmente.
- **Licuada:** se licuó la fruta por 2 minutos a 500 RPM para facilitar el despulpado.
- **Despulpado:** del puré licuado se obtuvo la pulpa y desperdicio de las dos variedades de carambola y se pesó.
- **Filtrado:** se filtró la pulpa con una malla de tela.
- **Extracción del jugo:** de la pulpa filtrada se obtuvo el jugo de carambola.
- **Pasteurización:** se pasteurizó el jugo por 2 minutos a 87°C luego se enfrió a 26°C.
- **Envasado:** se envaso en frascos previamente esterilizados a 85°C por 15 minutos.
- **Almacenamiento:** se almacenó el jugo pasteurizado y no pasteurizado a 4°C.

3.4.2 Diagrama del flujo para el procesamiento de la carambola

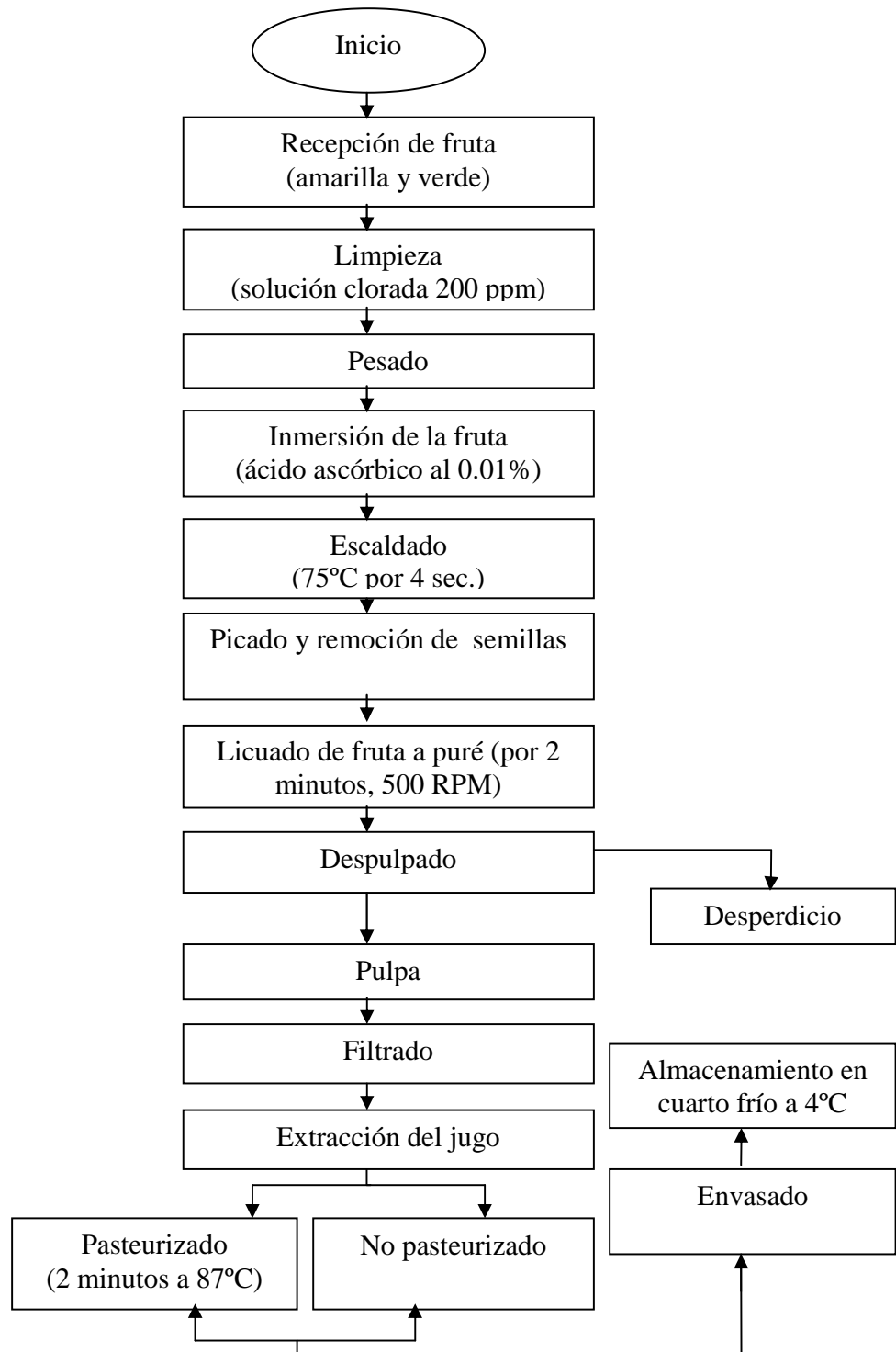


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración del jugo de carambola.

3.4.3 Evaluación sensorial

Se realizó una prueba exploratoria de aceptación para los cuatro tratamientos utilizando doce panelistas no entrenados donde se presentaron cuatro muestras de jugo a 4°C para cada panelista; dentro de los atributos a evaluar fueron aroma, sabor, acidez, dulzura y apariencia general, evaluando las muestras con escala hedónica de cinco puntos, siendo 1 (me disgusta extremadamente), 3 (ni le disgusta/ ni le gusta) y 5 para (me gusta extremadamente) (Ver Anexo 1):

3.4.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de 2x2 con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Se realizaron medidas repetidas en el tiempo (0, 7 y 14 días) para análisis físicos y fenólicos solubles. Los factores fueron la variedad de carambola (amarilla vs verde) y tratamiento térmico (pasteurizado vs no pasteurizado). A continuación se detalla el arreglo factorial del experimento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Arreglo factorial del experimento.

Variedad vs. Pasteurización	No pasteurizado	Pasteurizado
Amarilla	T1	T3
Verde	T2	T4

Una vez establecido los tratamientos se definió códigos para cada uno (Cuadro 4).

Cuadro 4. Codificación de tratamientos.

Tratamiento	Descripción	Codificación
T1	Variedad amarilla no pasteurizado	A-NP
T2	Variedad verde no pasteurizado	V-NP
T3	Variedad amarilla pasteurizado	A-P
T4	Variedad verde pasteurizado	V-P

3.4.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para revelar la uniformidad de los datos y una separación de medias Tukey para determinar si existen diferencias significativas ($P < 0.05$) al comparar las interacciones; se empleó el sistema SAS® Statistical Analysis System.

3.4.6 Análisis físicos

Los análisis físicos realizados fueron:

3.4.6.1 Color

Se midió el color mediante el uso del Colorflex Hunter L*a*b.

3.4.6.2 Viscosidad

Se midió la viscosidad con un viscosímetro de Brookfield acople#1 a 21°C por 100 RPM (100 revoluciones por minuto) en un volumen de 400 ml, se realizaron tres muestras reportadas en centipoise (cp).

3.4.6.3 Sólidos solubles

Se midió los sólidos solubles (°Brix) al jugo de carambola utilizando un refractómetro (Atago N-3E).

3.4.7 Análisis químicos

Los análisis químicos realizados fueron:

3.4.7.1 pH

Se determine el pH al jugo de carambola utilizando un potenciómetro manual (Water Proof pH Testr).

3.4.7.2 Humedad

Se determinó la humedad de la fruta fresca de las dos variedades de carambola con el método de la (A.O.A.C 925.09 Horno 105°C).

3.4.8 Fenólicos solubles totales

Para el método de fenólicos solubles totales se utilizó el reactivo Folin-Ciocalteau (FC) (diluyendo 125 ml de reactivo FC comercial en un litro de agua destilada) y el carbonato de sodio (disolviendo 105.99 g de Na_2CO_3 en 800 ml de agua destilada para luego llevarlo a un volumen de un litro). Se hizo una dilución de 50x de jugo con agua destilada y se hizo una curva estándar de ácido gálico y agua destilada. Se tomó 1 ml de muestra que fue mezclada con 1 ml de reactivo FC y se esperó 3 minutos para luego adicionar 1 ml de carbonato de sodio. Se esperó 7 minutos y por último se adicionó 7 ml de agua destilada y

se esperó 45 minutos, posteriormente se analizó las muestras a una longitud de onda de 725 nm en el espectrofotómetro (Spectronic 20). Se cuantificó la cantidad de fenoles solubles presentes en el jugo. Los datos se reportaron en g/L peso húmedo, tanto los puntos de la curva como las muestras fueron analizados por triplicado en el día 0, 7 y 14 (Ver Anexo 2).

3.4.9 Rendimientos

Se comparó el rendimiento de las dos variedades de carambola con la siguiente fórmula:

$$\% \text{Rendimiento} = (\text{peso del jugo}) / (\text{peso de la fruta}) * 100$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTUDIOS PRELIMINARES

Se realizaron diferentes pruebas con el fin de determinar cuál era la temperatura óptima de escaldado y pasteurización, a su vez probar con diferentes antioxidantes al 0.01% de ácido ascórbico y al 0.01% de metabisulfito para retardar la oxidación del jugo, por lo cual la temperatura óptima para pasteurización fue de 87°C por 2 minutos, la temperatura de escaldado fue de 75°C por 4 segundos y la inmersión de la fruta fue en ácido ascórbico al 0.01% (Ver Anexo 3).

4.2 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL JUGO DE CARAMBOLA

La variedad amarilla fue la más aceptada por los panelistas en el atributo color independientemente de la pasteurización, esto puede estar relacionado con que los panelistas fueron influenciados por el color de la variedad amarilla como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Aceptación para el atributo color del jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Calificación±D.E	Separación tukey
A-NP	amarilla no pasteurizado	3.97±1.05	A
A-P	amarilla pasteurizado	3.97±1.18	A
V-NP	verde no pasteurizado	2.80±0.85	B
V-P	verde pasteurizado	2.72±0.97	B

A-B= Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

En el Cuadro 6 se puede observar que los tratamientos más aceptados por los panelistas en el atributo aroma fueron los tratamientos con variedad amarilla (A-P y A-NP) independientemente de la pasteurización, esto pudo estar relacionado con las características propias de la variedad ya sea en sólidos solubles, carbohidratos simples o fibra.

Cuadro 6. Aceptación para el atributo aroma del jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Calificación \pm D.E	Separación tukey
A-P	amarilla pasteurizado	3.50 \pm 0.73	A
A-NP	amarilla no pasteurizado	3.39 \pm 0.80	A
V-NP	verde no pasteurizado	3.27 \pm 0.88	B
V-P	verde pasteurizado	3.00 \pm 0.95	B

A-B=Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P\leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

Como se puede observar en el Cuadro 7 el tratamiento V-NP fue el más aceptado por los panelistas en el atributo acidez. En los análisis físicos la variedad amarilla fue más ácida que la variedad verde, por lo tanto la acidez de la variedad verde no se percibe o bien es agradable para los panelistas evaluados.

Cuadro 7. Aceptación para el atributo acidez del jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Calificación \pm D.E	Separación tukey
V-NP	verde no pasteurizado	3.72 \pm 1.08	A
A-P	amarilla pasteurizado	3.11 \pm 1.16	B
A-NP	amarilla no pasteurizado	3.02 \pm 0.90	B
V-P	verde pasteurizado	2.94 \pm 0.92	B

A-B=Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P\leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

Los panelistas mostraron mayor aceptación por el tratamiento V-NP en el atributo dulzura como se puede observar en el Cuadro 8. En los análisis físicos la variedad verde mostró menor acidez que la amarilla, lo que puede influir en su mayor aceptación de acidez y dulzura.

Cuadro 8. Aceptación para el atributo dulzura del jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Calificación \pm D.E	Separación tukey
V-NP	verde no pasteurizado	3.86 \pm 1.04	A
V-P	verde pasteurizado	3.36 \pm 0.68	B
A-P	amarilla pasteurizado	2.88 \pm 1.18	C
A-NP	amarilla no pasteurizado	2.61 \pm 1.04	C

A-C=Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P\leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

En el Cuadro 9 se puede observar que el tratamiento V-NP fue el más aceptado por los panelistas en el atributo sabor, esto puede relacionarse con la percepción dulzura y acidez.

Cuadro 9. Aceptación para el atributo sabor del jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Calificación± D.E	Separación tukey
V-NP	verde no pasteurizado	3.78±1.14	A
A-P	amarilla pasteurizado	3.14±1.29	B
V-P	verde pasteurizado	3.08±1.02	B
A-NP	amarilla no pasteurizado	2.81±1.00	B

A-B=Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

Los tratamientos que obtuvieron mejor aceptación en el atributo aceptación general por los panelistas fueron V-NP y A-P (Cuadro 10). En general, el tratamiento V-NP fue el más aceptado en los atributos dulzura, sabor y acidez, mientras que los tratamientos A-NP y A-P fueron más aceptados en color y aroma.

Cuadro 10. Aceptación para el atributo aceptación general del jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Calificación± D.E	Separación tukey
V-NP	verde no pasteurizado	3.67±0.98	A
A-P	amarilla pasteurizado	3.42±1.22	A
V-P	verde pasteurizado	3.19±0.92	B
A-NP	amarilla no pasteurizado	3.14±1.21	B

A-B=Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL JUGO DE CARAMBOLA

4.3.1 Color: Valor L*

En el Cuadro 11 se puede observar que en general los jugos se inclinan a tonalidades claras, los tratamientos VN-P y V-P presentaron mayor luminosidad independientemente de la pasteurización tanto para el día 0, 7 y 14. A través del tiempo (14 días) los tratamientos V-NP y V-P no presentaron cambios en color. Los tratamientos A-NP y A-P, independientemente de la pasteurización, mostraron mayor luminosidad a partir del día 7 y se mantuvo constante en el día 14.

Cuadro 11. Valor L* para el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	6.94±3.12 ^{B(X)}	73.77±5.95 ^{B(Y)}	74.10±1.65 ^{B(Y)}
V-NP	verde no pasteurizado	5.90±2.88 ^{A(X)}	98.07±1.02 ^{A(X)}	98.29±0.20 ^{A(X)}
A-P	amarilla pasteurizado	1.72±0.12 ^{C(X)}	72.37±2.87 ^{B(Y)}	73.01±3.05 ^{B(Y)}
V-P	verde pasteurizado	3.77±1.50 ^{A(X)}	94.86±3.29 ^{A(X)}	98.01±1.12 ^{A(X)}

A-C= Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

X-Y= Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.3.2 Color: Valor a*

Se puede observar en el Cuadro 12 en general todos los tratamientos mostraron una tonalidad verde, siendo la variedad verde más verde que la variedad amarilla, los tratamientos V-NP y V-P no mostraron diferencias significativas tanto para el día 0, 7 y 14 con los mayores tonos de verde claro lo que indica que no hubo degradación del color por pasteurización, al contrario los tratamientos A-NP y A-P si mostraron diferencias significativas. A través del tiempo todos los tratamientos, al igual se mantuvieron constantes desde el día 0 hasta el día 14.

Cuadro 12. Valor a* para el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	-31.92±2.12 ^{B(X)}	-34.40±6.18 ^{B(X)}	38.07±4.54 ^{B(X)}
V-NP	verde no pasteurizado	-53.92±1.45 ^{A(X)}	-54.10±1.09 ^{A(X)}	56.92±1.28 ^{A(X)}
A-P	amarilla pasteurizado	-20.38±2.45 ^{C(X)}	-21.45±2.98 ^{C(X)}	28.01±2.24 ^{C(X)}
V-P	verde pasteurizado	-53.75±1.93 ^{A(X)}	-54.01±1.62 ^{A(X)}	55.04±1.12 ^{A(X)}

A-C= Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

X= Medias con letras iguales en la misma fila no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.3.3 Color: Valor b*

En el Cuadro 13 en general los tratamientos se inclinaron a una tonalidad amarilla, los tratamientos más amarillos fueron V-P y V-NP, independientemente de la pasteurización por su contenido de clorofila tiende a tener esa tonalidad. Tanto para el día 0, 7 y 14 hubo diferencias significativas entre los tratamientos A-NP y A-P, lo que indica que el haber pasteurizado el jugo de variedad amarilla provoca alguna degradación del color. A través del tiempo no hubo diferencias significativas para los tratamientos A-NP y A-P desde el día 0 hasta el día 14.

Cuadro 13. Valor b* para el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	36.29±2.12 ^{B(X)}	36.83±6.18 ^{B(X)}	44.74±4.54 ^{B(X)}
V-NP	verde no pasteurizado	50.83±1.45 ^{A(X)}	51.94±1.09 ^{A(X)}	56.99±1.28 ^{A(X)}
A-P	amarilla pasteurizado	31.64±2.45 ^{C(X)}	34.01±2.98 ^{C(X)}	34.80±2.24 ^{C(X)}
V-P	verde pasteurizado	48.75±1.93 ^{A(X)}	53.72±1.62 ^{A(X)}	51.63±1.12 ^{A(X)}

A-C= Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

X= Medias con letras iguales en la misma fila no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.3.4 Viscosidad

En el Cuadro 14 se puede observar que el tratamiento A-P presentó la mayor viscosidad al día 0 y se mantuvo hasta el día 14, los menos viscosos fueron los tratamientos V-NP y V-P.

Cuadro 14. Viscosidad para el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	6.28±3.25 ^{B(X)}	7.26±3.26 ^{B(X)}	7.48±3.06 ^{A(X)}
V-NP	verde no pasteurizado	4.93±0.67 ^{C(X)}	5.02±0.43 ^{C(X)}	5.29±0.88 ^{C(X)}
A-P	amarilla pasteurizado	6.44±3.27 ^{A(X)}	6.62±3.04 ^{A(X)}	6.63±2.95 ^{B(X)}
V-P	verde pasteurizado	5.04±1.79 ^{C(X)}	5.30±1.47 ^{C(X)}	5.91±1.33 ^{C(X)}

A-C= Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

X= Medias con letras iguales en la misma fila no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.3.5 Sólidos solubles

En el Cuadro 15 se puede observar que no hubo diferencias tanto entre tratamientos como a través del tiempo en sólidos solubles, lo que nos indica que los sólidos no fueron afectados ni por la variedad ni por la pasteurización.

Cuadro 15. Sólidos solubles expresados en °Brix en el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	6.00±0.08 ^{A(X)}	7.03±0.06 ^{A(X)}	7.02±0.06 ^{A(X)}
V-NP	verde no pasteurizado	6.38±0.62 ^{A(X)}	7.03±0.05 ^{A(X)}	8.00±0.01 ^{A(X)}
A-P	amarilla pasteurizado	7.00±0.42 ^{A(X)}	7.00±0.77 ^{A(X)}	8.05±0.13 ^{A(X)}
V-P	verde pasteurizado	5.00±0.10 ^{A(X)}	7.00±0.01 ^{A(X)}	8.01±0.07 ^{A(X)}

A=Medias con letras iguales en la misma columna no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

X= Medias con letras iguales en la misma fila no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL JUGO DE CARAMBOLA.

4.4.1 Acidez

Se puede observar que hubo diferencias significativas en acidez, entre las dos variedades independientemente de la pasteurización tanto para los días 0, 7 y 14. A través de los 14 días en almacenamiento, ninguno de los tratamientos mostró cambios significativos (Cuadro 16), la variedad amarilla fue la más ácida.

Cuadro 16. Acidez expresada en pH en el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	2.32±0.10 ^{B(X)}	2.17±0.03 ^{B(X)}	2.06±0.03 ^{B(X)}
V-NP	verde no pasteurizado	3.42±0.08 ^{A(X)}	3.46±0.06 ^{A(X)}	3.45±0.06 ^{A(X)}
A-P	amarilla pasteurizado	2.22±0.04 ^{B(X)}	2.27±0.02 ^{B(X)}	2.02±0.03 ^{B(X)}
V-P	verde pasteurizado	3.41±0.03 ^{A(X)}	3.56±0.06 ^{A(X)}	3.49±0.01 ^{A(X)}

A=Medias con letras iguales en la misma columna no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

X= Medias con letras iguales en la misma fila no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.4.2 Humedad

Según el Cuadro 17, las dos variedades de carambola amarilla y verde en fruta fresca tienen un contenido de humedad similar. Según la FAO (1993) el contenido de humedad para carambola es de 90% de peso fresco, similar a lo reportado.

Cuadro 17. Humedad representada en porcentaje de la fruta fresca.

Variedad	Porcentaje (%)±D.E*
Amarilla	90±0.40 A
Verde	91±0.51 A

A=Medias con letras iguales en la misma columna no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.5 FENÓLICOS SOLUBLES TOTALES

Como se puede observar en el Cuadro 18 en el día 0 los tratamientos no pasteurizados A-NP y V-NP presentaron mayor contenido de compuestos fenólicos, sin embargo para los días 7 y 14 no hubo diferencias entre los tratamientos.

El tratamiento V-P redujo el contenido de fenólicos en los días 7 y 14. En el caso de A-NP y V-NP la cantidad de fenólicos disminuyó en el día 7 pero se mantuvo constante en el día 14. Esto se pudo ocasionar por la entrada de oxígeno durante su procesamiento y almacenamiento, lo cual permitió que exista mayor pardeamiento enzimático por la enzima polifenoloxidasas. El único tratamiento que se mantuvo constante en la cantidad de fenólicos fue A-P, probablemente este se debió al efecto de la pasteurización.

La carambola está en el segundo lugar de concentración de polifenoles lo que indica que tiene un alto valor de capacidad antioxidante en frutas con 2.32 g/L peso húmedo. Las variedades que se encuentran en Zamorano presentan ese rango, lo cual les da la función de antioxidante natural, además la carambola tiene un alto contenido en vitamina C y vitamina A por lo que ayuda a neutralizar los radicales libres y convertirlo en un alimento funcional.

Cuadro 18. Fenólicos solubles totales en el jugo de carambola.

Tratamiento	Descripción	Día 0	Día 7	Día 14
		Media±D.E	Media±D.E	Media±D.E
A-NP	amarilla no pasteurizado	3.28±0.04 ^{A(X)}	1.43±0.15 ^{A(Y)}	1.40±0.08 ^{A(Y)}
V-NP	verde no pasteurizado	2.62±0.01 ^{A(X)}	1.28±0.08 ^{A(Y)}	1.17±0.06 ^{A(Y)}
A-P	amarilla pasteurizado	1.32±0.01 ^{B(X)}	1.17±0.18 ^{A(X)}	1.06±0.08 ^{A(X)}
V-P	verde pasteurizado	1.71±0.01 ^{B(X)}	1.33±0.01 ^{A(Y)}	1.20±0.07 ^{A(Z)}

A-B=Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

X-Y= Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

4.6 RENDIMIENTOS

Como se puede observar en el Cuadro 19 el rendimiento en jugo para la variedad amarilla es de 17.45 y para la variedad verde es 21.76 lo que quiere decir que se puede aprovechar

de mejor manera combinando las dos variedades ya que estadísticamente no existen diferencias entre los rendimientos de las dos variedades para jugo.

Cuadro 20. Rendimiento representado en porcentaje para dos variedades de carambola.

Descripción	Rendimiento (%) \pm D.E	
	Verde	Amarilla
Peso fruta	11.35 \pm 0.12 A	8.71 \pm 0.15 A
Peso jugo	2.47 \pm 0.08 A	1.52 \pm 0.04 A
Rendimiento	21.76 \pm 0.29 A	17.45 \pm 0.36 A

A =Medias con letras iguales en la misma fila no establecen diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$).

D.E= Desviación estándar.

5. CONCLUSIONES

- El tratamiento verde-no pasteurizado fue el más aceptado en los atributos dulzura, sabor y acidez, mientras que los tratamientos amarilla-no pasteurizado y amarilla-pasteurizado fueron los más aceptados en color y aroma.
- La variedad amarilla fue más ácida que la variedad verde, con un rango de pH de 2.02-2.32 respectivamente.
- Los sólidos solubles, que oscilaron entre 5.00-8.05, para ambas variedades no fueron afectados ni por la variedad ni por la pasteurización.
- Se determinó que el porcentaje de rendimiento en jugo de la variedad verde fue de 21.76 y la variedad amarilla fue de 17.45.
- En el tratamiento amarilla-pasteurizado, la pasteurización retuvo los compuestos fenólicos a los 14 días de almacenamiento. En el resto de los tratamientos hubo disminución de fenólicos durante su almacenamiento.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis proximal para las dos variedades de carambola y comparar su valor nutricional.
- Determinar la capacidad antioxidante en diferentes estados de madurez de los frutos de carambola.
- Realizar estudios con otros antioxidantes en el jugo de carambola
- Realizar una caracterización en pulpa y desperdicio para la carambola.
- Mezclar las dos variedades para optimizar el procesamiento del jugo.
- Fomentar el consumo de esta fruta a través de degustaciones en el Puesto de Ventas de Zamorano y darle un valor agregado ya sea en fruta deshidrata o congelada, ya que en la actualidad no hay cultura de consumo por esta fruta.

7. LITERATURA CITADA

AOAC.1997. Métodos oficiales de análisis 16va.edición. Editorial AOAC International. Gaithersburg, Maryland, Estados Unidos de América.

CATIE. 2009 (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). s.f. Topología de los mercados de nichos: Los mercados de nichos de frutas y hortalizas frescas (en línea). Consultado el 29 de septiembre. 2009. Disponible en: http://web.catie.ac.cr/Siad_1/HTM/mercadores/MInter_mer_nichos-htm

Carratú y Sanzini. 2005. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. Revista de la Sociedad Química del Perú, 25p.

Chang, M. 2005. Fruit and vegetable processing: FAO Agricultural Services Bulletin 119, Roma-Italia, 34 p.

Codex Alimentarius. 2005. Norma general del codex para zumos (jugos) y néctares de frutas (en línea). Consultado el 16 de agosto de 2009. Disponible en: http://codexalimentarius.net/download/standards/10154/CXS_247s.pdf

Codex Alimentarius. 1994. Frutas y Hortalizas Tropicales Frescas. Volumen 5B, segunda edición, FAO y OMS, Roma-Italia, 31-35p.

Codex Alimentarius. 1992. Fruit juices and related products. Volumen 6, segunda edición, FAO y OMS, Roma-Italia, 35p.

SIMAS. 2009. Comunicación para el desarrollo rural (SIMAS). Importación y exportación (en línea). Consultado el 19 de oct. 2009. Disponible en: <http://www.simas.org/>

FAO. 1993. Carambola cultivation: Agricultural Services Bulletin 108, US, 21-24p.

Mahattanatawee, K., Manthey, J. 2006. Total Antioxidant Activity and Fiber content of select Florida-Grown Tropical Fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 54. 7355-63 p.

MIFIC. 2006. Norma de Especificaciones de Néctares, Jugos y Bebidas no carbonatadas (en línea). Consultado el 24 de agosto de 2009. Disponible en: <http://.mific.gob.ni:81/docushare/dsweb/Get/Document>

Muñoz, J.R. 2007. La carambola (en línea). Consultado el 28 de septiembre. 2009. Disponible en: <http://liberia.co.cr/promo/carambola.htm>

Orduz, J., Rangel, J. 2002. (CORPOICA). Frutas tropicales potenciales para el piedemonte llanero. Regional 8. Villavicencio-Colombia, 72p.

Rapisarda et-al. 1998. Metabolismo y significación biológica de polifenoles del vino, Grupo de Biotecnología Vegetal, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona.

Rice-Evans, C.A., N.J. Miller, y G. Paganda. 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Rad. Biol. Med. 20: 933-956.

Rowland, A. 2005. Fruit and vegetable juice processing technology. Segunda edición, Pennsylvania, US. 302 p.

Talcott, S. 2003. Phytochemical Composition and Antioxidante Stability of Fortified Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis*). Department of Food science and Human.

Tamayo, A., Bernal, J. 1999 (CORPOICA). Frutales de clima cálido. Regional 4. Rionegro-Antioquia, 7p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato para evaluación sensorial del jugo de carambola.

Nombre: -----

Fecha: -----

Instrucciones: Marque con una **X** el cuadro adecuado según su evaluación de las muestras 013, 257, 486, 915, para color, sabor, acidez, dulzura, aroma y aceptación general. En la escala 1 significa **Me disgusta extremadamente**, en la escala 3 **ni le disgusta/ni le gusta**, y 5 para **me gusta extremadamente**.

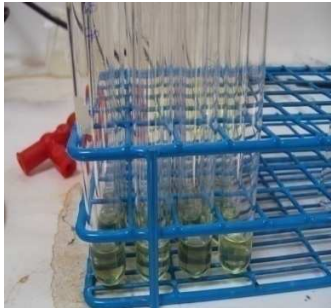
MUESTRA 013

	Aceptación				
<u>Color</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
extremadamente	Me disgusta extremadamente		nl/nd		Me gusta
<u>Sabor</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Me disgusta extremadamente		nl/nd		Me gusta extremadamente
<u>Dulzura</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Me disgusta extremadamente		nl/nd		Me gusta extremadamente
<u>Acidez</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
extremadamente	Me disgusta extremadamente		nl/nd		Me gusta
<u>Aroma</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Me disgusta extremadamente		nl/nd		Me gusta extremadamente
<u>Aceptación general</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 2. Fotos del Método Folin-Ciocalteu



1.- Muestra de jugo de las dos variedades de carambola diluido 50x



2.- La muestra con 1 ml de Folin-Ciocalteu



3.- La muestra con 1 ml de carbonato de sodio



4.- La muestra con 7 ml de agua destilada



5.- La muestra es leída con espectrofotómetro a 726 nm.

Anexo 3. Pruebas preliminares realizados en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID).

