

**Desarrollo y evaluación física y química de
un refresco a base de Pitahaya
(*Hylocereus undatus*)**

María Gabriela Zapata Mairena

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Desarrollo y evaluación física y química de
un refresco a base de Pitahaya
(*Hylocereus undatus*)**

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

Presentado por

María Gabriela Zapata Mairena

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

La autora concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

María Gabriela Zapata Mairena

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

Desarrollo y evaluación física y química de un refresco a base de Pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Presentado por:
María Gabriela Zapata Mairena

Aprobado:

Julio R. López, M.Sc.
Asesor Principal

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

Francisco Javier Bueso, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen por guiar e iluminar mi camino siempre.

A mi familia, especial a mi mamá María Esperanza, por su ejemplo de valentía, esfuerzo y trabajo, por creer en mí, apoyarme y darme la oportunidad y las fuerzas para seguir adelante.

A mi Abuelita Felida por todo su amor y enseñanzas, las cuales me ayudan a ser una mejor persona cada día; por eso y muchas cosas más eres un ejemplo a seguir y un ángel que me acompaña siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por brindarme su apoyo y darme las herramientas para lograr éxito en la vida teniendo siempre presente mis valores.

Al Ing. Julio R. López por su confianza y apoyo en el proceso del presente proyecto.

Al Dr. Luis Osorio por su confianza y apoyo en mis años en la carrera de Agroindustria.

Al Dr. Bueso por su amistad, valiosos consejos y apoyo al realizar este proyecto de graduación.

A Fabián Díaz, por su apoyo, comprensión y consejos para realizar este proyecto y para mejorar día a día como persona.

A Silvia, Dorian y muchos otros compañeros que aguantaron frustraciones y me apoyaron en el transcurso de este proyecto.

Al Ing. Rafael López y a don Iván, por su apoyo y ayuda en los días enteros en el laboratorio.

En general a la clase 07 por todos los momentos compartidos, muchas gracias!

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Fundación Kellogg`s y al Fondo dotal Suizo por la beca total otorgada.

RESUMEN

Zapata, M. 2007. Desarrollo y evaluación física y química de un refresco a base de Pitahaya (*Hylocereus undatus*). Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, Honduras. 29p.

La pitahaya es una fruta exótica que ha adquirido importancia debido a sus componentes nutritivos y potencial nutracéutico. El objetivo del estudio fue desarrollar un refresco a base de pitahaya y evaluar sus características sensoriales, físicas y químicas. Se evaluaron dos formulaciones (formulación tradicional con esencia de vainilla y con esencia de mango) y el control (formulación tradicional). Se analizó color, viscosidad, sólidos totales, composición química, pH, fenólicos solubles totales, flavonoides totales y taninos totales a la muestra preferida. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, para un total de nueve unidades experimentales. Los análisis sensoriales se realizaron mediante estudios de aceptación, utilizando un panel compuesto por 12 personas no capacitadas y de preferencia utilizando 100 personas. El tratamiento preferido fue la formulación con esencia de mango ($P < 0.05$). La composición química del refresco de pitahaya con esencia de mango fue: 10.92% de carbohidratos, 1.09% de fibra, 0.30% de proteína, 0.09% de cenizas y 0.01% de grasa. El color según escala $L^*a^*b^*$ fue oscuro (12.77 ± 0.11) con coloración rojo intenso (39.67 ± 0.60) y con trazas de color amarillo (0.31 ± 0.32). El pH fue 3.90, los sólidos totales fueron 13.6 °Brix y la viscosidad fue 0.025 Pa/s a 16°C. La concentración de fenólicos solubles totales fue (1.00 ± 0.01 meq ácido gálico/g muestra), flavonoides totales (0.86 ± 0.01 meq catequina/g muestra) y taninos totales (57.43 ± 8.91 meq catequina/g muestra) presentando una reducción de 35% en polifenoles debido al procesamiento de pulpa a refresco.

Palabras clave: polifenoles, fenólicos solubles totales, flavonoides, taninos, fruta exótica.

Julio R. López, M.Sc.

CONTENIDO

Portadilla		i
Autoría		ii
Página de firmas		iii
Dedicatoria		iv
Agradecimientos		v
Agradecimiento a patrocinadores		vi
Resumen		vii
Contenido		viii
Índice de cuadros		x
Índice de anexos		xii
1. INTRODUCCIÓN		1
1.1 OBJETIVOS		2
1.1.1 Objetivo general		2
1.1.2 Objetivos específicos		2
1.2 ALCANCES Y LIMITANTES DEL ESTUDIO		2
1.2.1 Alcances		2
1.2.2 Limitantes		2
2. REVISIÓN DE LITERATURA		3
2.1 CONTEXTO GENERAL		3
2.2 PITA HAYA		4
2.2.1 BENEFICIOS A LA SALUD		5
2.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE		5
2.4 ELABORACIÓN DE JUGOS DE FRUTA		6
3. MATERIALES Y MÉTODOS		8
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO		8
3.2 MATERIALES		8
3.3 EQUIPOS		9
3.4 MÉTODOS		9
3.4.1 Diseño experimental		9
3.4.2 Elaboración del refresco		9
3.4.3 Evaluación sensorial		10
3.4.4 Análisis estadístico		11
3.4.5 Análisis físicos		11
3.4.5.1 Viscosidad		11
3.4.5.2 Color		11

3.4.5.3	Refractometría	11
3.4.6	Análisis químicos	12
3.4.6.1	Composición proximal	12
3.4.6.2	pH	12
3.4.6.3	Extracción de pigmentos	12
3.4.6.4	Fenólicos solubles totales (Método Folin-Ciocalteu`s).....	12
3.4.6.5	Flavonoides totales	13
3.4.6.6	Taninos totales (Método vanillin reaction).....	13
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL REFRESCO.....	14
4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL REFRESCO	16
4.3	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL REFRESCO.....	17
5.	CONCLUSIONES	20
6.	RECOMENDACIONES	21
7.	BIBLIOGRAFÍA	22
8.	ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Porcentaje de humedad y fenólicos solubles totales.....	3
2.	Composición química de la Pitahaya.....	4
3.	Parámetros para bebidas de fruta y refrescos.....	7
4.	Formulaciones de tratamientos utilizados en evaluación sensorial	10
5.	Evaluación sensorial de aroma de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.....	14
6.	Evaluación sensorial de dulzura de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.....	14
7.	Evaluación sensorial de sabor de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.....	15
8.	Evaluación sensorial de aceptación general de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.....	15
9.	Evaluación sensorial de acidez de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.....	15
10.	Evaluación sensorial de preferencia con los dos tratamientos de refresco a base de pitahaya más aceptados.....	16
11.	Color del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.....	16
12.	Viscosidad del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.....	16
13.	Sólidos totales del refresco expresados en °Brix del refresco a base de pitahaya con esencia de mango	17
14.	Comparación de la composición química de la pulpa de pitahaya con el refresco de pitahaya con esencia de mango.....	17

15.	Acidez representada en pH del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.....	17
16.	Cuantificación de fenólicos solubles totales del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.....	18
17.	Cuantificación de flavonoides totales del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.....	18
18.	Cuantificación de taninos totales del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.....	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	Fotos de la fruta Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	26
2.	Flujo de proceso del refresco a base de Pitahaya.....	27
3.	Formulario de evaluación sensorial de aceptación del refresco a base de Pitahaya.....	28
4.	Formulario de evaluación sensorial de preferencia del refresco a base de Pitahaya.....	29

1. INTRODUCCIÓN

La pitahaya ha adquirido importancia en mercados extranjeros especialmente Europa y Estados Unidos. Estudios realizados en Europa muestran que las principales frutas y vegetales frescos que mueven el comercio internacional son: pitahaya, guayaba, tamarindo y mangostan, entre otros (CATIE s.f.; OSU 1995). La Pitahaya (*Hylocereus undatus*) es una fruta exótica originaria del trópico y subtropico de América. Es altamente consumida en México, Guatemala, Nicaragua, Colombia y Ecuador, debido a sus características físicas, organolépticas y nutricionales.

Desde tiempos precolombinos la pitahaya ha sido utilizada como colorante, medicina y alimento (Flores 2003). Actualmente es consumida como refresco o fruta directamente, sin ningún tipo de procesamiento. Esto le da un gran potencial para explotar sus propiedades nutritivas por ser fuente rica de vitamina C y propiedades organolépticas de dulzura y atractivo color. El color de la cáscara y la pulpa de la pitahaya varía según la región, siendo ambas rojo fucsia en los países subtropicales (parte sur de México, Guatemala y Nicaragua) y de cáscara amarilla y pulpa color blanca en los países tropicales (Colombia y Ecuador) (Mizrahi *et al* 1997; Raveh *et al* 1997; Universidad de Antioquia s.f.).

El siguiente estudio aporta información sobre la composición química y física del refresco a base de pitahaya. Además evalúa la formulación más aceptada por el consumidor. Al mismo tiempo el estudio busca fomentar su cultivo, producción y consumo, en la región centroamericana. Se destaca su capacidad antioxidante por polifenoles presentes (fenólicos solubles totales, flavonoides y taninos), presentando altos contenidos de fósforo y calcio.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar y evaluar las características físicas y químicas de un refresco a base de pitahaya.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar la aceptación y preferencia del consumidor en cuanto a combinaciones del refresco de pitahaya con esencia de mango y vainilla.
- Determinar la composición química y pH de la formulación de refresco preferido a base de pitahaya.
- Determinar color, viscosidad y sólidos totales de la formulación de refresco preferido a base de pitahaya.
- Cuantificar fenólicos solubles totales, flavonoides totales y taninos totales del refresco preferido para determinar el porcentaje de reducción de polifenoles de pulpa a refresco.

1.2 ALCANCES Y LIMITANTES DEL ESTUDIO

1.2.1 Alcances

- Desarrollar un refresco a base de pitahaya que sea aceptado por el consumidor.
- Determinar la composición química, características físicas y presencia de compuestos químicos (fenólicos solubles totales, flavonoides totales y taninos totales) tanto de la pulpa de pitahaya y del refresco de pitahaya.

1.2.2 Limitantes

- Limitaciones económicas y tecnológicas no permitieron un estudio más profundo sobre rendimientos a escalas industriales y otros factores que afectan la calidad del jugo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONTEXTO GENERAL

La asociación entre una dieta rica en frutas y vegetales y la disminución de riesgos de enfermedades cardiovasculares y ciertas formas de cáncer es sustentada por evidencias epidemiológicas considerables debido a que contienen compuestos antioxidantes como vitamina C, vitamina E y carotenoides (Hertog *et al* 1994; Hertog *et al* 1995).

Diferentes estudios han demostrado que la presencia de radicales libres en el organismo del humano causan daños oxidativos en diferentes moléculas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, las cuales están envueltos en la fase inicial de algunas enfermedades degenerativas. Como consecuencia, estos compuestos antioxidantes son capaces de neutralizar los radicales libres, jugando un rol muy importante en la prevención de ciertas enfermedades (Clifford 1995).

La limitada información de valores nutricionales de frutas tropicales, especialmente de especies exóticas como la pitahaya fue el motivo por el cual se decidió analizar las características físicas y químicas de la pulpa y del tratamiento preferido del refresco elaborado a partir de ésta. Se infiere que esta fruta por su coloración rojo-púrpura debería de tener un alto contenido de taninos y otros compuestos fenólicos, los cuales le dan la función de antioxidante natural. Como se puede observar (Cuadro 1) de 14 frutas exóticas tropicales estudiadas en la universidad de Florida, la pitahaya está en cuarto lugar en concentración de polifenoles, lo que nos indica que tiene un alto valor de capacidad antioxidante entre frutas.

Cuadro 1. Porcentaje de humedad y fenólicos solubles totales.

Fruta %	Humedad (mgGA*/g puré)	FST**
Guayaba roja	85.3	2.32±0.17
Carambola	91.4	2.22±0.15
Guayaba blanca	87.1	1.58±0.07
Pitahaya roja	83.6	1.07±0.07
Lychee	85.1	0.77±0.03
Pitahaya blanca	84.7	0.52±0.03

Fuente: Mahattanatawee y Manthey (2006).

*mg GA: miligramos de ácido gálico.

*FST: Fenólicos solubles totales.

2.2 PITAHAYA

Es una fruta perteneciente a la familia de las cactáceas descubierta por primera vez en forma silvestre por los conquistadores españoles en México, Colombia, Centroamérica y las Antillas, quienes le dieron el nombre de pitahaya, con significado de fruta escamosa (Mizrahi *et al* 1997). En el mercado internacional se comercializa con el nombre de fruta del dragón o dragon fruit (Salinas 2000).

Esta fruta se caracteriza por su cáscara roja y gruesa y por presentar brácteas verdes, que al madurar, se tornan amarillas dándole un aspecto atractivo. La pulpa es aromática, está repleta de diminutas semillas negras y posee un sabor algo insípido, ligeramente azucarado (Mizrahi *et al* 1997; Raveh *et al* 1997; Costumer 2007) (Anexo 1).

La pitahaya posee un alto valor nutritivo. Es rica en calcio, fósforo y vitamina C, comparada con la manzana, plátano, naranja y piña. Cada 100 g de pulpa de pitahaya contiene: 36 calorías, 89.4 g de agua, 9.2 g de carbohidratos, 25 mg de ácido ascórbico y 19 mg de fósforo; no obstante, es deficiente en hierro y vitamina A (Cuadro 2) (Argüello y Jiménez 1997).

Cuadro 2. Composición química de la Pitahaya.

Elemento	Pulpa de pitahaya (<i>H. undatus</i>)
Calorías	36
Agua	89.4
Proteínas	0.5
Grasa	0.1
Carbohidratos	9.2
Fibra	3.0
Cenizas	0.5
Calcio	6.00
Fósforo	19.0
Tiamina	0.01
Riboflavina	0.03
Niacina	0.02
Acido ascórbico	25.0

Fuente: Argüello y Jiménez 1997.

2.2.1 BENEFICIOS A LA SALUD

La pitahaya es una fruta con un escaso aporte energético y riqueza en vitamina C. Es por esto que ésta fruta es adecuada para quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de dicha vitamina, por ejemplo las personas que no toleran los cítricos, el pimiento u otros vegetales, que son la fuente casi exclusiva de vitamina C en la alimentación. Esta vitamina interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos, la resistencia a las infecciones y tiene acción antioxidante (Costumer 2007).

Como antioxidante, contribuye a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. La pulpa, contiene aceites que evitan los cólicos y retortijones y por tal motivo ayuda al buen funcionamiento del estómago y los intestinos (Muñoz 2007).

En los resultados del análisis de cuantificación de betacianinas en un clon de pitahaya roja de Wybraniec y Mizrahi (2002), las betaninas y filocactina fueron las betacianinas predominantes en todas las frutas de las especies de *Hylocereus*. Las betacianinas poseen una amplia aplicación dentro de las cuales provee protección en contra a los desordenes ocasionados por estrés en humanos, ya que cuando se consume regularmente en la dieta inhibe la oxidación lipídica y la peroxidación (Kanner *et al* 2001). Además que son reportadas por presentar efectos anti-inflamatorios (Gentile *et al* 2004) y por tener actividad antirradical y antioxidante (Butera *et al* 2002; Cai *et al* 2003; Stintzing *et al* 2005).

2.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Hace algunos años se le prestaba mucha atención a la capacidad antioxidante de las vitaminas C, E y a los carotenoides, pero de acuerdo con Parr (2000), los flavonoides han tomado gran importancia en estos últimos años debido a su poderosa capacidad antioxidante.

La presencia de polifenoles tanto en frutas como en vegetales es importante en nuestra dieta ya que nos protegen del daño de los agentes oxidantes, como los rayos UV, cuya cantidad aumenta en verano (Wikipedia 2007).

Estos flavonoides limitan la acción de los radicales libres, por lo tanto reducen el riesgo de cáncer, mejoran los síntomas alérgicos y de artritis, aumentan la actividad de la vitamina C, bloquean la progresión de las cataratas, evitan los calores de la menopausia y combaten otros síntomas.

Sus efectos en los humanos pueden clasificarse en:

- ^aPropiedades anticancerosas: muchos han demostrado ser tremendamente eficaces en el tratamiento del cáncer. Se sabe que muchos inhiben el crecimiento de las células cancerosas. Se ha probado contra el cáncer de hígado.

- ^bPropiedades cardiotónicas: tienen un efecto tónico sobre el corazón, potenciando el músculo cardíaco y mejorando la circulación. Se ha estudiado que los flavonoides reducen el riesgo de enfermedades cardíacas.
- ^cFragilidad capilar: mejoran la resistencia de los capilares y favorecen a que éstos no se rompan, por lo que resultan adecuados para prevenir el sangrado.
- ^cPropiedades antitrombóticas: la capacidad de estos componentes para impedir la formación de trombos en los vasos sanguíneos posibilita una mejor circulación y una prevención de muchas enfermedades cardiovasculares.
- ^cDisminución del colesterol: poseen la capacidad de disminuir la concentración de colesterol y de triglicéridos.
- ^cProtección del hígado: algunos flavonoides han demostrado disminuir la probabilidad de enfermedades en el hígado. Fue probado en laboratorio que la silimarina protege y regenera el hígado durante la hepatitis. Junto con la apigenina y la quercetina, son muy útiles para eliminar ciertas dolencias digestivas relacionadas con el hígado, como la sensación de plenitud o los vómitos.
- ^cProtección del estómago: ciertos flavonoides, como la quercetina, la rutina y el kaempferol, tienen propiedades antiulcéricas al proteger la mucosa gástrica.
- ^cAnti-inflamatorios y analgésicos: la hesperidina por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas, se ha utilizado para el tratamiento de ciertas enfermedades como la artritis. Los taninos tienen propiedades astringentes, vasoconstrictoras y antiinflamatorias, pudiéndose utilizar en el tratamiento de las hemorroides.
- ^cAntimicrobianos: isoflavonoides, furanocumarinas y estilbenos han demostrado tener propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas.
- ^cPropiedades antioxidantes: en las plantas los flavonoides actúan como antioxidantes, especialmente las catequinas del té verde.

Fuente: ^aPalazón *et al* s.f., ^bHertog *et al* 1995, ^cWikipedia 2007.

En los frutos, las mayores concentraciones se encuentran en la cáscara, por lo que es mejor comerlos sin pelar, debidamente lavados previamente. Muchos de estos compuestos se encuentran en proporciones variables en los diferentes tipos de vinos, siendo responsables del efecto preventivo que tiene el consumo moderado de vino sobre las enfermedades cardiovasculares, cáncer y otras enfermedades degenerativas (Palazón, s.f.). La concentración de los flavonoides también varía mucho entre plantas de la misma especie, por lo que se recomienda el consumo de verduras de buena calidad. Como los flavonoides se estropean con facilidad es recomendado consumirlas en lo posible crudas y si se cocinan no se recomienda el uso del microondas ni congelarlas antes de hervirlas (Crozier *et al* 1997).

2.4 ELABORACIÓN DE JUGOS DE FRUTA

Según la Comisión del Codex Alimentarius (2005) se entiende por zumo (jugo) de fruta el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y 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 zumos (jugos) se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los zumos (jugos) de la fruta de que proceden.

El Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) de Nicaragua (2003) en la Norma de especificaciones de néctares, jugos y bebidas no carbonatadas define Bebidas no Carbonatadas sin alcohol (refrescos) como una bebida no alcohólica que no contiene dióxido de carbono (anhídrido carbónico) disuelto, elaborada a partir de agua potable, adicionando azúcar y otros edulcorantes permitidos, saborizantes naturales o artificiales, colorantes naturales o artificiales y acidificantes, con o sin la adición de sustancias preservantes, vitaminas y otros aditivos alimentarios permitidos y que han sido sometidos a un proceso tecnológico adecuado. Además define que los aditivos alimentarios son cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento por sí mismo, ni se usa normalmente como ingrediente típico del alimento, tenga o no valor nutritivo, cuya adición intencional al alimento para un fin tecnológico (inclusive organoléptico). Los sabores artificiales son sustancias cuya función es dar o acentuar el sabor de los cuales se preparan artificialmente a base de hidrocarburos, alcoholes, ácidos, aldehídos, cetonas y ésteres diversamente asociados y no a partir de productos naturales. Los parámetros según la norma se muestran a continuación (Cuadro 3):

Cuadro 3. Parámetros para bebidas de fruta y refrescos.

Parámetros	Bebidas de fruta	Refrescos
Solutos solubles (°Brix)	10.0 - 15.0	6.0 - 14.0
pH	2.4 - 4.0	2.4 - 4.0

Fuente MIFIC 2003.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Biotecnología del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), NL, México; en conjunto con la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) y el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) de la Universidad Zamorano, a 32 km carretera a Danlí, Valle El Yeguaré, Honduras.

3.2 MATERIALES

- Pulpa de pitahaya (resultado de separación de cáscara de la pitahaya)
- Jugo de limón
- Azúcar El Cañal
- Agua purificada Agua Azul
- Esencia de mango Cosco
- Esencia de vainilla Francella
- Agua destilada
- Éter etílico Sigma-Aldrich
- Solución ácido clorhídrico (HCl)+agua Fisher Scientific
- Eter de petróleo Sigma-Aldrich
- Ácido sulfúrico al 1.25% Fisher Scientific
- Solución NaOH al 1.25% Fisher Scientific
- Metanol 100 y 80% Fisher Scientific
- Etanol 95% Merck
- Papel filtro No 1. Whatman Inc.
- Bikers Pirex
- Erlenmeyers Pirex
- Crisoles Coors
- Micropipeta 100µl y 1000µl Fisher Scientific
- Folin-Ciocalteu's phenol reagent, 2N. Sigma®
- Ácido. Gálico Sigma-Aldrich
- (+) – Catechin hydrate minimum 98 %. Sigma®
- Nitrito de sodio (NaNO₂) al 5% Fisher Scientific
- Cloruro de aluminio (AlCl₃) al 10% Fisher Scientific
- Hidroxido de sodio (NaOH) al 1M Fisher Scientific
- Metanol al 4% de HCl Fisher Scientific

- Vainillina (4-Hydroxy-3-methoxy-benzaldehyde Sigma®)

3.3 EQUIPOS

- Balanza analítica Mettler AE 200
- Horno 105°C Fisher Scientific
- Mufla 580°C Sybrom Thermolyne
- Cámara de extracción de gases LabConco
- Digestor de proteína LabConco
- Hornilla Corning PC-35
- Refractómetro (5-32 ° Brix) Atago N-3E
- Potenciómetro pH testr 10 Eutech
- Viscosímetro Brookfield DV II +
- Colorímetro ColorFlex Hunter Lab.
- Licuadora Osterizer Super Deluxe
- Bomba de vacío GAST
- Lector de microplatos KC4, V 4.3, Biotek Industries
- Espectrofotómetro Spectronic Genesys 5

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, donde cada repetición representaba un bloque, para un total de nueve unidades experimentales.

3.4.2 Elaboración del refresco

Se evaluaron dos formulaciones (receta tradicional con esencia de mango y con esencia de vainilla), tomando como control la formulación tradicional de Nicaragua. Las repeticiones se realizaron cada dos días. Las formulaciones utilizadas se muestran en el Cuadro 4 (Anexo 2).

Cuadro 4. Formulaciones de tratamientos utilizados en evaluación sensorial.

Ingredientes	RT+EM* (%)	RT+EV** (%)	RT*** (%)
Agua	67.78	67.78	68
Pulpa de pitahaya con semilla	20	20	20
Azúcar	9	9	9
Limón	3	3	3
Esencia de mango	0.22	-	-
Esencia de vainilla	-	0.22	-

*RP+V = Refresco de pitahaya con esencia de vainilla.

**RP+M = Refresco de pitahaya con esencia de mango.

***RP = Refresco de pitahaya.

Se prepararon 500 g de muestra. Se mezclaron 100 g de pulpa de pitahaya con semilla con 338.90 g de agua más 45 g de azúcar, 15 g de jugo de limón y 1.1 g de esencias y para el caso del tratamiento sin esencias se prepararon las mismas cantidades ajustando los pesos a los porcentajes de la formulación. Se licuaron todos los ingredientes durante 20 segundos y se depositaron en recipientes de 1000 mL.

3.4.3 Evaluación sensorial

Se realizó una prueba de aceptación para las tres muestras. Se repartieron tres muestras de refresco con 25 mL cada uno para cada panelista. Las muestras fueron previamente enfriadas durante 15 minutos a -2°C.

El número de panelistas para las pruebas fue de 12 personas haciendo las evaluaciones cada dos días de olor, sabor, acidez, dulzura y apariencia general, evaluando las muestras con escalada hedónica de cinco puntos (Anexo 3):

Me gusta mucho
 Me gusta poco
 No me gusta ni me disgusta
 Me desagrada poco
 Me desagrada mucho

Posterior a esta prueba se realizó la prueba de preferencia con 100 personas en el Puesto de venta Zamorano, con las dos pruebas más aceptadas por los panelistas (Anexo 4). A la muestra preferida se le analizaron las características físicas y químicas.

3.4.4 Análisis estadístico

Se realizó con el programa Statistical Analysis System versión 9.1 utilizando análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias Tukey para encontrar diferencias significativas ($P < 0.05$) en la aceptación de los prototipos de los jugos.

Para el análisis de preferencia se utilizó la Tabla. T8, con nivel de significancia de 5% y con valor n de 100, tomando como H_0 a menos de 59 panelistas les gusta la muestra con esencia de mango y la H_a a más de 59 panelistas les gusta la muestra de pitahaya con mango.

3.4.5 Análisis físicos

3.4.5.1 Viscosidad

El jugo de pitahaya con esencia de mango se sometió a la prueba viscosidad. Se realizó con el viscosímetro Brookfield DV II+ según American Society for Testing Materials, utilizando el acople 1 para bebidas. La velocidad establecida fue de 100 RPM (revoluciones por minuto) con un volumen de muestra de 400 mL a 16°C. Se realizaron tres lecturas reportadas en pascal por segundo (Pa/s).

3.4.5.2 Color

Se midió el color a la muestra preferida (refresco de pitahaya con esencia de mango) con tres repeticiones, utilizando el Colorímetro ColorFlex Hunter Lab. según American Society for Testing Materials. Los valores que se obtuvieron en el análisis fueron L^* , que indica qué tan claro/oscura es la muestra; a^* , que significa rojo si el valor es positivo o verde si es negativo; b^* , que significa amarillo si el valor es positivo o azul si es negativo.

3.4.5.3 Refractometría

Se colocaron dos gotas de muestra del refresco de pitahaya con mango en el refractómetro realizando dos repeticiones según el método AOAC 932.14 para medir °Brix.

3.4.6 Análisis químicos

3.4.6.1 Composición proximal

Se determinó la composición química de la pulpa de pitahaya y del refresco de pitahaya con esencia de mango siguiendo los métodos AOAC (1997). Los análisis se realizaron por duplicado y se reportó el promedio en porcentaje.

Humedad, secado en horno a 105°C, AOAC 930.15

Materia seca, materia orgánica y cenizas, AOAC 940.26

Extracto etéreo por hidrólisis ácida, AOAC 922.06

Proteína cruda, Kjeldahl (N*6.25), AOAC 920.152

Fibra cruda, AOAC 923.8

3.4.6.2 pH

Se determinó el pH del refresco de pitahaya con esencia de mango por triplicado utilizando un potenciómetro manual Eutech pH testr 10 mediante el método oficial AOAC 973.41.

3.4.6.3 Extracción de pigmentos

La muestra fue homogenizada (20 g) con 80 mL de metanol (100%) en una licuadora (Osterizer Super Deluxe) por un minuto y filtrada a través de papel filtro (No. 1, Whatman Inc.). El extracto fue concentrado a un volumen de 40 mL utilizando un rota vapor a 40°C.

3.4.6.4 Fenólicos solubles totales (Método Folin-Ciocalteu`s)

Se prepararon los agentes necesarios para la prueba, el reactivo Folin-Ciocalteu (FC) (diluyendo 10 mL de reactivo FC en 90 mL de agua bidestilada) y una curva estándar de ácido gálico y metanol (80%) con puntos de 100 a 1000 μM . Se tomó 200 μL de muestra que fue mezclada con 2 mL de reactivo FC y se esperaron 20 minutos para posteriormente analizar las muestras a una longitud de onda de 750 nm en el lector de microplatos KC4, V 4.3 Biotek Industries y/o Espectrofotómetro Spectronic Genesys 5. Se cuantificó la cantidad de fenólicos solubles totales presentes en la pulpa y/o refresco expresados en miligramos equivalentes (meq.) de ácido gálico por gramo de muestra (Vinson *et al* 2001). Tanto los puntos de la curvas como las muestras fueron analizados por triplicado.

3.4.6.5 Flavonoides totales

Los reactivos preparados fueron Nitrito de Sodio (NaNO_2) al 5% con agua destilada. Cloruro de Aluminio (AlCl_3) al 10% con agua destilada e Hidróxido de sodio (NaOH) al 1M. La curva estándar se hizo con puntos de 150 a 1000 μM de catequina con metanol (80%). El método utilizado fue 250 μL de muestra más 1.25 mL de agua destilada, se agregaron 75 μL de NaNO_2 al 5% y se dejaron reposar por 5 minutos, luego se agregaron 150 μL de AlCl_3 al 10% y se dejaron reposar por 6 minutos y para finalizar se agregaron 500 μL de NaOH al 1M más 275 μL de agua destilada. Inmediatamente se analizaron la muestra a 510 nm de absorbancia en el lector de microplatos KC4, V 4.3 Biotek Industries y/o Espectrofotómetro Spectronic Genesys 5. Los datos de este análisis fueron expresados en meq. de catequina por gramo de muestra (Wolfe *et al* 2003) realizando por triplicado el análisis.

3.4.6.6 Taninos totales (Método vanillin reaction)

La curva estándar para este análisis fue hecha con puntos de 5 a 20 μM de catequina con metanol (80%). Los reactivos preparados fueron vainillina (1.75 g en 350 mL de solución de MeOH al 80%+ 4% HCl) y la solución de metanol (80%) al 4% de HCl. El método consiste en dos pasos: el primer paso es hacer en control que es tomar 40 μL de muestra y adicionar 200 μL de metanol 4% HCl y el segundo es tomar 40 μL de muestra y agregar 200 μL de vainillina. Ha ambas se les leyeron las absorbancias a 500 nm en el lector de microplatos KC4, V 4.3 Biotek Industries y/o Espectrofotómetro Spectronic Genesys 5. Los datos de este análisis fueron expresados en meq. de catequina por gramo de muestra (Price *et al* 1978) realizando por triplicado el análisis.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL REFRESCO

Los atributos sensoriales evaluados en los tratamientos de diferentes formulaciones de refresco fueron color, aroma, acidez, dulzura y aceptación general. Se puede observar (Cuadro 5-8) que si hubo influencia del aroma, dulzura, sabor y aceptación general en los panelistas.

Cuadro 5. Evaluación sensorial de aroma de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.

Tratamiento	Media \pm DE	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
Pitahaya	2.75 \pm 0.03	A
Pitahaya/mango	2.03 \pm 0.02	B
Pitahaya/vainilla	1.94 \pm 0.01	B

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 6. Evaluación sensorial de dulzura de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.

Tratamiento	Media \pm DE	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
Pitahaya	2.75 \pm 0.03	A
Pitahaya/mango	2.14 \pm 0.09	B
Pitahaya/vainilla	1.72 \pm 0.01	B

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 7. Evaluación sensorial de sabor de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.

Tratamiento	Media ± DE	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
Pitahaya	2.78± 0.03	A
Pitahaya/ vainilla	1.89± 0.05	B
Pitahaya/ mango	1.56± 0.06	B

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

Los panelistas fueron capaces de detectar diferencias significativas en cuatro de los atributos sensoriales de las bebidas ya que eran notorias las diferencias. Por otro lado, no pudieron detectar diferencias en la acidez de los tratamientos debido a que no era un panel entrenado y era un grupo altamente heterogéneo. En general aceptaron los tratamientos de refresco a base de pitahaya con esencia de mango y con esencia de vainilla sobre el que no tenía esencia incluida (Cuadro 8).

Cuadro 8. Evaluación sensorial de aceptación general de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.

Tratamiento	Media ± DE	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
Pitahaya	2.67± 0.03	A
Pitahaya/ vainilla	1.72± 0.02	B
Pitahaya/ mango	1.56 ± 0.01	B

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

El atributo de acidez no influyó en la aceptación de los panelistas por los tratamientos de refresco de pitahaya (Cuadro 9).

Cuadro 9. Evaluación sensorial de acidez de los tratamientos del refresco a base de pitahaya.

Tratamiento	Media ± DE	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
Pitahaya	2.19± 0.05	A
Pitahaya/mango	1.94± 0.03	A
Pitahaya/vainilla	1.78± 0.02	A

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

Según datos obtenidos mediante la evaluación de preferencia de los refresco se puede observar que los panelistas prefirieron el refresco de pitahaya con esencia de mango sobre pitahaya con esencia de vainilla (Cuadro 10).

Cuadro 10. Evaluación sensorial de preferencia con los dos tratamientos de refresco a base de pitahaya más aceptados.

Tratamiento	Panelistas a favor*
Pitahaya/ vainilla	59
Pitahaya/ mango	41

*Separación de medias ($P < 0.05$)

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL REFRESCO

El tratamiento del refresco a base de pitahaya con esencia de mango presentó un valor L^* bajo lo cual indica una alta intensidad de color oscuro, los valores de a^* y b^* son más cercanos al tono rojo y amarillo. Estos valores fueron uniformes entre las repeticiones (Cuadro 11).

Cuadro 11. Color del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.

Tratamiento	Valores de color		
	L^* Medias\pmDE	a^* Medias\pmDE	b^* Medias\pmDE
Pitahaya/ mango	12.77 \pm 0.02	39.68 \pm 0.71	0.31 \pm 0.21

Se puede observar poca diferencia entre la viscosidad del refresco a base de pitahaya en comparación con la viscosidad del agua, lo cual quiere decir que el refresco fluye fácilmente una vez que se vierta en un recipiente (Cuadro 12).

Cuadro 12. Viscosidad del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.

Tratamiento	(Pa/s) Medias\pmDE
Pitahaya/ mango	25.10 \pm 0.86
Agua	11.00 \pm 0

Según MIFIC (2003) los refrescos deben tener entre 6-14 °Brix. El refresco a base de pitahaya esta dentro del rango especificado, lo que a la vez nos indica que los refrescos no deben ser muy dulces para que el consumidor lo acepte (Cuadro 13).

Cuadro 13. Sólidos Totales del refresco expresados en °Brix del refresco de pitahaya con esencia de mango.

Tratamiento	°Brix Medias±DE
Pitahaya/ mango	13.67±0.67

4.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL REFRESCO

Se esperaba que el porcentaje de componentes encontrados en una fruta fuese mayor al encontrado en el refresco elaborado de la misma ya que estos se encuentran diluidos en el volumen de agua que se agregó para la realización del refresco (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de la composición química de pulpa de pitahaya con el refresco de pitahaya con esencia de mango.

Componentes	Pitahaya	
	Pulpa %	Jugo %
Humedad	84.63	87.79
Carbohidratos	11.96	10.92
Proteína	1.11	0.15
Grasa	0.02	0.01
Fibra	1.57	1.09
Cenizas	0.54	0.09

Según MIFIC (2003) los refrescos deben tener entre 2-4 de pH, y según los análisis realizados a la bebida de pitahaya, está dentro del rango de lo permitido como se puede observar (Cuadro 15).

Cuadro 15. Acidez representada en pH del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.

Tratamiento	pH Media ± DE
Pitahaya/ mango	3.90 ± 0

Se puede observar (Cuadro 16-18) que la cantidad de compuestos polifenólicos disminuyeron en el refresco al haber adicionado agua en la elaboración del jugo, debido a que estaban diluidos en ese volumen.

Se puede observar (Cuadro16) una reducción del 35% de concentración de fenólicos solubles totales en la conversión de la pulpa a refresco. Sin embargo la cantidad que posee el refresco sigue siendo alta en comparación al de una litchi o a la misma pitahaya de pulpa blanca (0.52 mg eq ac. gálico/ g de muestra) (Mahattanatawee y Manthey 2006).

Cuadro 16. Cuantificación de fenólicos solubles totales del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.

Tratamiento	meq ácido gálico/ g de muestra Media ± DE
Pulpa	1.55± 0.52
Pitahaya/ mango	1.01± 0.01
Litchi	0.77± 0.30

Se puede observar (Cuadro 17) que la reducción de flavonoides es del 15%, lo que indica que no hay alta reducción de estos compuestos pudiendo ejercer de igual manera su acción antioxidante. Este dato se puede comparar con el valor de flavonoides del Té verde del cual existen muchos análisis relacionados a efectos anticancerígenos y nos da un panorama de que este refresco tiene poca cantidad de flavonoides pero es una fuente alternativa de estos compuestos en lugares donde no se comercializa el Té verde.

Cuadro 17. Cuantificación de flavonoides totales del refresco a base de pitahaya con esencias de mango.

Tratamiento	meq catequina/ g de muestra Media± DE
Pulpa	1.05±0.03
Pitahaya/ mango	0.86±0.01
Té verde*	24.00±17.0

* Fuente: Peterson *et al* 2005

Comparando con el jugo de uva que es el que contiene mayor concentración de taninos, se puede observar (Cuadro 18) que el jugo de pitahaya con esencia de mango contiene una baja concentración de taninos, sin embargo en la estimación de la ingesta diaria de taninos en las diferentes edades de los grupos de personas en los Estados Unidos el jugo de pitahaya con esencia de mango sí cumple con los requerimientos (Liwei *et al* 2003).

Cuadro 18. Cuantificación de taninos totales del refresco a base de pitahaya con esencia de mango.

Tratamiento	meq catequina/ g de muestra Media± DE
Pulpa	162.51±5.72
Pitahaya/ mango	57.430±8.91
Jugo de uva*	524.00±2

*Fuente: Liwei *et al* 2003

5. CONCLUSIONES

- El tratamiento preferido por los panelistas fue el refresco de pitahaya con esencia de mango.
- La composición química del refresco de pitahaya con esencia de mango es: 10.92% de carbohidratos, 1.09% de fibra, 0.30% de proteína, 0.09% de cenizas y 0.01% de grasa y la acidez del refresco expresada en pH fue de 3.90.
- El refresco de pitahaya tiene un color rojo oscuro con trazas de amarillo que le dan una apariencia brillante, la viscosidad es similar a la del agua lo que nos indica que fluye con facilidad a una temperatura de 16°C y contiene 13.66° Brix.
- La reducción de polifenoles obtenida en la transformación de pulpa a refresco se debió a la dilución de compuestos en el volumen del refresco además que la presencia de ácido cítrico y luz degradan estos compuestos disminuyendo su concentración.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso de otras esencias en la elaboración del refresco.
- Realizar análisis para determinar la vida de anaquel.
- Evaluar la capacidad antioxidante de la pulpa y del refresco.
- Cuantificar y caracterizar la concentración de betacianinas en pulpa y en refresco.
- Realizar análisis de mercado para identificar los posibles nichos de mercado del refresco a base de pitahaya.

7. BIBLIOGRAFÍA

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

Argüello P., Jiménez V. 1997. Periodos prolongados de sequía en pitahaya (*Hylocereus undatus Hawort*). Tesis Ing. Agr. México, Chapingo. 42 p.

Butera D, Tesoriere L, Di Gaudio F, Bongiorno A, Allegra M, Pintaudi AM, Kohen R, Livrea MA. 2002. Antioxidant activities of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) fruit extracts and reducing properties of its betalains: betanin and indicaxanthin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 50. p. 6895–901.

Cai, Y., Sun, M., Corke, H. 2003. Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 51. p. 2288–2294.

CATIE (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 20 de sep. 2007. Disponible en: http://web.catie.ac.cr/Siad_1/HTM/mercados/MInter_mer_nichos.htm

Clifford, M. N. 1995. Understanding the biological effects of dietary complex phenols and tannins and their implications for the consumer's health and well being. Report of the European project FAIR-CT95-0653. EuropeaCommunity Programme for Research, Technological Development and Demonstration in the field of Agriculture and Fisheries.

Codex Alimentarius. 2005. Norma general del codex para zumos (jugos) y néctares de frutas (en línea). Consultado el 20 de sep. de 2007. Disponible en: http://codexalimentarius.net/download/standards/10154/CXS_247s.pdf

Costumer, Eroski. 2007. Mayo: La pitahaya roja o fruta del dragón REVISTA. (en línea). Consultado 16 de sep. 2007. Disponible en: http://consumer.es/accesible/es/alimentacion/en_la_cocina/alimentos_de_temporada/2007/05/14/162610.php

Crozier, A., Lean, M., McDonald, M., Black, C. 1997. Quantitative Analysis of the Flavonoid Content of Commercial Tomatoes, Onions, Lettuce, and Celery. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol. 45. p. 590 -595.

Flores, C. A. 2003. Pitayas y Pitahayas. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. 175 p.

Gentile C, Tesoriere L, Allegra M, Livrea MA, D'Alessio P. 2004. Antioxidant betalains from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) inhibit endothelial ICAM-1 expression. *Annual of New York Academy of Science*. 481–486 p.

Hertog, M., Feskens, E.J.M., Hollman, P.C.H. and Katan, M.R. 1994. Dietary antioxidant flavonoids and cancer risk in the Zutphen elderly study. *Journal of Nutrition and Cancer*. Vol. 222. 175–184 p.

Hertog, M., Kromhout, D., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Fidanza, F., Giampaoli, S., Jansen, A., Menotti, A., Nedeljkovic, S., Pekkarinen, M., Simic, B.S., Toshima, H., Feskens, E.J.M., Hollman, P.C.H., and Katan, M.R. 1995. Flavonoid intake and long-term and risk of coronary heart disease and cancer risk in the Seven Countries study. *Archives of International Medicine*. Vol. 155 No. 4. 381–386 p.

Kanner J, Harel S, Granit R. 2001. Betalains—A new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 49. 5178–85 p.

Liwei G., Mark A., Kelm, J., Hammerstone F., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S., Prior, L. 2004. Concentrations of Proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *Journal of Nutrition*. Vol. 134. 613-617 p.

Mahattanatawee, K., Mantney 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. 2003. Norma de Especificaciones de Néctares, Jugos y Bebidas no carbonatadas (en línea). Consultado el 23 de jun. de 2007. Disponible en: <http://mific.gob.ni:81/docushare/dsweb/Get/Document/74/03+043+03+Norma+de+Refrescos+no+Carbonatados.doc>

Mizrahi, Y.; Nerd, A.; Nobel, P. 1997. Cacti as crops. *Revista de horticultura*. Vol 18, 291-320 p.

Muñoz, J.R. 1997. La Pitahaya (en línea). Consultado 18 de sep. 2007. Disponible en: <http://liberia.co.cr/promo/pitahaya.htm>

OSU (Oregon State University) and Food Resource. 1995. Pithaya, Dragon Fruit, Pitaya (en línea). Consultado el 30 ago. de 2007. Disponible en: <http://food.oregonstate.edu/glossary/p/pitahaya.html>

Palazón, J., Cusidó, R., Morales, C. s.f. Metabolismo y significación biológica de los polifenoles del vino, Grupo de Biotecnología Vegetal, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona.

Parr, A. y Bolwell, G. 2000. Review Phenols in the plant and in man. The potencial for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of Food Science*. Vol. 80. 985-1012 p.

Peterson, J., Dwyer, J., Bhagwat, S., Haytowitz, D., Holden, J., Eldridge, A.L., Beecher, G., Aladesanmi, J. 2005. Major flavonoids in dry tea. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol 18. 487–501 p.

Price, M., Van, S., and Butler, L. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 26. 1214 p.

Raveh, E.; Nerd, A.; Mizrahi, Y. 1997. Responses of two hemiepiphytic fruit-crop cacti to different degrees of shade. *Sci. Hort.* Vol 53, 115-122 p.

Salinas A., S. 2000. La jugosa historia de las frutas. Ed. Clío. México, D. F.

Stintzing, F., Herbach, K., Moßhammer, M., Carle, R., Yi, W., Sellappan, S., Akoh, C., Bunch, R., Felker, P., 2005. Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* ssp.) clones. . *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 53. 442–51 p.

Universidad de Antioquia. s.f. La pitahaya en Colombia (en línea). Consultado 16 de sep. 2007. Disponible en: <http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/pitahayad.html>

Vinson, J., Proch J., and Bose, P. 2001. Determination of quantity and quality of polyphenol antioxidants in foods and beverages. In: *Methods in Enzimology*. Lester Packer , Ed. *Academic Press, Oxford*. 335, 103-107 p.

Wikipedia. 2007. Flavonoide: Aplicaciones en medicina (en línea). Consultado 16 de sep. 2007. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Flavonoide>

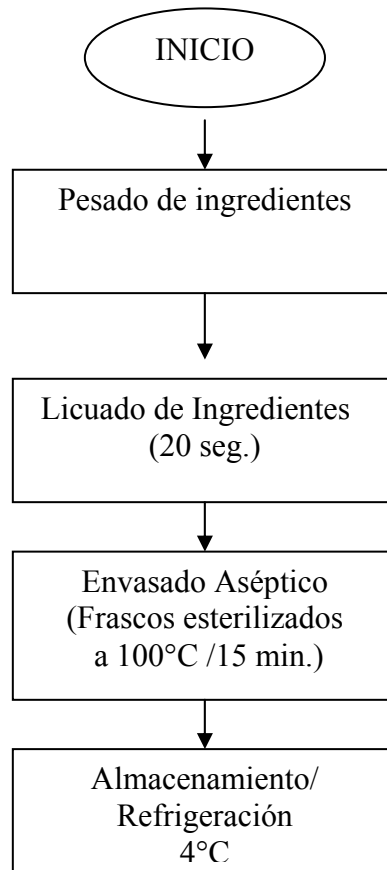
Wolfe, K., Wu, X., and Lui, R. 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 51.609 p.

Wybraniec, S. y Mizrahi, Y. 2002. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus* cacti. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol 50. 6086-6089 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Fotos de la fruta Pitahaya (*Hylocereus undatus*).



Anexo 2. Flujo de proceso del refresco a base de Pitahaya.

Anexo 3. Formulario de evaluación sensorial de aceptación del refresco a base de Pitahaya

Nombre: _____ Fecha _____

Instrucciones: Observe y pruebe cada una de las muestras. Indique el grado en que le gusta o desagrada cada característica de la muestra, encierre en un círculo el número correspondiente a la descripción que usted considere de acuerdo a su criterio de aceptación. Anote también el código de las muestra. Recuerde tomar agua y consumir galletas entre muestras.

	5	4	3	2	1	N° muestra
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	No me gusta	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho	_____

Dulzura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	No me gusta	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho	_____

Acidez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	No me gusta	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho	_____

Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	No me gusta	Me disgusta poco	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho	_____

Aceptación General	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
	No me gusta	Me disgusta	No me gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho	_____

Anexo 4. Formulario de evaluación sensorial de preferencia del refresco a base de Pitahaya

Nombre: _____ Fecha _____

Instrucciones: Observe y pruebe cada una de las muestras.
¿Que muestra prefiere usted? Por favor escoja una



920



318

Comentarios: _____

