

**Evaluación física y sensorial de un prototipo
de bebida de maracuyá con semillas de chía
(*Salvia hispanica* L.) y análisis químico de la
semilla de chía**

Alejandro Norberto Huevo Méndez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación física y sensorial de un prototipo de bebida de maracuyá con semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) y análisis químico de la semilla de chía

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

Presentado por

Alejandro Norberto Huevo Méndez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

Evaluación física y sensorial de un prototipo de bebida de maracuyá con semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) y análisis químico de la semilla de chía

Presentado por:

Alejandro Norberto Huezo Méndez

Aprobado:

Rodolfo Cojulún, M.Sc.
Asesor Principal

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

Dina Gisela Fernández, Ing.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

RESUMEN

Huezo, A. 2008. Evaluación física y sensorial de un prototipo de bebida de maracuyá con semillas de chía (*Salvia hispanica L.*) y análisis químico de la semilla de chía. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 38 p.

La semilla de chía fue usada por los Aztecas como comida nutricional. Hoy en día la chía es utilizada en varios países latinoamericanos en la elaboración de bebidas tradicionales. El objetivo general del estudio fue evaluar física y sensorialmente un prototipo de bebida de maracuyá con semillas de chía, utilizando porcentajes de 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% y analizar químicamente la semilla de chía. Se utilizó un diseño experimental BCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Cada tratamiento se evaluó mediante una escala hedónica de 5 puntos con un panel no entrenado de 12 personas; evaluando los atributos de aroma, apariencia, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general. Las características físicas y químicas evaluadas en las bebidas fueron: viscosidad, color, pH y grados Brix. Los análisis químicos realizados a las semillas fueron: proteína cruda, fibra dietética y perfil de ácidos grasos. Según la separación de medias Tukey no se mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la evaluación sensorial en los atributos de acidez, viscosidad, sabor y aceptación general. Si se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en apariencia y aroma. Se elaboró la formulación de los 4 tratamientos y el diagrama de flujo a nivel piloto. El contenido nutricional de la semilla utilizada en el estudio fue el siguiente: 26.02% de grasa total, 16.57% de proteína cruda, 41.2% de fibra dietética total. Se encontró como constituyente principal de las grasas contenidas en la chía, un 61.32% de ácido α -linolénico (omega-3) y un 15.14% de ácido linoleico (omega-6).

Palabras clave: Fibra dietética, mucílago, omega-3, omega-6, viscosidad.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5. CONCLUSIONES.....	19
6. RECOMENDACIONES.....	20
7. BIBLIOGRAFÍA.....	21
8. ANEXOS.....	24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Contenido nutricional por cada 28 g de semilla de chía.....	5
2. Formulación de la bebida de maracuyá con semillas de chía.....	9
3. Métodos químicos utilizados en el estudio.....	10
4. Diseño experimental utilizado en el estudio.....	11
5. Comparación de la composición química porcentual de la semilla de chía utilizada en el estudio con la reportada en la literatura.....	13
6. Comparación del perfil de ácidos grasos de la semilla de chía utilizada en el estudio con el reportado en la literatura.....	14
7. Valores de pH promedio de las bebidas de maracuyá con chía.....	14
8. Grados Brix promedio por tratamiento.....	15
9. Separación de medias del análisis físico de viscosidad de las bebidas de maracuyá con semillas de chía.....	15
10. Separación de medias de los valores L^* a^* b^* de las bebidas de maracuyá con semillas de chía.....	16
11. Separación de medias de aroma de las bebidas de maracuyá con chía.....	16
12. Separación de medias de apariencia de las bebidas de maracuyá con chía.....	17
13. Separación de medias de acidez de las bebidas de maracuyá con chía.....	17
14. Separación de medias de viscosidad de las bebidas de maracuyá con chía.....	17
15. Separación de medias de sabor de las bebidas de maracuyá con chía.....	18
16. Separación de medias de aceptación general de las bebidas de maracuyá con chía.....	18
Figura	Página
1. Diagrama de la estructura química del ácido docosahexaenoico.....	6
2. Flujo de proceso para la elaboración de la bebida de maracuyá con semillas de chía.....	12
Anexo	Página
1. Contenido nutricional de jugo de maracuyá de variedad amarilla por cada 100 ml.....	25
2. Clasificación botánica de la chía.....	26

3.	Diagrama de flujo a nivel piloto para la elaboración de la bebida de maracuyá con semillas de chía a partir de la fruta entera.....	27
4.	Formato de evaluación sensorial utilizado en el estudio.....	28
5.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial.....	29
6.	Análisis de varianza de los análisis físicos de viscosidad y color.....	30
7.	Gráfico de los colores digitalizados de los 4 tratamientos utilizando el programa Adobe® Photoshop®.....	31

1. INTRODUCCIÓN

La chía (*Salvia hispanica* L.) tiene una larga historia de interacción con los humanos en Mesoamérica Pre-Colombina, fue una mercadería importante y sus semillas fueron valoradas para alimentación, medicina, y aceite (Cahill, 2003). Historiadores en economía han sugerido que como alimento básico fue tan importante como el maíz, y en algunas áreas fue incluso más importante (Harvey, 1991).

También se le conoce como chan en los países centroamericanos y en la actualidad, mucha gente utiliza las semillas de chía en la preparación de una bebida refrescante y popular llamada “chía fresca” (Eat chia, 2002).

Como cultivo futuro la chía ha mostrado un gran potencial por su aceite (Ayerza 1995), el mucílago polisacárido (Cahill, 2003), y el contenido nutricional de su semilla (Bushway *et al.*, 1981).

Aproximadamente 28 gramos de semillas de chía contienen 4.9 gramos de ácidos omega-3, 1.6 gramos de omega-6, 11 gramos de fibra dietética y 4 gramos de proteína (Nutrition Data, 2008). Según Beltrán y Orozco (s.f.), debe considerarse seriamente, el rescate de su utilización como alimento para consumo humano, para la época actual, ya que las opciones para incorporar las semillas de chía a la dieta son ilimitadas.

El objetivo principal de este estudio fue desarrollar una bebida refrescante de maracuyá con semillas de chía, evaluando sus características físicas y sensoriales, y realizar análisis químicos de la semilla de chía para determinar su contenido nutricional.

Las características sensoriales evaluadas fueron las siguientes: Aroma, apariencia, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general. Entre las físicas se evaluó viscosidad y color de la bebida; y entre las químicas; grados Brix y pH. Se determinó el contenido de proteína cruda, fibra dietética y perfil de ácidos grasos de la semilla de chía.

1.1 Objetivo General:

- Evaluar física y sensorialmente un prototipo de bebida de maracuyá con semillas de chía y analizar químicamente la semilla de chía.

1.1.1 Objetivos Específicos:

- Desarrollar las formulaciones y el diagrama de flujo de proceso para una bebida de maracuyá con 3 niveles de semilla de chía (0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%).
- Determinar el nivel de aceptación para las 4 formulaciones desarrolladas en cuanto aroma, apariencia, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general.
- Realizar análisis físicos y químicos de color, viscosidad, grados Brix y pH de los 4 tratamientos.
- Determinar proteína cruda, fibra dietética y grasa total de las semillas de chía usadas en el estudio, comparándola con lo reportado en la literatura consultada.
- Determinar el perfil de ácidos grasos y la cantidad de ácidos grasos omega-3 y omega-6 presentes en las semillas de chía utilizada en el estudio, comparándola con lo reportado en la literatura consultada.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Jugos de fruta

Los jugos de frutas han sido tomados desde los principios de la historia. Muchas referencias de jugo de uva son hechas en la Biblia. Usualmente los jugos eran extraídos de la fruta y tomados inmediatamente (conocidas como bebidas naturales) (Woodroof y Phillips, 1974).

Según Woodroof y Phillips (1974) El crecimiento del consumo y la producción de jugos de frutas y vegetales ha sido un fenómeno relacionado a una serie de avances en la tecnología. Estos fueron: métodos de eliminación de sedimentos, pasteurización flash, concentración, mezclado, congelamiento, y secado o cristalización.

2.1.2 Semillas de chía

Según Ayerza y Coates (2004) en tiempos pre-colombinos esta semilla era una de las comidas básicas de muchas civilizaciones centroamericanas, menos importante que el maíz y el frijol, pero más importante que el amaranto. Tenochtitlan, la capital del imperio Azteca, recibía anualmente entre 5-15,000 toneladas de chía como tributo de las naciones conquistadas.

2.2 INGREDIENTES PRINCIPALES

2.2.1 Maracuyá

Según Ashurst (1995), esta fruta es nativa de Sudamérica y se conoció en Europa cuando fue descubierta por los españoles. Se cultiva tanto para consumo fresco, como para extraer su zumo o jugo. Básicamente existen dos variedades diferentes, la púrpura (*Passiflora edulis Sims*) y la amarilla (*Passiflora edulis flavicarpa*) que crece en tierras bajas tropicales, mientras que la púrpura lo hace más en zonas subtropicales o de mayor altitud en los trópicos. Gómez *et al.* (1995) afirma que el uso más generalizado del maracuyá es la industrialización para la obtención de su jugo, tanto simple o natural así como el concentrado; pero a la vez este producto y la pulpa de la fruta sirven de base para preparar néctares, mermeladas, refrescos, jarabes, concentrados, sorbetes, helados, yogurts, dulces

cristalizados, vinos, cremas, saborizantes de pasteles, dulces y ensaladas; además de que es muy usual la mezcla con otros jugos como los de cítricos, piña, guayaba, entre otras frutas para con ello obtener jugos tropicales aprovechando las características de olor y sabor penetrantes del maracuyá; es frecuente encontrarlo formando parte de jugos multivitamínicos y cocteles exóticos. En el anexo 1 se muestra el contenido nutricional del jugo de maracuyá.

El fruto de maracuyá presenta las siguientes características:

- a) **Forma:** es redonda u ovoide, siendo la variedad amarilla las de mayor tamaño. El grosor de la piel depende de la variedad. La cáscara es lisa, dura y acolchada para proteger a la pulpa y su forma es oval, con un extremo acabado en punta (Eroski, s.f).
- b) **Tamaño y peso:** tiene un diámetro de 35 a 80 milímetros. El maracuyá amarillo es más largo que el morado y puede llegar a pesar hasta 100 gramos (Eroski, s.f).
- c) **Color:** su piel varía entre el amarillo o el morado y el naranja, en función de la variedad. La capa interna es blanca y la cavidad contiene gran cantidad de pepitas cubiertas de una carne anaranjada o amarilla y verdosa, muy sabrosa y aromática. (Eroski, s.f).
- d) **Sabor:** tiene un sabor agrídulce muy refrescante, exótico, afrutado y con una leve nota a albaricoque. (Eroski, s.f).

2.2.2 Chía

Es una hierba anual, de hasta 1 m de altura; presenta hojas opuestas, de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 de ancho. Las flores son hermafroditas, purpúreas a blancas, y aparecen en ramilletes terminales; florece entre julio y agosto en el hemisferio norte. Al cabo del verano, las flores dan lugar a un fruto en forma de aqueno indehisciente. La semilla es rica en mucílago, fécula y aceite; tiene unos 2 mm de largo por 1,5 de ancho, y es ovalada y lustrosa, de color pardogrisáceo a rojizo (Wikipedia, 2008).

El término *chía* se refiere a un pequeño grupo de plantas anuales pertenecientes a la familia Lamiaceae, nativas del suroeste de California, Texas, México y América Central (Plants for a Future Database, 2002). En el anexo 2 se muestra la clasificación botánica de la chía.

Según Beltrán y Romero (s.f) se ha encontrado que es una buena fuente de ácidos grasos omega-3, proteína y fibra dietética. El mucílago de la semilla puede ser útil como aditivo alimenticio

2.2.2.1 Valor Nutricional. La semilla de chía contiene alrededor de 39% de aceite, el cual tiene el contenido más alto conocido de ácido α -linolénico, cerca de 68% (Ayerza, 1995). Es una de las fuentes más eficientes de omega-3 para las comidas enriquecidas

(Ayerza y Coates, 2001). Las semillas de chía y su harina no han mostrado ningún problema asociado con otras fuentes de omega-3 como el lino o productos marinos, como sabor a pescado, pérdida de peso animal y problemas digestivos (Ayerza and Coates, 2000).

Cien gramos de chía contienen la misma cantidad de omega-3 que 255 gramos de salmón atlántico, la misma cantidad de magnesio que 10 tallos de brócoli, la misma cantidad de calcio que 626 gramos de leche y la misma cantidad de hierro que 276 gramos de frijoles (Vuksan, 2007).

Cuadro 1. Contenido nutricional por cada 28 g de semilla de chía.

Componente	Cantidad		% Valor diario
	Gramos	%	
Grasa total	9.0 g	32.0%	13.0%
Grasa saturada	1.0 g	3.6%	4.0%
Colesterol	0.0 mg	0.0%	0.0%
Sodio	5.0 mg	0.0%	0.0%
Carbohidratos totales	12.0 g	43.0%	4.0%
Fibra dietética	11.0 g	39.3%	42.0%
Proteína	4.0 g	14.3%	9.0%
Minerales			
Calcio	177.0 mg	-	18.0%
Fosforo	265.0 mg	-	27.0%
Potasio	44.8 mg	-	1.0%
Zinc	1.0 mg	-	7.0%
Manganeso	0.6 mg	-	30.0%

Fuente: "Nutrition Data" (2008), adaptado por el autor.

2.2.2.2 Uso de la semilla de chía en la elaboración de bebidas. La bebida conocida como "chía fresca" se hace mezclando el grano de chía con agua o jugo, y a veces azúcar y sabor de lima. Esta agradable bebida mucilaginoso ha sido consumida por siglos en las regiones donde la chía es cultivada (Martínez, 1959).

El fresco en el que gravitan minúsculas semillas de color café, era parte de la dieta de los indígenas que vivían en Mesoamérica, ese concepto territorial que amplía Centroamérica hasta el sur de México. Sus semillas se desprenden de una planta llamada chía. A inicios de la conquista española (siglo XVI), el fraile Bernardino de Sahagún observó cómo los indios náhuatl mexicanos "hacían una manera de brebaje que ellos llaman chianpinolli; hacían gran cantidad de este brebaje, mezclando agua y harina de chía en una canoa (Chávez, 2008).

2.2.3 Benzoato de sodio

El benzoato de sodio es una sal del ácido benzoico, blanca, cristalina o granulada, de fórmula C_6H_5COONa . Es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. La sal es antiséptica y se usa generalmente para conservar los alimentos. En cantidades elevadas es tóxica. Puede ser producido por reacción de hidróxido sódico con ácido benzoico (Wikipedia, 2008).

Como aditivo alimentario es usado como conservante, matando eficientemente a la mayoría de levaduras y hongos. Solo es efectivo en condiciones ácidas ($pH < 3,6$) lo que hace que su uso más frecuente sea en conservas, en aliño de ensaladas (vinagre), en bebidas carbonatadas (ácido carbónico), en mermeladas (ácido cítrico), en zumo de frutas (ácido cítrico) y en salsas de comida china (soja, mostaza y pato) (Wikipedia, 2008).

2.3 ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 Y SU BENEFICIO EN LA SALUD

Los ácidos grasos con solo enlaces simples entre átomos de carbono adyacentes se conocen como saturados, en cambio aquellos que poseen por lo menos un $C=C$ doble enlace son llamados insaturados. Los ácidos grasos poliinsaturados tienen dos o más dobles enlaces y son nombrados según la posición de estos y el largo de su cadena. Por ejemplo, DHA (22:6) es un ácido graso omega-3 (n-3) con 22 átomos de carbono y 6 dobles enlaces. El término “n-3” indica que, contando desde el final del grupo metilo (CH_3), el primer doble enlace está ubicado entre el tercer y cuarto carbono. Entre más aumenta el grado de insaturación, el punto de fusión baja, lo que confiere el atributo de fluidez a los ácidos grasos omega-3 (Ruxton *et al.*, 2007).

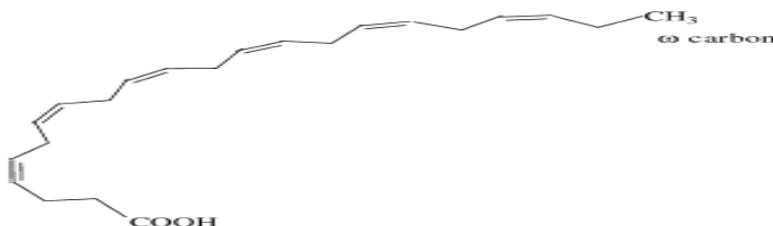


Figura 1. Diagrama de la estructura química del ácido docosaheptaenoico.

Fuente: (Ruxton, 2007)

Varias fuentes de información indican que los seres humanos evolucionaron a una dieta con una proporción de ácidos grasos esenciales (EFA) omega-6 a omega-3 de ~ 1 mientras que en las dietas occidentales la proporción es 15/1-16.7/1. Las dietas Occidentales son deficientes en ácidos grasos omega-3, y tienen cantidades excesivas de ácidos grasos omega-6 en comparación con la dieta en la que los seres humanos evolucionaron y sus patrones genéticos se establecieron. Cantidades excesivas de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-6 y una muy alta proporción omega-6/omega-3, tal como se encuentra hoy en la dieta occidental, promueve la patogénesis de muchas enfermedades, incluyendo enfermedades cardiovasculares, cáncer, y enfermedades inflamatorias y autoinmunes, mientras que el aumento de los niveles de omega-3 ejercen

efectos supresores. En la prevención secundaria de enfermedades cardiovasculares, una proporción de 4 / 1 se asoció con una disminución del 70% en la mortalidad total. Una proporción de 2.5 / 1 redujo la proliferación de células rectales en pacientes con cáncer colorrectal, mientras que una proporción de 4 / 1 con la misma cantidad ácidos grasos poli-insaturados omega-3 no tuvo ningún efecto. Una proporción de omega-6/omega-3 baja en las mujeres con cáncer de mama se asoció con una disminución del riesgo. Una proporción de 2-3/1 suprimió la inflamación en pacientes con artritis reumatoide, y una proporción de 5 / 1 tuvo un efecto beneficioso en pacientes con asma, mientras que una proporción de 10 / 1 tuvo consecuencias adversas. Estos estudios indican que la relación óptima puede variar con la enfermedad bajo consideración. Esto es coherente con el hecho de que las enfermedades crónicas son multigénicas y multifactoriales. Es muy posible que la dosis terapéutica de ácidos grasos omega-3 dependa del grado de gravedad de la enfermedad como resultado de la predisposición genética. Una menor proporción de ácidos grasos omega-6/omega-3 es más conveniente para reducir el riesgo de muchas enfermedades crónicas de alta prevalencia en las sociedades occidentales, así como en los países en desarrollo, que se exportan al resto del mundo (Simopoulos, 2004).

2.4 ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 PRESENTES EN LA CHÍA

La chía presenta el mayor contenido de ácidos omega-3 y omega-6 si se compara con el porcentaje presente en las algas, el pez menhaden (*Brevoortia tyrannus*) y el lino, con la gran ventaja de que, al contener antioxidantes naturales puede preservarse por mayor tiempo que los demás y no provocar el típico olor a pescado (Beltrán y Romero, s.f.).

Un estudio conducido por Reyes *et al.* (2008) encontró que los componentes fenólicos presentes en mayor cantidad fueron la quercitina y el kaempferol, mientras que el ácido cafeico y clorogénico estaban presentes en una menor concentración. Midiendo la actividad antioxidante de estos compuestos se demostró que el extracto crudo de la semilla de chía tiene una actividad antioxidante comparable con el antioxidante comercial Trolox® que fue usado como referencia.

2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial pretende explicar, al menos parcialmente, la relación compleja entre el individuo y el producto que consume. Se define como el examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos (Nicod, 2000).

Los métodos afectivos cuantitativos miden las respuestas de los consumidores relacionadas a atributos sensoriales. En una prueba hedónica, el catador responderá a las diferentes cualidades organolépticas evaluadas dándoles una puntuación sobre una escala que puede traducirse a valores numéricos. Con esta prueba podemos conocer la calidad organoléptica de un producto para cada atributo sensorial evaluado (Meilgaard *et al.*, 1999).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Km 30 de la carretera Danlí, Valle del Yeguaré, municipio San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

El desarrollo de la bebida se realizó en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola y la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID). Los análisis químicos y físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos. La evaluación sensorial se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial; todas dependencias de Zamorano.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

Materiales

- Agua
- Azúcar
- Benzoato de sodio
- Cucharas
- Envases de vidrio de 500 ml
- Formato de prueba sensorial
- Galletas soda
- Jugo congelado de maracuyá
- Recipientes plásticos de 1 galón
- Semillas de chía
- Servilletas
- Vasos

Equipo

- Adobe® Photoshop®
- Balanza digital
- Colorflex Hunter Lab modelo 45/0
- Cromatografo de gases Agilent modelo 6890 con detector FID
- Cuarto frio

- Potenciómetro
- Recipiente de cocción
- Refractómetro (0 a 32° Brix)
- Termómetro
- Viscosímetro de Brookfield modelo RVDV-II+

3.3 DESARROLLO DE LA DE BEBIDA

A partir de jugo congelado de maracuyá se elaboró la bebida, utilizando una proporción agua: jugo de 4:1. Se utilizaron niveles de chía de 0.5%, 1.0% y 1.5% en relación al peso de la parte líquida (agua más jugo congelado). Se agregó benzoato de sodio (0.07%) como conservante en relación al peso final de la bebida. La bebida final tuvo un pH entre 3.22-3.26 y entre 13.46-13.50 grados Brix.

3.3.1 Formulación de la bebida

Para la preparación de la bebida se siguieron los siguientes pasos:

- Desinfectar el recipiente de cocción y todos los utensilios con solución de cloro (100 ppm).
- Pesar agua, jugo, azúcar, chía y benzoato de sodio.
- Colocar el agua en el recipiente de cocción junto con el azúcar, y benzoato de sodio.
- Calentar a 94°C por 1 minuto
- Añadir las semillas de chía
- Calentar a 94°C por 1 min
- Envasar en recipientes estériles
- Almacenar a 10°C

Cuadro 2. Formulación de la bebida de maracuyá con semillas de chía

Ingrediente	Cantidad (%)
Agua	71.6
Jugo	18.0
Azúcar	10.4
Chía	*0.5, 1.0, 1.5
Benzoato de sodio	0.07

* Porcentaje en relación al peso de agua más jugo.

En el anexo 3 se muestra el diagrama de flujo a nivel piloto para la elaboración de fresco de maracuyá con semillas de chía a partir de fruta entera.

3.4 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se determinó la composición química de la semilla de chía utilizada en el estudio. Se siguieron los métodos de AOAC (1997). Los análisis se realizaron por duplicado y se reportó el promedio en porcentaje.

Cuadro 3. Métodos químicos utilizados en el estudio.

Análisis	Código	Nombre del método
Proteína cruda	920.53/954.02	Micro Kjeldahl
Perfil de ácidos grasos	996.06	Cromatografía de gases
Extracto etéreo	920.85	Goldfish
Fibra dietética	985.29	Fibra dietética total

Fuente: AOAC (1997).

3.5 ANÁLISIS FÍSICOS

Los 4 tratamientos de bebidas de maracuyá con semillas de chía se sometieron a análisis físicos de viscosidad y color.

3.5.1 Viscosidad

Se utilizó el viscosímetro de Brookfield con el acople 1, a una velocidad de 100 RPM (revoluciones por minuto) y un volumen de muestra de 300 ml a 17°C. La medida de viscosidad se reportó en centipoise (cp).

3.5.2 Color

La medición de color de los 4 tratamientos se realizó en el Colorímetro ColorFlex Hunter Lab. El color se midió por duplicado obteniendo un dato promedio. Los 3 valores obtenidos fueron los siguientes: L*, que indica oscuridad/ claridad; a*, que indica rojo si es positivo y verde si es negativo; b*, que significa amarillo si el valor es positivo y azul si este es negativo.

Con los valores L* a* b* se obtuvo una grafica con los colores digitalizados de los 4 tratamientos utilizando el programa Adobe® Photoshop® (Anexo 7).

3.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se usaron 12 panelistas (no capacitados) en la evaluación sensorial. Se efectuaron 3 repeticiones del panel en 3 diferentes días. Se repartió 60 ml por tratamiento a cada panelista; se controló la temperatura del laboratorio a 20°C y se repartieron galletas soda y

agua para neutralizar el paladar. Las características sensoriales evaluadas fueron las siguientes: Aroma, apariencia, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general. Se evaluaron los 4 tratamientos con una escala hedónica de 5 puntos:

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta poco
3. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me gusta un poco
5. Me gusta mucho

En el anexo 4 se muestra el formato de la evaluación sensorial.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones (primer, segundo y tercer panel sensorial) para un total de 12 unidades experimentales.

Se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) para analizar la información obtenida en los análisis físicos y sensoriales. Una separación de medias Duncan ($P < 0.05$) fue utilizada para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos. Se usó el Sistema de Análisis Estadístico (SAS®), versión 9.0.

Cuadro 4. Diseño experimental utilizado en el estudio

Tratamientos	Repeticiones		
0.0% chía	R1	R2	R3
0.5% chía	R1	R2	R3
1.0% chía	R1	R2	R3
1.5% chía	R1	R2	R3

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó como modelo a nivel piloto el siguiente diagrama de flujo para la elaboración de la bebida de maracuyá:

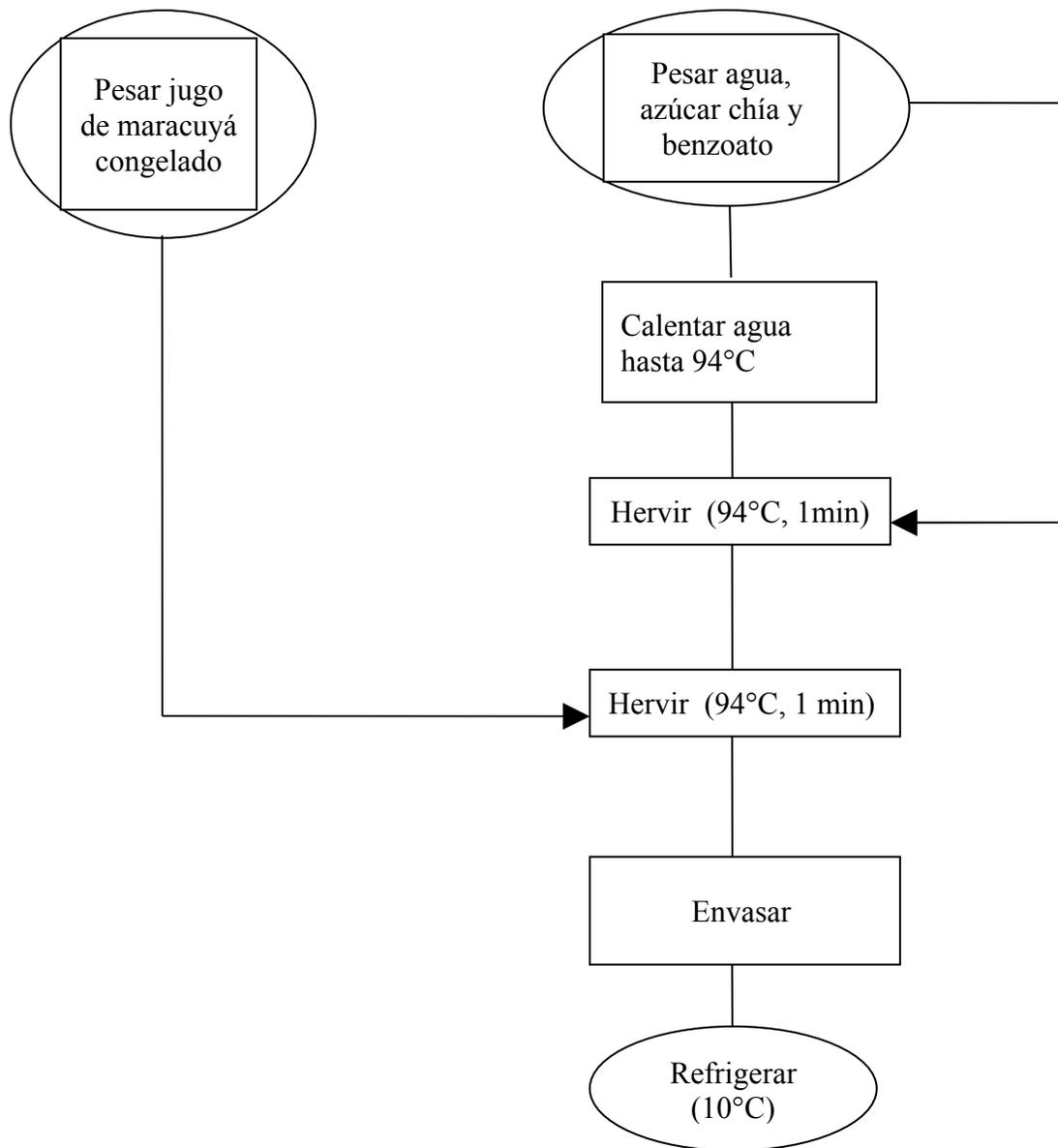


Figura 2. Flujo de proceso para la elaboración de la bebida de maracuyá con semillas de chía.

4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE CHÍA

Según los análisis químicos realizados, la semilla de chía contiene un 26.02% de grasa total contra un 32% de grasa total reportado en la literatura. El contenido de proteína cruda fue de 16.57 % y el contenido de fibra dietética total fue de 41.2 % contra un 39.28% reportado en la literatura.

Cuadro 5. Comparación de la composición química porcentual de la semilla de chía utilizada en el estudio con la reportada en la literatura.

Componente	Chía	
	A*	B**
Grasa	26.02	32.00
Proteína cruda	16.40	14.30
Fibra dietética total	41.20	39.28
Cenizas	-	5.00

*Semilla de chía utilizada en el estudio.

**Semilla de chía según “Nutrition Data” (2008).

4.1.1 Perfil de ácidos grasos de la semilla de chía

El perfil de ácidos grasos de la semilla de chía del estudio, fue muy similar al perfil de ácidos grasos reportado en la literatura (Cuadro 6).

Los ácidos grasos encontrados en las semillas de chía se dividen de la siguiente manera: 13.02% de grasa saturada, 8.84% de grasa monoinsaturada, 77.31% de grasa poliinsaturada y 0.85% de grasas trans.

El ácido palmítico y el esteárico fueron los ácidos grasos saturados encontrados en la semilla con porcentajes de 9.16% y 3.39 % respectivamente. Se encontró un 8.84% de ácido oleico como único constituyente de las grasas monoinsaturadas y una alta cantidad de grasas poliinsaturadas omega-6 y omega-3. Un 15.14% de ácido lineoleico (omega-6) y un 61.32% de ácido linolénico (omega-3).

Cuadro 6. Comparación del perfil de ácidos grasos de la semilla de chía utilizada en el estudio con el reportado en la literatura.

		A*	B
			**
Carbonos/ Dobles enlaces	Total grasa saturada	13.02	10.00
16:0	ácido palmítico	9.16	6.80
18:0	ácido esteárico	3.39	3.20
Total grasa monoinsaturada		8.84	7.30
18:1	ácido oleico	8.84	7.30
Total grasa poliinsaturada		77.31	81.10
18:2W6	ácido linoleico	15.14	19.80
18:3W3	ácido linolénico	61.32	61.30
Total n-3 (omega-3)		61.32	61.30
Total n-6 (omega-6)		15.14	19.80

* Semilla de chía utilizada en el estudio

** Semilla de chía según Dubois *et al.* (2007), adaptado por el autor.

4.2 ANÁLISIS QUÍMICOS DE LA BEBIDA DE MARACUYÁ CON CHÍA

Se realizaron análisis químicos de pH y grados Brix a los 4 tratamientos con el fin de mantener valores constantes y con poca variación.

4.2.1 Acidez

El pH promedio de los diferentes tratamientos de las bebidas de maracuyá con semillas de chía se encuentra entre los valores de 3.22-3.26. No se observaron diferencias estadísticas en el pH de las bebidas de maracuyá.

Cuadro 7. Valores de pH promedio de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	% Chía	pH	Separación de medias
			Tukey (P<0.05)
1	0.0	3.22±0.13	A
2	0.5	3.21±0.04	A
3	1.0	3.22±0.03	A
4	1.5	3.26±0.04	A

*Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (P >0.05).

4.2.2 Grados Brix

Los diferentes tratamientos de las bebidas de maracuyá con semillas de chía, presentaron valores de grados Brix entre 13.46 y 13.50. No existieron diferencias significativas en los grados Brix de los tratamientos.

Cuadro 8. Grados Brix promedio por tratamiento.

Tratamiento	% Chía	Grados Brix	Separación de medias Tukey (P<0.05)
1	0.0	13.50±0.06	A
2	0.5	13.46±0.10	A
3	1.0	13.48±0.08	A
4	1.5	13.46±0.05	A

*Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (P >0.05).

4.3 ANÁLISIS FÍSICOS DE LA BEBIDA DE MARACUYÁ CON CHÍA

Se realizaron los análisis físicos de viscosidad y color de los 4 tratamientos de las bebidas de maracuyá con chía.

4.3.1 Análisis físico de viscosidad

Las bebida con 1.5% de semillas de chía en su formulación (Cuadro 9) presentó mayor viscosidad, debido a que la chía contiene polisacáridos en su contorno que al entrar en contacto con agua forman sustancias mucilaginosas. Los tratamientos con 1.0% y 0.5 % no mostraron diferencias estadísticas entre sí. El análisis de varianza se muestra en el anexo 6.

Cuadro 9. Separación de medias del análisis físico de viscosidad de las bebidas de maracuyá con semillas de chía.

Tratamiento	% Chía	Viscosidad (cp)	Separación de medias (Tukey P<0.05)
4	1.5	33.83±0.78	A
3	1.0	27.52±1.43	B
2	0.5	25.58±0.78	B
1	0.0	22.95±2.00	C

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P <0.05).

4.3.2 Análisis físico de color

El tratamiento con 0.0% de semillas de chía presentó un color anaranjado amarillento más claro que los otros tres tratamientos, debido a la ausencia de semillas. El tratamiento con color más oscuro fue el que contenía 1.5% de semillas de chía, ya que su valor L es el más bajo de todos. Los colores de los tratamientos con 1.0% y 1.5% de chía mostraron tonalidades anaranjado-café. El análisis de varianza se muestra en el anexo 6.

Los colores de cada tratamiento se muestran en el anexo 7.

Cuadro 10. Separación de medias de los valores L* a* b* de las bebidas de maracuyá con semillas de chía.

Tratamiento	% Chía	Valores de color		
		L	a*	b*
1	0.0	50.43 ± 0.16 ^A	6.74 ± 0.49 ^A	47.2 ± 1.26 ^A
2	0.5	48.92 ± 0.34 ^B	6.58 ± 0.12 ^A	46.59 ± 1.77 ^A
3	1.0	47.19 ± 0.71 ^C	5.96 ± 0.33 ^B	42.88 ± 0.38 ^B
4	1.5	42.11 ± 0.50 ^D	2.41 ± 0.13 ^C	35.13 ± 0.42 ^C

*Medias con letras diferentes en las columnas son estadísticamente diferentes (P <0.05).

4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizó una prueba de aceptación donde se evaluaron las características sensoriales de aroma, apariencia, acidez, viscosidad, sabor y aceptación general.

4.4.1 Aroma

Los tratamientos con 0.0%, 0.5% y 1.0% de semillas de chía fueron estadísticamente igual aceptados en cuanto a aroma. El tratamiento con 1.5% de chía fue menos aceptado que el tratamiento con 0.0% de semillas.

Cuadro 11. Separación de medias del aroma de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (Tukey P< 0.05)
1 (0.0% chía)	3.72±0.81	A
2 (0.5% chía)	3.33±1.01	A B
3 (1.0% chía)	3.25±1.05	A B
4 (1.5% chía)	3.00±0.96	B

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P <0.05).

4.4.2 Apariencia

La apariencia del tratamiento con 0.0% de chía fue estadísticamente igual aceptada que los tratamientos con 0.5% y 1.0%. El tratamiento con 1.5% de semillas fue menos aceptado en este atributo que la bebida sin semillas, lo cual puede deberse al oscurecimiento de la bebida por la adición de chía (Cuadro 10).

Cuadro 12. Separación de medias de apariencia de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (Tukey P< 0.05)
1 (0.0% chía)	3.61±1.23	A
2 (0.5% chía)	3.00±1.15	A B
3 (1.0% chía)	2.88±1.24	A B
4 (1.5% chía)	2.66±1.37	B

*Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (P <0.05).

4.4.3 Acidez

La acidez de todos los tratamientos no presentó diferencias significativas en aceptación, debido a que los valores de pH se mantuvieron constantes en la elaboración de la bebida (Cuadro 8).

Cuadro 13. Separación de medias de acidez de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (Tukey P< 0.05)
1 (0.0% chía)	3.50±0.91	A
2 (0.5% chía)	3.50±1.06	A
3 (1.0% chía)	3.47±1.13	A
4 (1.5% chía)	3.27±1.06	A

*Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (P >0.05).

4.4.4 Viscosidad

La viscosidad de los tratamientos, no presentó diferencias significativas en aceptación. Esto se puede deber al uso de panelistas no capacitados.

Cuadro 14. Separación de medias de viscosidad de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (Tukey P< 0.05)
1 (0.0% chía)	3.61±0.87	A
2 (0.5% chía)	3.30±1.04	A
3 (1.0% chía)	3.30±1.13	A
4 (1.5% chía)	3.16±1.37	A

*Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (P >0.05).

4.4.5 Sabor

Los panelistas no detectaron diferencias en la aceptación de sabor en ninguno de los tratamientos. Esto resulta positivo para la adición de chía en bebidas de maracuyá, ya que a los consumidores les agrada de igual manera el sabor de la bebida con semillas, que la bebida sin semillas.

Cuadro 15. Separación de medias de sabor de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (Tukey P< 0.05)
1 (0.0% chía)	3.94±0.86	A
2 (0.5% chía)	3.55±1.00	A
3 (1.0% chía)	3.53±1.08	A
4 (1.5% chía)	3.50±1.25	A

*Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (P >0.05).

4.4.6 Aceptación General

Los tratamientos con 0.5%, 1.0% y 1.5% de semillas de chía fueron igualmente aceptados en aceptación general que el tratamiento con 0.0% de semillas de chía.

Cuadro 16. Separación de medias de aceptación general de las bebidas de maracuyá con chía.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (Tukey P< 0.05)
1 (0.0% chía)	3.83±0.88	A
2 (0.5% chía)	3.42±0.87	A
3 (1.0% chía)	3.36±0.90	A
4 (1.5% chía)	3.33±1.26	A

*Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (P >0.05).

5. CONCLUSIONES

- Se desarrollaron las formulaciones y el diagrama de flujo de proceso a nivel piloto de la bebida de maracuyá con semillas de chía a los niveles 0.0%, 0.5%, 1.0 y 1.5%.
- No se encontraron diferencias significativas en la evaluación sensorial en aceptación general, acidez, sabor, y viscosidad en ninguno de los tratamientos.
- El tratamiento con 1.5 % de semillas de chía generó una menor aceptación en apariencia que el control (0.0% chía) debido al oscurecimiento de la bebida causado por la adición de las semillas.
- Los valores de pH y grados Brix de las bebidas de maracuyá no mostraron diferencias significativas.
- Los niveles de chía utilizados en el estudio generaron diferencias significativas en los análisis físicos de viscosidad y color.
- La semilla de chía utilizada en el estudio tuvo mayor cantidad de proteína, menor cantidad de grasa total y mayor cantidad de fibra dietética total que la semilla reportada en la literatura consultada.
- Se encontró como constituyente principal de las grasas contenidas en la chía, un 61.32% de ácido α -linolénico (18:3n-3) y un 15.14% de ácido linoleico (18:2n6), el cual fue muy similar a los porcentajes de la literatura consultada.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar a través del tiempo, la degradación de los omega-3 en la bebida de maracuyá con chía.
- Estudiar la asimilación en los humanos, de los ácidos grasos omega-3 presentes en la semilla de chía entera.
- Evaluar la estabilidad de los ácidos grasos omega-3 presentes en la chía al ser sometidos a temperaturas de pasteurización.
- Realizar análisis microbiológicos de la bebida de maracuyá con semilla de chía como parte de un estudio de vida de anaquel.
- Realizar evaluaciones sensoriales de las bebidas con un panel capacitado.

7. BIBLIOGRAFÍA

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

Ashurst, P. R. 1995. Producción y Envasado de Zumos y Bebidas de Frutas sin Gas. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. 415p.

Ayerza, R. 1995. Oil Content and Fatty Acid Composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Five Northwestern Locations in Argentina. Journal of The American Oil Chemists' Society, 72:1079-1081p.

Ayerza, R. y Coates, W. 2000. Dietary levels of chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. Poultry Science, 78:724-739p.

Ayerza, R. y Coates, W. 2001. Chia seeds: natural source of Ω -3 fatty acids. The Annual Meeting of The Association for the Advancement of Industrial Crops, Atlanta, Georgia, USA, p.17.

Ayerza, R. y Coates, W. 2004. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. Tropical Science, 44: 131-135p.

Beltrán, O. y Romero. s.f. La chía, alimento milenario. Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos (Argentina).

Bushway, A. A., P. R. Belyea, y R. J. Bushway. 1981. Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein. Journal of Food Science, 46:1349-1350p.

Cahill, J.P. 2003. Ethnobotany of chia. Economic Botany, 57 (4): 604-618p.

Chavez, C. 2008. No solo de pan vive el hombre. Disponible en: <http://www.laprensagrafica.com/dominical/1026777.asp>. Consultado: 7 oct. 2008.

Dubois, V. Breton, S., Linder, M., Fanni J., y Parmentier, M. 2007. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. European Journal of Lipid Science Technology, 109 (2007): 710-732.

Eat chia. 2002. Disponible en: <http://www.eatchia.com> Consultado: 12 sep. 2008.

EROSKI Guía práctica de frutas. s.f. Maracuyá o fruta de la pasión, España: Fundación Eroski, España. Disponible en: <http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/maracuya/intro.php>. Consultado: 20 de sep. 2008.

Gomez, A. M., Rindermann, R. y Tovar, L. 1995. La producción y el mercado mundial del maracuyá. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). 271p.

Harvey, H. R. 1991. Land politics in the valley of Mexico: a two thousand year perspective. University of New Mexico Press, Albuquerque.

Martinez, M. 1959. "Chía", Plantas Útiles De La Flora Mexicana, p. 198-203.

Meilgaard, M., Vance, G., Carr, T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3^a. Ed. CRC Press LLC. USA. 387p.

Nicod, H. 2000. La evaluación sensorial. Objetivos y métodos del análisis sensorial. Comisión francesa de Normalización del Análisis Sensorial (AFNOR). 5p.

Nutrition Data. 2008. Seeds, chia seeds, dried. Disponible en: <http://www.nutritiondata.com> Consultado: 3 de jun. 2008

Plants for a Future Database. 2002. Salvia hispánica. Disponible en: http://www.plants.usda.gov/cgi_bin/topics.cgi Consultado: 12 de jul. 2008.

Reyes, E.C., Tecante, A. y López, M.A. 2008. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. Food Chemistry 107: 656-663p.

Ruxton, C.H.S., S. C. Reed., M. J. A. Simpson. y K. J. Millington. 2007. The health benefits of omega-3 fatty acids polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 20: 275-285p.

Simopoulos, P.A. 2004. Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. Food Reviews International, 20 (1): 77-90p.

Vuksan, V. 2007. *Salvia hispanica* L. (chia) in the management and treatment of cardiovascular diseases, diabetes and associated risk factors. United States patent application publication. Pub No US 2004/0185129 A1.

Wikipedia. 2008. Benzoato de sodio. Wikipedia Foundation Inc. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Benzoato_de_sodio Consultado: 16 sep. 2008.

Wikipedia. 2008. *Salvia hispanica*. Wikipedia Foundation Inc. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Ch%C3%ADa_planta Consultado: 16 de sep. 2008.

Woodroof, J.G. y Phillips, G. F. 1974. Beverages: Carbonated and Noncarbonated. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut. 526p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Contenido nutricional de jugo de maracuyá de variedad amarilla por cada 100 ml.

Componente	
Calorías (cal)	53.00
Proteína (g)	0.67
Grasa (g)	0.05
Carbohidratos (g)	13.72
Fibra (g)	0.17
Calcio (mg)	3.8
Fósforo (mg)	24.6
Hierro (mg)	0.36
Vitamina A (mg)	2,410.00
Acido asckbico (mg)	20
Niacina (mg)	2.24

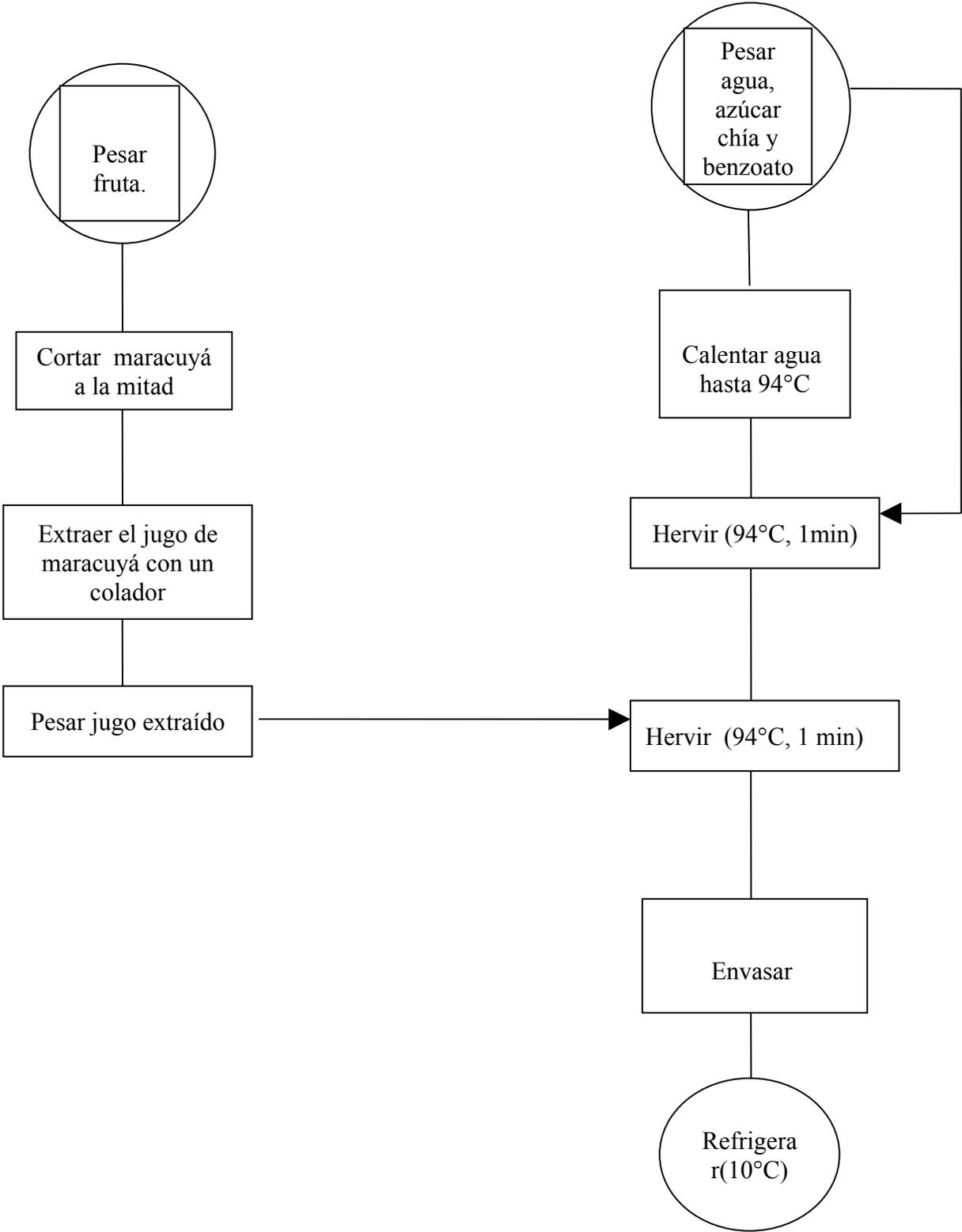
Tomado de Manita, Ivo.1981. Maracuyá. Serie Fruticultura Tropical. Editora Agronómica Ceres Ltda. Sao Paulo, Brasil. p.130.

Anexo 2. Clasificación botánica de la chía.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta – Planta vascular
Superdivisión	Spermatophyta – Planta de semillas
División	Magnoliophyta – Planta con flores
Clase	Magnoliopsida - Dicotiledónea
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae (Familia de la menta)
Género	Salvia
Especie	hispánica

Tomado de Beltrán, O. s.f. La chía, alimento milenario.

Anexo 3. Diagrama de flujo a nivel piloto para la elaboración de la bebida maracuyá con semillas de chía a partir de fruta entera.



Anexo 4. Formato de la evaluación sensorial utilizada en el estudio.

Fresco de maracuyá con semillas de chía

Nombre: _____ **fecha:** _____ **# de muestra** _____

Indicaciones: Indique cuanto le gustan o le disgustan los siguientes atributos en la siguiente muestra colocando una "X" en los cuadros. Asegúrese de tomar un sorbo de agua y una mordida de galleta soda antes de comenzar y entre cada una de las muestras.

Aroma: 1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Me disgusta poco Ni me gusta Me gusta un me gusta
ni me disgusta poco mucho

Comentarios: _____

Apariencia: 1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Me disgusta poco Ni me gusta Me gusta un me gusta
ni me disgusta poco mucho

Comentarios: _____

Acidez: 1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Me disgusta poco Ni me gusta Me gusta un me gusta
ni me disgusta poco mucho

Comentarios: _____

Viscosidad: 1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Me disgusta poco Ni me gusta Me gusta un me gusta
ni me disgusta poco mucho

Comentarios: _____

Sabor: 1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Me disgusta poco Ni me gusta Me gusta un me gusta
ni me disgusta poco mucho

Comentarios: _____

Aceptación general: 1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Me disgusta poco Ni me gusta Me gusta un me gusta
ni me disgusta poco mucho

Comentarios: _____

Gracias!!!

Anexo 5. Análisis de varianza de la evaluación sensorial.

Variable	Coeff Var (%)	Pr > F
Aroma	27.88	0.0004
Apariencia	40.64	0.0084
Acidez	30.33	0.6792
Viscosidad	33.58	0.6466
Sabor	29.31	0.4842
Aceptación general	28.66	0.2987

Coeff Var = Coeficiente de variación.

Pr > F = Significancia del modelo.

Anexo 6. Análisis de varianza de los análisis físicos de viscosidad y color.

Análisis	R-Square	Coeff Var (%)	Pr>F
Viscosidad	0.94	4.12	0.0001
Color L	0.99	0.64	0.0001
Color a	0.95	8.66	0.0001
Color b	0.94	3.26	0.0001

R-Square = Ajuste del modelo.

Coeff Var = Coeficiente de variación.

Pr > F = Significancia del modelo.

Anexo 7. Gráfico de los colores digitalizados de los 4 tratamientos utilizando el programa Adobe® Photoshop®.

1= 0.0% chía, **2**= 0.5% chía, **3**= 1.0% chía, **4**= 1.5% chía.

