

**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES BROMATOLÓGICAS,  
FÍSICOQUÍMICAS Y TERMOFÍSICAS DE LA BADEA (*Passiflora  
quadrangularis*)**



**AUTORES**

**SALAZAR VERGARA CARLOS ALBEIRO**

**VERBEL NAVARRO ALDEMAR**

**UNIVERSIDAD DE CORDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**BERÁSTEGUI -CORDOBA**

**2015**

**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES BROMATOLÓGICAS,  
FÍSICOQUÍMICAS Y TERMOFÍSICAS DE LA BADEA (*Passiflora  
quadrangularis*)**



**AUTORES**

**SALAZAR VERGARA CARLOS ALBEIRO**

**VERBEL NAVARRO ALDEMAR**

**DIRECTOR**

**ARMANDO ALVIS BERMUDEZ Ing. Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE CORDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**BERÁSTEGUI -CORDOBA**

**2015**

## **RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES**

**El jurado calificador no se hace responsable de las ideas emitidas por los autores.  
(Artículo 46, acuerdo 006 de Mayo 29 de 1979) Consejo Superior**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

**DAVID IBAÑEZ**

Firma del Jurado

---

Berástegui, fecha de sustentación

**EMIRO LOPEZ**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme brindado la sabiduría y el entendimiento para alcanzar todas las metas propuestas en mis estudios

A mis padres, Reinaldo y Carmen, por brindarme su fortaleza, amor y apoyo incondicional para enfrentar la vida.

A mis familiares por su apoyo y cariño infundidos a través del tiempo

A mis amigos, por sus consejos diarios para crecer como una persona de bien

**Aldemar**

A Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar

A mis padres y hermana por su incondicional apoyo

**Carlos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan su agradecimiento a:

LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, por habernos brindado una excelente calidad académica.

ARMANDO ALVIS BERMUDEZ, nuestro director por brindarnos su amistad y ser un guía y una gran ayuda en todo este trabajo.

GUILLERMO ARRAZOLA PATERNINA, nuestro asesor de campo por su apoyo incondicional, sinceridad y entrega para con este trabajo.

EMIRO LOPEZ y DAVID IBAÑEZ, jurados de este trabajo de investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1 BADEA ( <i>Passiflora Quadrangularis</i> ).....	19
2.1.2 SINONIMIA (OTROS NOMBRES).....	19
2.1.3 GENERALIDADES.....	20
2.1.4 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.....	20
2.1.5 VARIEDADES.....	21
2.1.6 Composición Fisicoquímica de la Badea.....	22
2.1.7 Usos y características organolépticas.....	23
2.2 PRODUCCION EN CÓRDOBA Y COLOMBIA.....	24
2.3 PROPIEDADES TERMOFÍSICAS.....	24
2.4 COLOR.....	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	28
3.2 UNIVERSO DE ESTUDIO.....	28
3.3 LOCALIZACION.....	28
3.4 VARIABLES E INDICADORES.....	29

3.4.1	Variables independientes.....	29
3.4.2	Variables dependientes.....	29
3.5	PROCEDIMIENTO.....	30
3.5.1	Recolección.....	30
3.5.2	Lavado de la fruta.....	30
3.5.3	Extracción de la pulpa y jugo.....	30
3.6	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS.....	31
3.7	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS.....	32
3.7.1	Tamaño y peso.....	32
3.7.2	Determinación del rendimiento de la pulpa.....	32
3.8	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS.....	33
3.9	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE COLOR MEDIANTE COLORÍMETRO COLORFLEX EZ 45 HUNTERLAB®).....	34
3.10	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1	CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA BADEA ( <i>Passiflora quadranularis</i> ).....	35
4.1.1	Análisis de Humedad.....	36
4.1.2	Análisis de Proteínas.....	36
4.1.3	Análisis de Grasa.....	36
4.1.4	Análisis de fibra.....	37
4.1.5	Análisis de Cenizas.....	37

4.1.6	Análisis de azúcares reductores.....	38
4.1.7	Análisis de carbohidratos totales.....	38
4.1.8	Análisis de Calorías en la pulpa de Badea.....	38
4.2	CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA BADEA (Passiflora quadranularis).....	39
4.2.1	Análisis del %Acidez.....	40
4.2.2	Análisis de solidos solubles totales.....	41
4.2.3	Análisis de pH.....	41
4.2.4	Análisis del índice de madurez.....	41
4.3	CARACTERIZACION TERMOFISICA DE LA BADEA (Passiflora quadranularis).....	42
4.4	CARACTERIZACION DEL COLOR DE LA BADEA (Passiflora quadranularis)....	45
5.	CONCLUSIONES.....	48
6.	RECOMENDACIONES.....	50
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	51

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Composición química de la parte comestible del fruto Badea (100g)....	21
<b>Tabla 2.</b>	Composición Bromatológica para 100 g de pulpa de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ).....	22
<b>Tabla 3.</b>	Composición Fisicoquímica de la Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> )....	22
<b>Tabla 4.</b>	Modelos usados por Choi y okkos (1985).....	25
<b>Tabla 5.</b>	Métodos y normas utilizados en la caracterización bromatológica de la Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ).....	31
<b>Tabla 6.</b>	Métodos y normas utilizados en la caracterización química de la Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ).....	33
<b>Tabla 7.</b>	Parámetros bromatológicos de la Badea en dos estados de madurez (80 y 95%).....	35
<b>Tabla 8.</b>	Características fisicoquímicas del fruto de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) en dos estados de maduración.....	39
<b>Tabla 9.</b>	Parámetros Termofísicos de la Pulpa de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) en dos estados de maduración (80% y 95%) calculados con CHOI Y OKOS (1985).....	42

<b>Tabla 10.</b>	Parámetros Termofísicos de la Pulpa de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) en dos estados de maduración (80% y 95%) calculados con DEPROTER (Alvis et al., 2012).....	43
<b>Tabla 11.</b>	Promedio general de los parámetros termofísicos de la badea.....	44
<b>Tabla 12.</b>	Parámetros de color en la pulpa de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ), en dos estados de maduración (80 y 95%).....	45

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	( <i>Passiflora quadrangularis</i> ) (Fuente: Morton, 2008).....	24
<b>Figura 2</b>	Color observable de la pulpa de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ), en tres estados de maduración (80, 95% y 100%).....	47

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Grafica 1.</b> Parámetros de color en la pulpa de Badea ( <i>Passiflora quadrangularis</i> ), en dos estados de maduración (80 y 5%).....	46
--	----

## ANEXOS

<b>Anexo A.</b>	Recolección y clasificación según porcentaje de maduración	57
<b>Anexo B.</b>	Extracción de la pulpa de Badea.....	57
<b>Anexo C.</b>	Extracción del jugo de badea.....	58
<b>Anexo D.</b>	Caracterización Fisicoquímica de la pulpa de Badea.....	58
<b>Anexo E.</b>	Determinación de parámetros CIELAB mediante colorímetro Colorflex EZ 45 (HunterLab®).....	59

## RESUMEN

El propósito de este trabajo fue caracterizar los frutos de la badea (*Passiflora quadrangularis*) en dos estados de madurez: 80 - 95%, analizando las siguientes características: Propiedades Bromatológicas (Humedad, proteínas, grasa, fibra cenizas, azúcares reductores, carbohidratos totales y energía), propiedades fisicoquímicas (Diámetro, longitud, peso, rendimiento, acidez, sólidos solubles totales, pH e índice de madurez), con base en los resultados bromatológicos obtenidos se usaron las correlaciones de Choi y Okos (1985) y el software DEPROTER (Alvis et al., 2012) para calcular las propiedades termofísicas a la badea: capacidad calorífica ( $C_p$ ), densidad ( $\rho$ ), conductividad térmica ( $K$ ) y difusividad térmica ( $\alpha$ ), se determinaron también los parámetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$ ) en la pulpa de la badea. De los resultados obtenidos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los estados de madurez del fruto (80% y 95% respectivamente) en variables como diámetro (10,833cm y 11,733cm), longitud (22,4 cm y 23,466 cm), rendimiento (12,985 y 12,269), proteínas (1,44068% y 1,43187%), azúcares reductores (2,656 % y 2,95%) y carbohidratos (12,4374 % y 12,7586 %); y hubo diferencias significativas en variables como peso (948 g y 992,8 g), %acidez(2,005 % y 1,173%), S.S.T (10,822 °Brix y 12,727 °Brix), pH (3,507 y 3,907), índice de madurez (5,397 y 10,847), humedad(84,774% y 83,641 %), grasa (0,2360 % y 0,07247 %), fibra(0,2558 % y 0,1745 %) y ceniza (0,8557% y 1,92056 %). Los datos arrojados por las correlaciones de Choi y Okos (1985) muestran diferencias estadísticamente significativas para los dos estados de madurez analizados. Los valores de las propiedades termofísicas (difusividad y conductividad térmica, calor específico y la densidad de la Badea) fueron  $1.39259 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.5552 \text{ W m}^{-1} \text{ °C}^{-1}$ ,  $3771,5644 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$  y  $1057,1957 \text{ kg m}^{-3}$  respectivamente. En cuanto a los factores colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$ ) se compararon los estados de madurez de 80% y 95% con un patrón de 100 % de madurez, dando como resultado diferencias significativas para cada parámetro.

**Palabras clave:** Badea (*Passiflora quadrangularis*), Choi y okos

## ABSTRACT

The purpose of this study was to characterize the fruits of badea (*Passiflora quadrangularis*) in two stages of maturity: 80-95%, analyzing the following: bromatologicals properties (moisture, protein, fat, fiber, ash, reducing sugars, total carbohydrates and energy), physicochemical properties (diameter, length, weight, performance, acidity, total soluble solids, pH and maturity index), based on the results obtained bromatológicos correlations and Okos Choi (1985) and the software used DEPROTER (alvis et al, 2012) to calculate the thermophysical properties badea (*Passiflora quadrangularis*). heat capacity ( $C_p$ ), density ( $\rho$ ), thermal conductivity ( $K$ ) and thermal diffusivity ( $\alpha$ ), the colorimetric parameters were also determined ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$   $h^*$ ) in the pulp badea .In the results it was determined that there are no significant differences between the fruit maturity stages (80% and 95% respectively) in variables such as diameter (10,833cm and 11,733cm), length (23.466 cm and 22.4 cm), yield (12.985 and 12.269), protein (1.44068% and 1.43187%), reducing sugars (2.656 and 2.95% ), y carbohydrates (12.4374% and 12.7586%); and there were significant differences in variables such as weight (948 g 992.8 g), acidity (2.005% and 1.173%), SST (10,822 and 12,727 Brix Brix), pH (3,507 and 3,907), maturity index (5,397 and 10,847 ), moisture (84.774% and 83.641%), fat (0.2360% and 0.07247%), fiber (0.2558% and 0.1745%) and% ash (0.8557% and 1, 92056%). The data obtained from correlations and Okos Choi (1985) show significant differences for the two states of maturity analyzed. The values of thermophysical properties (thermal conductivity and diffusivity, specific heat and density Badea) were  $1.39259 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.5552 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$ ,  $3771.5644 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$  and  $1057.1957 \text{ kg m}^{-3}$  respectively. Regarding factors colorimetric ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and  $h^*$ ) states of maturity of 80% and 95% with a pattern of 100% compared maturity, resulting in significant differences for each parameter.

**Keywords:** *Badea (Passiflora quadrangularis)*, Choi and okos

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia está localizado en una zona del planeta en la que las condiciones climáticas favorecen el crecimiento de gran variedad de frutas (Endémicas o nativas) que se originan, desarrollan o se adaptan en cada región del país, por tal motivo la tendencia de los últimos años ha sido el aprovechamiento de las mismas. Sin embargo, la falta de profundización en las investigaciones relacionadas con la composición, valor nutricional y propiedades intrínsecas de las mismas, tales como sus características termofísicas, las cuales son de vital importancia a la hora de transformar y desarrollar estas materias primas, hace que estas frutas no trasciendan del consumo local y regional, por lo cual no se pueden explotar industrialmente hecho que conlleva a que las mismas desaparezcan y se desconozca el gran aprovechamiento que se podría obtener a partir de ellas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

En lo que concierne al Departamento de Córdoba, se sabe que el consumo y aprovechamiento de muchas frutas, que en el exterior del país son consideradas como frutas exóticas, no ha sobrepasado el uso empírico que se le ha dado de generación en generación, por lo cual son muy pocas las que han llegado a ser investigadas y procesadas industrialmente, el resto se consume directamente, o se utilizan en la elaboración de jugos y platos muy apegados a la gastronomía local (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

Córdoba tiene una de las mayores ofertas edafoclimáticas de Colombia que le permitiría aumentar fácilmente su frontera agrícola. Si a lo anterior se le agrega la topografía plana que es favorable para la mecanización, la disponibilidad de agua tanto de lluvia como de ríos durante todo el año y el menor valor de la tierra en contraste con muchas otras regiones del país, se tienen allí enormes oportunidades para el desarrollo frutícola (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

En Córdoba la fruticultura no ha recibido el impulso adecuado porque la mayor parte de la producción se realiza en huertos caseros y orillas de camino donde la naturaleza se encarga del proceso de fotosíntesis, haciendo de los productores recolectores o productores de patio (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

Actualmente no existe información técnico-científica de muchos frutos en Córdoba, tal es el caso de la Badea (*Passiflora quadrangularis*) y a pesar de que no hay una estadística clara de la producción de esta fruta se sabe que en lo que concierne al departamento de Córdoba, la Badea se puede encontrar de forma silvestre en municipios como Cereté, San Pelayo y Ciénaga de oro. Esta fruta es una especie tropical que crece desde el nivel del mar hasta los 1300 m.s.n.m, además prospera en climas cálidos con una temperatura de 24 a 27 °C, con precipitación pluvial menor de 300 mm anuales y una estación seca bien marcada (Reina, 1996), lo que indica que las condiciones climáticas en esta región son propicias para el crecimiento de este fruto y por ende sería factible darle un valor agregado.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar de las propiedades bromatológicas, físicas y termofísicas de la Badea (*Passiflora Quadrangularis*) cultivado de forma convencional. Se espera desarrollar información útil para los productores y consumidores del fruto además de consolidar una información importante sobre estas características. Estos datos serán de gran importancia en posteriores investigaciones concernientes a este fruto y serán necesarios al momento de diseñar procesos y nuevos productos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 BADEA (*Passiflora Quadrangularis*)

#### 2.1.1 REFERENCIA HISTÓRICA

La badea es originaria de las zonas tropicales y subtropicales de las Americas. Es muy probable que la badea y otras especies de su familia botánica (*Passifloraceae*) fueran domesticadas o subdomesticadas en las islas del Caribe, así como en Centro y Sudamérica, antes del siglo XV, (Akanime, 1994).

Algunos expertos han situado su zona de origen en México, Brasil, Perú o las islas del Caribe, la falta de consenso en este punto se debe, en gran parte a la amplia distribución y naturalización de la badea en toda América tropical y subtropical (Akanime, 1994).

#### 2.1.2 SINONIMIA (OTROS NOMBRES)

**Colombia y Ecuador:** Badea.

**Perú:** Tumbo.

**Venezuela:** Parcha.

**Cuba:** Pasionaria.

**Costa Rica:** Granadilla real.

**Brasil:** Maracuyá melao.

**Estados Unidos:** granadilla gigante. (Astiasarran, 2000)

### 2.1.3 GENERALIDADES

La familia de la Badea comprende unas 400 especies distribuidas en el mundo entero. Sin embargo la mayoría son originarias de América tropical y subtropical, especialmente de Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Jamaica y puerto Rico. La badea es una de las más interesantes por sus excelentes propiedades como alimento suave y sus posibles usos en la medicina. Las especies de subgénero passiflora se distribuye en América Latina desde el nivel del mar hasta alturas de más de 2500 msnm. Las más conocidas son: *Passiflora edulis* (maracuyá amarillo parchita), *Passiflora quadrangularis* (badea o parcha dulce), *Passiflora maliformis* (granadilla de piedra o chulupa), *Passiflora ambigua* (gulupa), *Passiflora alata* (maracuyá dulce), *Passiflora ligularis* (parcha granadilla) es una de las especies originarias de América Latina. Algunos cronistas españoles quedaron maravillados con la gran variedad, riqueza, olor y sabor de las frutas del nuevo mundo (Peña, 2013).

### 2.1.4 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica de la badea (*Passiflora quadrangularis* L.) en el reino vegetal es:

**Reino:** Vegetal.

**Clase:** Angiosperma.

**Subclase:** Dicotiledónea.

**Orden:** Parietal.

**Familia:** Pasiflorácea.

**Género:** Passiflora.

**Especie:** *Passiflora quadrangularis* L. (Reina, 1996).

### 2.1.5 VARIEDADES

Se pueden distinguir fácilmente dos variedades, la del chocó y la gigante, la primera se distingue por ser un fruto relativamente pequeño de 10 a 15 cm de largo y de 7 a 8 cm de diámetro, pulpa delgada de 0,8 a 1,5 cm y follaje escaso; la variedad que podemos llamar gigante por su gran desarrollo tiene las características ya descritas, pero en términos generales, la diferencia en tamaño especialmente no determinan barreras comerciales o de preferencia para una variedad, el mercado nacional los acepta indistintamente, pero es posible que en el exterior tenga más acogida la del chocó, por su mayor concentración de azúcar, menos cáscara y por consiguiente alto contenido de jugo (Arzeni , 1992).

En la Tabla 1 se muestra la composición química del fruto:

**Tabla 1.** Composición química de la parte comestible del fruto Badea (100g)

<b>Componentes</b>	<b>g/100g</b>	<b>Otros componentes</b>	<b>mg/100</b>
Agua	87.9	Calcio	10
Proteína	0.90	Fosforo	22
Grasas	0.20	Hierro	0.60
Carbohidratos	10.10	Vitamina A	70 UI
Cenizas	0.90	Ácido Ascórbico	20
		Riboflavina	0.11
		Niacina	2.7

(Fuente: Arrazola., 2004).

En la **Tabla 2**. Se ilustra el análisis químico de la badea refiriendo solamente la parte interna, formada por el líquido y el arilo; 100 g de parte comestible.

**Tabla 2.** Composición Bromatológica para 100 g de pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*)

<b>Componentes</b>	<b>g/100g</b>
Agua	87,9
Proteínas	0,9
Grasa	0,2
Carbohidratos	10,1
Fibra	0,0
Cenizas	0,9
Calorias	41

(Fuente: Instituto Nacional de Nutrición. Bogotá 1980)

### 2.1.6 Composición Físicoquímica de la Badea

Arrazola et al. (2005) determinaron valores medios obtenidos de las características físicoquímicas en las frutas de diferentes especies, entre las cuales se analizó la Badea (*Passiflora quadrangularis*), obteniendo los valores mostrados en la Tabla 3.

**Tabla 3** .Composición Físicoquímica de la Badea (*Passiflora quadrangularis*)

<b>pH</b>	<b>Acidez</b>	<b>Brix</b>	<b>I.M.*</b>	<b>Rendimiento</b>
5.40	0.60	8.53	14.21	76.27

(Fuente: Arrazola et al., 2005)

### 2.1.7 Usos y características organolépticas

La pulpa de la fruta madura se usa en ensaladas y postres, en algunos casos se enlata en almíbar, En indonesia, la carne y los arilos se comen junto con el azúcar y hielo picado además se embotella y se sirve en los restaurantes. De la pulpa (arilos) se obtiene un jugo muy agradable para las bebidas frías, en Australia el vino se elabora por maceración varias de las frutas enteras maduras, La fruta se valora en los trópicos como antiescorbútica y estomacal. En Brasil, la carne se utiliza como un sedante para aliviar el dolor de cabeza, asma, diarrea, la disentería, la neurastenia e insomnio. Las semillas contienen un principio cardiotónico, son sedantes y en grandes dosis, narcótico (Morton, 2008).

La Badea (*P. quadrangularis*) contiene un gran porcentaje de serotonina que contribuye al buen funcionamiento del sistema nervioso y por ende alivia problemas como la ansiedad, el insomnio, la obesidad y fuertes dolores de cabeza (migrañas), contiene grandes cantidades de vitamina E, esencial para mantener y cuidar la piel y mejorar el funcionamiento del aparato digestivo, la gran cantidad de hierro ayuda a combatir enfermedades como la anemia, así como la vitamina A ayuda a prevenirla, ideal para que sea consumida por los niños, ya que su carne tiene calcio, que protege y fortalece sus huesos. Su contenido de fósforo contribuye con un buen desarrollo mental, también posee en menor cantidad la vitamina C, que previene resfriados y gripes (Galarraga, 2013).

La badea contiene un aroma especial, su pulpa constituida por semillas provista de un arilo superficial, contiene un sabor agridulce, con un aroma agradable, se consume en fresco en toda la costa de Colombia, los frutos pertenecientes a esta familia son utilizados en platos y pasabocas (Arrazola, 2004).



**Figura 1.** (*Passiflora quadrangularis*) (Fuente: Morton, 2008)

## **2.2 PRODUCCIÓN EN CÓRDOBA Y COLOMBIA**

A nivel nacional en el 2007 se determinó un área total correspondiente a 58 hectáreas de badea sembrada, obteniendo un rendimiento para ese mismo año de 15035 toneladas de fruta por cada hectárea (Guía ambiental hortofrutícola de Colombia, 2009).

En el país se han establecido cuatro regiones competitivas de la cadena productiva. Estas son la región Tolima-Huila, occidente, central y Eje Cafetero. El 45% de la producción nacional de estas frutas procede del departamento del Huila. La Badea tuvo una producción total de 793,5 toneladas en ese departamento durante el 2011, y una superficie sembrada de 87,3 hectáreas ese mismo año (Garay, 2011). La badea es una fruta primitiva de cultivo relativamente sencillo que constituye una alternativa viable para agricultores de pequeña y mediana escala, como también para empresas con visión agroindustrial (Peña, 2013).

## **2.3 PROPIEDADES TERMOFÍSICAS**

Las propiedades termo físicas son parámetros importantes en la descripción de la transferencia de calor durante el calentamiento de alimentos sólidos, suscitando grandes ventajas en los costos energéticos, la calidad y la seguridad del alimento (Feyissa, 2011; Hassan y Ramaswamy, 2011).

Las propiedades térmicas de frutas y vegetales son necesarias para calcular la rapidez de calentamiento o enfriamiento en procesos o para estimar las cantidades de calor requeridas en los procesos como: escaldado, pasteurización, evaporación, fritura, refrigeración, congelación, esterilización, secado entre otra, en los cuales hay intercambio de energía y masa (Alvis et al., 2009).

Las propiedades termofísicas, como conductividad térmica, la difusividad térmica, el calor específico y la densidad, se pueden determinar de acuerdo a la composición bromatológica de la Badea, empleando los modelos mostrados en la Tabla 4. El modelo matemático más utilizado para conocer las propiedades termofísicas es el desarrollado por Choi y Okos (1985) basado en la temperatura, en un rango de - 40°C a 150°C, y la composición que tiene el alimento de humedad, proteína, grasa, fibra, carbohidratos y cenizas.

**Tabla 4 .** Modelos usados por Choi y okos (1985)

Calor Específico ( $C_p$ )	$C_p = \sum (C_{p_i} X_i)$
Conductividad Térmica ( $K$ )	$K = \sum (K_i X_i)$
Difusividad Térmica ( $\alpha$ )	$\alpha = \frac{k}{\rho * C_p}$
Densidad ( $\delta$ )	$\delta = \frac{1}{\sum \frac{X_i}{\delta_i}}$

(Fuente: Alvis et al., 2012)

En la Tabla 4,  $X_i$  es la fracción peso del componente  $i$ ,  $\rho_i$  es la densidad del componente  $i$  puro.

## 2.4 COLOR

La determinación del color del fruto de Badea ha sido poco investigada de manera objetiva y con métodos cuantitativos comparada a otros productos agrícolas. La colorimetría es un método físico no destructivo muy utilizado para determinar el color

de una muestra. Para medir el color se utiliza un instrumento calibrado denominado colorímetro o un espectrofotómetro que también permite obtener la curva espectral. La función del colorímetro, en el caso de un producto vegetal, es describir de una manera cuantitativa la coloración de la epidermis. Existen diferentes modelos propuestos para facilitar la especificación de objetos en colores de una forma estándar. Los diferentes modelos plantean un sistema de coordenadas tridimensional en el cual se define un sub espacio donde cada color queda definido por un punto único (Carvajal et al., 2011).

El modelo CIELAB se basa en la respuesta de los observadores patrones (estándares) a un estímulo luminoso, es decir, trata de imitar la respuesta humana promedio a las longitudes de onda de la luz y cómo una persona promedio ve el color a través del espectro visible. Este modelo ha sido muy utilizado para el control de calidad de otros productos en la industria de textiles, de pinturas, de alimentos y en otras frutas y hortalizas, debido a su facilidad de diferenciar el color de la muestra con el color patrón o estándar. En este modelo, el espacio de color es un sistema coordinado cartesiano definido por tres coordenadas rectangulares ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) de magnitudes adimensionales. La coordenada acromática  $L^*$  es la luminosidad o claridad y representa si un color es oscuro, gris o claro, variando desde cero para un negro hasta 100 para un blanco. Las coordenadas cromáticas  $a^*$  y  $b^*$  forman un plano perpendicular a  $L^*$ . La coordenada  $a^*$  corresponde a rojo si  $a^* > 0$ , o a verde si  $a^* < 0$ . La coordenada  $b^*$  corresponde al amarillo si  $b^* > 0$ , y al azul si  $b^* < 0$ . Un espacio de color similar a CIE  $L^*a^*b^*$  es el CIE  $L^*C^*h^*$ , el cual usa coordenadas cilíndricas en lugar de coordenadas rectangulares. El valor de luminosidad  $L^*$  es el mismo, y las coordenadas croma ( $C^*$ ) y ángulo de tonalidad ( $h^*$ ) se definen usando las ecuaciones 1 y 2 (Carvajal et al., 2011)

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2} \quad 1$$

$$h^* = \tan^{-1}(a^*/b^*) \quad 2$$

El croma  $C^*$  también se conoce como saturación y expresa la separación al centro (eje de claridad  $L^*$ ) del sistema tridimensional de color. El tono angular  $h^*$  expresa el color básico de un objeto (rojo, violeta, azul, verde, amarillo, naranja, o púrpura). Para

estímulos cromáticos varía entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$  y para estímulos acromáticos es una magnitud no definida ( $a^*=0$ ,  $b^*=0$ ).

Cuando la luz alcanza una superficie, parte de ésta penetra en ella, pudiendo ser absorbida, dispersada o, incluso si la capa es lo bastante delgada, transmitida. Sin embargo, parte de la luz incidente se ve reflejada por la superficie. La distribución angular de esta luz depende de la naturaleza de la superficie y la luz que se refleja en un ángulo opuesto al de la luz incidente, se llama reflectancia especular. La reflectancia ha sido definida como porcentaje de luz reflejado de un objeto. Los espectrofotómetros miden la reflectancia (%) a varios intervalos de longitudes de onda en el espectro visible (400 a 700 nm) para determinar la curva espectral o “huella digital” del color (Carvajal et al., 2011).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE ESTUDIO**

La presente investigación es de tipo experimental

#### **3.2 UNIVERSO DE ESTUDIO**

La población objeto de estudio está representada por las plantaciones silvestres de badea (*Passiflora quadrangularis*), este material vegetal se recolectó a partir de los frutos propios obtenidos de una finca localizada en el corregimiento de Mateo Gómez, Departamento de Córdoba, con dos estados de madurez aptos para el procesamiento o consumo en fresco (Aproximadamente del 80 y 95%).

#### **3.3 LOCALIZACIÓN**

La investigación se llevó a cabo en 2 laboratorios de investigación, el primero de ellos es el de “Procesos y Agroindustria de Vegetales “GIPAVE”, adscrito al Programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Córdoba sede Berástegui ubicada en el kilómetro 10 vía Cereté - Ciénaga de Oro del departamento de Córdoba, con una temperatura promedio de 29 °C, 86 % de humedad relativa y 20 m.s.n.m. con precipitación promedio de 1200 mm anuales, enmarcada geográficamente entre los 8° 31’ de longitud norte y 75° 58’ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, el segundo es el laboratorio de CORPOICA que es una Corporación mixta, de derecho privado, ubicado en el km 13 vía Montería Cerete del departamento de Córdoba, con una

temperatura promedio de 29,7 °C, 83% de humedad relativa y 12 m.s.n.m. con precipitación media de 1.320 mm anuales (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

### **3.4 VARIABLES E INDICADORES**

#### **3.4.1. Variables independientes.**

Se tomaron dos estados de madurez del fruto que correspondieron a:

- 80% de madurez
- 95% de madurez
- 100% de madurez (para parámetros colorimétricos).

#### **3.4.2 Variables dependientes**

- Características Bromatológicas (Humedad, Proteínas, grasa, fibra, cenizas, azúcares reductores, carbohidratos totales y energía).
- Características fisicoquímicas: (Diámetro , longitud , peso, rendimiento, acidez, S.S.T, pH e índice de madurez )
- Propiedades térmicas (capacidad calorífica (Cp.), densidad ( $\rho$ ), conductividad térmica (K) y difusividad térmica ( $\alpha$ ))
- Parámetros colorimétricos (Luminosidad (L\*), Variación entre verde y rojo (a\*), variación entre azul y amarillo (b\*), saturación del color (C\*) y ángulo de tonalidad (h\*))

## **3.5 PROCEDIMIENTO**

### **3.5.1 Recolección:**

En la recolección se seleccionaron badeas enteras, duras, exteriormente secas, limpias sin manchas, grietas, huellas de ataques de plagas o enfermedades y de varias plantas al azar en cantidades iguales y con las cuales se hicieron homogenizaciones posteriormente, tomando en cuenta distintos parámetros para asegurar la uniformidad de estas; no estar magulladas, forma ovoide alargada, tamaño uniforme y color (amarillo: 80% y verde: 20%) Para el caso del estado de madurez del 80% y (amarillo: 95% y verde: 5%) Para el caso del estado de madurez correspondiente al 95%. En el anexo A se muestran las badeas que se seleccionaron en cada evaluación.

### **3.5.2 Lavado de la fruta**

Se realizó por inmersión en agua potable y usando una solución de hipoclorito de sodio al 5% como agente germicida durante 60 segundos, dejando secar a temperatura ambiente.

### **3.5.3 Extracción de la pulpa y jugo**

La extracción de la pulpa se realizó de forma manual seccionando la fruta por el centro para obtener dos partes, extrayendo la pulpa de cada badea seleccionada y vaciándola en un recipiente. En el anexo B se muestran evidencias del procedimiento.

Para la extracción del jugo se mezcló la pulpa para facilitar la extracción del jugo con la ayuda de una batidora manual, luego se extrajo el jugo de la pulpa, evitando la presencia de partículas sólidas (Semillas y fibra), por medio de un filtrado, se trató de desperdiciar lo menos posible los componentes de cada badea de tal forma que se pudiera calcular el rendimiento de la pulpa.

Luego de obtener la totalidad de la pulpa homogenizada y filtrada se procedió a tomar el 100% de las muestras de todas las evaluaciones (caracterización bromatológica, fisicoquímica, termofísica y colorimétrica) a realizar en dos recipientes (1 para cada estado de estado de madurez) de tal forma que se pudiera garantizar la homogeneidad de los resultados, (ver Anexo C).

### 3.6 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

En la Tabla 5 se muestran los métodos utilizados en la consecución de los parámetros bromatológicos de la pulpa de badea (*Passiflora quadrangularis*) en los dos estados de maduración determinados en este estudio.

**Tabla 5.** Métodos y normas utilizados en la caracterización bromatológica de la Badea (*Passiflora quadrangularis*)

<b>Determinación</b>	<b>Método</b>	<b>Norma</b>
(%)Humedad	Secado por estufa	(ISO 6496 )
(%)Proteínas	Volumétrico , micro Kjeldahl	(AOAC 960,52 y 2001,11)
(%)Grasa	Gravimétrico, extracción con Solvente: Hexano	(AOAC 2003,06)
(%)Fibra	Filtración intermedia	(ISO 6865-NTC 5122)
(%)Cenizas	Secado por Mufla	( AOAC 942,05)
(%)Azucares reductores	Método de ácido dinitrosalicílico (DNS)	
(%)Carbohidratos totales	Por diferencia	
Energía (Kcal)	Factores de conversión de Atwater	

Las calorías se calcularon utilizando los factores de conversión de Atwater, como se muestra en la ecuación 3

$$\text{Calorias} \left( \frac{\text{Kcal}}{100\text{g}} \right) = (4 * \%pro.) + (9 * \%gra.) + (4 * \%CHOS) \quad 3$$

Mientras que los carbohidratos totales fueron obtenidos mediante diferencia de los datos obtenidos en el análisis proximal, tal como se muestra en la ecuación 4

$$(\%)CHOS = 100 - (\%)Hum. - (\%)Pro. - (\%)Gra. - (\%)Fib. - (\%)Cen. \quad 4$$

### **3.7 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS**

#### **3.7.1 Tamaño y peso**

Se midió utilizando un calibrador de Vernier tomando como referencia dos medidas, una horizontal y el diámetro, para cada una de las tres muestras, de igual manera se le registró el peso de cada muestra en g en una balanza digital.

#### **3.7.2 Determinación del rendimiento de la pulpa**

En la determinación del rendimiento de la pulpa se procedió a sumar los pesos totales de la estructura de las badeas utilizadas, y a relacionar el peso de la pulpa sin semillas con el peso total de los frutos enteros, tal como se ve en la ecuación 5:

$$\text{Rendimiento} = \frac{P \text{ final}}{P \text{ inicial}} * 100 \quad 5$$

En la Tabla 6 se resumen los métodos usados en la obtención de los parámetros químicos de este estudio

**Tabla 6.** Métodos y normas utilizados en la caracterización química de la Badea (*Passiflora quadrangularis*)

<b>Determinación</b>	<b>Método</b>	<b>Norma</b>
% Acidez ( % Ácido cítrico)	Titulación	(942.15/90 de la A.O.A.C adaptado)
S.S.T (° Brix)	Refractométrico	(A.O.A.C. (1990) y (NTC 4086, 1996)
Ph	Potenciométrico	(A.O.A.C 981.12 )
Índice de Madurez	Cociente entre S.S.T y Acidez (Galvis, 1992)	

Cabe aclarar que los S.S.T se calcularon según el método 932.12 de la A.O.A.C. (1990), con corrección de temperatura y corrección por acidez (NTC 4086, 1996) por medio de la ecuación 6:

$$S.S.T \text{ Corregidos} = 0.194A + S.S.T \quad 6$$

En el anexo D se puede observar evidencias fotográficas de cada procedimiento realizado.

### 3.8 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS

Las características termofísicas (difusividad y conductividad térmica, el calor específico y la densidad de la Badea (*Passiflora quadrangularis*)), se determinaron conforme al promedio los datos bromatológicos de la badea obtenidos, para ello, se usaron los modelos propuestos por Choi y okos (1985) y se digitaron en Microsoft Excel de tal forma que se pudieran obtener estos valores ingresando la temperatura (°C) y los datos

bromatológicos ((%)Humedad, (%)Proteínas, (%)Grasa, (%)Fibra y (%) Cenizas), esto se hizo teniendo en cuenta ambos estados de maduración (80 y 95%) análogamente, se ingresaron estos datos bromatológicos en el software DEPROTER (Alvis et al., 2012) con el objetivo de comparar ambas alternativas.

### **3.9 DETERMINACION DE PARAMETROS DE COLOR MEDIANTE COLORIMETRO COLORFLEX EZ 45 (HUNTERLAB®).**

Los parámetros de color, Luminosidad ( $L^*$ ), variación entre verde y rojo ( $a^*$ ), variación entre azul y amarillo ( $b^*$ ), saturación del color ( $C^*$ ) y ángulo de tonalidad ( $h^*$ ) se midieron con un colorímetro Colorflex EZ 45 (HunterLab®) (Ver Anexo E). El colorímetro se calibró con un plato de cerámica estándar de color verde y blanco estándar antes de su lectura.

### **3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones para cada variable medida en escala de razón (cuantitativa), se realizó una prueba de t- student con un nivel de confianza del 95% usando el software “STATGRAPHICS Centurión XV” para determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas en las características bromatológicas, fisicoquímicas, termofísicas y colorimétricas, para los dos estados de madurez (80 y 95%).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA BADEA (*Passiflora quadrangularis*)

En la Tabla 7 se muestran los datos resumidos obtenidos del análisis proximal ejecutado en la pulpa de la Badea (*Passiflora quadrangularis*) sin semillas y en los dos estados de maduración estudiados (80% y 95%)

**Tabla 7.** Parámetros bromatológicos de la Badea en dos estados de madurez (80 y 95%)

COMPONENTES	ESTADO DE MADURACIÓN		
	80%	95%	t-Stu.
(%) Humedad	84,774 ± 0,0629 <sup>a</sup>	83,641 ± 0,0683 <sup>b</sup>	SIGN.
(%) Proteínas	1,44068 ± 0,0653 <sup>a</sup>	1,43187 ± 0,020233 <sup>a</sup>	N.S
(%) Grasa	0,2360 ± 0,00656 <sup>a</sup>	0,07247 ± 0,02846 <sup>b</sup>	SIGN.
(%) Fibra	0,2558 ± 0,01462 <sup>a</sup>	0,1745 ± 0,01394 <sup>b</sup>	SIGN.
(%) Cenizas	0,8557 ± 0,03510 <sup>a</sup>	1,92056 ± 0,1530 <sup>b</sup>	SIGN.
(%) Azúcares reductores	2,656 ± 0,119 <sup>a</sup>	2,95 ± 0,237 <sup>a</sup>	N.S
(%) CHOS totales	12,4374 ± 0,08338 <sup>a</sup>	12,7586 ± 0,1869 <sup>a</sup>	N.S
Energía (Kcal/100g)	57,636	57,414	

#### **4.1.1 Análisis de Humedad**

La humedad presente en la pulpa de la badea (*Passiflora quadrangularis*) presentó un valor promedio de  $84,774 \pm 0,0629\%$  para el 80% de maduración y  $83,641 \pm 0,0683\%$  para el 95% de maduración, con coeficientes de variación de 0,074% y 0,0812 % respectivamente, teniendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos según la prueba t-student con ( $p < 0,05$ ). Carvajal (2014) determinó un valor muy similar del porcentaje de humedad de la badea (85,51%), de igual forma la tabla de composición de alimentos colombianos (1980), el cual establece un parámetro de 87,9% de humedad para el fruto.

#### **4.1.2 Análisis de Proteínas**

Los porcentajes de proteínas en la pulpa de la badea (*Passiflora quadrangularis*) presentaron valores de  $1,44068 \pm 0,0653\%$  y  $1,43187 \pm 0,0202\%$  para estados de maduración de 80% y 95% respectivamente, con coeficientes de variación de 4,535% y 1,413%, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos porcentajes de maduración de acuerdo a la prueba t-student con ( $p > 0,05$ ). De acuerdo a la tabla de composición de alimentos colombianos (1980), la badea posee un porcentaje de proteínas correspondiente a 0,9% valores que coinciden exactamente a los determinados por el instituto de nutrición de Centroamérica y panamá (2012).

#### **4.1.3 Análisis de Grasa**

Los resultados para la grasa de la pulpa de badea fueron  $0,2360 \pm 0,00656\%$  y  $0,07247 \pm 0,02846\%$ , para porcentajes de maduración de 80% y 95% respectivamente, con coeficientes de variación de 2,782% y 39,2%, valores amplios y heterogéneos. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos estados de maduración según la

prueba t-student con ( $p < 0,05$ ). Los valores de grasa en un porcentaje de maduración del 80% son iguales a los obtenidos por el Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá (2012), quienes obtuvieron un 0,2% para la badea, este valor también es semejante al descrito en la tabla de composición de alimentos colombianos (1980) (0,2%) y el aportado por Arrazola (2005). El dato correspondiente al porcentaje de grasa de la badea en un 95% de Madurez es similar al 0,08% suministrado por Carvajal (2014).

#### **4.1.4 Análisis de fibra**

Los valores obtenidos para la fibra corresponden a  $0,2558 \pm 0,01462\%$  y  $0,1745 \pm 0,01394\%$ , para estados de madurez de 80% y 90%, con coeficientes de variación de 5,716% y 7,986%, valores amplios y heterogéneos, con diferencias estadísticamente significativas entre ambos estados de maduración según la prueba t-student con ( $p < 0,05$ ). De acuerdo a la tabla de composición de alimentos colombianos (1985) el valor de fibra para la badea es insignificante y no se toma en cuenta, sin embargo en lo reportado por Carvajal (2014) este valor es de 2,66%.

#### **4.1.5 Análisis de Cenizas**

El porcentaje de cenizas obtenidos en los estados de maduración estudiados son  $0,8557 \pm 0,03510\%$  y  $1,92056 \pm 0,1530\%$  respectivamente, con porcentajes de variación de 4,102% y 7,967%, valores amplios y heterogéneos. La comparación de ambos estados de maduración con respecto al porcentaje de cenizas presentó diferencias estadísticamente significativas según la prueba de t-student con ( $p < 0,05$ ). Los valores obtenidos en porcentaje de cenizas de la badea en un 80% de maduración son iguales a los presentados por el Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá (2012) de un 0,9% y a los de la tabla de composición de alimentos colombianos (1985), según Carvajal (2014) este valor corresponde a 0,56%.

#### **4.1.6 Análisis de azúcares reductores**

Los azúcares reductores no presentaron diferencias estadísticamente significativa según la prueba de t-student con ( $p > 0,05$ ), resultando en un valor de  $2,656 \pm 0,119\%$  para el estado de maduración 80% y  $2,95 \pm 0,237\%$  para un 95% de madurez, con coeficientes de variación de 4,508% y 8,045% , valores amplios y heterogéneos. De acuerdo a Sema (2006) este contenido está en un rango de (3-3,8%) en la badea, valores que coinciden con los obtenidos para un 95% de maduración en este estudio.

#### **4.1.7 Análisis de carbohidratos totales**

Los carbohidratos totales obtenidos fueron  $12,4374 \pm 0,08338\%$  y  $12,7586 \pm 0,1869\%$ , para estados de maduración de 80 y 95% respectivamente, con coeficientes de variación de 0,670% y 1,465%, sin presentar diferencias estadísticamente significativas en ambos estados de madurez mediante la prueba de t-student con ( $p > 0,05$ ). De acuerdo a la tabla de composición de alimentos colombianos (1985), el Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá (2012) y Arrazola (2004) este porcentaje para la badea es de 10,1% en promedio, sin embargo según Carvajal (2014) este porcentaje es de 13,22%.

#### **4.1.8 Análisis de Calorías en la pulpa de Badea**

Se obtuvo un aporte calórico promedio de 57,636 kCal /100g de pulpa de badea en 80% de maduración y de 57,414 kCal/100g de pulpa de badea en 95% de maduración. Estos valores fueron muy similares a los aportados por Carvajal (2014) quien determino un valor de 56,1 KCal/100g de pulpa. De acuerdo a la tabla de composición de alimentos colombianos (1985) la badea tiene un aporte calórico de 41 Kcal/100g, valor similar al aportado por el Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá (2012) con 44 kCal/100g.

#### 4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA BADEA (*Passiflora quadrangularis*)

En la Tabla 8 se muestran los datos obtenidos correspondientes a los parámetros físicoquímicos de la badea en los dos estados de maduración estudiados.

**Tabla 8.** Características físicoquímicas del fruto de Badea (*Passiflora quadrangularis*) en dos estados de maduración.

Parámetros	ESTADO DE MADURACIÓN		t-Stu
	80%	95%	
Diámetro (cm)	10,833 ± 0,351 <sup>a</sup>	11,733 ± 1,234 <sup>a</sup>	N.S
Longitud (cm)	22,4 ± 0,866 <sup>a</sup>	23,466 ± 0,896 <sup>a</sup>	N.S
Peso (g)	992,8 ± 17,630 <sup>a</sup>	948 ± 16,462 <sup>b</sup>	SIGN.
Rendimiento (%)	12,985	12,269	
% Acidez (% ácido cítrico)	2,005 ± 0,034 <sup>a</sup>	1,173 ± 0,034 <sup>b</sup>	SIGN.
S.s.t (°brix)	10,822 ± 0,252 <sup>a</sup>	12,727 ± 0,1 <sup>b</sup>	SIGN.
pH	3,507 ± 0,005 <sup>a</sup>	3,907 ± 0,0252 <sup>b</sup>	SIGN.
Índice de madurez	5,397	10,847	

Los frutos de Badea (*Passiflora quadrangularis*) presentaron un diámetro mayor promedio de 10,833 ± 0,351 cm con un coeficiente de variación de 3,241 % y 11,733 ± 1,234 cm con un coeficiente de variación de 10,519%, valores estrechos y homogéneos según la prueba t-student realizada con (p<0,05), para ambos estados de maduración (80% y 95% respectivamente). Sema (2006) determinó valores para el diámetro de la badea muy similares, estableciendo un rango de (10cm -12cm).

Los valores obtenidos para la longitud fueron  $22,4 \pm 0,866$  cm (80% de maduración) y  $23,466 \pm 0,896$  cm (95% de maduración), con coeficientes de variación de 3,866% y 3,819%, mediante el análisis t-student con ( $p < 0,05$ ) se determinó que estadísticamente no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la longitud de ambos frutos. Los datos de longitud obtenidos están dentro del rango calculado por Sema (2006) (20cm -30 cm). El peso de los frutos presentó diferencias significativas de acuerdo a la prueba de t-student, tal como se ve en el Tabla 8, siendo menor en el porcentaje de maduración de 95%.

El rendimiento es un factor que varía mucho entre diversas frutas e incluso entre las mismas variedades, en este caso se calculó teniendo en cuenta solo la pulpa (Sin cascara, ni semillas), obteniendo un valor de 12,985 % para la badea en estado de maduración de 80% y 12,269% para el estado de maduración del 95%, (ver Tabla 8).

#### **4.2.1 Análisis del %Acidez**

Los datos obtenidos del % Acidez en base al ácido cítrico de la pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*) se muestran en la Tabla 8, con coeficientes de variación de 1,842% y 3,149% para estados de madurez de 80 y 95% respectivamente. Estos resultados reflejan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de t-student con ( $p < 0,05$ ), como consecuencia del desarrollo del fruto. El porcentaje de acidez resulto ser más alto en el estado de maduración (80%) y un 41,5% más bajo en el segundo estado de maduración (95%). Arrazola (2005) determinó un valor similar del % Acidez de 0,6% para la badea, si se tiene en cuenta un porcentaje de maduración del 95%. Zambrano (2012) calculó un % Acidez para la badea (*Passiflora quadrangularis*) de 1,38% para frutos maduros y 1,05% para una badea sobremadura, valores que son muy parecidos a los determinados en un 95% de maduración de la fruta.

#### **4.2.2 Análisis de solidos solubles totales**

En la Tabla 8 se muestran los valores en °Brix de la pulpa sin semillas de la badea ( $10,822 \pm 0,252$  y  $12,727 \pm 0,1$ ), en los dos estados de maduración que son consumidos normalmente (80% - 95%), presentando coeficientes de variación de 2,412% y 0,8% respectivamente y existiendo diferencias estadísticamente significativas según la prueba de t-student con ( $p < 0,05$ ) entre ambos grados de madurez, siendo el estado de madurez (95%) el de mayor contenido de solidos solubles como efecto del desarrollo del fruto. Estos valores son similares a los obtenidos por Arrazola (2005), según el cual la badea tiene un contenido de solidos solubles de 8,53 °Brix (Teniendo en cuenta un 80% de maduración), sin embargo Sema (2006) determina °Brix para la badea en un rango de (16-18) °Brix.

#### **4.2.3 Análisis de pH**

Los pH resultantes en el análisis fisicoquímico fueron  $3,507 \pm 0,005$  para el fruto en su 80% de maduración y  $3,907 \pm 0,0252$  para el 95% de maduración, con coeficientes de variación de 0,164 % y 0,644% respectivamente, dando como resultado diferencias estadísticamente significativas entre estas, estos valores coinciden con la disminución de la acidez entre ambos estados de madurez. Estos resultados fueron diferentes al comparar con Arrazola (2005) quien obtuvo un valor promedio de 5,4 para el pH y con Zambrano (2012) el cual obtuvo un valor de 5,3 para una badea sobremadura.

#### **4.2.4 Análisis del índice de madurez**

El índice de madurez fue de 5,397 (Estado de madurez 80%) y 10,847 (Estado de madurez 95%), datos que son directamente proporcionales al aumento de los sólidos solubles totales e inversamente proporcionales al comportamiento del porcentaje de acidez, el cual disminuyó. El índice de madurez es una variable que está sujeta al tiempo de cosecha y a factores del medio ambiente pero esto se puede controlar a nivel

industrial, realizando correcciones de sólidos solubles y porcentaje de acidez, ya sea evaporando o agregando un azúcar.

#### 4.3 CARACTERIZACIÓN TERMOFÍSICA DE LA BADEA (*Passiflora quadrangularis*)

En la Tabla 9 se muestra en resumen los datos promedios correspondientes a las características termofísicas de la pulpa de badea en los dos estados de madurez estudiados (80 % y 95%), calculados mediante los modelos propuestos por (Choi y Okos 1985) y teniendo en cuenta los resultados bromatológicos obtenidos en este estudio a una temperatura ambiente constante de 27°C.

**Tabla 9.** Parámetros Termofísicos de la Pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*) en dos estados de maduración (80% y 95%) calculados con CHOI Y OKOS (1985).

CHOI Y OKOS (1985)	ESTADO DE MADURACIÓN		
	80%	95%	t-Stu
Calor Específico (Cp) (J/Kg°K)	3789,089 ± 2,006 <sup>a</sup>	3754,039 ± 2,065 <sup>b</sup>	SIGN.
Conductividad Térmica (K) (W/m°C)	0,556 ± 0,0002 <sup>a</sup>	0,554 ± 0,0002 <sup>b</sup>	SIGN.
Difusividad Térmica (α) (m <sup>2</sup> /s)	1,394E-07 ± 2,557E-11 <sup>a</sup>	1,390E-07 ± 4,297E-11 <sup>b</sup>	SIGN.
Densidad (δ) (kg/m <sup>3</sup> )	1053,038 ± 0,411 <sup>a</sup>	1061,353 ± 0,517 <sup>b</sup>	SIGN.

Se pudo determinar diferencias estadísticamente significativas en ambos estados de maduración (80% y 90%) para todas las variables termofísicas calculadas (Calor

Específico (Cp), Conductividad Térmica (K), Difusividad Térmica ( $\alpha$ ) y Densidad ( $\delta$ ), teniendo en cuenta la prueba de t-student con ( $p < 0,05$ ) para todas las variables.

En la Tabla 10 Se muestra en resumen los datos promedios correspondientes a las características termofísicas de la pulpa de badea en los dos estados de madurez estudiados (80 % y 95%), calculados mediante el software DEPROTER (Alvis et al., 2012) y teniendo en cuenta los resultados bromatológicos obtenidos en este estudio a una temperatura ambiente constante de 27°C.

**Tabla 10.** Parámetros Termofísicos de la Pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*) en dos estados de maduración (80% y 95%) calculados con DEPROTER (Alvis et al., 2012)

DEPROTER (Alvis et al., 2012)	ESTADO DE MADURACIÓN		
	80%	95%	t-Stu
Calor Específico (Cp) (J/Kg°K)	3789,101 ± 1,006 <sup>a</sup>	3752,039 ± 2,678 <sup>b</sup>	SIGN.
Conductividad Térmica (K) (W/m°C)	0,556 ± 0,0013 <sup>a</sup>	0,555 ± 0,0019 <sup>b</sup>	SIGN.
Difusividad Térmica ( $\alpha$ ) (m <sup>2</sup> /s)	1,394E-07 ± 1,998E-11 <sup>a</sup>	1,390E-07 ± 2,444E-11 <sup>b</sup>	SIGN.
Densidad ( $\delta$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	1053,002 ± 0,114 <sup>a</sup>	1060,258 ± 0,633 <sup>b</sup>	SIGN.

De igual forma se determinaron diferencias estadísticamente significativas en ambos estados de maduración (80% y 90%) para todas las variables termofísicas calculadas (Calor Específico (Cp), Conductividad Térmica (K), Difusividad Térmica ( $\alpha$ ) y Densidad ( $\delta$ )), teniendo en cuenta la prueba de t-student con ( $p < 0,05$ ) para todas las variables.

Al comparar los valores promedios obtenidos de la ecuación de Choi y Okos (1985) para la difusividad y conductividad térmica, el calor específico y la densidad de la Badea (*Passiflora quadrangularis*),  $1.39259 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.5552 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $3771,5644 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  y  $1057,1957 \text{ kg m}^{-3}$  respectivamente, con los obtenidos mediante el software DEPROTER (Alvis et al., 2012),  $1,39 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $0,5555 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $3770,57 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  y  $1056,63 \text{ kg m}^{-3}$ , notamos que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos. De igual forma al comparar ambos con los parámetros termofísicos de la maracuyá (*Passiflora edulis, flavicarpa Degener. Var. Amarilla*), determinados por Salamanca (2010), con valores de  $1.4 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.57 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $3810 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  y  $1037 \text{ kg m}^{-3}$ , notamos que hay diferencias mínimas entre dos tipos de *Passiflora*.

En definitiva, se llevó a cabo un promedio de las propiedades termofísicas usando los resultados de las dos metodologías, de tal forma que se pudiera establecer un parámetro general para la pulpa de la badea (*Passiflora quadrangularis*), este parámetro se muestra en la Tabla 11, mostrada a continuación.

**Tabla 11.** Promedio general de los parámetros termofísicos de la badea (*Passiflora quadrangularis*).

<b>PROMEDIO GENERAL PARÁMETROS TERMOFÍSICOS DE LA BADEA</b>	
Calor Específico (Cp) (J/kg°K)	3771,067229
Conductividad Térmica (K) (W/m°C)	0,55525
Difusividad Térmica ( $\alpha$ ) ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	1,3923E-07
Densidad ( $\delta$ ) ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1056,912888

Actualmente no se pueden encontrar muchos resultados de análisis termofísico en la Badea, los resultados obtenidos en esta investigación, ayudan a mejorar características fisicoquímicas y organolépticas de productos procesados tales como mermeladas y

compotas, evitando la cristalización de los azúcares mediante la acción de altas temperaturas.

El conocimiento de los parámetros termofísicos en frutos promisorios para la agroindustria, es necesario para el modelaje, optimización y diseño de los procesos y equipos de procesamiento en las operaciones basadas en tratamientos térmicos tales como secado, tostado, enfriamiento o congelación.

#### 4.4 CARACTERIZACIÓN DEL COLOR DE LA BADEA (*Passiflora quadrangularis*)

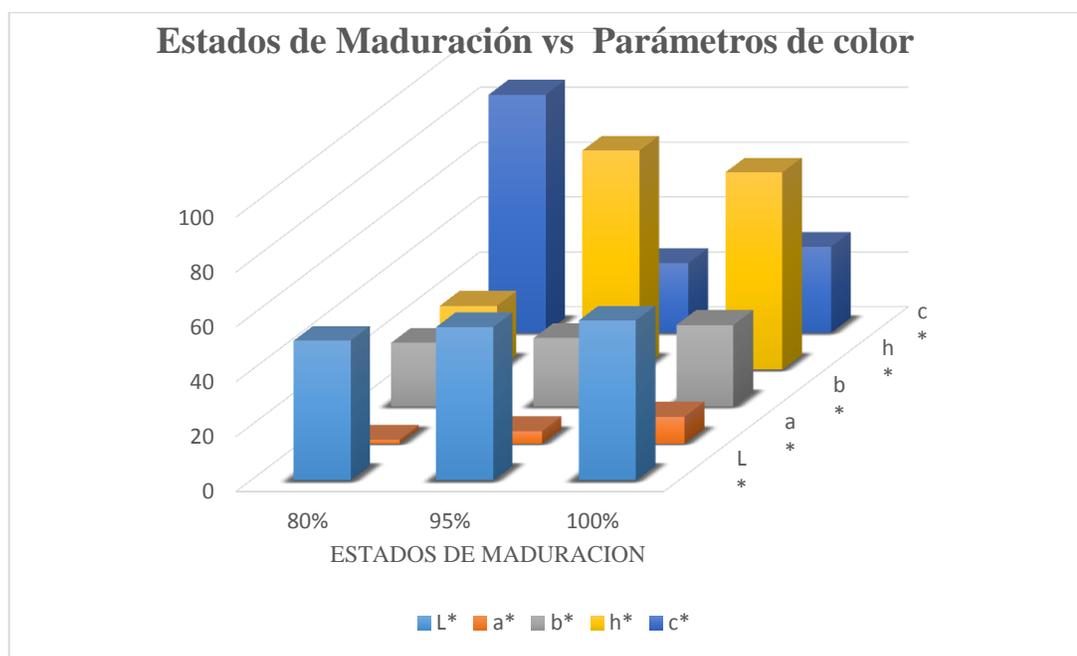
En la Tabla 12 se muestran los parámetros de color obtenidos en este estudio.

**Tabla 12.** Parámetros de color en la pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*), en dos estados de maduración (80 y 95%).

Parámetro	ESTADO DE MADURACIÓN			
	80%	95%	PATRON (100%)	t-Stu
<b>L*</b>	50,88 ± 0,03 <sup>b</sup>	55,87 ± 0,0152 <sup>a</sup>	58,234 ± 0,0058 <sup>c</sup>	SIGN.
<b>a*</b>	1,34 ± 0,006 <sup>a</sup>	4,483 ± 0,0153 <sup>b</sup>	9,757 ± 0,0153 <sup>c</sup>	SIGN.
<b>b*</b>	23,19 ± 0,01 <sup>a</sup>	24,95 ± 0,0252 <sup>b</sup>	29,7 ± 0,0173 <sup>c</sup>	SIGN.
<b>h*</b>	23,23 ± 0,0153 <sup>a</sup>	79,82 ± 0,0416 <sup>b</sup>	71,81 ± 0,01 <sup>c</sup>	SIGN.
<b>c*</b>	86,7 ± 0,01 <sup>a</sup>	25,347 ± 0,0252 <sup>b</sup>	31,26 ± 0,01 <sup>c</sup>	SIGN

Los cambios en los parámetros de color en la pulpa de diferentes frutos de Badea (*Passiflora quadrangularis*) son debido principalmente al índice de madurez, en el caso de los parámetros de Luminosidad (L\*), Variación entre verde y rojo (a\*), variación entre azul y amarillo (b\*), saturación del color (C\*) y ángulo de tonalidad (h\*), se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos y estados de maduración, incluyendo el patrón ( Estado de maduración del 100%), teniendo en

cuenta la prueba t-student realizada con un 95% de confiabilidad. La grafica 1 muestra la distribución de los parámetros obtenidos con respecto a cada estado de maduración.



**Grafica 1.** Parámetros de color en la pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*), en dos estados de maduración (80 y 95%).

La Grafica 1 presenta valores ascendentes para el parámetro de luminosidad ( $L^*$ ), que va de 50,88 en el estado de maduración inferior (80%) a 58,234 en el máximo estado de maduración, lo que representa un descenso en la coloración oscura de la pulpa de badea. Por otro lado la variaciones entre verde y rojo ( $a^*$ ) y entre azul y amarillo ( $b^*$ ) (Ver Tabla 12) también ascendieron a medida que maduró el fruto, siendo ambas mayores que cero, lo que significa un aumento en los colores rojo y amarillo en la pulpa a medida que aumentaba el nivel de maduración. La saturación del color ( $C^*$ ) disminuyó a medida que aumento el grado de maduración (De 86,7 hasta 31,26) contrariamente al Angulo de tonalidad, el cual ascendió para pulpas en mayor estado de maduración.

En la Figura 2 se muestran de acuerdo a la aplicación “COLOR TOOL” desarrollada por Herve Lyaudet, las diferencias en los colores de la pulpa en cada estado de maduración, observables por el ojo humano. Para la obtención de estos colores se procedió a

introducir los parámetros L\*, a\* y b\* promedios de cada estado de maduración, obtenidos mediante el colorímetro Colorflex EZ 45 (HunterLab®).



**Figura 2.** Color observable de la pulpa de Badea (*Passiflora quadrangularis*), en tres estados de maduración (80, 95% y 100%).

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ Los análisis bromatológicos mostraron que los frutos de badea presentaron su máximo contenido de humedad en el estado de maduración de (80%) y un 1,13% menos de humedad en las frutas con 95% de maduración. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los contenidos de proteínas de ambos estados. Los valores de grasa, fibra y cenizas tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos estados de madurez, grasa y fibra tuvieron valores superiores en el porcentaje de madurez de 80%, mientras que cenizas tuvo un valor máximo en el estado de maduración de 95%. Los azúcares reductores y carbohidratos totales no presentaron diferencias significativas, por lo cual hubo un promedio de 2,803% y 12,598% respectivamente para la Badea.
- ✓ Los frutos de Badea presentaron promedios en diámetro de 10,482 cm a 11,184 cm en un 80% de maduración y 10,499 cm a 12,967 cm en un 95% de maduración. Con respecto a la longitud se obtuvieron promedios de 21,534 cm a 23,266 cm en un 80% de maduración y de 22,57 cm a 24,362 cm con un 95% de maduración. En lo concerniente al peso se obtuvo un promedio de 975,17 g a 1010,43 g en 80% de maduración y de 931,538 g a 964,462g, en el 95% de maduración. El rendimiento obtenido fue de 12,985 y de 12,269 para estados de maduración de 80% y 95% respectivamente. Ninguno de los anteriores parámetros presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos estados de maduración, a excepción del peso. En cuanto a los parámetros químicos se obtuvieron promedios de 2,005% y 1,173% (% de Acidez), 10,822 °Brix y 12,727° Brix (S.S.T), 3,507 y 3,907 (pH) y 5,397 y 10,847 (Índice de

madurez) para estados de maduración de 80% y 90% respectivamente, mostrando diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros.

- ✓ Los valores de las propiedades termofísicas (difusividad y conductividad térmica, calor específico y la densidad de la Badea) fueron  $1.3923 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.55525 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $3771,0672 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  y  $1056,912 \text{ kg m}^{-3}$  respectivamente.
  
- ✓ Los parámetros de color presentaron diferencias estadísticamente significativas teniendo en cuenta los dos estados de maduración (80%, 95%) comparados con la muestra patrón (100% de maduración), presentando tendencias ascendentes en la luminosidad ( $L^*$ ) de 50,88 a 58,234, variaciones entre verde y rojo ( $a^*$ ) de 1,34 a 9,757, variaciones entre azul y amarillo ( $b^*$ ) de 23,19 a 29,70, y ángulo de tonalidad ( $h^*$ ) de 23,23 a 71,81, además una tendencia descendente en la saturación del color ( $C^*$ ) de 86,7 a 31,26. Las propiedades cromáticas ( $L$ ,  $a^*$   $b^*$   $C$  y  $h$ ), en esta fruta son parámetros que contribuyen a su caracterización y pueden ser considerados en estudios cinéticos de degradación enzimática o térmica.

## 6. RECOMENDACIONES

- ✓ Podría estudiarse la influencia del estado de maduración y el tiempo sobre las características fisicoquímicas, colorimétricas, bromatológicas y termofísicas, estudiando más niveles de maduración, esto sería útil al momento de establecer una correlación que permita predecir condiciones en la fruta.
- ✓ Establecer distintos niveles de temperatura ayudaría a medir la influencia de la misma sobre las características fisicoquímicas, colorimétricas, bromatológicas y termofísicas.
- ✓ Comparar el efecto de diversos tratamientos térmicos en frutos del mismo género (*Passiflora*), para determinar las diferencias en los comportamientos de los mismos en el tiempo.
- ✓ Evaluar diferentes tipos de empaçado en la pulpa de la badea, con el fin de determinar cuál es que mejor prolonga su vida útil.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. **Akamine, C.**, et al. 1994. Pasifloráceas. México: s.n., 1981. p. 34.
2. **Alvis, A.**, Caicedo I, Peña P. 2011. Determinación de Propiedades Termofísicas de Alimentos en Función de la Concentración y la Temperatura empleando un Programa Computacional, Departamento de Ingeniería de Alimentos , Facultad de ingeniería , Universidad de Córdoba. Berástegui, Colombia.
3. **Alvis, A.**, Lafont J, Páez M. 2009. Propiedades Mecánicas y Viscoelásticas del Ñame (*Dioscórea alata*), Departamento de Ingeniería de alimentos, Facultad de ciencias básicas e ingeniería, Universidad de Córdoba. Berástegui, Colombia.
4. **Arrazola, G.**, Herazo I, Alvis A. 2013. Obtención y Evaluación de la Estabilidad de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) en Bebidas. Grupo de investigación procesos y agroindustria de vegetales, Programa de Ingeniería de alimentos, Facultad de Ingenierías. Universidad de Córdoba.
5. **Arrazola, G.**, Villalba M, Yepes I. 2005. Caracterización fisicoquímica de frutas de la zona del Sinú para su agroindustrialización.
6. **Arrazola, G.**, Villalba M. 2004. Frutas, Hortalizas y Tubérculos, Perspectivas de Agroindustrialización.

7. **Ayala, F.**, Echávarri F, Sanz S. Martínez C, San Miguel R, Anguiano E. 2010. Efecto de los sistemas de control de humedad sobre la evolución del color en frutas.
  
8. **Bortz, S.**, 2001. Atributos Médicas de Passiflora sp, Wilkes University, PA.
  
9. **Carvajal, J.**, Aristizabal I, Oliveros T, Mejía J. 2011. Colorimetría del Fruto de Café (*Coffea arabica* L.) Durante su Desarrollo y Maduración.
  
10. **Carvajal, L.**, Turbay S, Álvarez L, Rodríguez A. 2014. Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de passiflora (*Passifloraceae*) del departamento del Huila, Colombia, Facultad de química farmacéutica ,Universidad de Antioquia , Medellín.
  
11. **Castellanos, M.T.**, A.M. Chinchilla, M. Rincón, C. Tovar, M.S. Hernández e I. Rodríguez. 2008. Elaboración de productos con base en badea (*Passiflora quadrangularis*).
  
12. **Choi Y.** y M. Okos, 1985. Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods. *Food Engineering and Process Applications* 1: 93-101.
  
13. **Díaz, A.C.**, J. Varón, C. Acosta, M.F. Cely y C.A. Fuenmayor (eds.). 2007. Segunda Jornada de Actualización Avance de la Investigación en Alimentos.

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (Icta), Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

**14. Galarraga, A., 2013.** Usos y beneficios de la badea, Instituto Paraguayo de nutrición y alimentación. Asunción.

**15. Galvis, A., 1992.** Tecnología de manejo postcosecha de frutas y hortalizas: Sección de Vegetales. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

**16. Garay, J., 2011.** Anuario estadístico agropecuario, Observatorio de territorios Rurales, Secretaria de agricultura y minería, Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Gobernación Del Huila.

**17. Hassan, H. y H. Ramaswamy., 2001.** Measurement and targeting of thermophysical properties of carrot and meat based alginate particles for thermal processing applications. Journal of Food Engineering 107: 117–126.

**18. Hoyos, L., 2010.** Enfermedades en pasifloráceas, Corporación centro de investigación para la gestión tecnológica de Passiflora del Departamento del Huila. Neiva.

**19. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP)., 2012.** Organización Panamericana de la salud, Tabla de composición de alimentos para Centroamérica, Guatemala.

- 20. Ministerio de Salud**, 1980. Instituto colombiano de bienestar familiar, tabla de composición de alimentos colombianos, Bogotá.
- 21. Molina**, S., 2006. Proyecto de prefactibilidad para la producción y exportación de Berenjena al mercado Danés durante el período 2006-2015, Escuela de comercio exterior, integración y aduanas, Facultad de ciencias económicas, Universidad tecnológica Equinoccial. Ecuador.
- 22. Moreno**, A., Jiménez L, López Y, 2008. Operaciones culturales, recolección, almacenamiento y envasado de productos, Bogotá.
- 23. Morton**, J., 2008. Giant Granadilla. p. 328–330. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL.
- 24. Peña**, J., 2013. Estudio de pre factibilidad para la producción de Badea (*Passiflora quadrangularis*) en el cantón Arenillas, Carrera de Economía agropecuaria, Facultad de ciencias agropecuaria, Universidad Técnica de Machala.
- 25. Reina**, C., 1996. Manejo pos cosecha y evaluación de la calidad para la Badea (*Passiflora quadrangularis*), que se comercializa en la ciudad de Neiva, programa de ingeniería agrícola, facultad de ingeniería, Universidad sur colombiana. Neiva.

- 26. Salamanca, G.,** Osorio, t. 2010. Propiedades fisicoquímicas termofísicas y reológicas de cremogenados de frutas tropicales, Facultad de ciencias, Departamento de química, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- 27. Sema, A.,** 2006. Status & Prospects of Passion Fruit Industry in Northeast India, Central Institute of Horticulture , Nagaland, India.
- 28. Torres, R.,** Montes E, Pérez O, Andrade R. 2013. Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales, Grupo de investigación GIPPAL , Facultad de ingenierías , Departamento de Ingeniería de Alimentos. Berástegui, Colombia.
- 29. Zambrano, R.,** 2012. Determinación de pH, Acidez y °Brix en la fruta de Badea (*Passiflora quadrangularis*) con diferentes estados de maduración, Facultad de ingeniería agrícola, Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador.

# ANEXOS

### Anexo A. Recolección y clasificación según porcentaje de maduración



### Anexo B. Extracción de la pulpa de Badea



### Anexo C. Extracción del jugo de badea



### Anexo D. Caracterización Físicoquímica de la pulpa de Badea



**Anexo E. Determinación de parámetros CIELAB mediante colorímetro Colorflex EZ 45 (HunterLab®)**

