

**Caracterización física y química de la  
guayaba blanca tailandesa  
(*Psidium guajava L.*) en tres etapas de  
madurez.**

**José Luis Vargas Bográn**

**HONDURAS**  
Diciembre, 2004

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**Caracterización física y química de la  
guayaba blanca tailandesa  
(*Psidium guajava L.*) en tres etapas de  
madurez.**

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

Presentado por

José Luis Vargas Bográn

**Honduras**  
Diciembre, 2004

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

---

José Luis Vargas Bográn

Honduras  
Diciembre, 2004

**Caracterización física y química de la  
guayaba blanca tailandesa  
(*Psidium guajava L.*) en tres etapas de  
madurez.**

presentado por

José Luis Vargas Bográn

Aprobado

---

Francisco Javier Bueso, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Raúl Espinal, Ph. D.  
Coordinador de la Carrera de  
Agroindustria

---

Luis Fernando Osorio, Ph. D.  
Asesor

---

Aurelio Revilla, M. S. A.  
Decano Académico Interino

---

Dina Fernández, Ing.  
Asesor

---

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

## **DEDICATORIA**

A Dios, sin Él, nada de esto sería posible.

A mi familia, sobre todo mis padres, que siempre creyeron en mi.

A Cecil, por estar siempre a mi lado apoyándome.

A mis casi hermanos Luis Ricardo, José Salvador, Sebastián, José Luis, Juan Pablo, Juan Carlos, Eva María, Andrés y mis otros buenos amigos que siempre estaban ahí cuando más los necesitaba.

A la Lic. Gladys Fukuda, por toda su ayuda.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis asesores y otros profesores por tener la paciencia y por su ayuda.

A Iván, por toda su ayuda en el CEA.

Al Ing. Fausto Bográn por su sabiduría y cooperación a lo largo del estudio.

A mis casi hermanos y buenos amigos, en especial Luis Ricardo, por toda su ayuda y noches de desvelo, y a todos por siempre estar ahí.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería por financiar parte de mis estudios.

A Industrias del Agro S.A. por brindarme las muestras para realizar el estudio.

A la Escuela Agrícola Panamericana por mi educación y ayuda miscelánea recibida para llevar a cabo este estudio.

## RESUMEN

Vargas, José Luis. 2004. Caracterización física y química de la guayaba blanca tailandesa (*Psidium guajava L.*) en tres etapas de madurez. Proyecto especial del programa de Ingeniería en Agroindustria, Zamorano, Honduras. 33 p.

La información de la composición fisicoquímica de la guayaba blanca tailandesa (GBT) es escasa. Conociendo la composición fisicoquímica del fruto podemos determinar su punto óptimo de cosecha y madurez fisiológica (MF). El objetivo del estudio fue caracterizar física y químicamente la GBT a 72, 82 y 92 días después de floración. Se usó un diseño completamente al azar. Se evaluó tamaño, peso, color y textura por punción (Instron 4444). Se evaluó humedad, cenizas, materia seca y orgánica, extracto etéreo (extractor Goldfish), fibra neutro detergente, proteína (método Kjehldal), carbohidratos y azúcares reductores (espectrofotómetro de luz visible). Se hizo un análisis de varianza usando PROC GLM en el programa SAS<sup>TM</sup>, y una separación de medias por el método de Tukey. Aumentó el peso y el diámetro significativamente de los 72 a 82 días. Se ablandó la textura al llegar a los 92 días. La GBT cambió de color verde pálido a amarillo entre los 82-92 días. Aumentó la curva de L, a y b entre 82-92 días. El porcentaje de humedad aumentó significativamente entre las tres etapas. No hubo incremento significativo en el porcentaje de cenizas, materia orgánica, proteína, y azúcares reductores, indicando que se alcanzó MF antes de los 72 días. Decrecieron significativamente los carbohidratos totales y fibra, indicando MF antes de los 72 días. El porcentaje de grasa bajó entre los 72 y 82 días subiendo a los 92. La composición química de la GBT no varió al compararse con los datos encontrados en la revisión de literatura.

Palabras clave: madurez fisiológica, punto óptimo de cosecha.

---

Francisco Javier Bueso, Ph.D.  
Asesor Principal



## CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Página de firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimientos a patrocinadores.....		vi
Resumen.....		vii
Contenido.....		viii
Índice de cuadros.....		x
Índice de figuras.....		xi
Índice de anexos.....		xiii
1.	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.3	LÍMITES DEL ESTUDIO.....	3
1.4	OBJETIVOS.....	3
1.4.1	Objetivo general.....	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
2.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1	RESPECTO A LA PLANTA.....	4
2.1.1	Las Myrtaceae.....	4
2.1.2	Género Psidium.....	4
2.1.3	Psidium guajava.....	5
2.2	RESPECTO AL FRUTO.....	5
2.2.1	Composición física.....	5
2.2.2	Composición química.....	6
2.2.3	Cambios fisicoquímicos durante madurez.....	7
2.2.4	Manejo post-cosecha.....	9
3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	12
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS.....	12
3.2.1	Materiales.....	12
3.2.2	Equipos.....	12
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.4	MÉTODOS.....	13

3.4.1	Caracterización física.....	13
3.4.2	Caracterización química.....	14
3.4.3	Análisis estadístico.....	14
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	15
4.1	CARACTERIZACIÓN FÍSICA.....	15
4.2	CARACTERIZACIÓN QUÍMICA.....	18
5.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	27
6.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	28
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	29
8.	<b>ANEXOS.....</b>	30

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Composición química de la guayaba roja tradicional y su pulpa.....	6
2.	Contenido de azúcar de dos cultivares de guayaba en diferentes estadios de desarrollo y maduración.....	8
3.	Análisis químicos realizados a la GBT en tres etapas de madurez.....	14

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Efecto del tiempo en el peso de la GBT.....	15
2.	Efecto del tiempo en el diámetro de la GBT.....	16
3.	Efecto del tiempo en la textura de la GBT.....	16
4.	Efecto del tiempo en el color (L) de la GBT.....	16
5.	Efecto del tiempo en el color (a) de la GBT.....	17
6.	Efecto del tiempo en el color (b) de la GBT.....	18
7.	Efecto del tiempo en el porcentaje de humedad de la GBT.....	18
8.	Efecto del tiempo en el porcentaje de materia seca de la GBT.....	19
9.	Efecto del tiempo en el porcentaje de materia orgánica de la GBT.....	19
10.	Efecto del tiempo en el porcentaje de materia orgánica de la GBT (base seca).....	20
11.	Efecto del tiempo en el porcentaje de cenizas de la GBT.....	20
12.	Efecto del tiempo en el porcentaje de cenizas de la GBT (base seca).....	21
13.	Efecto del tiempo en el porcentaje de FND de la GBT.....	21
14.	Efecto del tiempo en el porcentaje de FND de la GBT (base seca).....	21
15.	Efecto del tiempo en el porcentaje de proteína cruda de la GBT.....	22
16.	Efecto del tiempo en el porcentaje de proteína cruda de la GBT (base seca).....	23
17.	Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto etéreo en la GBT.....	23

18.	Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto etéreo en la GBT (base seca).....	23
19.	Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto libre de nitrógeno en la GBT.....	24
20.	Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto libre de nitrógeno en la GBT (base seca).....	24
21.	Efecto del tiempo en el porcentaje de carbohidratos totales en la GBT.....	25
22.	Efecto del tiempo en el porcentaje de carbohidratos totales en la GBT (base seca).....	25
23.	Efecto del tiempo en el porcentaje de azúcares reductores en la GBT.....	26
24.	Efecto del tiempo en el porcentaje de azúcares reductores en la GBT (base seca).....	26

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Resultados del ANDEVA para las características físicas de la GBT.....	30
2.	Resultados de la separación de medias para las características físicas de la GBT.....	30
3.	Resultados del ANDEVA para las características químicas de la GBT.....	31
4.	Resultados de la separación de medias para las características químicas de la GBT.....	31
5.	Resultados del ANDEVA para las características químicas de la GBT base seca).....	32
6.	Resultados de la separación de medias para las características químicas de la GBT (base seca).....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

En los trópicos y subtrópicos, gracias a su amplia adaptabilidad hacia diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas, la guayaba ha alcanzado a obtener importancia comercial. Hoy en día la mayoría de las guayabas cultivadas son consumidas frescas, siendo este un mercado internacional de pequeño tamaño aunque se cree que hay un gran mercado potencial para ésta y que su demanda crecerá a medida que la gente empiece a conocerla. No obstante, el rubro con mayor importancia es aquel de productos con valor agregado, tales como jugos y néctares, mermeladas y jaleas, pulpa de guayaba, guayaba enlatada y guayaba en almíbar.

El producto con más futuro comercial y de mayor importancia de la guayaba es la pulpa, ya que su uso es casi ilimitado como ser en la elaboración de puré de guayaba como comida para bebés, extracción de aceite de su semilla, fuente natural de pectina, elaboración de vinos y producción de bocadillos. La pulpa también puede ser usada para elaborar bebidas nutritivas de guayaba, altas en vitamina C, quesos de frutas, como saborizante en helados, pudines y yogures.

La guayaba blanca tailandesa, (GBT), se cultiva para aprovechar su fruto, el cual puede ser consumido de diferentes maneras: en estado fresco, preparación de bebidas, extracción de néctar para enlatados, también se consume como mermelada y actualmente se usa como un componente importante de arreglos de frutas tropicales en hoteles y restaurantes de prestigio. Con cortes especializados se le dan diferentes formas que contribuyen a hacer más apetecibles diferentes platos en la cocina internacional.

Hoy en día existe la demanda de tecnología y plantas para su producción en los países centroamericanos. Una de las características que hace atractiva a la GBT, es la presencia de semillas únicamente en el centro de la fruta, lo que permite separar la parte comestible de éstas con facilidad. Otras características son su tamaño grande y su sabor que es sumamente agradable.

El color de la GBT es de verde brillante y cuando está en el punto adecuado para consumirla (82 días después de floración en el caso de la costa norte de Honduras) es verde intenso, a diferencia del color amarillo de la guayaba roja tradicional. Honduras cuenta con condiciones climáticas apropiadas para la producción de esta fruta, la cual es potencialmente exportable a diferentes países de la región e incluso a los Estados Unidos de América, para lo cual es requisito indispensable garantizar que la fruta vaya en óptimas condiciones, tanto físicas como químicas.

El siguiente estudio trata de aportar información sobre la composición química y física de la GBT con el fin de averiguar qué etapa de madurez es más viable según el uso que se le piensa dar. Al mismo tiempo el estudio busca fomentar su cultivo, exportación y consumo, lo cual beneficiaría al país por diferentes aspectos como ser la contribución a la diversificación de cultivos, mejorar la ingesta de la población, entre otras. Cabe destacar que su principal valor nutritivo radica en que es una fuente barata y eficiente de vitamina C, conteniendo además vitaminas A y B. Es una fruta rica en hierro y presenta un buen contenido de fósforo y calcio.

Al conocer la composición física y química de la guayaba blanca tailandesa se puede llegar a conocer técnicas adecuadas para su conservación, determinar cuales procesos se pueden llevar a cabo para brindarle el mayor grado de valor agregado manteniendo sus características nutritivas y organolépticas (como ser el alto nivel de vitamina C y su aroma inigualable) intactas, hasta llegar al punto de saber con que otras materias primas se puede mezclar para llegar a un producto final que será aceptado por el consumidor.

## **1.1 ANTECEDENTES**

La información GBT no presenta antecedentes. No hay publicaciones disponibles sobre este tema, siendo ésta una de las razones para realizar este estudio.

La GBT fue introducida a Honduras en 1999 a origen de un proyecto realizado ejecutado por la Misión Técnica Agrícola de la República China (MITAC), después de estar en Costa Rica en el año 1990 y en Guatemala, en 1995. Este proyecto, dirigido por el Dr. Taguchi, brindó consultorías técnicas a varios productores de diferentes cultivos incluyendo frutales y hortalizas primordialmente, destacándose la GBT por su gran demanda y aceptación. A raíz de esta visita el Ing. Fausto Bográn formó lazos profesionales con el Dr. Taguchi, tomando la decisión de comprarle la semilla de la GBT y crear una plantación.

A partir del año 2002 han surgido pequeños productores de la misma variedad, que crearon la plantación para diversificar sus huertos, y una producción comercial en la zona del departamento de Comayagua, Honduras.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Al no estar disponible mayor información sobre la GBT, el presente estudio contribuye al conocimiento de la composición química y física de la fruta fresca. Este conocimiento puede ser fundamental para incentivar aun más su cultivo e industrialización en Honduras, contribuyendo al desarrollo de dicho país por las mismas razones que se detallan anteriormente.

En este momento se está cosechando el fruto de la GBT a 82 días después de floración. Al caracterizar el fruto a 72, 82 y 92 días después de floración se podrá verificar si es el punto óptimo de cosecha el usado actualmente. Se decidió iniciar en 72 días después de



floración debido a que se nota una diferencia en tamaño, color y sabor del fruto cuando es comparado con un fruto que se encuentra a 82 días después de floración. A los 92 días después de floración se pueden ver cambios significativos en cuanto a textura, color y sabor. El fruto se va suavizando a medida madura y su color cambia de verde a amarillo.

### **1.3 LIMITES DEL ESTUDIO**

- Los resultados obtenidos de la caracterización, tanto física como química, no pudieron ser comparados con información específica sobre esta variedad, ya que los antecedentes de la variedad no son accesibles al público.
- La GBT es escasa en Honduras, lo cual significa que fue difícil conseguir las muestras.
- Los análisis químicos y físicos son costosos, limitando el estudio debido a la falta de presupuesto.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Caracterizar física y químicamente el fruto de la GBT en tres etapas de madurez.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar las características físicas de textura, peso, diámetro y color de la GBT en tres etapas de madurez (72, 82 y 92 días después de floración). Determinar si hay diferencia física entre las tres etapas de madurez y sus características.
- Determinar la composición química de la GBT en tres etapas de madurez (72, 82 y 92 días después de floración) mediante un análisis proximal. Determinar si hay diferencia química entre las tres etapas de madurez y sus características.
- Determinar el punto óptimo de cosecha de la GBT tomando en cuenta el uso que se le piensa dar.
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis químicos y físicos de la GBT con los de la guayaba roja encontrados en la literatura.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 RESPECTO A LA PLANTA**

#### **2.1.1 Las Myrtaceae**

Según Sánchez de Lorenzo (2004), la familia de las myrtaceae es muy extensa, formada por gran número de plantas leñosas que van desde matas hasta grandes árboles. Estos árboles tienen hojas persistentes, simples, enteras, generalmente opuestas, provistas de glándulas aromáticas y con consistencia coriácea muchas veces. El árbol tiene flores regulares, bisexuales, en inflorescencias de tipo cima, umbela, racimo o panícula, y rara vez solitarias. La planta tiene su cáliz constituido generalmente por 4-5 lóbulos libres o a veces soldados, en ocasiones formando una caperuza (opérculo) que tapa al capullo y que se desprende al abrirse la flor. También tiene una corola constituida por 4-5 pétalos libres, pequeños y orbiculares, pocas veces soldados. Las myrtaceae tienen estambres numerosos, rara vez menos de 20, pudiendo constituir fascículos. El fruto generalmente se encuentra en forma de baya o cápsula, pudiendo contener de 2 a numerosas semillas. La familia está compuesta por alrededor de 120 géneros con cerca de 3,000 especies originarias de zonas tropicales y subtropicales de Australia principalmente, Asia y América. La familia tiene gran importancia económica al encontrarse en ella plantas de gran interés y utilidad por sus frutos comestibles, obtención de especias, aceites, maderas, etc. al igual que tiene numerosas especies de gran importancia como plantas ornamentales. Las myrtaceae incluyen especies de los géneros Agonis, Angophora, Callistemon, Eucalyptus, Eugenia, Feijoa, Lophomyrtus, Luma, Melaleuca, Metrosideros, Myrciaria, Psidium, Syncarpia, Syzygium, Tristania.

#### **2.1.2 Género Psidium**

Según Sánchez de Lorenzo (2004), el género psidium está compuesto por árboles y arbustos siempreverdes de hojas opuestas, simples y enteras. Cabe destacar que tiene flores solitarias, en cimas axilares o terminales paucifloras. También tienen un cáliz urceolado con el tubo prolongado por encima del ovario, con cuatro a cinco lóbulos. Este mismo género contiene una corola con cuatro a cinco pétalos blancos y un androceo con numerosos estambres dispuestos en varias series. El fruto se encuentra en forma de baya globosa o piriforme, el cual es a veces comestible. Este género comprende unas 100 especies nativas de América tropical.

### **2.1.3 Psidium guajava**

Su hábitat de crecimiento es dentro de las regiones tropical y subtropical, siendo altamente versátil en cuanto a altura de cultivo (0 a 1515 msnm) pudiéndose cultivar en cualquier tipo de suelo, tolerando un rango de pH de 4.5 a 9.4. Es una fruta de rápida producción, obteniendo ésta de 2 a 4 años (Pakissan, 2002). Según Duarte<sup>1</sup> la guayaba es considerada una fruta climatérica, o sea, que se puede cosechar verde y termina de madurar una vez cosechada. Por esta misma razón es que se cosecha antes de que madure la fruta, de esta manera se alarga la vida útil de la misma.

## **2.2 RESPECTO AL FRUTO**

### **2.2.1 Composición Física**

Según Mata y Rodríguez (2000), el fruto es una baya esférica, globulosa, elipsoidal o piriforme. Sus dimensiones varían enormemente de una variedad a otra. Es un fruto averrugado o liso, densamente punteado, brillante con 5 a 12 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho. El peso del fruto va de 30 a 225 g. La baya resulta del desarrollo conjunto de las paredes del receptáculo y de los tejidos del ovario. La guayaba conserva en el ápice los restos del cáliz y aun del pistilo. En el exterior la guayaba, en su etapa de madurez verde, presenta un color amarillo verdoso y amarillo claro en su plena madurez, tomando en cuenta que en algunos tipos se distingue un tinte ligeramente rosado en el lado expuesto.

El color de su carne es muy variable. Puede ser blanco, blanco amarillento, rosado, amarillo, naranja o salmón. El fruto varía de casco delgado con muchas semillas a casco grueso con pocas semillas. En la epidermis y el mesocarpio se hallan células duras, esclereidas, sólo o en grupos, que le dan la consistencia arenosa característica de este fruto. En el centro de la guayaba se encuentra una masa de material pulposo, donde se encuentran depositadas las semillas. En el ovario podemos encontrar cuatro lóculos con abundantes semillas (Mata y Rodríguez, 2000).

Según Mata y Rodríguez (2000), el sabor de la fruta completamente madura es dulce a ligeramente ácido y algo almizclado. El aroma distintivo varía de fuerte y penetrante a moderado y agradable. El fruto está considerado dentro de los más aromáticos y agradables, pero no gusta como una manzana a causa de la presencia de numerosas semillas duras dentro de la pulpa.

---

<sup>1</sup> Odilo Duarte. 2004. Origen Edificio de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Comunicación personal. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

### 2.2.2 Composición química

La etapa de madurez tiene mucho que ver con la composición química de la guayaba. Según PROEXANT (2002), entre los métodos más sofisticados para determinar si el fruto de la guayaba está listo para ser cosechado podemos encontrar la determinación de la acidez, la cual es inversamente proporcional a la madurez de la fruta y la determinación del contenido de azúcar o del contenido de sólidos solubles, los cuáles se incrementan conforme madura la fruta, lo cual se determina usando un refractómetro calibrado.

El Cuadro 1 muestra información de varias fuentes sobre la composición química de la guayaba roja tradicional y la pulpa de la guayaba roja tradicional también. Como se puede apreciar los rangos son bien amplios en el caso de la humedad, carbohidratos fibra y cenizas, demostrando que hay una gran variabilidad en cuanto a la composición química de la guayaba. La varianza que existe en estos datos es debido a la inmensa cantidad de cultivares y variedades que existen de la guayaba.

En el Cuadro 1 se observa que la pulpa no varía mucho cuando su composición física es comparada con la de la fruta entera, excepto en el contenido de fibra. Esto es debido a que la mayoría de la fibra en estos estudios es brindada por la corteza de la guayaba, siendo ésta la parte más fibrosa de la misma.

**Cuadro 1.** Composición química (%) de la guayaba roja tradicional y su pulpa

Componente	Guayaba roja <sup>2</sup>	Guayaba roja madura <sup>3</sup>	Pulpa de guayaba <sup>4</sup>
Humedad	76.2 - 90.90	77 - 86	78 - 86
Proteína	0.6 - 1.60	0.9 - 1.0	0.45 - 1.5
Grasas	0.35 - 0.070	0.1 - 0.5	0.1 - 0.9
Carbohidratos	2.41 - 14.19	9.5 - 10	9.0 - 12.0
Fibra	2.69 - 5.15	2.8 - 5.5	1.0 - 3.0
Cenizas	0.34 - 0.095	0.4 - 0.7	0.5 - 1.0

<sup>2</sup> Carvajal, L. 2004. Pulpas de Frutas Tropicales.

<sup>3</sup> Morton, J.F. 1987. Fruits of Warm Climates.

<sup>4</sup> GELTO Ltda. 2004. Enlaces Mundiales para el Desarrollo de Colombia, Producción de Pulpa de Fruta,

### 2.2.3 Cambios fisicoquímicos durante madurez

En el caso específico de la GBT su aspecto físico y su sabor 10 días antes y 10 días después del punto en el cual se cosecha (82 días después de floración) varía considerablemente. El fruto a 72 días después de floración tiene un color verde oscuro, con un sabor astringente que es desagradable. A los 82 días el fruto está “sazón” o en el punto óptimo de cosecha. Tiene un color verde pálido con un sabor levemente dulce, muy agradable. Un fruto que ya está pasado, o sea, que se encuentra en 92 días después de floración ya es una guayaba completamente blanda, amarilla y sin sabor.<sup>5</sup>

Según Mata y Rodríguez (2000), existen 3 etapas de desarrollo del fruto del guayabo. Éstas son:

**Fruto inicial:** Etapa donde el crecimiento es muy acelerado tanto en diámetro como en longitud. El fruto es color verde limón, de consistencia dura; alcanza un diámetro de 21 mm y una longitud de 27 mm (primera semana).

**Fruto redondo:** Etapa que se caracteriza porque el crecimiento tanto en diámetro como en longitud es de igual proporción, el fruto toma la apariencia de una pequeña pelotita o canica. El color y la consistencia del fruto son iguales en la etapa anterior, pero el diámetro del fruto va de 21 a 25 mm y la longitud de 27 a 34 mm (de los siete a los 21 días).

**Fruto huevo:** Se inicia cuando el fruto tiene más de 25 mm de diámetro y más de 34 mm de longitud. El crecimiento en longitud supera al crecimiento en diámetro. El fruto adquiere la forma de huevo, cambiando a un color verde pálido y, posteriormente, a su típico color amarillo. La corteza del fruto comienza a ceder cuando se presiona con los dedos (empieza a partir de los 21 días).

La GBT llega a esta etapa manteniendo su color verde pálido y con la corteza firme; si alcanza la etapa donde adquiere el color amarillo y empieza a ceder al presionarla con los dedos se considera “demasiado madura” o “pasada” (92 días después de floración).<sup>5</sup>

Durante estas etapas el fruto del guayabo sufre varios cambios fisicoquímicos. Según Mata y Rodríguez (2000), estos cambios son los siguientes:

**Longitud, anchura y peso:** Estas características, generalmente, se incrementan con rapidez en los primeros 45 días y más lentamente hasta los 90 días. Después la tasa de crecimiento es más alta, hasta que los registros terminan, o sea, a los 120 días.

**Contenido de humedad:** Generalmente el contenido de humedad varía entre 66% y 79% en los primeros 30 días. Después se elevó hasta cerca del 80% en sus últimos días de maduración (120 días).

---

<sup>5</sup> Fausto Bográn. 2003. Información Técnica sobre la GBT. Industrias del Agro S.A. Comunicación personal. Yoro, Honduras.

**Pectinas:** Generalmente, las pectinas del fruto incrementan hasta los 110 días y luego disminuyen. En los cultivares *Allahabad Safeda* y *Redfleshed* la pectina se incrementó de 0.59% a 1.10% y de 0.43% a 1.07%, respectivamente. En ambos casos bajó repentinamente el nivel de pectinas después de alcanzar la madurez completa. En otro estudio donde se analizaron los mismos cultivares más *Banaras*, el contenido de pectina fue mayor en frutas maduras, siendo generalmente mayor el contenido de pectinas en casco que en pulpa.

**Azúcares:** Durante el crecimiento, se eleva el contenido de azúcares reductores y no reductores. El fruto contiene cantidades, en orden decreciente, de fructosa, glucosa, sucrosa e inositol. Además, se puede apreciar que la fructosa, la glucosa y la sucrosa se incrementan conforme se aproxima la madurez de la fruta. Cabe destacar que no se conoce un patrón definido para inositol. Por otro lado, en los últimos 10 días de maduración del fruto se registra una disminución de azúcares totales (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Contenido de azúcar de dos cultivares de guayaba en diferentes estadios de desarrollo y maduración<sup>6</sup>

Azúcares componentes	Color de la carne	Azúcar (porcentaje de peso de fruto) según el estadio			
		joven	verde	sazón	maduro
Fructosa	Blanca	3.80	4.08	6.19	7.49
	Rosa	3.49	5.12	6.91	8.39
Glucosa	Blanca	3.00	3.22	4.28	5.42
	Rosa	2.98	3.10	4.16	5.48
Sucrosa	Blanca	0.24	0.26	0.30	0.33
	Rosa	0.30	0.36	0.40	0.41
Inositol	Blanca	0.01	0.08	0.10	0.16
	Rosa	0.04	0.06	0.08	0.10

Joven = de 0.26 a 0.29 el tamaño normal, muy dura y astringente en prueba (30 días)

Verde = de 0.62 a 0.65 el tamaño normal, todavía dura y astringente (70 días)

Sazón = de 0.81 a 0.88 el tamaño normal, parcialmente blanco a amarillo ligero y todavía astringente en prueba (100 días)

Maduro = tamaño completo, completamente blanco o amarillo ligero (120 días)

<sup>6</sup> Mata, I. Rodríguez, A. 2000. Cultivo y Producción del Guayabo.

## 2.2.4 Manejo Post-cosecha

En el Codex Alimentarius existen tres categorías: Extra, I y II. De conformidad con las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, según el Codex Alimentarius (1999), las categorías son como se detalla a continuación:

### Categoría “Extra”

Las guayabas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

### Categoría I

Las guayabas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- Defectos leves de forma y color.
- Defectos leves de la cáscara provocados por rozaduras y otros defectos superficiales, tales como quemaduras producidas por el sol, manchas y costras, que no superen el 5 por ciento de la superficie total.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

### Categoría II

Esta categoría comprende las guayabas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados anteriormente. Podrán permitirse los siguientes defectos, siempre y cuando las guayabas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- Defectos de forma y color.
- Defectos de la piel debidos a rozaduras u otros defectos, tales como quemaduras producidas por el sol, manchas y costras que no superen el 10 por ciento de la superficie total.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

Aparte de todas las exigencias detalladas anteriormente, las frutas deben de:

- Estar enteras.
- Ser de consistencia firme.
- Estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.
- Estar limpias y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible.
- Estar prácticamente exentas de magulladuras.
- Estar prácticamente exentas de plagas que afecten al aspecto general del producto.
- Estar prácticamente exentas de daños causados por plagas.

- Estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños.

El manejo post cosecha que recibe el fruto afecta de forma directa la composición e integridad física del mismo. Las frutas son recolectadas manualmente y se las coloca dentro de gavetas de plástico o recipientes de bambú o madera, aunque se recomienda usar recipientes plásticos por las siguientes razones:

- Los recipientes grandes de bambú son difíciles de acarrear, no son rígidos y no dan protección a las frutas.
- Los filos rugosos del bambú pueden dañar las frutas.
- Por lo general, los recipientes de bambú tienden a ocupar el espacio de forma menos óptima que un recipiente plástico.
- Los recipientes de bambú son difíciles de limpiar y son hospederos de hongos.
- Duran mucho menos que un recipiente plástico (PROEXANT, 2002).

Según PROEXANT (2002), el manejo eco-agronómico determina la calidad de la fruta el momento de la cosecha, mientras el procedimiento de cosecha y el manejo post cosecha son importantes para asegurar que se mantenga la calidad de la fruta.

Las pérdidas post cosecha pueden alcanzar porcentajes altos debido a un inadecuado manejo y almacenamiento (desventajas del clima tropical), que acelera la maduración y el envejecimiento además del ataque de microorganismos y la proliferación de agentes biodeteriorantes. Aunque muchos de los pasos a continuación pueden ser omitidos, su aplicación garantiza un producto final de óptimas condiciones, capaz de satisfacer exigencias de mercados especializados y muy rentables.

**Pre-enfriamiento:** Luego de la cosecha es aconsejable tratar de mantener frías las frutas, para lo cual se las debe almacenar en un ambiente fresco y ventilado, hasta su almacenamiento final en cuartos fríos o, se las puede mojar constantemente. Este paso puede ser obviado si hay un manejo eficiente del lapso entre cosecha y comercialización o si la cosecha se la ha realizado en el momento más frío del día. Este pre-enfriamiento es esencial para disipar el calor ambiental en el lapso entre la cosecha y el transporte ya que al igual que frutas como la papaya, el mango o la piña, la guayaba pasa a un ambiente frío para minimizar sus pérdidas de humedad y regular su respiración.

**Transporte:** De la finca a la procesadora o lugar de almacenaje, la fruta es transportada en camiones o camionetas, lo ideal sería poder transportarlas en contenedores refrigerados, pero esto es muy caro, en esto es esencial el paso anterior para mantener la calidad de la fruta.

**Lavado:** Las frutas son lavadas, ya sea por inmersión en agua agitada, en una mesa de lavado o a través de una banda con un sistema de aspersión; esto se hace para remover elementos extraños ajenos a la fruta o restos de pesticidas químicos usados en el cultivo, disminuyendo la posibilidad de enfermedades post-cosecha.



**Inspección y clasificación:** Las frutas son examinadas en busca de fallas, defectos, malformaciones, heridas por insectos, enfermedades y mal manejo, como fallas se consideran por ejemplo decoloraciones en la piel. Una fruta se considera defectuosa si tiene más del 5% de su piel con falla; estas frutas suelen ser descartadas. Así mismo las frutas con exceso de maduración (piel blanquizca o rosada, tendiendo a amarillenta) también se descartan. Las frutas son clasificadas tomando en cuenta su tamaño, peso, color y presencia de fallas o defectos; las frutas demasiado pequeñas no son aptas para exportación (para tal efecto la fruta debe ser limpia, firme, bien formada y libre de defectos o fallas).

**Embalaje:** Luego de la inspección, lavado y clasificación se procede a embalar las frutas para que lleguen sanas a su destino. Se acostumbra envolver cada fruta en papel encerado “mantequilla”, luego son introducidas en cajas de cartón corrugado o similar. Se ha comprobado experimentalmente que si se embalan las frutas en una funda plástica perforada (atmósfera controlada o modificada), la transpiración, intercambio de gas y pérdida de peso se reducen y se alarga la vida post cosecha de la fruta.

**Almacenamiento:** Las frutas deben ser almacenadas a la mínima temperatura tolerada (5-8°C para la mayoría de variedades), temperaturas menores pueden provocar entumecimiento de la fruta; a estas temperaturas, la fruta se mantiene saludable por 4 o 5 semanas.

**Procesamiento de la guayaba:** Para el procesamiento se seleccionan frutas firmes y maduras, sin síntomas de daños por insectos; las frutas a punto de madurar son refrigeradas hasta alcanzar el punto de maduración y las verdes son mantenidas al ambiente hasta alcanzar la coloración ideal, pero deben ser protegidas de plagas.”

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

Este estudio se realizó en el Centro de Evaluación de Alimentos de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicado en el Valle del Yeguate, Francisco Morazán, Honduras, con muestras obtenidas de una finca localizada en la cabecera departamental de Yoro, departamento de Yoro, situado en la costa norte de Honduras, propiedad de Industrias del Agro S.A.

### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.2.1 Materiales**

- Guayaba blanca tailandesa (GBT)
- Éter de petróleo
- Reactivos
- Cristalería
- Bandejas de plástico y aluminio
- Cuchillos

#### **3.2.2 Equipos**

- Deshidratador (horno Fisher Scientific modelo 750F)
- Incinerador (mufla Siybron Pheermolyne modelo FA1730)
- Báscula de precisión Denver Instrument XE-510
- Balanza analítica Mettler AE 200
- Colorímetro Colorflex de Hunterlab
- Texturómetro Instron 4444
- Acople de punción A372-16 33BA ½-20 Jacobs®
- Food Processor Cuisinart Pro Custom 11™
- Equipo de Goldfish
- Equipo de Kjehldal
- Espectrofotómetro Spectronic 20
- Pié de rey
- Cámara de extracción de gases

### **3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se usó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (72, 82 y 92 días después de floración). Se analizó una unidad experimental (UE) por cada tratamiento, constituidas por ocho guayabas cada una.

### **3.4 MÉTODOS**

Para llevar a cabo el presente trabajo, el estudio se segmentó en tres partes. Se establecieron los métodos específicos para cada una de ellas, enumerados a continuación:

- Caracterización física de la GBT.
- Caracterización química de la GBT.
- Análisis estadístico.

#### **3.4.1 Caracterización física**

Para llevar a cabo la caracterización física de la GBT se tomaron tres muestras, constituidas por siete guayabas cada una, representantes de cada etapa de madurez evaluadas. Las muestras fueron recolectadas en la aldea Las Minitas, situada en las afueras del municipio de Santa Rita, departamento de Yoro, en el norte de Honduras.

Las siguientes características se analizaron en la fruta entera:

- Tamaño: Se usó un pié de rey para medir el diámetro del fruto, midiéndose a ocho GBT, reportando los resultados en milímetros.
- Masa: Se utilizó una báscula de precisión pesando ocho frutos por cada etapa de madurez, reportando los resultados en gramos.
- Color: Se usó el Colorflex de Hunterlab, analizando ocho muestras por cada etapa de madurez, reportando los resultados con las tres medidas de Hunter, L, a y b.
- Textura: Para evaluar la textura se usó el Texturómetro Instron 4444 junto con el acople de punción A372-16 33BA ½-20 Jacobs® midiendo la fuerza necesaria para atravesar la corteza y parte carnosa de ocho guayabas por cada etapa de madurez.

### 3.4.2 Caracterización química

**Cuadro 3.** Análisis químicos realizados a la GBT en tres etapas de madurez

<b>Característica</b>	<b>Método (AOAC 1997)</b>
Humedad	Método gravimétrico (AOAC # 33.5.02)
Cenizas	Método gravimétrico (AOAC # 33.2.10)
Extracto Etéreo	Extractor Goldfish (N° 1340-78 COVENIN)
Fibra Cruda	Enzimático (AOAC # 991.42)
Proteína	Kjehldal (AOAC # 920.152)
Carbohidratos totales	Colorimétrico (fenol H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
Azúcares reductores	Somogyi-Nielson

Se tomaron ocho guayabas para cada etapa de madurez, completamente al azar, de las cuales se extrajo una muestra representativa para cada etapa de madurez mediante el uso del Food Processor. De estas muestras se tomaron las cantidades necesarias para cada análisis realizado. El Cuadro 3 muestra los análisis y los métodos utilizados para caracterizar químicamente la GBT.

Cada uno de los métodos detallados en el Cuadro 3 fueron realizados debido a que son los aprobados por la AOAC (Association of Analytical Chemists), excepto por el método usado para determinar el porcentaje de carbohidratos totales. Para determinar éste se usó el método colorimétrico, para obtener resultados de mayor precisión, comparado al método usado en el análisis proximal que los carbohidratos totales son obtenidos por diferencia. Hay que tomar en cuenta que en el Centro de Evaluación de Alimentos se cuenta con la tecnología necesaria para cada uno de los análisis, siendo ésta, otra razón por la cual se escogieron estos métodos.

### 3.4.3 Análisis estadístico

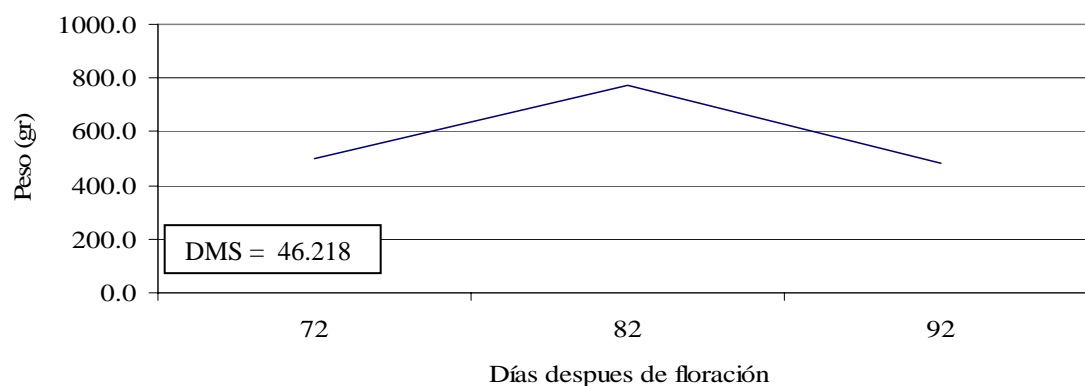
Al completar la caracterización física y química de la GBT se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) usando PROC GLM en el programa estadístico SAS<sup>®</sup>, junto con una separación de medias por el método de Tukey.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

La GBT aumenta su peso entre las primeras dos etapas de madurez (Figura 1), disminuyendo al llegar a la tercera etapa; los mismos resultados se obtienen con el diámetro (Figura 2). Ambos resultados no representan un patrón normal en cuanto al crecimiento de una guayaba, significando que estas pérdidas de peso y diámetro pueden ser consecuencias de un mal muestreo, producto de una cosecha de frutas que fueron descartadas por la empresa y suministradas para el estudio ya que no cumplían con los estándares de exportación establecidos por Industrias del Agro S.A.<sup>7</sup>

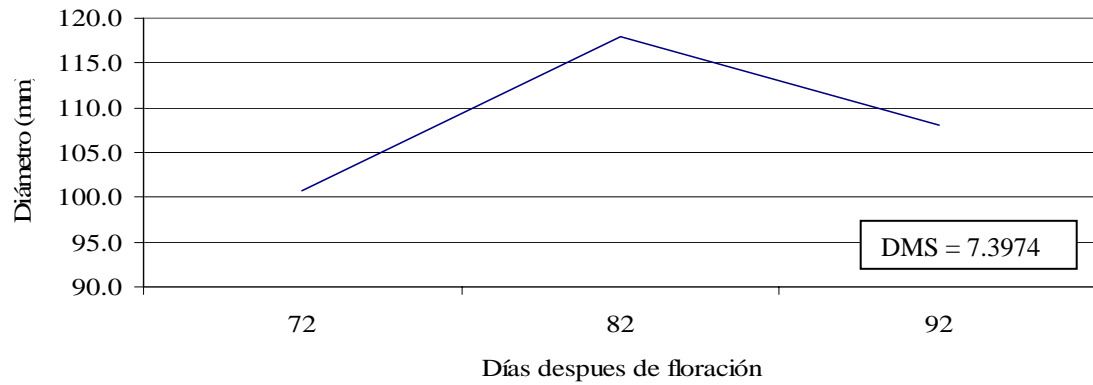
La Figura 3 muestra que la fuerza necesaria para penetrar la GBT (11 mm) va disminuyendo, sobresaliendo significativamente la diferencia entre las últimas dos etapas de madurez (Anexo 2). A medida va madurando el fruto, el contenido de enzimas que degradan las paredes celulares (i.e. celulasa) aumenta, y junto con la hidrólisis de las partes internas de las células (i.e. hidrólisis de almidones o grasas) causan la suavización del fruto.<sup>8</sup>



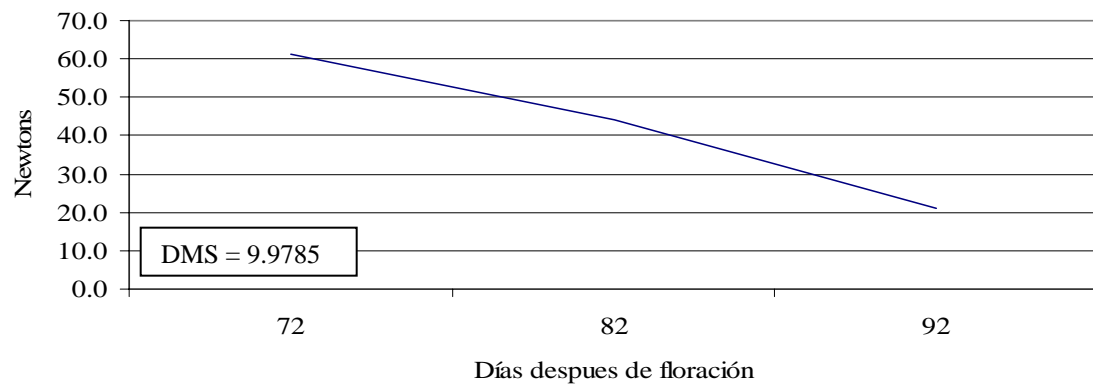
**Figura 1.** Efecto del tiempo en el peso de la GBT

<sup>7</sup> Industrias del Agro S.A. es la empresa que donó la GBT para realizar el presente estudio, dueña misma de la finca del fruto.

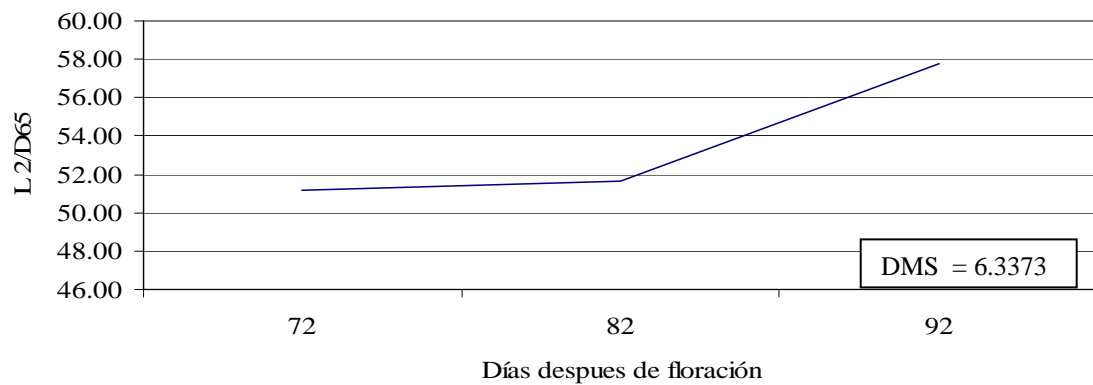
<sup>8</sup> Odilo Duarte. 2004. Origen Edificio de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Comunicación personal. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.



**Figura 2.** Efecto del tiempo en el diámetro de la GBT



**Figura 3.** Efecto del tiempo en la textura de la GBT



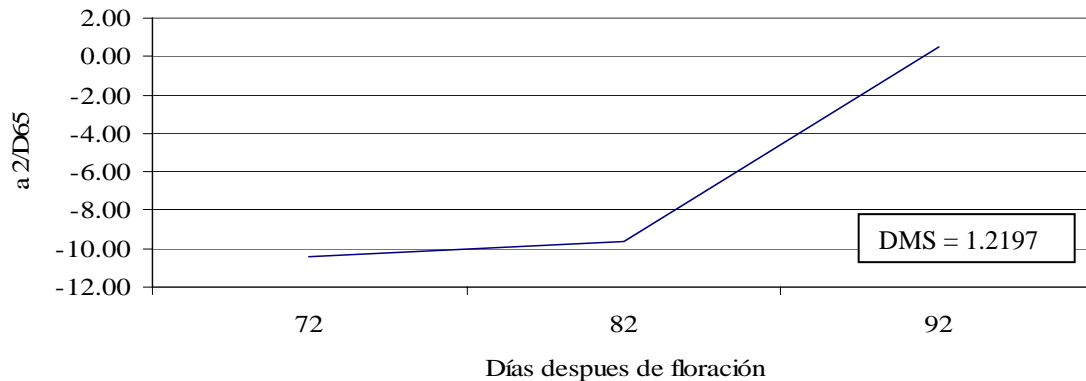
**Figura 4.** Efecto del tiempo en el color (L) de la GBT

La medida de color Hunter,  $L$ , una de las tres unidades en las cuales mide el color el Colorflex (100=blanco, 0=negro), demuestra que a medida va madurando el fruto, el color va tomando un tono mas pálido con una diferencia significativa entre los 72 y 92 días después de floración (Anexo 2). En el caso particular de la GBT va cambiando de un color verde oscuro a un color amarillo opaco.

Otra medida Hunter para el color es  $a$ , usando el rango de 60 a -60, siendo 60 el color rojo y -60 el color verde. La GBT tiene un color verde en la primera etapa de madurez estudiada, y, al madurar el fruto, va perdiendo ese color verde al acercarse al valor de 0 (Figura 5). Existe una diferencia significativa entre las últimas dos etapas de madurez (Anexo 2).

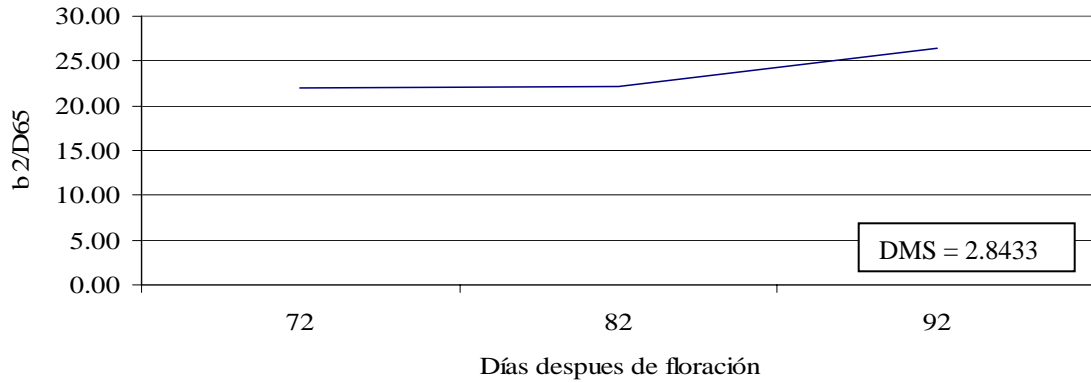
Al medir la tercera unidad de color Hunter usada por el Colorflex,  $b$ , usando la escala de 60, representando el color amarillo, a -60, representando el color azul, los resultados muestran que la curva no se acerca al rango del color azul (Figura 6), teniendo un aumento en el rango del color amarillo en la tercera etapa de madurez y una diferencia significativa entre los 72 y 92 días después de floración (Anexo 2).

El cambio de color de verde, pigmentación que tiene el fruto a los 72 días después de floración, a un color amarillo pálido, a los 92 días, se debe a que el contenido de clorofila disminuye a medida madura el fruto.<sup>9</sup> La clorofila es el pigmento de color verde presente en plantas, algas y es el elemento básico para la transformación de la energía del sol en el proceso de la fotosíntesis (Arnau, s.f.). Al perder este compuesto, se pierde el color verde.



**Figura 5.** Efecto del tiempo en el color (a) de la GBT

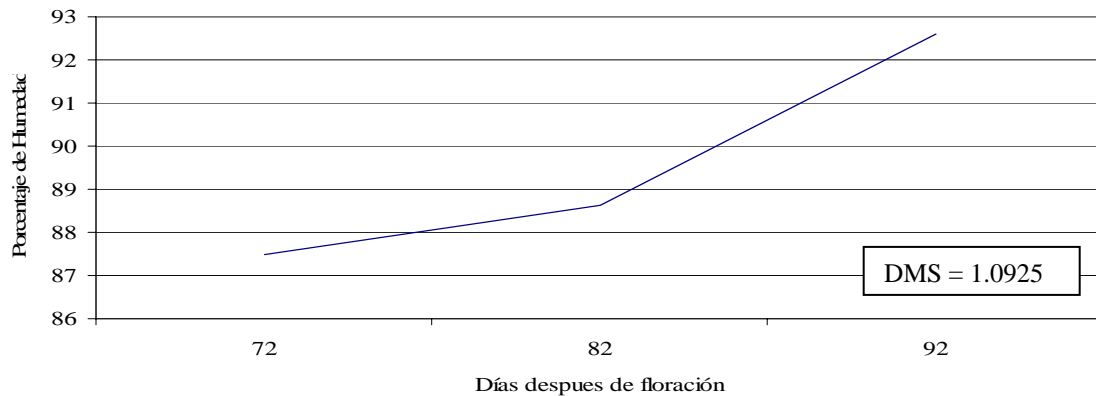
<sup>9</sup> Odilo Duarte. 2004. Origen Edificio de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Comunicación personal. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.



**Figura 6.** Efecto del tiempo en el color (b) de la GBT

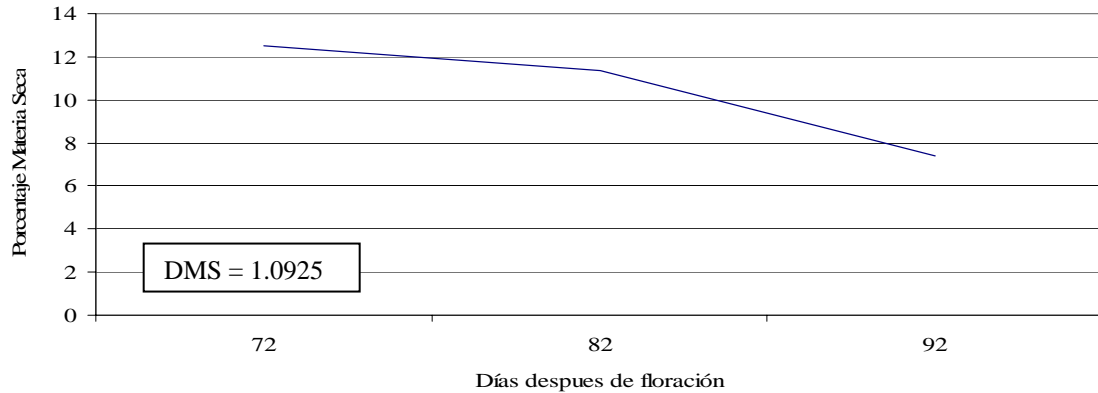
#### 4.2 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

La GBT aumenta su nivel de humedad a medida madura (Figura 7) obteniendo una diferencia significativa entre cada etapa de madurez (Anexo 4), comportamiento usual para el fruto del guayabo según Mata y Rodríguez (2000), donde escriben, “en tres cultivares el contenido de humedad varió de 66% hasta 79% en los primeros 30 días; después se elevó hasta cerca del 80% en sus últimos días de maduración (120).” En la GBT podemos observar que es más marcada la elevación en el porcentaje de humedad a medida madura el fruto.



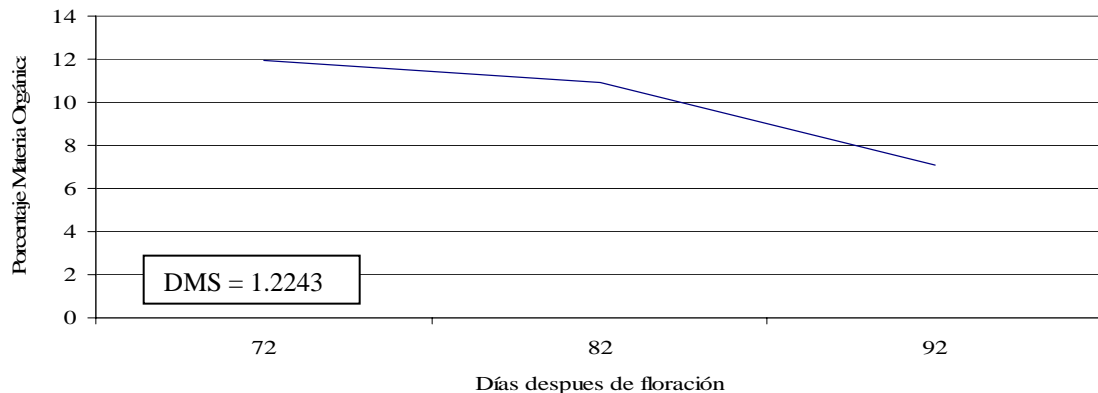
**Figura 7.** Efecto del tiempo en el porcentaje de humedad de la GBT





**Figura 8.** Efecto del tiempo en el porcentaje de materia seca de la GBT

La humedad es una característica inversamente proporcional con la materia seca y la materia orgánica, cuyos resultados se pueden ver en las Figuras 8 y 9, respectivamente. Para la materia seca si podemos ver que hay una diferencia significativa entre cada etapa de madurez (Anexo 4). Situación diferente ocurre con la materia orgánica, con una diferencia significativa entre los 82 y 92 días después de floración únicamente (Anexo 4). Al remover el factor de humedad podemos ver los resultados de materia orgánica en base seca (Figura 10). Aunque se ve que primero sube el porcentaje entre las primeras dos etapas y luego baja. Cabe destacar que no hay diferencia significativa entre las tres etapas (Anexo 6), explicando este comportamiento con el hecho de que los frutos vienen de diferentes árboles, los cuales no son clones, brindando pequeñas variaciones en los frutos.

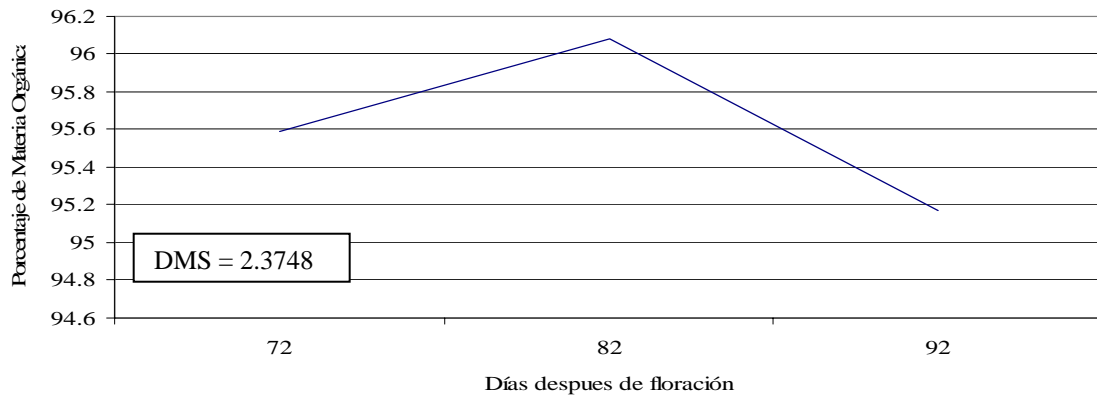


**Figura 9.** Efecto del tiempo en el porcentaje de materia orgánica de la GBT

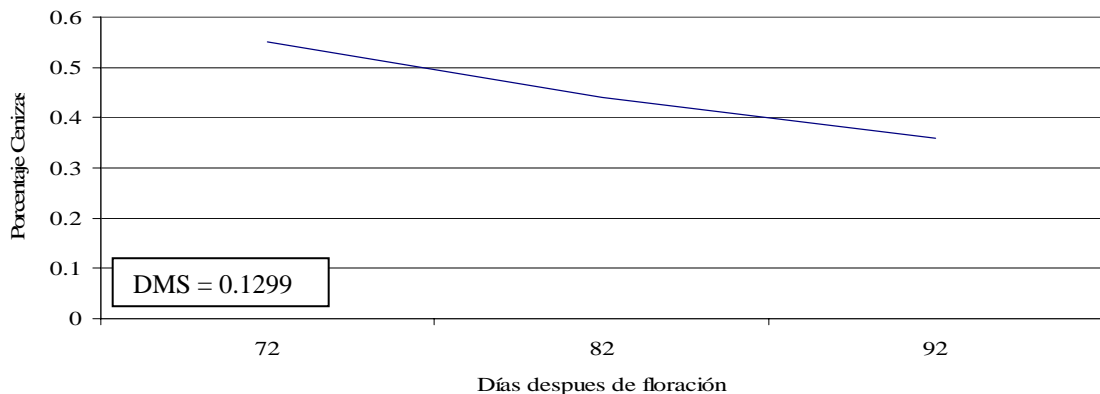
La Figura 11 muestra que a medida va madurando el fruto va disminuyendo el contenido de cenizas o minerales, de manera significativa entre los 72 y 92 días después de floración (Anexo 4). La curva representa un comportamiento inusual para un fruto en general, ya que el porcentaje de minerales debería de tener un crecimiento entre los 72 y 82 días después de floración debido a que el fruto está en pleno crecimiento entre las primeras dos etapas de madurez. Como se trabajó con porcentajes, el crecimiento en el porcentaje de

humedad explica el decrecimiento del porcentaje de cenizas. Si obviamos el componente de humedad se pueden apreciar los resultados del porcentaje de cenizas en base seca (Figura 12), los cuales no varían significativamente a lo largo de las tres etapas de madurez (Anexo 6), significando que el contenido de minerales se mantiene constante, explicando el decrecimiento en la curva del porcentaje en base húmeda con el crecimiento en el porcentaje de humedad.<sup>10</sup>

En la Figura 13 podemos ver que el porcentaje de fibra neutro detergente (FND), compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, baja de manera significativa entre cada etapa (Anexo 4). Con el aumento en el contenido de enzimas que degradan las paredes celulares (compuestas principalmente por celulosa, hemicelulosa y pectinas) a medida madura el fruto, y el aumento en el porcentaje de humedad, el porcentaje de FND decrece. En la Figura 14 se pueden apreciar los resultados del porcentaje de FND en base seca, pudiendo ver que también existe diferencia significativa entre cada etapa de madurez (Anexo 6) siempre decreciendo, lo cual rectifica la posible causa detallada anteriormente.

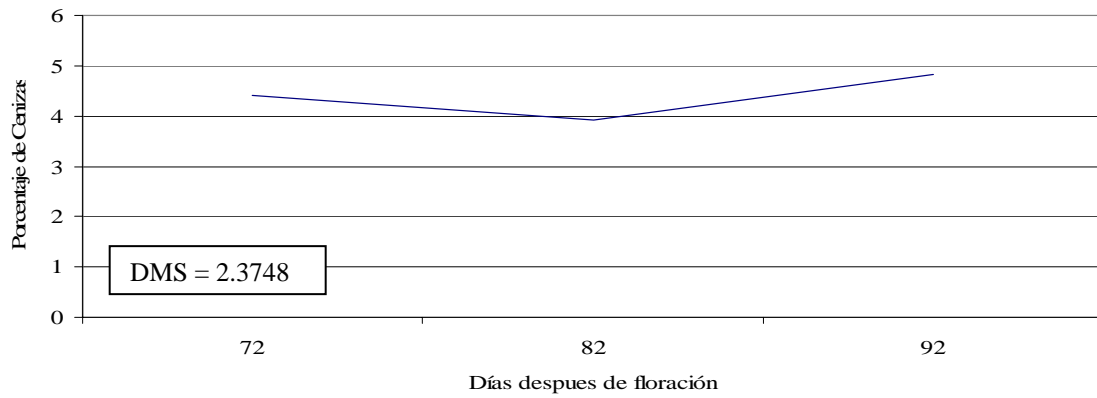


**Figura 10.** Efecto del tiempo en el porcentaje de materia orgánica de la GBT (base seca)

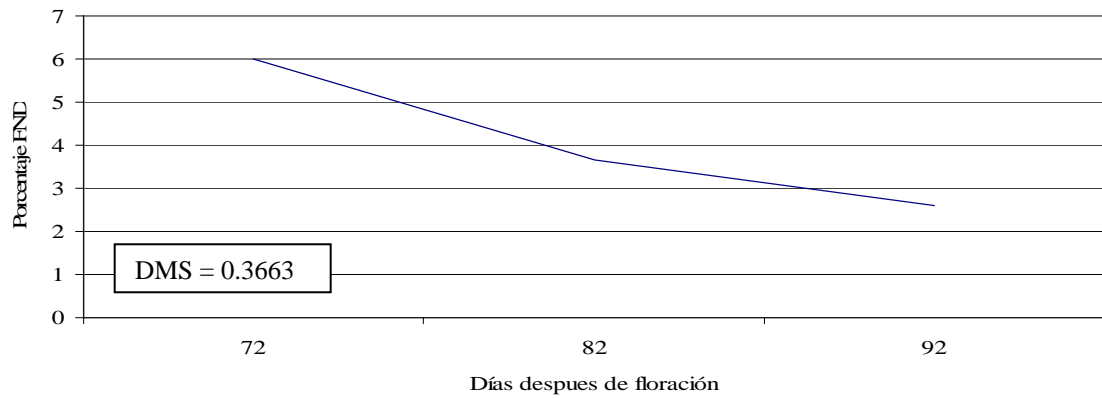


**Figura 11.** Efecto del tiempo en el porcentaje de cenizas de la GBT

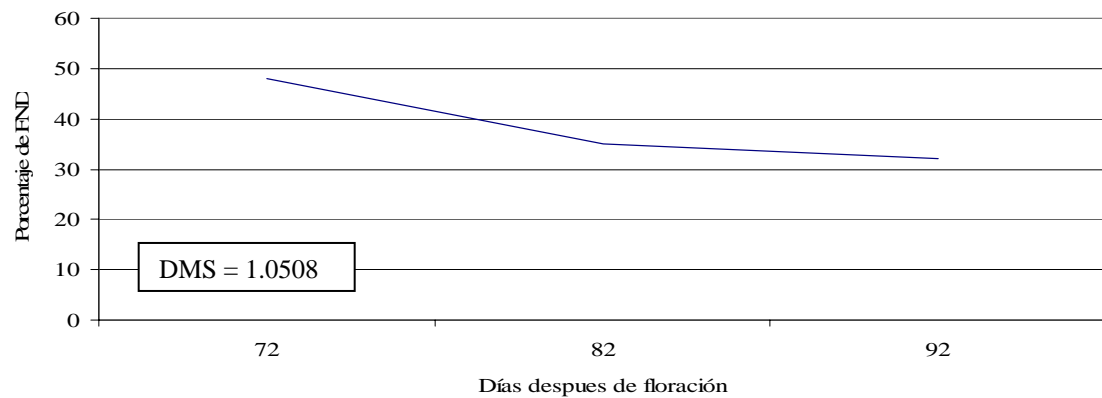
<sup>10</sup> Odilo Duarte. 2004. Origen Edificio de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Comunicación personal. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.



**Figura 12.** Efecto del tiempo en el porcentaje de cenizas de la GBT (base seca)



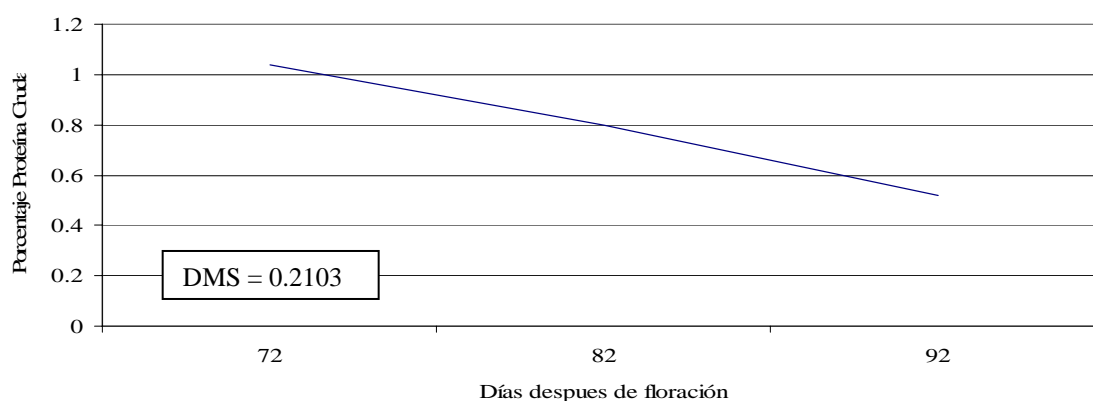
**Figura 13.** Efecto del tiempo en el porcentaje de FND de la GBT



**Figura 14.** Efecto del tiempo en el porcentaje de FND de la GBT (base seca)

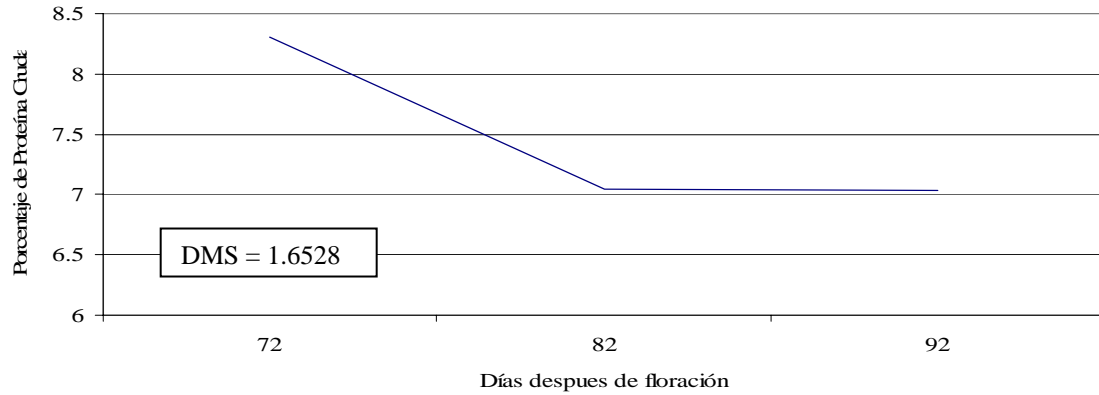
A los 92 días después de floración la GBT tiene el contenido más bajo de proteína de las tres etapas (Figura 15). Cabe destacar que existe una diferencia significativa entre las tres etapas (Anexo 4). Esto puede ser por el aumento en humedad del fruto que diluye la cantidad de proteínas. Los porcentajes de proteína cruda en base seca (Figura 16) se mantienen a lo largo de la madurez sin diferencia significativa (Anexo 6), brindando la pequeña varianza a que los frutos vienen de diferentes árboles, los cuales no son clones, existiendo una pequeña variabilidad en la composición química de los frutos.<sup>11</sup>

Los resultados del análisis del contenido de grasa (Figura 17), obtenido del análisis de porcentaje por el método de extracto etéreo, disminuye significativamente (entre 0.41 y 0.24%) entre los 72 y 82 días después de floración pero no entre los 72 y 92 días (Anexo 4). Según The Fruit Pages (2001), la parte comestible de la guayaba (el mesocarpio o “carne” de la guayaba) tiene 0 gr. de grasa. En este estudio, la GBT obtiene su porcentaje de grasa de las semillas. El fruto tiene aproximadamente 89 semillas, siendo variable la cantidad por fruto, brindando variabilidad al porcentaje de grasa. Un mayor número de semillas en la muestra de la tercera etapa de madurez puede ser la razón por la cual el porcentaje de extracto etéreo no baja entre los 82 y 92 días después de floración. Lo mismo se puede decir por los resultados en base seca (Figura 18) donde existe diferencia significativa entre los 72 y 82 días después de floración pero no entre los 72 y 92 días (Anexo 6). Esto es debido a la variabilidad en el número de semillas, fuente de la grasa en la guayaba, que se pueden encontrar en el fruto.

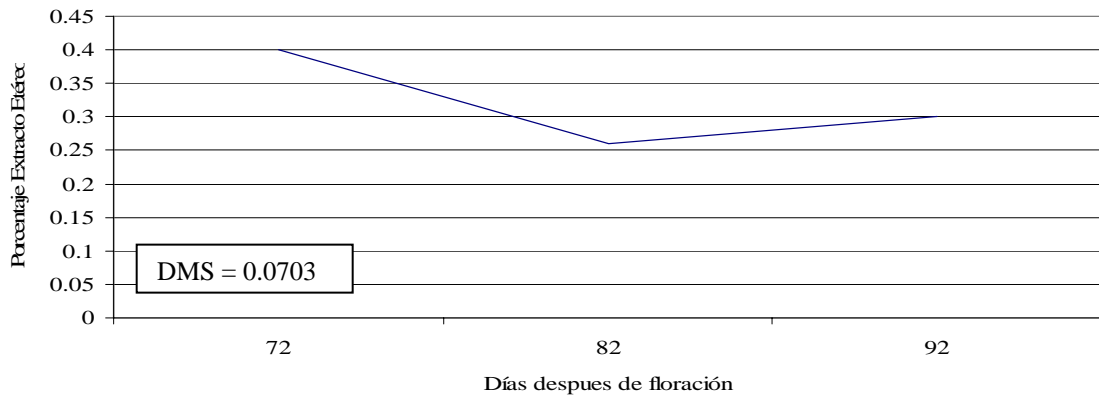


**Figura 15.** Efecto del tiempo en el porcentaje de proteína cruda de la GBT

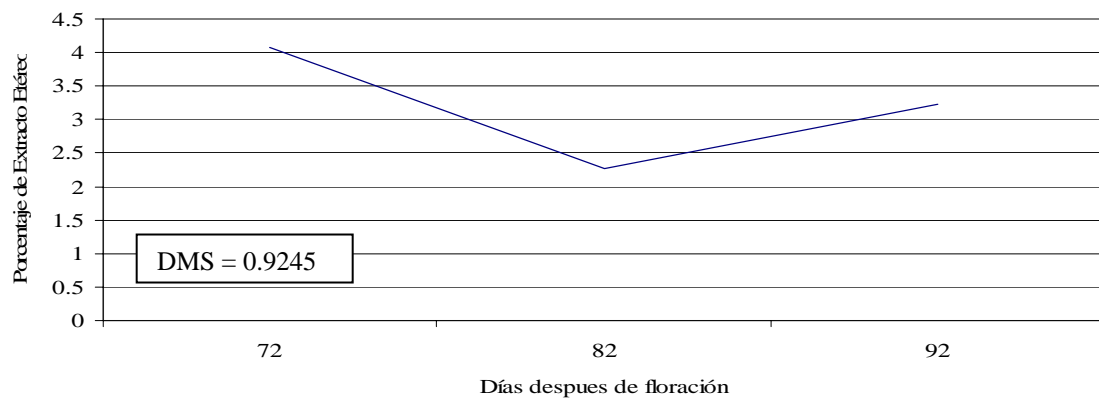
<sup>11</sup> Odilo Duarte. 2004. Origen Edificio de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Comunicación personal. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.



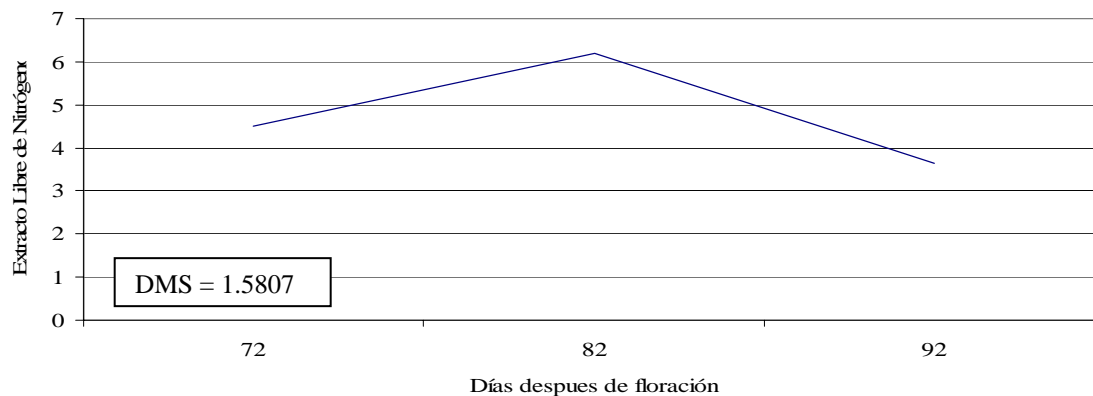
**Figura 16.** Efecto del tiempo en el porcentaje de proteína cruda de la GBT (base seca)



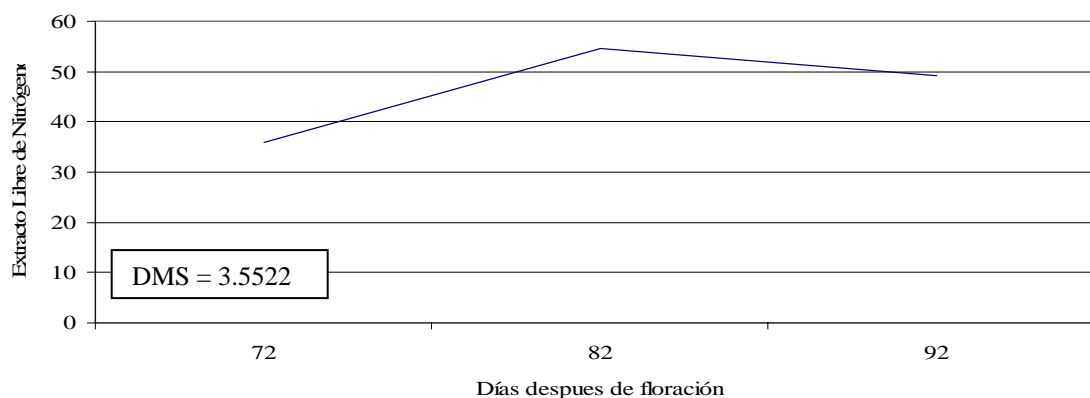
**Figura 17.** Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto etéreo en la GBT



**Figura 18.** Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto etéreo de la GBT (base seca)



**Figura 19.** Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto libre de nitrógeno en la GBT



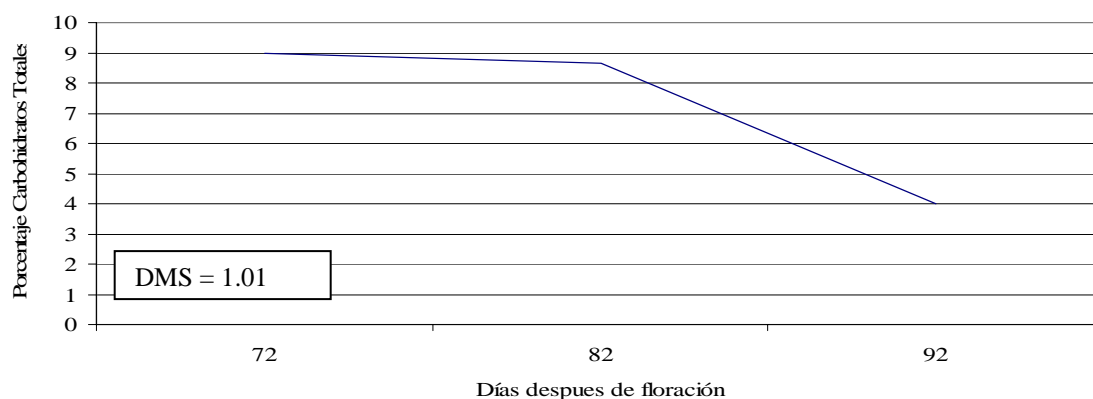
**Figura 20.** Efecto del tiempo en el porcentaje de extracto libre de nitrógeno en la GBT (base seca)

La cantidad de azúcares reductores disminuyó con el tiempo en la GBT (Figura 23) al igual que los carbohidratos totales (Figuras 19 y 21)<sup>12</sup>. Según Mata y Rodríguez (2000), los carbohidratos totales y los azúcares reductores aumentan a medida madura el fruto. Se le atribuye el decrecimiento de las curvas de azúcares reductores y carbohidratos totales, en base húmeda, al crecimiento de la curva de humedad del fruto, causando la dilución de estas mismas características de manera significativamente entre las primeras dos etapas de madurez (Anexo 4).

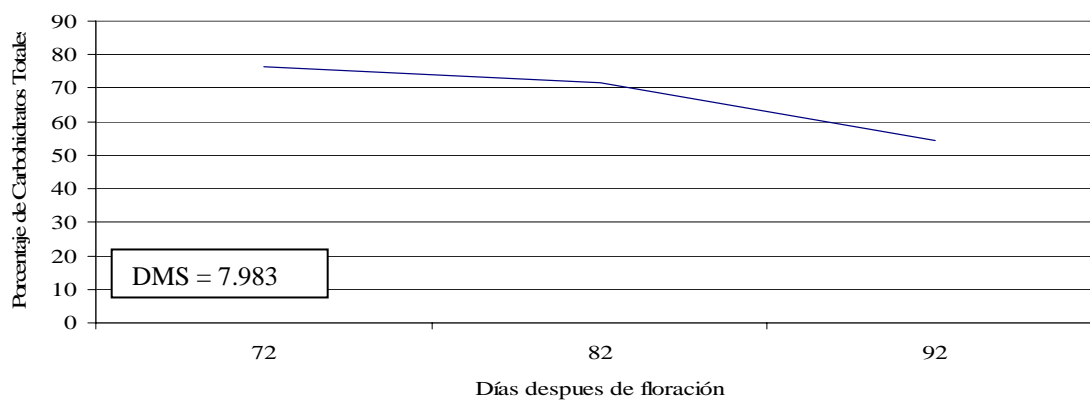
Las Figuras 20, 22 y 24 muestran los resultados del porcentaje de carbohidratos totales y azúcares reductores respectivamente, en base seca. Se puede ver que, en el caso de azúcares reductores, no existe diferencia significativa entre ninguna de las etapas (Anexo 6). En el porcentaje de carbohidratos totales, usando la medición del extracto libre de

<sup>12</sup> Extracto libre de nitrógeno y el porcentaje de carbohidratos totales, ambos, miden los carbohidratos totales. La diferencia es que el extracto libre de nitrógeno es por diferencia, mientras que carbohidratos totales es medido con el espectrofotómetro Spectronic 20 (método más preciso).

nitrógeno si obtenemos diferencias significativas entre las tres etapas, obteniendo la mayor cantidad a los 82 días después de floración, bajando considerablemente al llegar a los 92 días (Anexo 6). Esto puede ser a que el fruto esté llegando a su punto de senescencia lo cual lleva a la GBT a usar sus reservas de carbohidratos como combustible para la respiración. Al tomar los resultados del análisis llevado a cabo con el espectrofotómetro en base seca se puede ver que hay una diferencia significativa entre las dos últimas etapas de madurez (Anexo 6), teniendo la cantidad mas baja a los 92 días después de floración. Esto puede ser debido a que el fruto está entrando a su punto de senescencia y empieza a usar sus reservas como combustible para la respiración.<sup>13</sup>

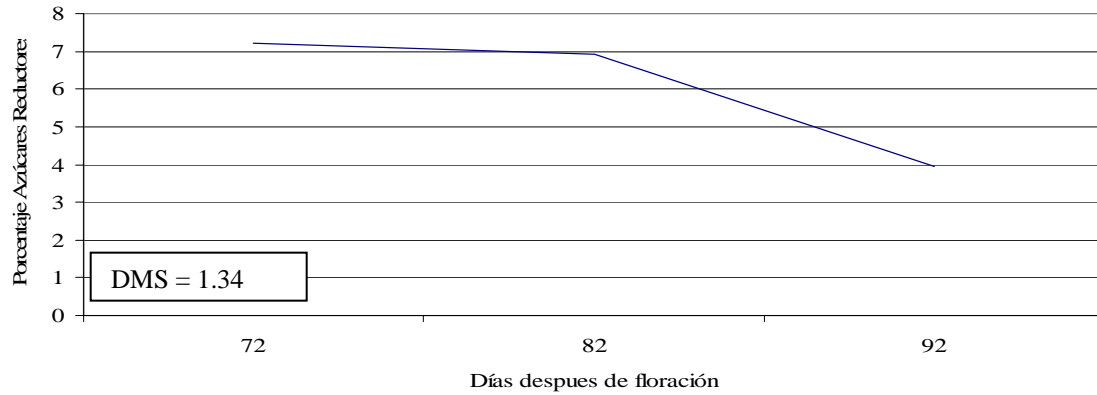


**Figura 21.** Efecto del tiempo en el porcentaje de carbohidratos totales en la GBT

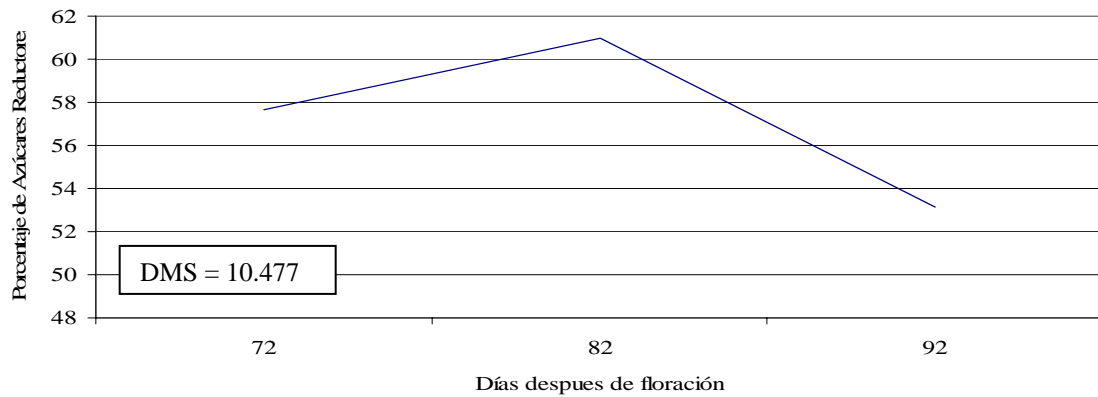


**Figura 22.** Efecto del tiempo en el porcentaje de carbohidratos totales en la GBT (base seca)

<sup>13</sup> Odilo Duarte. 2004. Origen Edificio de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Comunicación personal. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.



**Figura 23.** Efecto del tiempo en el porcentaje de azúcares reductores en la GBT



**Figura 24.** Efecto del tiempo en el porcentaje de azúcares reductores en la GBT (base seca)



## 5. CONCLUSIONES

El tamaño, peso, color y textura de la GBT cambiaron significativamente entre los 72 y 92 días después de floración.

El porcentaje de humedad de la GBT se incrementó significativamente a medida maduró el fruto, diluyendo el contenido de materia seca.

La composición química de la GBT estuvo dentro del rango encontrado en la literatura.

En base seca disminuyeron los componentes químicos a excepción de los porcentajes de cenizas, proteínas y azúcares reductores, indicando que la GBT llegó a madurez fisiológica antes de los 72 días.

El punto óptimo de cosecha, basándose en la textura, se mantiene en 82 días después de floración, debido a que si se trata de transportar la GBT que se encuentra a 92 días después de floración, sería demasiado el daño que sufriría el fruto.

## **6. RECOMENDACIONES**

Estudiar más a fondo el fruto de la GBT incluyendo un análisis vitamínico ya que es considerado una de las frutas que mas aporta ácido ascórbico (vitamina C).

Investigar el contenido de antioxidantes, ya que, a lo largo del estudio se observó que las muestras provenientes de las últimas dos etapas sufrieron muy poca oxidación.

Realizar un estudio de la cantidad y tipo de pectinas que tiene la GBT, ya que la guayaba en general es considerada una fuente de pectinas naturales.

Evaluar maneras de proporcionarle valor agregado a la GBT, ya que mundialmente el fruto del guayabo es consumido, en su mayoría, como producto fresco.

Si se busca usar la GBT como un ingrediente para una bebida de frutas tropicales o un producto parecido, se recomienda usar el fruto a 92 días después de floración, aprovechando su alto contenido de humedad y la suavidad de su textura.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Arnau, J.V. s.f. La clorofila: Energía vital (en línea). Consultado 23 de octubre 2004. Disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=540>

Carvajal, L. 2004. Producción de la Guayaba (*Psidium guajava*) (en línea). Colombia. Consultado 2 ago. 2004. Disponible en: <http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/guayaba.html>

Codex Alimentarius, 1999. Norma del Codex para la Guayaba; CODEX STAN 215-1999 (en línea). Consultado 24 julio 2004. Disponible en: [http://www.codexalimentarius.net/web/index\\_en.jsp](http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp)

GELTO Ltda. (Enlaces Mundiales para el Desarrollo de Colombia). 2003. Pulpas de Frutas: Guayaba (en línea). Colombia. Consultado 4 ago. 2004. Disponible en: <http://www.gelto.com/pulpas.htm>

Mata, I; Rodríguez, A. 2000. Cultivo y Producción del Guayabo. D.F., México. 2da. Edición. Editorial Trillas, S.A. de C.V. 160 p.

Morton, J.F. 1987. Fruits of Warm Climates. Miami, EE.UU. Editorial Creative Resource Systems Inc. 505 p.

Pakissan. 2002. All About Orchards: Guava (en línea). Pakistán. Consultado 7 de julio 2004. Disponible en: <http://www.pakissan.com/allabout/orchards/guava.shtml>

PROEXANT (Producción de Exportaciones Agrícolas No Tradicionales). 2002. Guayaba: Perfil Técnico (en línea). Ecuador. Consultado 7 julio 2004. Disponible en: <http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html>

Sánchez de Lorenzo, J.M. 2004. Familia Myrtaceae: *Psidium* L. (en línea). España. Consultado 29 junio 2004. Disponible en: <http://www.arbolesornamentales.com/Myrtaceae.htm#Psidium>

The Fruit Pages, 2001. Fruit Nutrition Facts (en línea). EE. UU. Consultado 30 junio 2004. Disponible en: <http://www.thefruitpages.com/contents.shtml>

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1.** Resultados del ANDEVA para las características físicas de la GBT

	Peso g	Diámetro mm	Textura N	L	a	b
DF	2	2	2	2	2	2
Valor F	157.94	17.42	35.98	4.29	317.57	9.81
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0275	<0.0001	0.001
R <sup>2</sup>	0.937664	0.623928	0.774075	0.289855	0.967995	0.48314
%CV	6.278822	5.389088	19.98358	9.39349	-14.88044	9.571928

**Anexo 2.** Resultados de la separación de medias para las características físicas de la GBT

	Peso g	Diámetro mm	Textura N	L	a	b
72	498.7500	100.7500	53.6380	51.1610	-10.4250	22.0230
82	771.9700	118.0000	44.2130	51.6610	-9.6075	22.2340
92	481.5100	108.0000	21.0130	57.7710	0.5213	26.4530
DMS	46.2180	7.3974	9.9785	6.3373	1.2197	2.8433

**Anexo 3.** Resultados del ANDEVA para las características químicas de la GBT

	H	MS	MO	Cz	FND
	%	%	%	%	%
DF	2	2	2	2	2
Valor F	208.95	208.95	155.54	19.71	797.25
P>F	0.0006	0.0006	0.0009	0.0188	<0.0001
R <sup>2</sup>	0.992872	0.992872	0.990448	0.929268	0.998122
%CV	0.291876	2.507	2.936585	6.90917	2.145768

	EE	PC	ELN	CHO's	AR
	%	%	%	%	%
DF	2	2	2	2	2
Valor F	39.59	53.47	20.2	69.34	63.92
P>F	0.007	0.0045	0.0182	0.0031	0.0035
R <sup>2</sup>	0.963493	0.972714	0.930874	0.978825	0.977072
%CV	5.232904	6.398165	6.768808	4.274012	5.320957

**Anexo 4.** Resultados de la separación de medias para las características químicas de la GBT

	H	MS	MO	Cz	FND
	%	%	%	%	%
72	87.490	12.510	11.960	0.550	6.010
82	88.640	11.360	10.915	0.445	3.655
92	92.585	7.415	7.055	0.355	2.590
DMS	1.093	1.093	1.224	0.130	0.366

	EE	PC	ELN	CHO's	AR
	%	%	%	%	%
72	0.405	1.040	5.785	6.615	7.215
82	0.260	0.800	6.680	6.330	6.925
92	0.300	0.520	4.300	4.020	3.940
DMS	0.070	0.210	1.581	1.010	1.340

**Anexo 5.** Resultados del ANDEVA para las características químicas de la GBT (base seca)

	Cz	MO	EE	FND
	%	%	%	%
DF	2	2	2	2
Valor F	1.290	1.290	34.070	2273.290
P>F	0.395	0.395	0.009	<0.0001
R <sup>2</sup>	0.462	0.462	0.958	0.999
%CV	12.960	0.594	6.939	0.655

	PC	AZ	CHO	ELN
	%	%	%	%
DF	2	2	2	2
Valor F	6.820	4.960	74.850	252.880
P>F	0.077	0.112	0.003	0.001
R <sup>2</sup>	0.820	0.768	0.980	0.994
%CV	5.301	4.379	2.833	1.825

**Anexo 6.** Resultados de la separación de medias para las características químicas de la GBT (base seca)

	Cz	MO	EE	FND
	%	%	%	%
72	4.415	95.585	3.230	48.045
82	3.915	96.085	2.255	34.940
92	4.825	95.175	4.080	32.175
DMS	2.374	2.374	0.925	1.050

	PC	AZ	CHO	ELN
	%	%	%	%
72	8.305	57.670	76.345	36.000
82	7.055	60.985	71.735	54.600
92	7.025	53.120	54.195	49.125
DMS	1.652	10.477	7.983	3.552