



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Carrera de Biología

Laboratorio de Química Vegetal y Biotransformaciones

**Análisis bromatológico del fruto de la tlahuanca
(*Psidium guineense* Sw.) recolectado en el municipio
de Olinalá, Guerrero.**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:

LUIS ALBERTO JIMÉNEZ URIBE

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. F. LEONORA SÁNCHEZ Y GARCÍA-FIGUEROA

México D.F., a 19 de Abril del 2016.

PAPIME PE209015





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ZARAGOZA”

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE.**

Comunico a usted que el alumno **JIMÉNEZ URIBE LUIS ALBERTO**, con número de cuenta **308341553**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **19 de abril a las 11:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

PRESIDENTE Q. MARTHA TRINIDAD JULIETA OLIVEROS GARCÍA

VOCAL Dra. FRANCISCA LEONORA SÁNCHEZ Y GARCÍA FIGUEROA

SECRETARIO M. en C. JUANA MARÍA DE LA PAZ LÓPEZ

SUPLENTE M. en C. CONSUELO BAUTISTA ARAGÓN

SUPLENTE Biól. JUAN ROMERO ARREDONDO

El título de la tesis que presenta es: **Análisis bromatológico del fruto de la tlahuanca (*Psidium guineense* Sw.) recolectado en el municipio de Olinalá, Guerrero.**

Opción de titulación: Tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
México, D. F., a 25 de febrero de 2016

DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ
DIRECTOR



RECIBÍ
OFICINA DE EXÁMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO. BO.
M. en C. ARMANDO CERVANTES SANDOVAL
JEFE DE CARRERA

La naturaleza y sus leyes están escondidas en la noche, dios dijo: "Dejen a Newton ser" y todo fue luz. Alexander Pope.

No hay cosa sin interés, sólo hay personas desinteresadas. Gilbert Keith Chesterton.

Las ciencias tienen raíces amargas, pero frutos muy dulces. Aristóteles.



Fotografía de la tlahuanca, tomada el día 26 de Septiembre del 2014.

"Toda disciplina que genere conocimiento, que se pueda observar, medir, inferir, experimentar y generar resultados pertenece al dominio de la ciencia"

DEDICATORIA.

A mi papá quien amo muchísimo, por todo el amor incondicional y cariño que me ha dado hasta ahora, por su persistencia y apoyo para que lograra cumplir mis metas, no tengo palabras para expresar la gratitud y todo lo que me has dado.

A mi mamá, por el gran amor y cariño que me tienes, la enorme paciencia que me has tenido todo este tiempo, no tengo palabras para agradecerte todo.

A mis abuelitos paternos Ignacio y María del Rosario que me amaron mucho, a mis abuelitos maternos Eustolia y Jesús quienes me consintieron y amaron mucho de niño y que me están cuidando desde el cielo.

A mi familia tanto paterna como materna por su cariño y amor incondicional que me han dado, y a mis primos hermanos: Carlos, Xavier, Gabriel, Miguel y a toda la banda del “oñoñooy”.

A la Dra. F. Leonora, por la paciencia y dedicación que me tuvo todo este tiempo, por brindarme un espacio en su laboratorio y por todo lo que he aprendido con usted, muchas gracias por recibirme.

A los amigos que más amo en el mundo: Sara, Julio, Israel, Sandra, Sandra García, Jean y Ale, por darme su amistad y cariño tantos años y aguantarme todo este tiempo “los amo muchísimo chicos”.

A todos mis profesores y profesoras, por sus enseñanzas y experiencias que me han transmitido, sin ellos no habría aprendido y apreciado el fascinante mundo de los seres vivos.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecerle a Dios, quien me ha cuidado todo este tiempo y por darme la oportunidad de finalizar mis estudios en esta bonita carrera que es la Biología.

A la UNAM por permitirme ser parte de su maravillosa familia y a la Fes Zaragoza, la cual me otorgó las herramientas necesarias para formarme como profesional y como persona.

A la Dra. F. Leonora Sánchez y García Figueroa por permitirme estar bajo su tutela y por la enorme paciencia que me tuvo, las llamadas de atención que me dio para que le echara ganas y la orientación que se me brindó para realizar este trabajo.

A la DGAPA por su apoyo económico a través del proyecto PAPIME PE209015.

Al municipio de Olinalá por su recibimiento y hospitalidad. Al señor Leonardo García de Jesús y a su esposa Paulina Limón Luna, por su hospitalidad y por la información que nos brindaron sobre el fruto y dulce de la tlahuanca; además de otorgarnos el material con el que se trabajó.

A mis sinodales por su apoyo en la revisión de mi escrito. A la profesora Aida Zapata Cruz del laboratorio de servicios de absorción atómica y al maestro Ramiro Ríos Gómez del laboratorio de remediación de suelos, por su apoyo en este trabajo. A la profesora María Magdalena Ayala Hernández del herbario FEZA por la determinación de la especie a fin.

A mis compañeros y amigos del laboratorio de “Química Vegetal y Biotransformaciones”. Antonio Chávez Montero y Karla Denisse Huerta por su ayuda y orientación, sin la cual no habría podido finalizar mi trabajo. A Osvan, Adan y Paty, que me apoyaron durante mi estancia en el laboratorio. A Frank, Eli, y Vicky, por su compañerismo y amistad durante esta travesía.

Algunas partes sobre éste trabajo fueron presentados en:

XIV FORO DE INVESTIGACIÓN ESCOLAR EN BIOLOGÍA

FES ZARAGOZA, UNAM.

México, D.F.

4 de Septiembre del 2014.

Título: “Análisis bromatológico de la tlahuanca (*Psidium guineense* Sw.) recolectado en el municipio de Olinalá, Guerrero”.

**11° CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y SIMPOSIO METROPLITANO DE LAS
CIENCIAS DEL SUELO EN EL MARCO DEL AÑO INTERNACIONAL DE LOS**

SUELOS.

México, D.F.

23 de Octubre del 2015.

Título: “Análisis nutrimental del fruto y dulce de la tlahuanca (*Psidium guineense* Sw.) proveniente de Olinalá, Guerrero”.

INFORME DE SERVICIO SOCIAL. FES ZARAGOZA.

México, D.F.

28 de Octubre del 2015.

Título: “Análisis bromatológico del fruto de *Psidium guineense* Sw. proveniente de Olinalá, Guerrero”.



Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Química Vegetal y Biotransformaciones de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM, bajo la dirección de la Dra. F. Leonora Sánchez y García-Figueroa, y fue financiado por la **DGAPA** a través del proyecto **PAPIME PE209015**.

ÍNDICE GENERAL.

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Etnobotánica de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	4
3.2 Clasificación taxonómica de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	5
3.3 Sinonimia aceptada.....	5
3.4 Descripción botánica de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	6
3.5 Distribución geográfica.....	8
3.6 Ecología.....	9
3.7 Medios de germinación y propagación.....	10
3.8 Propiedades fitoquímicas.....	11
3.9 Propiedades atribuidas.....	11
3.10 Nombres comunes.....	12
3.12 Bromatología.....	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. HIPÓTESIS	13
6. OBJETIVOS	14
6.1 Objetivos particulares.....	14

	Página
7. MATERIAL Y MÉTODOS	15
7.1 Zona de obtención del material vegetal.....	16
7.2 Variables de estudio.....	16
7.3 Medición de características físicas.....	17
7.4 Preparación del material vegetal.....	18
7.5 Análisis bromatológico.....	18
7.5.1 Humedad. Método de secado en estufa.....	19
7.5.2 Grasas. Extracción continua con equipo Soxhlet.....	20
7.5.3 Proteínas. Método micro-Kjeldahl.....	21
7.5.4 Azúcares totales. Método Munson & Walker.....	22
7.5.5 Fibra cruda. Método de Kennedy.....	23
7.5.6 Cenizas. Incineración de muestras por calcinación.....	23
7.5.7 Índice de Acidez. Valoración ácido-base.....	24
7.5.8 Medición de pH. Nom-021.....	25
7.5.9 Micronutrientes. Espectroscopia por absorción atómica.....	25
7.6 Análisis estadístico.....	25
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
8.1 Características físicas de la tlahuanca.....	26
8.2 Análisis bromatológico de la tlahuanca.....	27
8.2.1 Aporte nutrimental del fruto fresco y fruto seco.....	27
8.2.2 Aporte nutrimental de cada parte del fruto.....	31
8.2.3 Micronutrientes en fruto fresco y fruto seco.....	35
8.2.4 Aporte nutrimental del dulce de tlahuanca.....	38

	Página
9. CONCLUSIONES	41
10. BIBLIOGRAFÍA	43
11. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	48
12. ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS.

	Página
Figura 1. Frutos frescos de tlahuanca.....	3
Figura 2. Frutos secos de tlahuanca.....	3
Figura 3. Dulce de tlahuanca.....	3
Figura 4. <i>Psidium guineense</i> Sw.....	5
Figura 5. Hojas y flores de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	7
Figura 6. Esquema de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	7
Figura 7. Mapa de distribución de <i>Psidium guineense</i> Sw en México.....	8
Figura 8. Mapa de distribución de <i>Psidium guineense</i> Sw. en el mundo.....	8
Figura 9. Vista del terreno de Olinalá Guerrero.....	9
Figura 10. Árbol de la tlahuanca.....	10
Figura 11. Diagrama del análisis bromatológico de la tlahuanca.....	15
Figura 12. Región de Olinalá Guerrero.....	16
Figura 13. Frutos frescos de tlahuanca recolectados en Olinalá Guerrero.....	17
Figura 14. Corte longitudinal de la tlahuanca, semillas de la tlahuanca.....	17
Figura 15. Muestras homogenizadas del material vegetal.....	18

	Página
Figura 16. Desecador donde se colocaron las muestras.....	19
Figura 17. a) Extractor Soxhlet, b) Rota vapor, c) Vial con extracto hexánico.....	20
Figura 18. a) Digestor Kjeldahl, b) Sistema de destilación.....	21
Figura 19. a) Reactivos de Fehling, b) Precipitación de óxido de cobre.....	22
Figura 20. a) Determinación de Fibra, b) Determinación de cenizas.....	24
Figura 21. Valoración ácido-base en presencia de fenolftaleína.....	24
Figura 22. Etiqueta para fruto fresco.....	42
Figura 23. Información nutricional del dulce de tlahuanca.....	42
Figura 24. Esquema de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	49

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS.

	Página
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	5
Cuadro 2. Nombres comunes de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	12
Tabla 1. Características generales de la tlahuanca.....	26
Tabla 2. Composición nutrimental del fruto fresco y fruto seco (en base seca).....	27
Tabla 3. Comparación nutrimental del fruto de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	29
Tabla 4. Aporte nutrimental de cada parte del fruto fresco (en base seca).....	31
Tabla 5. Análisis proximal de la pulpa comprado con otras fuentes.....	33
Tabla 6. Análisis proximal de cáscara y semillas comparado con otras fuentes.....	34
Tabla 7. Micronutrientes en fruto fresco y fruto seco (en base seca).....	35
Tabla 8. Comparación de micronutrientes del fruto entero de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	37
Tabla 9. Composición nutrimental de los dulces de tlahuanca.....	38
Tabla 10. Análisis proximal del dulce.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

	Página
Gráfica 1. Aporte nutrimental del fruto fresco y fruto seco de la tlauanca.....	28
Gráfica 2. Porcentaje de humedad en cada parte del fruto.....	31
Gráfica 3. Aporte nutrimental de las partes del fruto.....	32
Gráfica 4. Aporte nutrimental del dulce de tlauanca.....	39

**Análisis bromatológico del fruto de la tlahuanca
(*Psidium guineense* Sw.) recolectado en el municipio de Olinalá,
Guerrero.**



Jiménez Uribe Luis Alberto

1. RESUMEN

La tlahuanca (*Psidium guineense* Sw.) es un fruto que está catalogado como alimento no convencional y se consume regularmente en el municipio de Olinalá, Guerrero. Además de consumirlo fresco, los habitantes de ésta localidad secan el fruto para conserva y elaboran productos a partir de la tlahuanca como agua, atole y dulces para su consumo y venta.

En este trabajo se realizó el análisis nutrimental de la tlahuanca en sus tres modalidades de consumo (fresco, seco y en su preparación como dulce), y en cada parte del fruto (cáscara, pulpa y semillas). Se determinó el contenido de humedad, grasas, proteínas, azúcares totales, fibra cruda, cenizas, índice de acidez y pH; también se determinaron los micronutrientes hierro, calcio, sodio y potasio. Para el fruto fresco se obtuvo en porcentaje: humedad (76.81 ± 1.34), grasas (3.50 ± 0.42), proteínas (18.62 ± 0.24), azúcares totales (33.83 ± 0.29), fibra cruda (18.52 ± 0.59), cenizas (3.93 ± 1.33), acidez titulable (1.98 ± 0.46) y pH (3.18 ± 0.01). Para los micronutrientes: hierro ($1.52 \text{ mg} \pm 0.98$), calcio ($96.69 \text{ mg} \pm 2.06$), sodio ($65.28 \text{ mg} \pm 15.44$) y potasio ($629 \text{ mg} \pm 15.71$).

Se concluye que el aporte nutrimental del fruto fresco y seco son igualmente de beneficiosos para su consumo, además de que la cantidad de proteínas que contiene la tlahuanca es más alto en comparación con las variedades de *Psidium guineense* Sw. que crecen en otros lugares y con *Psidium guajava* L. Si las personas están interesadas en comercializar el dulce de tlahuanca fuera de Olinalá, es recomendable estandarizar el proceso de su elaboración.

2. INTRODUCCIÓN

Los nutrientes son los componentes de los alimentos, los cuales son aprovechados por el organismo y están distribuidos en diferentes proporciones dependiendo del alimento que se trate. Las frutas como alimento, son una fuente natural de nutrientes esenciales y minerales necesarios en la dieta humana (Zapata *et al.*, 2013).

En algunas partes del país se consumen alimentos de origen vegetal que son desconocidos en las grandes ciudades y para la población en general, los cuales se clasifican como alimentos no convencionales. El fruto conocido como tlahuanca (*Psidium guineense* Sw.) es una baya tropical que está catalogado como alimento no convencional. Cuando es temporada del fruto en Olinalá, se consume fresco (Fig. 1) y fuera de temporada se conserva seco (Fig. 2) o en su preparación como dulce (Fig. 3). Los habitantes de esta localidad acostumbran secar la tlahuanca al sol para preparar agua, pulque y atole, la elaboración del dulce a partir del fruto es una manera de aprovecharlo como postre o como método de conserva.

La tlahuanca es un miembro de la familia de las mirtáceas (Myrtaceae) al igual que la guayaba (*Psidium guajava* L.), sus características son similares en cuanto a capacidad de dispersión, fructificación, adaptación a diferentes entornos y resistencia a enfermedades y plagas (Rodrigues, 2008; Martins *et al.*, 2013). La diferencia entre la tlahuanca y la guayaba es que el primero tiene un fruto más pequeño, con una cáscara dura y su sabor es un poco agrio; además de que contiene más proteínas y vitamina C, que el fruto de la guayaba (Alves *et al.*, 2011).

La composición química y nutricional de *Psidium guineense* Sw. varía en función de las precipitaciones, altitud, clima y tipo de suelo donde crece, también de acuerdo con la temporada y maduración del fruto (León, 1968; Medina y Pagano, 2003).

El propósito de este trabajo fue determinar la composición nutrimental de la tlahuanca que proviene de la región de Olinalá, en sus tres modalidades de consumo (fresco, seco y en dulce), y en cada parte del fruto (cáscara, pulpa y semillas), con el fin de evaluar a la tlahuanca como alimento.



Fig. 1 Frutos frescos de tlahuanca.



Fig. 2 Frutos secos de tlahuanca.



Fig. 3 Dulce de tlahuanca.

3. MARCO TEÓRICO

Las mirtáceas (Myrtaceae) son una familia de angiospermas perteneciente al orden de las Myrtales conformada por 140 géneros y 5,500 especies (Retamales *et al.*, 2014). Están ampliamente distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales del mundo; tienen en común la presencia de aceites esenciales en casi todos sus tejidos además de que son de gran interés por sus frutos, especias, maderas y como plantas ornamentales (León, 2000). El género *Psidium*, conocidos comúnmente como “guayabas” está conformado por alrededor de 100 especies originarias de América tropical (Vargas, 2004). Algunas especies importantes para el hombre se encuentran dentro de este grupo como es el caso de *Psidium guajava* L., el cual ha recibido mayor atención para su consumo (Pacheco *et al.*, 2011; Rivero-Maldonado *et al.*, 2011). Existen caracteres morfológicos muy semejantes entre estas especies generando confusión al momento de su determinación taxonómica (Rivero, 2013).

3.1 Etnobotánica de *Psidium guineense* Sw.

Normalmente esta especie se utiliza como frutal en pequeñas áreas verdes, aunque también se ha utilizado como planta ornamental debido al atractivo de su follaje (Rojas *et al.*, 2006). La madera de esta planta es muy resistente y se aprovecha para diferentes usos como leña, postes, mangos de herramientas y como carbón vegetal. Los tallos y hojas se ocupan para obtener colorantes (FAO, 1987; Morton, 1987; Rivero, 2013). En algunos lugares prefieren ocupar el fruto de esta planta para la elaboración de dulces, jaleas y mermeladas (Eynden *et al.*, 1999).

3.2 Clasificación taxonómica de *Psidium guineense* Sw.

La especie *Psidium guineense* Sw. (Fig. 4) fue descrita por el botánico Peter Olof Swartz y publicado en *Nova Genera et Species Plantarum seu Prodrromus 77* en 1788. Este autor la nombró así basándose en la creencia de que ésta especie era endémica de la costa de Guinea; sin embargo desconocía que éste había sido introducido y cultivado en África (León, 1987). Durante mucho tiempo se consideró que era una especie distinta de *Psidium molle* Bertol o de *Psidium schiedeanum* Berg; pero ahora estos nombres así como *Psidium araca* Raddi son tratados como sinonimia (Morton, 1987).



Reino	Plantae
Phylum	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Género	<i>Psidium</i>
Especie	<i>Psidium guineense</i> Sw.

Fig. 4 *Psidium guineense* Sw. (Fuente: <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metas/view/21418>).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Psidium guineense* Sw.

3.3 Sinonimia aceptada.

La especie *Psidium guineense* tiene 42 sinónimos aceptados, los nombres científicos que más se usan en la literatura son (FAO 1987, Morton 1987):

Psidium araca Raddi. *Psidium costarricense* O. Berg. *Psidium laurifolium* O. Berg.

Psidium molle Bertol. *Psidium monticola* O. Berg. *Psidium rotundifolium* Standl.

Psidium schiedeanum O. Berg. *Psidium schippii* Satndl.

3.4 Descripción botánica de *Psidium guineense* Sw.

Es un arbusto de 1-3 metros de alto que ocasionalmente llega a tener una altura de hasta 7 metros; su hábito es similar a la de *Psidium guajava* L. Las hojas de la planta (Fig. 5) son coriáceas, simples y opuestas; con pubescencia densa y fina. La lámina de la hoja es elíptica-ovada de 5-14 cm largo y 3-8 cm de ancho; el ápice es agudo o ampliamente redondeado, y la base es redondeada o cuneada. Los márgenes son enteros, con una nervadura central prominente y de 10 a 16 pares de nervios laterales. El tronco es generalmente torcido y muy ramificado. Las ramas son cilíndricas o aplanadas. La corteza de la planta es lisa y escamosa, con un 1 mm de espesor; su color llega a ser pardo, gris pálido o gris oscuro. Las flores (Fig. 5) son blancas de 3 cm de largo y 1.8 cm de ancho; presentan 5 pétalos y numerosos estambres. Los frutos son bayas globulares u ovoides de 2-6 cm de largo y 2-3.5 cm de diámetro, y son de color verde claro. La cáscara del fruto es delgada y resistente. Las semillas son ovoides y aplanadas, su testa es dura y son de color amarillo (FAO, 1987; Morton, 1987; Eynden *et al.*, 1999; Rojas *et al.*, 2006; Gargiullo *et al.*, 2008).



Fig. 5 Hojas y flores de *Psidium guineense* Sw.
(Fuente: <http://bios.conabio.gob.mx/especies/6030017>).

Psidium guineense Sw. (Fig. 6) se puede distinguir de *Psidium guajava* L. por presentar menos de 10 pares de nervaduras en sus hojas. Otra característica que lo diferencia de la guayaba es el tipo de inflorescencia, *P. guineense* presenta flores solitarias o cimas bíparas, pero nunca ambas como el caso de *P. guajava* (Rivero, 2013).



Fig. 6 Esquema de *Psidium guineense* Sw.

a) Lamina foliar de forma elíptica, b) Flor solitaria de 5 pétalos

c) Frutos pequeños de forma esférica y con gran número de semillas (Fuente: Rivero, 2013).

3.5 Distribución geográfica.

Ésta especie originaria de Brasil, tiene una amplia dispersión en América latina (Neira *et al.*, 2005; Alves *et al.*, 2011; Gomes *et al.*, 2012). Su distribución va desde México (Fig. 7) y algunas partes del Caribe, hasta el norte de Argentina (Rojas *et al.*, 2006; Campos de Melo *et al.*, 2013).



Fig. 7 Mapa de distribución de *Psidium guineense* Sw. en México.
(Fuente: http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map).

También se llega a encontrar en algunos países del sur de África, incluyendo Madagascar (Fig. 8). En el noreste de la India, esta planta se ha naturalizado y crece de manera silvestre (Morton 1987; Ávila, 2009).



Fig. 8 Mapa de distribución de *Psidium guineense* Sw. en el mundo
(Fuente: http://eol.org/data_objects/21409390).

3.6 Ecología.

Ésta planta es propia de climas secos, semicálidos, templados y húmedos asociados a selvas bajas caducifolias y bosques tropicales perennifolios. También se encuentra en bosques de sabana, bosques estacionalmente secos, bosques húmedos, bosques de pino-encino y bosques de galería, a elevaciones de 100 a 2000 msnm donde hay precipitaciones anuales de 1000-2400 mm (Matías, 1997; Gargiullo *et al.*, 2008; Campos de Melo *et al.*, 2013).

Abunda mucho en zonas de vegetación precaria y en ocasiones aparece en zonas alternadas, como pastizales, matorrales, zonas agrícolas abandonadas y márgenes de carreteras (FAO, 1987). Crece en una variedad de tipos de suelo, entre los más comunes son suelos húmedos y semiáridos, también prospera en terrenos áridos (Neira *et al.*, 2005), aunque no se desarrolla satisfactoriamente en suelos ligeros ni arenosos (Morton, 1987). Debido a su amplia distribución, ésta especie es muy variable en cuanto su tamaño y composición química, posiblemente a la hibridación con otras especies del género *Psidium* (León, 1987).



Fig. 9 Vista del terreno de Olinalá Guerrero.

3.7 Medios de germinación y propagación.

Las características de germinación de *Psidium guineense* Sw. son similares a las de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Éste se propaga a través de sus semillas (Fig. 10), aunque hay reportes de propagación vegetativa mediante esquejes de raíz (FAO, 1987; Rojas *et al.*, 2006). Recientemente se han realizado estudios de germinación in vitro sobre las semillas y plántulas de *Psidium guineense* Sw., en los cuales se han utilizado diferentes medios de cultivo, sin embargo los resultados han sido insatisfactorios (Rodrigues, 2008; Martins *et al.*, 2013; Mugnol *et al.*, 2014). Ésta planta tiene una alta capacidad de fructificación y dispersión, lo que indica una adaptación a diferentes entornos y cierta resistencia a enfermedades y plagas, exceptuando a la moscas de fruta (Martins *et al.*, 2013). La especie se ha cruzado con la guayaba común y otros *Psidium* generando arbustos híbridos de menor tamaño (Morton, 1987).

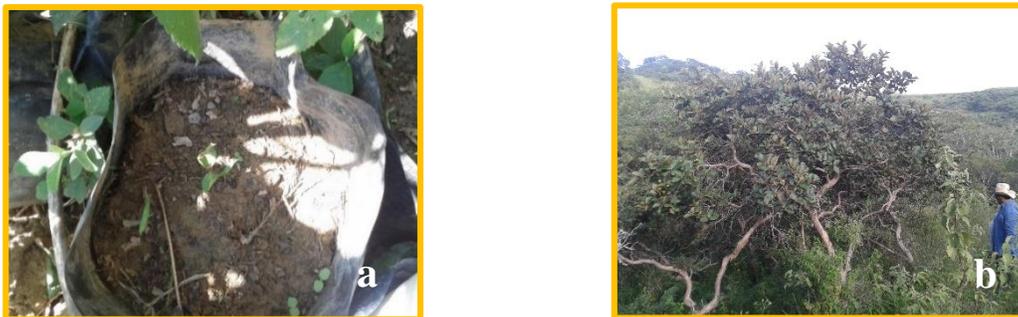


Fig. 10 Árbol de la tlahuanca: a) Plántula, b) Árbol adulto

En México no hay producción de tlahuanca para su comercialización fuera del municipio de Olinalá y aún se carece de tecnologías de cultivo extensivo y su fruto se sigue recolectando en su ambiente natural.

3.8 Propiedades fitoquímicas.

Algunos autores se han centrado en la actividad fitoquímica y antibacterial de la especie *Psidium guineense* Sw., asociándolo a la presencia de taninos y flavonoides en los frutos y hojas de esta especie (Alves *et al.*, 2011; Gomes *et al.*, 2012). Además de la presencia de taninos y flavonoides, Neira *et al.* (2005) reportan la presencia de terpenos y aldehídos en los frutos y hojas de la planta; le atribuyen actividad antibacterial contra cepas de *Streptococcus mutans*. Alves *et al.*, (2011) han encontrado que la pulpa inmadura presenta actividad antibacterial moderada frente a *Staphylococcus aureus*, también reportan que los frutos maduros son tóxicos para *Artemia salina* (Sánchez y Neira, 2005). Algunos flavonoides que se han identificado son: miricetina, luteonina y kaempferol (Rivero, 2013).

3.9 Propiedades atribuidas.

En los países sudamericanos se usan la corteza y raíz de la planta para tratar infecciones urinarias; gastrointestinales y disentería. En Costa Rica, utilizan sus hojas para reducir las várices y úlceras en las piernas, también la usan para aliviar los resfriados y la bronquitis (Neira *et al.*, 2005; Gomes *et al.*, 2012). En Chiapas, Oaxaca y Veracruz se utilizan tanto las hojas como el fruto o la raíz, para tratar estos mismos padecimientos; se utilizan, principalmente hervidas. Algunos estudios se han centrado en el perfil fitoquímico y la actividad farmacológica de esta planta; además, es ampliamente utilizado en la medicina popular en las regiones de América del Sur para tratar las infecciones de los tractos gastrointestinales y vías urinarias (Gomes *et al.*, 2012).

3.10 Nombres comunes.

Debido a su gran dispersión en América Latina, el fruto de *Psidium guineense* se conoce por diferentes nombres dependiendo de país.

Cuadro 2. Nombres comunes de *Psidium guineense* Sw.

País	Nombre Común
Brasil	aracá, aracá do campo, aracazeiro, aracahy
Colombia	arrayan, choba
Costa Rica	cas, guayaba, guayaba silvestre, guayabo de sabana, güíزارo
Ecuador	guayaba allpa
El Salvador	guayabilla guayabillo
Guatemala	guayaba, guayaba ácida, guayaba hedionda, chamacch, pataj, pichippul
Las Guayanas	guava silvestre, guayaba silvestre
México	atenqui, guayaba agria, tlahuanca
Panamá	guayaba arraijan, guayabo de sabana, guayabita sabanera
Perú	guabillo, guayaba brava, guayaba sachá, huayava
Venezuela	guayaba agria, guayaba de sabana, guayaba sabanera
Nicaragua	Guayaba ácida, guayabita del Perú, guísaro

(Fuente: Morton, 1987; Ávila, 2009).

3.11 Bromatología.

La bromatología es la disciplina encargada del estudio de los alimentos. Además, se encarga de evaluar las transformaciones que sufren los nutrientes al ser expuestos a cambios físicos y químicos durante el proceso de conserva y almacenamiento; esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan sus propiedades y así poder producir alimentos que sean consistentemente seguros, nutritivos y deseables para el consumidor. El análisis bromatológico utiliza los métodos analíticos adecuados para poder determinar la composición de los alimentos y evaluar su calidad.

Los análisis más frecuentes que se realizan en un alimento es la determinación de humedad, grasas, proteínas, carbohidratos, fibra, cenizas, acidez y pH (Zumbado, 2002; Iturbe y Sandoval., 2013). También se evalúan las características organolépticas como son el sabor, textura y olor de un alimento. Los alimentos se caracterizan por presentar variabilidad en su composición; factores como suelo, clima, grado de maduración, especie, etc. influyen en el alimento.

4. JUSTIFICACIÓN

Debido a las características agronómicas que presenta *Psidium guineense* Sw. y su buena aceptación para el consumo humano, tiene potencial para comercializarse. Se ha estudiado el aporte nutrimental de las variedades provenientes de la India, Brasil, Colombia y otros países de Latinoamérica (Chakraborti *et al.*, 2007; Lara *et al.*, 2007; Damiani *et al.*, 2011), sin embargo no se ha estudiado el fruto que crece en México.

Dado que las condiciones ambientales en Olinalá, Guerrero son distintas a otras regiones, es importante evaluar la composición nutrimental de la tlahuanca fresca, seca y en dulce, para saber qué beneficios aporta a la dieta humana y expandir su comercialización en otros lados.

5. HIPÓTESIS

Se espera encontrar una composición nutrimental igual en el fruto fresco que en el seco, o similar a lo reportado para otras variedades de *Psidium guineense* Sw. y de *Psidium guajava* L.

6. OBJETIVOS

Realizar el análisis nutrimental del fruto de *Psidium guineense* Sw. proveniente del municipio de Olinalá en sus tres modalidades de consumo y de cada parte del fruto.

6.1 Objetivos Particulares.

- Evaluar las características físicas de la tlahuanca fresca.
- Determinar la composición nutrimental del fruto entero recolectado.
- Determinar el aporte nutrimental de cada parte del fruto (cáscara, pulpa y semillas).
- Determinar la composición nutrimental del dulce elaborado a partir de la tlahuanca.
- Revisar si el método de conserva que utilizan afecta la concentración de nutrientes.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Química vegetal y biotransformaciones de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campo II.

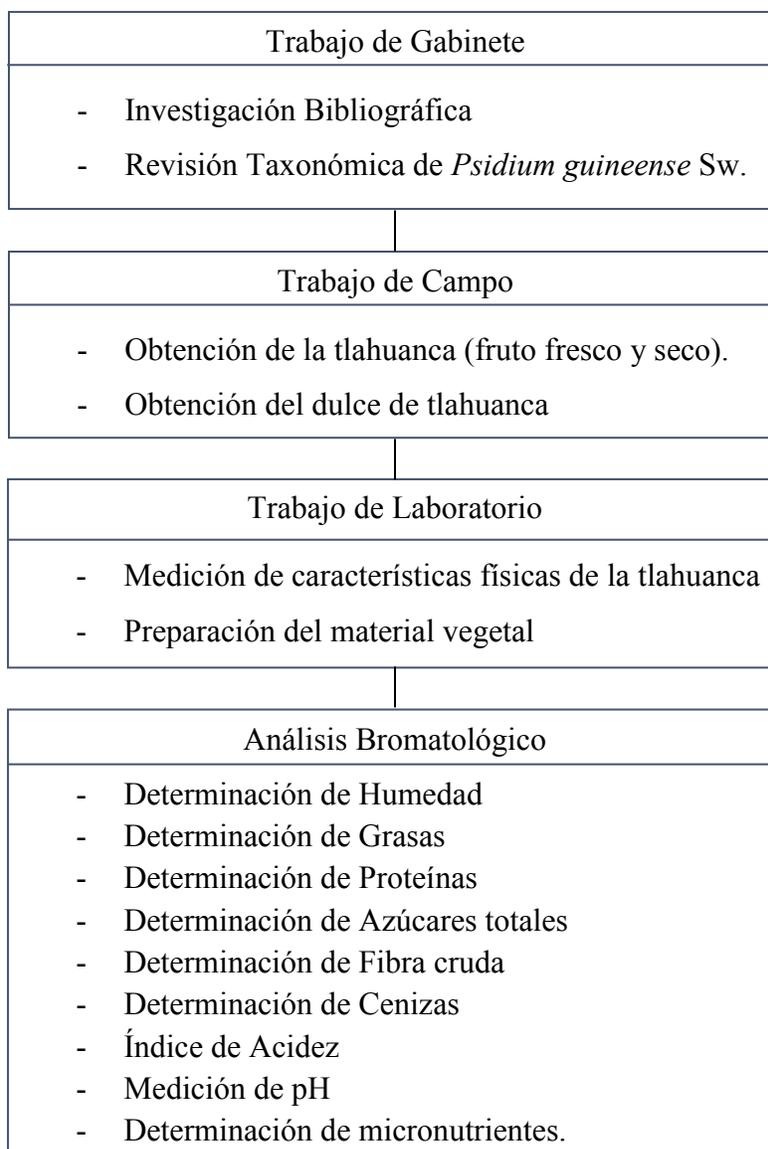


Figura 11. Diagrama del análisis bromatológico de la tlahuanca

7.1 Zona de obtención del material vegetal.

El dulce y los frutos de la tlahuanca se obtuvieron en la región de Olinalá, Guerrero (Fig. 12). Las coordenadas geográficas de la zona son: 17° 47' 45'' latitud Norte, 98° 46' 43'' longitud Oeste, a una altitud de 1540 m.s.n.m. La verificación taxonómica de la especie fue llevada a cabo por la maestra en ciencias María Magdalena Ayala Hernández del herbario FEZA de la FES Zaragoza.

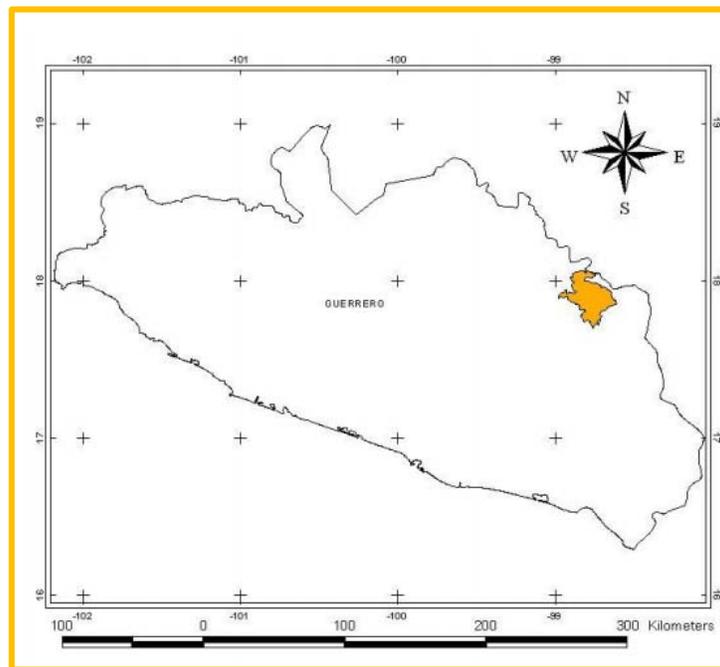


Fig. 12 Región de Olinalá, Guerrero (Fuente: Castro, 2014).

7.2 Variables de estudio.

El fruto fresco y seco son de distintas temporadas, el fruto seco se colectó el mes de noviembre del 2013 y el fresco, el mes de septiembre del 2014. Se obtuvieron dos dulces de tlahuanca en el mercado local en distintos meses, el primero se obtuvo en febrero del 2014 y el segundo en septiembre del 2014.

7.3 Medición de características físicas.

Se midieron las características generales de los frutos frescos antes del secado. Las variables físicas que se midieron fueron: peso del fruto entero, peso de la pulpa, peso de la cáscara, peso de las semillas, diámetro longitudinal y transversal del fruto entero y semillas, número de semillas que hay en cada fruto y el peso de éstas.



Fig. 13 Frutos frescos de tlahuanca recolectados en Olinalá, Guerrero.

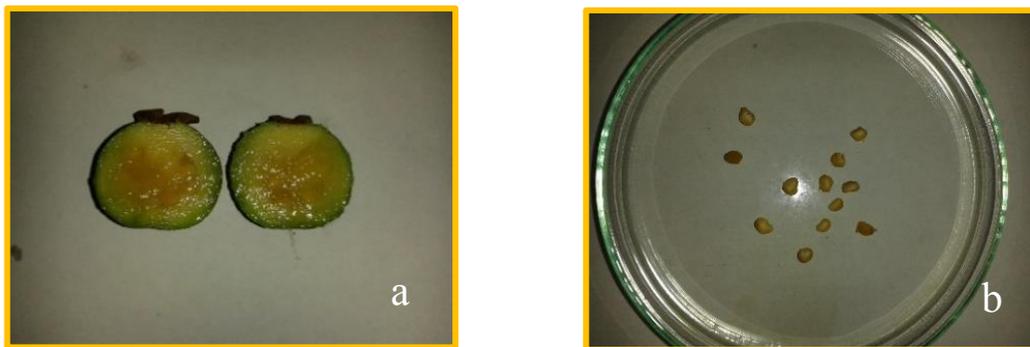


Fig. 14 a) Corte longitudinal de la tlahuanca, b) Semillas de la tlahuanca

7.4 Preparación del material vegetal.

Para las determinaciones, se secó el material a 60° C. Los frutos frescos se dividieron de la siguiente manera: fruto entero, cáscara, pulpa y semillas. Posteriormente se trituró el material y se homogenizó y se almacenó en diferentes frascos de vidrio.



Fig. 15 Muestras homogenizadas del material vegetal.

7.5 Análisis bromatológico.

Los análisis que se realizaron fueron la determinación de humedad, grasas, proteínas, azúcares totales, fibra cruda, cenizas, e índice de acidez. También se cuantificaron los micro-nutrientes hierro, calcio, sodio y potasio. La determinación de humedad se realizó en frutos frescos, la de grasas se realizó en muestras secas y los demás análisis se realizaron en muestras desengrasadas.

7.5.1 Humedad. Método de secado en estufa.

Este método consiste en la determinación del peso cuando se evapora el agua contenida en una muestra por calentamiento (Nollet, 2004), se realizó bajo condiciones controladas de tiempo (24 hrs.) y temperatura (60° C), con la puerta de la estufa abierta. La diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso resultante (peso seco) es la humedad (Caravaca *et al.*, 2001; Sierra *et al.*, 2007). El porcentaje de humedad se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos (\%)} = \left(\frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \right) * 100 \quad \text{Humedad (\%)} = 100 - \% \text{ Sólidos}$$

(AOAC, 1999; Sierra *et al.*, 2007)

Donde:

Peso seco = peso final de la muestra después del secado.

Peso húmedo = peso inicial de la muestra.



Fig. 16. Desecador donde se colocaron las muestras

7.5.2 Grasas. Extracción continua con equipo Soxhlet.

La extracción de grasas se realizó en un equipo Soxhlet (Fig. 17, a), se usó hexano como disolvente. Posteriormente se concentró el extracto hexánico y se pesó. El peso del extracto hexánico se calculó por diferencia con respecto al peso original del vial. El cociente entre el peso del de la grasa extraída (Fig. 17, c) y el peso inicial de la muestra multiplicado por 100 es el porcentaje de grasas (Lamarque *et al.*, 2008). El porcentaje de grasas se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{ Grasas} = \left(\frac{\text{Peso muestra}}{\text{Grasa extraída}} \right) * 100 \quad (\text{AOAC, 1999; Lamarque } et al., 2008)$$

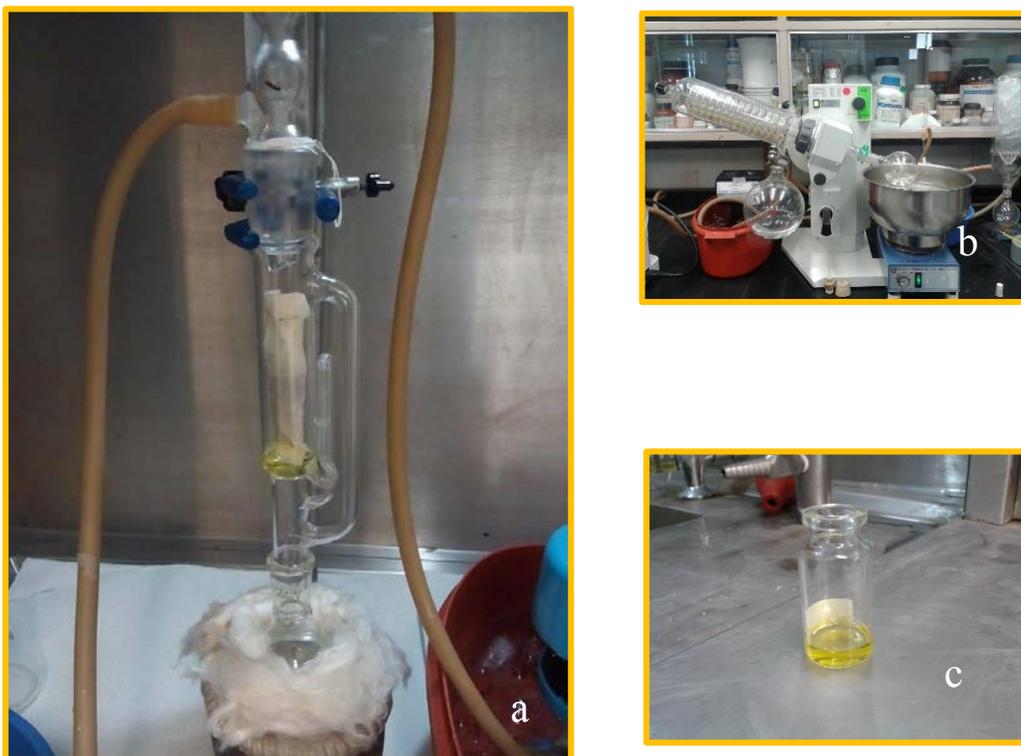


Fig. 17 a) Extractor Soxhlet, b) Rota vapor, c) Vial con extracto hexánico

7.5.3 Proteínas. Método micro-Kjeldahl.

Este método consta de tres fases: digestión, destilación y valoración de una muestra. Se basa en la determinación del nitrógeno mediante la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico (H_2SO_4), formándose sulfato de amonio, que en exceso de hidróxido de sodio (NaOH) libera amoníaco (NH_3). Este se destila recibiendo en ácido bórico (H_3BO_3), formándose borato de amonio, el cual se valora con ácido clorhídrico para regresar al pH original del ácido bórico. Para expresar el porcentaje de nitrógeno en proteína, se empleó el factor de conversión 6.25 para tejidos vegetales, el cual proviene de la consideración de que la mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada del 16% de nitrógeno (Nielsen, 2010). El porcentaje de proteínas se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{ Proteínas} = \frac{14 \times \text{Normalidad del HCl} \times \text{mL gastados de HCl} \times 100}{\text{Peso de la muestra} \times 1000} \times 6.25$$

(AOAC, 1999; Zumbado 2002)



Fig. 18 a) Digestor Kjeldahl, b) Sistema de destilación

7.5.4 Azúcares totales. Método Munson & Walker.

Este método consiste en la conversión de todos los carbohidratos en azúcares reductores (monosacáridos o azúcares simples), mediante la hidrólisis de una muestra. Los azúcares reductores en presencia de los reactivos Fehling I y II, y de NaOH, produce un precipitado de Cu^{++} proporcional a la cantidad de azúcares presentes. La cantidad de Cu^{++} , corresponderán a los miligramos de azúcar invertido (combinación glucosa, fructuosa y sacarosa). Se consultó la tabla de Fehling para la conversión del Cu a azúcar invertido. El porcentaje de azúcares se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{ Azúcares totales} = \frac{\text{gramos de Azúcar invertido} \times 10 \times 100}{\text{Peso de la muestra} \times 1000}$$

(AOAC, 1999; James, 1995)



Fig. 19 a) Reactivos de Fehling, b) Precipitación de óxido de cobre

7.5.5 Fibra cruda. Método Kennedy.

Este método se basa en simular la digestión que realiza el organismo donde la fibra representa la porción no digerible de un alimento. La fibra cruda es la pérdida de masa correspondiente a la incineración del residuo orgánico de una muestra, que queda después de su digestión con soluciones de H₂SO₄ y NaOH bajo condiciones específicas. El porcentaje de fibra se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{ Fibra} = \frac{\text{Fibra cruda}}{\text{Peso de la muestra original}}$$

(AOAC, 1999)

7.5.6 Cenizas. Método por incineración.

Este método se determinó mediante la oxidación húmeda de una muestra, calcinándola hasta que sus cenizas quedaran completamente grises. Se añadió agua y se filtró para medir las cenizas solubles, posteriormente se volvieron a incinerar y se pesaron nuevamente. El porcentaje de cenizas se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{ Cenizas totales} = \frac{\text{cenizas}}{\text{Peso de la muestra original}} * 100$$

$$(\%) \text{ Cenizas insolubles} = \frac{\text{cenizas solubles}}{\text{Peso de la muestra original}} * 100$$

$$(\%) \text{ Cenizas} = (\%) \text{ Cenizas totales} - (\%) \text{ Cenizas insolubles}$$

(Corvera y Aguilar, 2012)

7.5.7 Índice de acidez. Valoración ácido-base

Para el índice de acidez se utilizó una solución de NaOH previamente estandarizada (para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en la muestras). Se efectuó la titulación con fenolftaleína (véase fig. 21). Para el índice de acidez se utilizó una valor de 67 de la consideración de que el ácido predominante en las guayabas en general es el ácido málico. El porcentaje de acidez se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{ Acidez} = \frac{\text{mL gastados de NaOH} \times \text{Normalidad del NaOH} \times \text{peso equivalente} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

(Bolaños *et al.*, 2003)

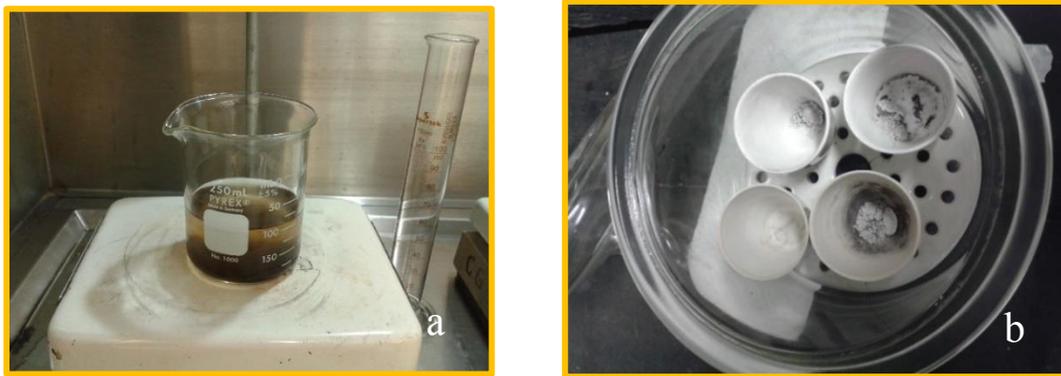


Fig. 20 a) Determinación de Fibra cruda, b) Determinación de cenizas



Fig. 21 Valoración ácido-base en presencia de fenolftaleína

7.5.8 Medición de pH. Nom-021-SEMARNAT-2000.

La medición del pH se realizó por el método electrométrico. Se pesaron 10 g de muestra y se colocaron dentro de un vaso de precipitados se adicionaron 20 mL de agua destilada. La muestra se colocó dentro de una mesa de agitación orbital shaker durante 30 minutos, luego se dejó reposar por 15 minutos y se hizo la lectura correspondiente. El modelo que se usó es un potenciómetro CONDUCTRONIC PC-18.

7.5.9 Micronutrientes. Método de espectrometría por absorción atómica.

Los elementos hierro, calcio, sodio y potasio fueron determinados en un espectrofotómetro de absorción atómica, modelo SpectrAA 200 marca Varian. El análisis de los frutos frescos y secos se llevó a cabo en el Laboratorio de Servicios de Absorción Atómica de la FES Zaragoza Campo II. Se hizo una predigestión con ácido nítrico y perclórico de las muestras, previo al análisis.

7.6 Análisis estadístico.

Se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 20 para procesar los datos obtenidos. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza ANDEVA y las diferencias significativas entre ellas fueron realizadas a través del test de Tukey; se consideró $P < 0.05$ como nivel de significancia. El análisis estadístico se realizó por triplicado.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Características físicas de la tlahuanca.

Los datos que se muestran en la tabla 1 son las medidas físicas de la tlahuanca. Éste fruto tiene un tamaño muy variado, llega a pesar desde 5.8 g hasta 25.8 g. El largo del fruto va de 1.5 cm a 3.2 cm y de ancho de 1.6 cm a 3.6 cm. Cada fruto contiene 9 semillas en promedio y se encuentran dentro de la pulpa sin una distribución aparente como ocurre con las guayabas. El peso promedio de la tlahuanca es mayor a lo que reportan Campos de Melo *et al.*, (2013) para el fruto que crece en Brasil, al igual que el largo y ancho del fruto.

Tabla 1. Características generales de la tlahuanca.

Características físicas (Promedio)	Fruto fresco	Fruto seco
Largo del fruto	2.49 cm \pm 0.43	2.34 cm \pm 0.45
Ancho del fruto	2.66 cm \pm 0.40	2.09 cm \pm 0.56
Peso del fruto	14.07 g \pm 5.15	3.11 g \pm 1.74
Peso de la pulpa	8.62 g \pm 3.18	-
Peso de la cáscara	5.7 g \pm 1.56	-
Diámetro de las semillas	0.36 cm \pm 0.05	0.36 cm \pm 0.05
Peso de las semillas	0.029 g \pm 0.005	0.019 g \pm 0.004

(-) No se pudo determinar el peso de la pulpa ni de la cáscara en fruto seco

Los frutos de tlahuanca son de color verde cuando están inmaduros y su sabor es agrio, conforme van madurando adquieren un color amarillo-verdoso y su sabor se va tornando dulce. Su aroma es fuerte y persistente, similar al de la guayaba.

8.2 Análisis bromatológico de la tlahuanca.

Los datos que se muestran a continuación, son valores promedio y desviación estándar para cada uno de los componentes que se analizó en la tlahuanca y en el dulce. A excepción del porcentaje de humedad, los demás resultados se reportan en base seca.

8.2.1 Aporte nutrimental del fruto fresco y fruto seco.

En la tabla 2 se observan las diferencias que hay entre fruto fresco y fruto seco con respecto al contenido de nutrientes y el nivel de acidez y pH:

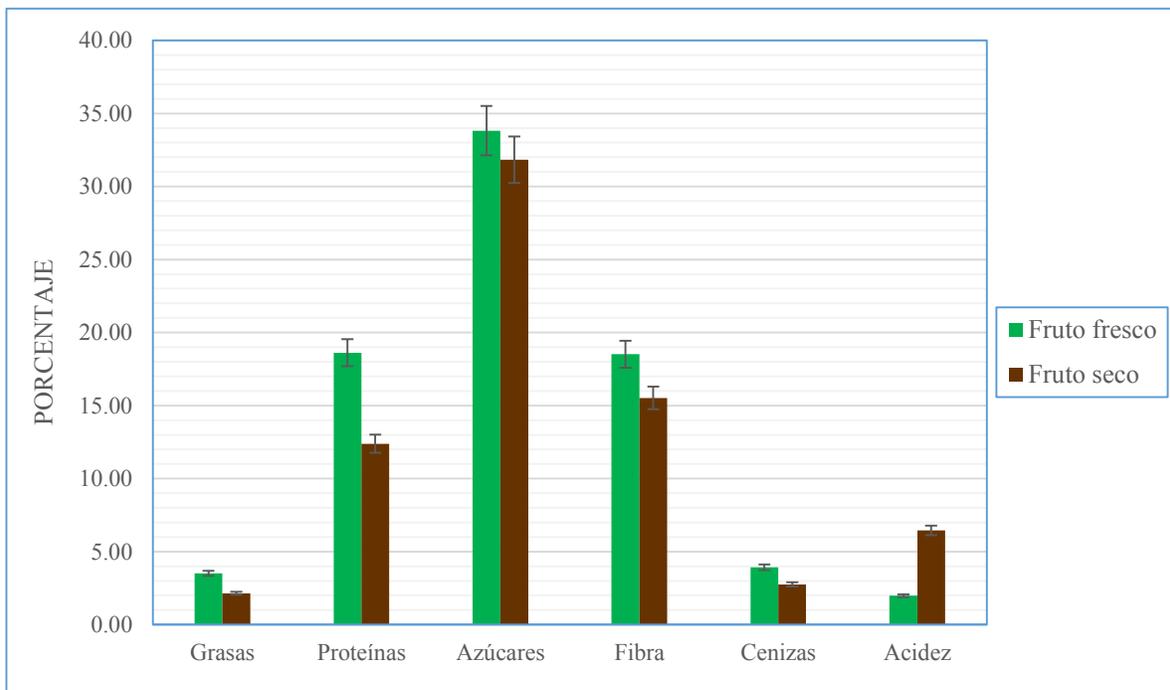
Tabla 2. Composición nutrimental del fruto fresco (en base seca) y fruto seco.

Componente (%)	Fruto fresco	Fruto seco
Humedad	76.81 ± 1.34	-
Grasas	3.50 ± 0.42	2.15 ± 0.09
Proteínas	18.62 ± 0.24	12.39 ± 0.12
Azúcares totales	33.83 ± 0.29	31.83 ± 0.52
Fibra cruda	18.52 ± 0.59	15.53 ± 0.88
Cenizas	3.93 ± 1.33	2.76 ± 0.41
Acidez titulable	1.98 ± 0.46	6.45 ± 0.20
pH	3.18 ± 0.01	2.64 ± 0.05

(-) No se determinó el contenido de humedad para fruto seco.

Hay que tomar en cuenta que los frutos estudiados de este trabajo no pertenecen a la misma temporada de colecta, a esto puede atribuirse las diferencias que hay en la composición nutrimental encontrada; también puede deberse a que son distintas las condiciones de clima durante la temporada, suelo y edad de la planta (Kairuz, 2002; Caldeira *et al.*, 2004).

El porcentaje de humedad que se encontró en el fruto fresco es alto, normalmente las frutas tropicales tienen una gran cantidad de agua; las cifras del contenido de humedad oscilan entre el 60-95% (Hart, 1971; Ramírez *et al.*, 2010). Con respecto a los otros nutrientes, el fruto fresco muestra una mayor cantidad a diferencia del fruto seco, aunque en realidad deberían tener la misma concentración, esto se discute más adelante. Cuando un fruto está seco, presenta mayor concentración de nutrientes que cuando está fresco, esto se debe que por la falta de agua, disminuye su volumen y se concentran algunos nutrientes como las proteínas y los azúcares (Darrigo-Dartinet, 2009; Hernández, 2010). En la gráfica 1 se muestran las diferencias y similitudes que hay entre el fruto fresco y fruto seco.



Gráfica 1. Aporte nutrimental del fruto fresco y seco de la tlahuanca.

La prueba de Tukey aplicado con los datos del fruto fresco y fruto seco muestran que no hay diferencia significativa para el porcentaje de azúcares ($P < 0.169$), fibra ($P < 0.164$) y de cenizas ($P < 0.052$).

La diferencia de nutrientes y acidez (véase tabla 2) que hay entre los frutos puede deberse a que los árboles y el suelo donde crecieron el fruto fresco y seco son distintos, además de que la proporción de ácidos orgánicos que contienen es diferente (Medina y Pagano, 2003). El pH que muestran los frutos puede ser una ventaja para la comercialización de la tlahuanca, puesto que lo que determina el crecimiento de algunos microorganismos en un alimento natural es su nivel de pH (Lara *et al.*, 2007), normalmente los alimentos naturales tienen un rango de pH entre 2 y 7 (Barreiro y Sandoval, 2006).

En la siguiente tabla se muestra el contenido proximal de cada nutriente del fruto fresco de este trabajo, y se compara con los valores de otras fuentes:

Tabla 3. Comparación nutrimental de la tlahuanca.

Componente (%)	Fruto fresco	Caldeira <i>et al.</i> , 2004	Lara <i>et al.</i> , 2007	Damiani <i>et al.</i> , 2012	U.S.D.A
Especie	tlahuanca silvestre	<i>P. guineense</i> silvestre	<i>P. guineense</i> cultivado	<i>P. guineense</i> cultivado	<i>P. guajava</i> cultivado
Humedad	76.81	85.12	87.00	89.91	80.80
Grasas	0.81	1.02	0.15	0.20	0.95
Proteínas	4.17	1.00	0.508	1.00	2.55
Azúcares	6.16	7.83	4.9	5.54	8.92
Fibra cruda	2.23	4.28	3.966	2.55	5.4
Cenizas	0.39	0.85	0.494	0.80	*

(*) No reportan este componente., U.S.D.A: United States Department of Agriculture.

(Fuente: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2246?manu=&fgcd=>).

Como ya se mencionó, la humedad encontrada en el fruto fresco es alto, sin embargo es menor a lo que está reportado en la tabla 3 para *Psidium guineense* Sw. y para *Psidium guajava* L.

La cantidad de grasas que se encontró en el fruto fresco es más alto a lo reportado en *Psidium guineense* Sw por otras fuentes, sin embargo, Caldeira *et al.*, (2004) reportan un cantidad de grasas más alto a lo que se encontró en este trabajo. La concentración de grasas del fruto fresco, es ligeramente menor a lo que se reporta para *Psidium guajava* L. Belitz y Grosh, (1988) mencionan que las grasas en las guayabas constituyen entre el 0.1 y 0.5% de su peso en fresco.

La cantidad de proteínas del fruto fresco es mayor a lo usualmente reportado en la bibliografía, normalmente las proteínas representan alrededor del 1% del peso fresco en las frutas (Will *et al.*, 1984). El porcentaje de azúcares (6.16 %) en el fruto fresco es mayor a lo que reportan Damiani *et al.*, (2012) (5.54 %) y Lara *et al.*, (2007) (4.9 %), pero menor a lo que reportan Caldeira *et al.*, (2004) (7.83 %). La fibra y cenizas encontradas en el fruto fresco es menor a lo que reportan otros autores. El nivel de acidez (1.98 %) y el pH (3.18) de la tlahuanca fresca es más alto a lo reportado por Lara *et al.* (2007) (1.231 y 2.86 respectivamente) y Damiani *et al.* (2012) (3.0 pH).

Chakraborti *et al.*, (2007) reportan que la variedad de *P. guineense* que crece en la India, el contenido de humedad es de 83.33 %, 14.60 mg/g de proteínas, y 44.61 mg/g de azúcares para un fruto maduro; estos valores son similares a las que se encontraron en este trabajo para el fruto fresco (76.81 humedad, 18.62 proteínas y 33.83 azúcares en base seca), sin embargo, el contenido de azúcares es más alto, y la acidez (0.065 meqNaCO₃/g) es menor para la variedad de la India, hay que mencionar que el estudio que ellos realizaron es de un fruto cultivado.

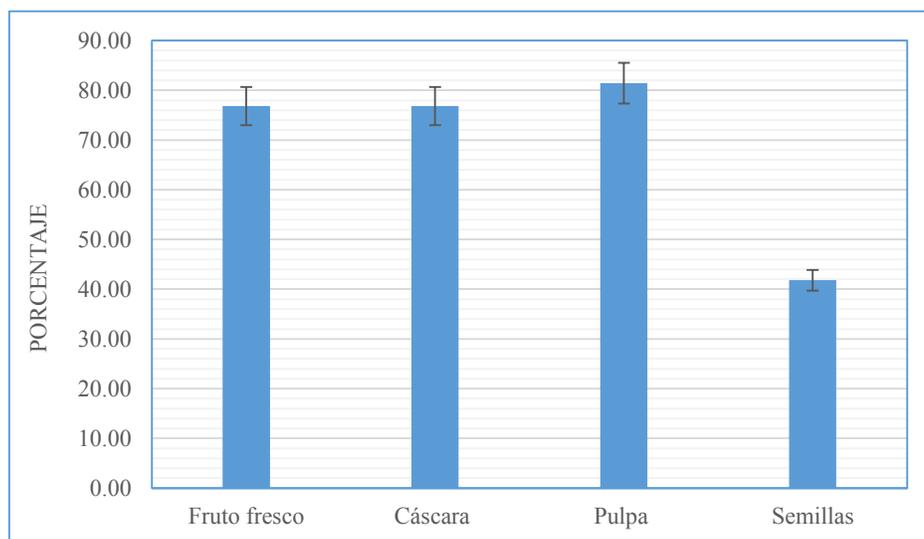
8.2.2 Aporte nutrimental de cada parte del fruto

En la tabla 4 se muestra el aporte nutrimental además del nivel de acidez y pH de cada parte del fruto:

Tabla 4. Aporte nutrimental de cada parte del fruto fresco (en base seca).

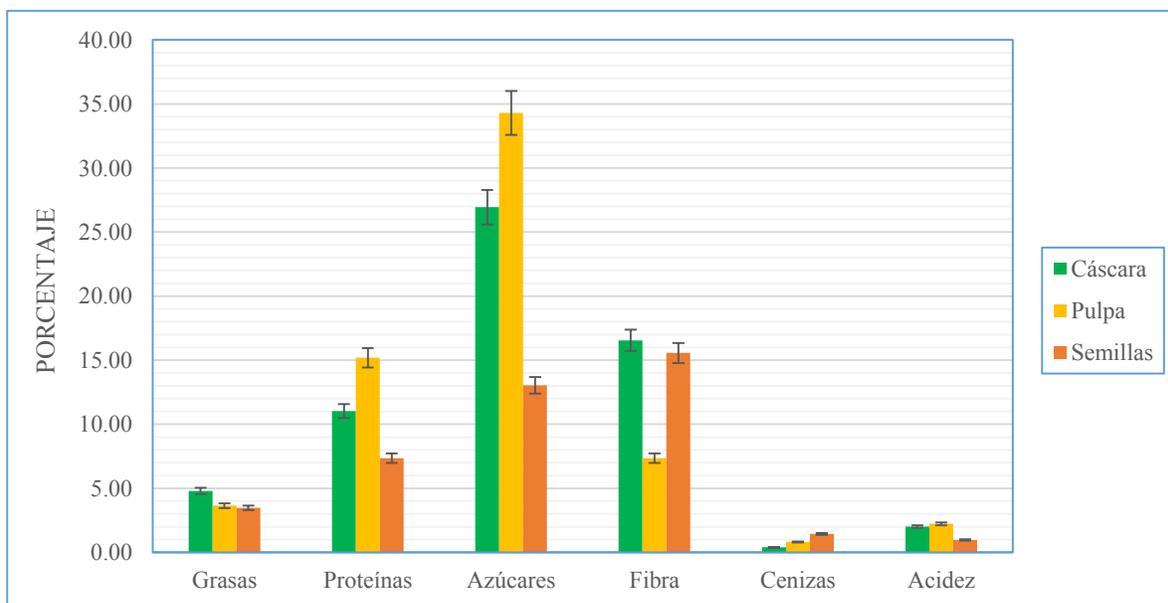
Componente (%)	Cáscara	Pulpa	Semillas
Humedad	76.83 ± 0.70	81.43 ± 1.06	41.81 ± 0.30
Grasas	4.79 ± 0.27	3.65 ± 0.20	3.48 ± 0.22
Proteínas	11.03 ± 0.03	15.19 ± 0.08	7.36 ± 0.06
Azúcares totales	26.94 ± 0.71	33.30 ± 0.98	13.04 ± 0.45
Fibra cruda	16.55 ± 0.88	7.35 ± 0.32	15.57 ± 0.91
Cenizas	0.39 ± 0.14	0.82 ± 0.59	1.44 ± 0.21
Acidez titulable	2.01 ± 0.46	2.23 ± 0.29	0.97 ± 0.12
pH	3.15 ± 0.02	3.02 ± 0.01	3.41 ± 0.01

De las tres partes del fruto, la pulpa es la que presentó mayor porcentaje de humedad (81.43 %), aunque no se encontró diferencia significativa ($P < 1.000$) entre la humedad de la cáscara y el fruto entero. En la gráfica 2 se muestra el contenido de humedad de cada parte del fruto.



Gráfica 2. Porcentaje de humedad en cada parte del fruto.

En la gráfica 3 se muestra el aporte nutrimental y el nivel de acidez de cada parte del fruto. Con respecto a las grasas no se encontró diferencia significativa ($P < 0.57$) entre las partes del fruto, sin embargo se puede observar hay un porcentaje más alto de éste nutriente en la cáscara, puede ser a que las grasas estén concentradas en dicha parte. La pulpa tiene más proteínas y azúcares que la cáscara y semillas, las proteínas que constituyen las enzimas, regulan tanto el metabolismo de carbohidratos como el de grasas en la pulpa (Lara *et al.*, 2007). La cantidad de azúcares en la pulpa puede ser que están concentradas en esta parte y se puede inferir que incrementan durante la maduración del fruto.



Gráfica 3. Aporte nutrimental de las partes del fruto

Entre la cáscara y semillas no hay diferencia significativa ($Pr < 0.164$) para el contenido de fibra cruda pero si para la pulpa. No hay diferencia significativa entre cáscara, pulpa y semillas con respecto a la cantidad de cenizas ($P < 0.56$), y tampoco hay diferencia entre cáscara y pulpa para el porcentaje acidez ($P < 0.573$).

A pesar de que las tres partes del fruto tienen un rango de pH parecido, la prueba de Tukey indica que hay diferencias entre dichas partes ($p < 1.000$). La maduración de un fruto juega un papel importante en su composición química; los carbohidratos y almidones se degradan por enzimas, produciendo un aumento en la concentración de azúcares (Lara *et al.* 2007). Como la fibra está compuesta por pectinas, hemicelulosa y celulosa, éstos se degradan por enzimas durante la síntesis de azúcares. Los ácidos orgánicos también se transforman en azúcares (Chakraborti *et al.*, 2007). La acidez y el pH de un fruto también dependen del grado de maduración y de acidez del suelo (Navarro y Navarro, 2003).

En la tabla 5 se muestra el contenido proximal de la pulpa de la tlahuanca y se compara con otras fuentes:

Tabla 5. Análisis proximal de la pulpa comparado con otras fuentes.

Fuente	Trabajo	Damiani <i>et al.</i> , 2011	Mata y Rodríguez, 1990	Medina y Pagano, 2003
País	México	Brasil	México	Venezuela
Componente (%)	tlahuanca silvestre	<i>P. guineense</i> cultivado	<i>P. guajava</i> cultivado	<i>P. guajava</i> cultivado
Humedad	81.43	80.41	77	84.3
Grasas	0.67	0.33	0.45	*
Proteínas	2.71	1.87	0.95	*
Azúcares totales	5.05	5.91	8.85	11
Fibra cruda	0.74	4.82	8.15	*
Cenizas	0.08	0.44	0.95	0.75

(*) No se reporta este componente

En la tabla 6 se muestra el contenido proximal de la cáscara y semillas de la tlahuanca y se compara con otras fuentes:

Tabla 6. Análisis proximal de cáscara y semillas comparado con otras fuentes.

Fuente	Fruto fresco (cáscara)	Damiani <i>et al.</i> , 2011 (cáscara)	Fruto fresco (Semillas)	Bernardino - Nicanor <i>et al.</i> , 2001 (semillas)	Uchoa-Thomaz <i>et al.</i> , 2014 (semillas)
Componente (%)	México	Brasil	Olinalá	México	Brasil
Humedad	76.83	77.03	41.81	*	6.68
Grasas	1.1	0.32	2.02	12	13.93
Proteínas	2.43	1.39	4.13	8	11.19
Azúcares	5.29	5.07	6.78	6	3.08
Fibra	2.37	6.13	7.04	68	63.94
Cenizas	0.05	0.65	0.55	1	1.18

(*) No se reporta este componente

La humedad de la cáscara y pulpa es similar a lo que reportan Lara *et al.*, (2007) y Damiani *et al.* (2011) (véase tabla 6). Comparado con lo que reporta Damiani *et al.*, (2011), la cáscara y la pulpa de la tlahuanca muestran mayor cantidad de grasas (1.1 %) y proteínas (2.43 %), pero menos fibra (2.37 %) y cenizas (0.05 %). Los azúcares encontrados en la cáscara de la tlahuanca (5.29 %) es más alto que lo que reporta Damiani *et al.*, (2011). La cantidad de azúcares fibra y cenizas en la pulpa es menor a lo que reporta Damiani *et al.*, (2011) para *Psidium guineense* Sw. y a lo que está reportado para *Psidium guajava* L (Mata y Rodríguez 1990; Medina y Pagano, 2003). Esto puede deberse a las diferencias en la etapa de las condiciones de cultivo, precipitación, clima, suelo y maduración (Willson, 1980).

El análisis proximal sugiere que las semillas tienen un gran aporte de nutrientes al fruto, ya que es mayor al contenido proximal de la cáscara y la pulpa. Bernardino-Nicanor *et al.* (2001) reportan que la semilla de *Psidium guajava* L tiene una concentración del 12% de grasas y 8% de proteínas, 6 % de azúcares, 68% de fibra y 1% de cenizas, el contenido nutricional que encontraron Uchoa-Thomaz *et al.*, (2014) es similar al de Bernardino-Nicanor *et al.* (2001). Estos valores son más altos a lo que presenta las semillas de la tlahuanca.

8.2.3 Micronutrientes en fruto fresco y fruto seco.

En la tabla 7 se observa la concentración de minerales que hay en el fruto fresco y en el fruto seco.

Tabla 7. Micronutrientes en fruto fresco y fruto seco (en base seca).

Contenido (mg/100g)	Fruto fresco	Fruto seco
Temporada	Septiembre 2014	Noviembre 2013
Hierro	6.80 ± 0.98	1.52 ± 0.33
Calcio	96.69 ± 2.06	10.14 ± 7.81
Sodio	65.28 ± 15.44	0.99 ± 0.49
Potasio	-	629 ± 15.71

(-) No se determinó el potasio para el fruto fresco.

El fruto fresco tiene una concentración alta de hierro 6.80, calcio 96.69 y sodio 65.28 en comparación del fruto seco; probablemente por no pertenecer a la misma temporada y tal vez al diferente tipo de suelo.

El terreno de Olinalá está conformado por diferentes tipos de suelos, de los cuales, el regosol y el leptosol son los que se encuentran con mayor distribución; los que se encuentran en menor cantidad son el cambisol y luvisol (INEGI, 2005). Entre estos suelos hay minerales que contienen de Fe, Ca, Na, y K.

La disponibilidad de un elemento esencial es afectado por diversos factores ligados al suelo, como es el nivel de pH, tipo de arcilla, contenido de materia orgánica, precipitaciones pluviales durante la temporada, entre otros (Kass, 1998). Además, la cantidad de minerales presentes en el suelo deben de estar en una relación óptima unos con otros para ser aprovechados por las plantas (Richter, 1984; Navarro y Navarro, 2003).

La concentración de minerales en un fruto, también está relacionado con sus etapas de maduración (Hofman *et al.*, 2002). La disminución en la concentración de elementos esenciales en frutos durante su crecimiento es normal y se atribuye al aumento en la proporción de carbohidratos en el fruto (Araujo *et al.*, 1997).

El hierro forma parte de numerosas enzimas y proteínas que desempeñan funciones metabólicas, actúa como cofactor en distintas reacciones enzimáticas (Fernández *et al.*, 1994; Salisbury y Ross, 2000). El calcio está implicado en el desarrollo y calidad del fruto porque retrasa el proceso de reblandecimiento del fruto, además sirve para la división celular y la síntesis de paredes celulares, un exceso de calcio y pH elevado en el suelo inhibe la absorción de hierro (Witney *et al.*, 1990).

Algunas plantas utilizan el sodio para la fijación de carbono, estimula el crecimiento y la expansión celular y puede reemplazar a las funciones del potasio (Taiz y Zeiger, 2006). El potasio es un activador de muchas enzimas esenciales que son necesarias para la formación de almidón y proteínas. Al incrementarse el contenido de potasio en suelos se reduce la absorción de calcio. La FAO, (2004) reporta que en la dieta humana se requiere 400 mg de calcio, y 1.50 mg de hierro, por lo que la tlahuanca es una buena fuente de estos dos micronutrientes.

En la tabla 8 se muestra la composición mineral de la tlahuanca y se compara con otras fuentes.

Tabla 8. Comparación de micronutrientes en fruto entero de *Psidium guineense* Sw.

Fuente	Fruto fresco	Caldeira <i>et al.</i> , 2004.	Damianai <i>et al.</i> , 2012	Lara <i>et al.</i> , 2007	U.S.D.A
Contenido (mg/100g)	tlahuanca	<i>P. guineense</i>	<i>P. guineense</i>	<i>P. guineense</i>	<i>P. guajava</i>
Hierro	6.80	0.36	1.05	3.9	0.26
Calcio	96.69	26.78	14	38.6	18
Sodio	65.28	0.38	*	16.5	2
Potasio	-	212.78	*	193	4.17

(*) El autor no reporta estos micronutrientes.

La cantidad de hierro que muestra el fruto fresco de este trabajo es mayor a lo reportado en la bibliografía (Caldeira *et al.*, 2004; Damiani *et al.*, 2012), lo que reportan para *Psidium guajava* L. Lara *et al.*, (2007) reportan una cantidad mayor a lo que se encontró en el fruto seco. La concentración de calcio encontrado en el fruto fresco, es más alta a lo reportado en la bibliografía.

El contenido de sodio y potasio del fruto en general es más alto a lo reportado por otros autores para *P. guineense* y para *P. guajava*.

8.2.4 Aporte nutrimental del dulce de tlahuanca.

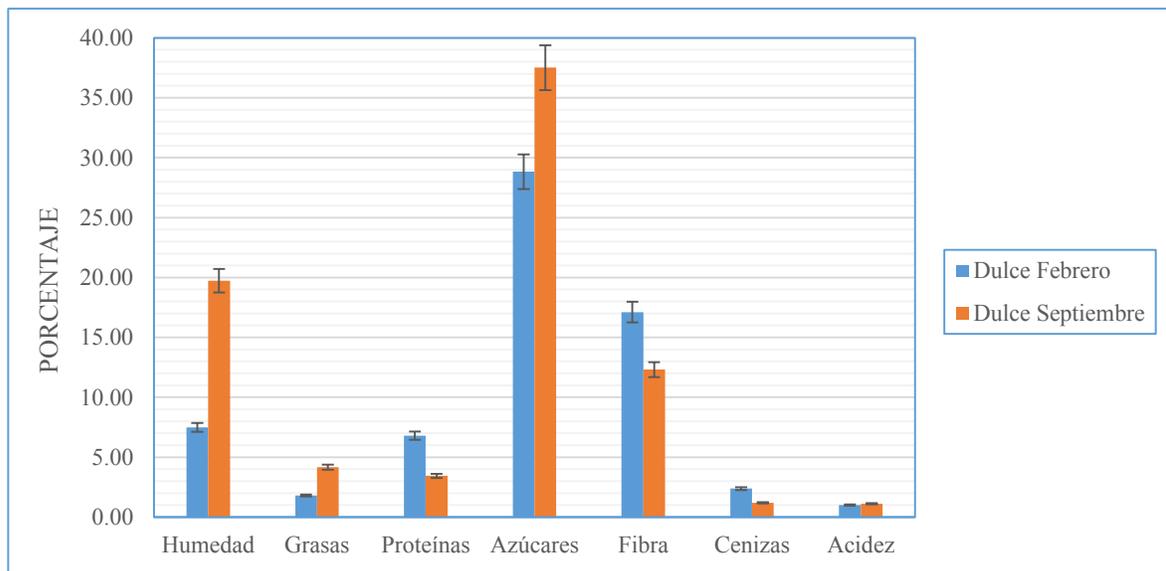
En la tabla 9 se observan las diferencias que hay entre ambos dulces estudiados en este trabajo con respecto al contenido de nutrientes, nivel de acidez y pH:

Tabla 9. Composición nutrimental del dulce de tlahuanca.

Componente (%)	Dulce (Febrero)	Dulce (Septiembre)
Humedad	7.48 ± 0.37	19.73 ± 1.00
Grasas	1.80 ± 0.95	4.17 ± 0.61
Proteínas	6.80 ± 0.13	3.44 ± 1.89
Azúcares totales	28.83 ± 1.67	37.52 ± 1.53
Fibra cruda	17.11 ± 1.98	12.31 ± 1.50
Cenizas	2.39 ± 1.14	1.19 ± 0.75
Acidez titulable	1.00 ± 0.11	1.12 ± 0.11
pH	2.77 ± 0.03	3.10 ± 0.02

Ambos dulces muestran un porcentaje de humedad menor al 20 %. Lo que llaman cajeta de tlahuanca en Olinalá, es un dulce como el ate, el cual se prepara con fruta y azúcar. Éste se calienta con agitación para evaporar el agua hasta lograr la consistencia deseada. Cuando se enfría la mezcla, el dulce se va cuajando debido a la pectina y al ácido del fruto, por lo que la humedad en los dulces es más baja. Ésta forma de preparación es un método de conservación por medio de la reducción de humedad, para épocas de escasez.

El primer dulce (febrero) muestra mayor porcentaje de nutrientes que el segundo dulce (septiembre), sin embargo, el porcentaje de azúcares es similar. La prueba de Tukey realizado, indica que no hay diferencia significativa entre ambos dulces la concentración de acidez ($Pr < 0.058$). El nivel de acidez de ambos dulces es menor a lo que presentan los frutos estudiados en este trabajo. El pH que muestran los dulces, tienen valores similares a lo que se encontró en el fruto fresco y fruto seco. En la gráfica 4 se muestra el aporte nutrimental y el nivel de acidez de ambos dulces estudiados.



Gráfica 4. Aporte nutrimental del dulce de tlahuanca.

Entre el dulce de febrero y el fruto seco no hay diferencia significativa en el porcentaje de grasas ($Pr < 0.97$), fibra ($Pr < 0.164$) y cenizas ($Pr < 0.052$). La pectina es un carbohidrato el cual da la firmeza y consistencia al ate, la cantidad de pectina varía de acuerdo con el fruto con el que se elaboró el dulce y su estado de madurez, conforme va madurando un fruto va perdiendo pectina.

El tiempo de cocción y cantidad de azúcar agregado al ate influyen mucho en la cantidad del mismo, Aunque se utilizaron partes iguales de azúcar y fruta para la preparación del dulce, el contenido de azúcares reductores, no fue muy alto, debido a la caramelización ya que los azúcares se descomponen y forman moléculas distintas al ser sometidos a temperaturas altas (Barreiro y Sandoval, 2006).

Tabla 10. Análisis proximal del dulce

Componente (%)	Dulce (Febrero 2014)	Dulce (Septiembre 2014)
Humedad	7.48	19.73
Grasas	1.67	0.82
Proteínas	6.18	2.73
Azúcares totales	24.41	28.79
Fibra cruda	10.31	5.90
Cenizas	1.19	0.69

El ate de guayaba tiene grandes cantidades de carbohidratos procedentes tanto de la fruta como del azúcar añadido, el análisis proximal de ambos dulces sugiere que tienen un mayor aporte de grasas y proteínas que el ate de guayaba. La composición del ate de guayaba es de 99 % de carbohidratos 1 % de proteínas y 0 % de grasas.

9. CONCLUSIONES

- Se reporta por primera vez el valor nutrimental de la tlahuanca que crece en Olinalá, Guerrero, también del dulce que es preparado a partir de éste fruto.
- La composición nutrimental de la tlahuanca es la esperada en un fruto comestible: abundante en agua, fibra y minerales.
- Tanto el fruto fresco como el fruto seco, aportan una cantidad similar de azúcares y de fibra a la dieta humana.
- El contenido de proteínas que hay en la tlahuanca es mayor en comparación con otros frutos y con otras variedades de *Psidium guineense* Sw.
- Con base a lo que requiere la dieta humana, la tlahuanca es una buena fuente de hierro, calcio, sodio y potasio.
- El aporte nutrimental del fruto fresco y seco son igualmente de beneficiosos para su consumo.
- El valor nutrimental de las semillas no es más alto que el de otras partes del fruto, por lo que no aportan un valor alimenticio al dulce y se sugiere que se eliminen de su preparación.
- Si existe interés en comercializar el dulce fuera de Olinalá, se debe estandarizar el proceso de su elaboración.

Fig. 22 Información nutricional de la tlahuanca para fruto fresco:

	Información nutricional:	
	Humedad	76.81 %
	Grasas	0.81 %
	Proteínas	4.17 %
	Azúcares	6.16 %
	Fibra	2.23 %
	Cenizas	0.39 %
	Hierro	6.80 mg/100g
	Calcio	96.69 mg/100g
	Sodio	65.28 mg/100g
	Potasio	629 mg/100g

Fig. 23 Información nutricional del dulce de tlahuanca:

	Información nutricional:	
	Humedad	19.73 %
	Grasas	0.82 %
	Proteínas	2.73 %
	Azúcares	28.79 %
	Fibra	5.90 %
	Cenizas	0.69 %

10. BIBLIOGRAFÍA

- Alves Brito, S., Fernandes Galvao Rodrigues F., Rolim Campos, A. y Martins da Costa, J. G. (2011). A preliminary evaluation of antibacterial and toxic potentials of *P. guineense* Swartz. fruit pulp from different stages of ripeness. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2, 1, 30-33.
- Araujo, F., Quintero, S., Salas, J., Villalobos, J. y Cassanova, A. (1997). Crecimiento y acumulación de nutrientes del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) del tipo Criolla Roja en la planicie de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 14:315-328.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1999). *Official Methods of Analysis*. Virginia. Pp. 1000-1050.
- Ávila Solera, D. (2009). *Plantas comestibles de Centroamérica*. Editorial Instituto Nacional de Biodiversidad, Primera Edición, Costa Rica. 360 págs.
- Barreiro, J. A. y Sandoval, A. J. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Editorial Equinoccio, Primera Edición. Impreso en Caracas Venezuela. Pp. 50.
- Belitz, H. y Grosh, W. (1988). *Química de los Alimentos*. Acribia. Zaragoza Pp. 659-669.
- Bernardino-Nicanor, A. Dávila-Ortíz, G. y Ortiz-Moreno, A. (2001). Obtención de un aislado proteínico a partir de la semilla de guayaba (*Psidium guajava*). *Noveno Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería*.
- Bolaños, N., Lutz, G. y Herrera, C. (2003). *Química de alimentos: Manual de laboratorio*. Editorial Universidad de Costa Rica, Primera Edición, Impreso en Costa Rica. Pp. 1-3.
- Caldeira, S. D., Hiane, P. A., Lima Ramos, M. I. y Mendes Ramos, M. (2004). Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do estado de mato grosso do sul. *B. CEPPA*, Curitiba. 22(1): 145-154.
- Campos de Melo, A. P., Seleguini, A. y Santos, V. R. (2013). Caracterização física e química de frutos de araçá (*Psidium guineense* Swartz). *Comunicata Scientiae*, 4, 1, 91-95.
- Caravaca Rodríguez, F. P., Castel Genís, J. M., Guzmán Guerrero, J. L., Delgado Pertíñez, M., Mena Guerrero, Y., Alcalde Aldea, M. J. y González Redondo, P. (2001). *Bases de la producción animal*. Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba, Primera Edición, Impreso en España. Pp. 251.

- Castro Rodríguez, T. I. (2014). Análisis de modelos de nicho ecológico de distintas especies de plantas, como fundamento para la reformulación de la denominación de origen de las artesanías de Olinalá, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. D.F. México. Pp. 10.
- Chakraborti, S., Sinha, S. y Sinha, R. K. (2007). Biochemical changes during fruit ripening of *Psidium guineense* Swartz. (Myrtaceae)-an endemic wild guava of Tripura, India. J. Phytol. Res. 20(2): 183-187.
- Corvera Pillado, V. A., y Aguilar Santelises, L. (2012). Manual de Análisis Bromatológico. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM, 1ª Edición, Impreso en México.
- Damiani, C., Silva, F. A., Asquiere, E. R., Lage, M.E. y Vilas Boas, E.V.B. (2012). Antioxidant potential of *Psidium guineense* Sw. jam during storage. Pesquisa Agropecuária Tropical, 42, 1, 90-98.
- Damiani, C., Vilas Boas, E. V. B., Asquiere, E. R., Lage, M. E., Oliveira, R. A., Silva, F. A., Pinto, D. M., Rodrigues, L. J., Silva, E. P. y Paula, N. R. F. (2011). Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guineense* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). Ciência e Tecnologia de Alimentos, 31, 3, 723-729.
- Darrigo-Dartinet, S. (2009). Guía de la alimentación Bio. Editorial Hispano Europea, Segunda Edición, España. 141 págs.
- Eynden, V. V., Cueva, E. y Cabrera, O. (1999). Plantas silvestres comestibles del sur de Ecuador. Editorial Abya Yala, Primera Edición, Ecuador. 201 págs.
- FAO. (1987). Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos III: Ejemplos de América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Primera Edición, Brasil. Pp. 201-203.
- FAO. (2004). Vitamin and mineral requirements in human nutrition. World Health Organization Publications, Segunda Edición, China, 362 págs.
- Fernández López J. A., Almela Luz, L. y Fernández Rubio, J. (1994). La nutrición Férrica de las plantas. El problema de la clorosis. Universidad de Murcia. Pp. 21-22.
- Gargiullo, M. B., Magnuson, B. y Kimball, L. (2008). A Field Guide to Plants of Costa Rica. Oxford University Press, Primera Edición, USA. 372 págs.

- Gomes Fernandes, T., Carneiro de Mesquita, A. R., Perrelli, K., Alves, A. y Azevedo, E. (2012). In Vitro Synergistic Effect of *Psidium guineense* (Swartz) in Combination with Antimicrobial Agents against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Strains. *The Scientific World Journal*. 2012, 7.
- Hart, F. L. (1971). *Modern Food Analysis*. Editorial Springer, Primera Edición, Impreso en Nueva York. 619 p.
- Hernández, A. G. (2010). *Tratado de Nutrición II: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Editorial médica panamericana, Segunda Edición, España. Pp. 201-203.
- Hofman, P. J., Vutthapanich, S. Whiley, A. W., Kiebler, A. y Simons, D. H. (2002). Tree yield and fruit minerals concentrations influence “Hass” avocado fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 113-123.
- INEGI. (2005). *Marco Geo estadístico Municipal*, versión 3.1.
- Iturbe Chiñas, F., A. y Sandoval Guillén, J. (2013). *Análisis de Alimentos: Fundamentos y Técnicas. Laboratorio de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Universidad Autónoma de México, Facultad de Química UNAM*, Primera Edición, Impreso en México.
- James, C. S. (1995). *Analytical Chemistry Foods*. Springer-Science+Business Media, B. V., Primera Edición, Impreso en Inglaterra.
- Kairuz, L. (2002). *Introducción al estudio de la composición de los alimentos*. Academia Colombiana de Ciencias exactas, Físicas y Naturales, Bogotá. Pp. 83-103.
- Kass, D. C. L. (1998). *Fertilidad de suelos*. Editorial EUNED, Primera Edición. San José, Costa Rica. Pp. 41.
- Lamarque, A., Zygadlo, J., Labuckas, D., López, L., Torres, M. y Maestri, D. (2008). *Fundamentos teórico-prácticos de Química Orgánica*. Editorial Encuentro, Primera Edición, Argentina. Pp 51.
- Lara, C., Nerio, L. S. y Oviedo, L. E. (2007). Evaluación físicoquímica y bromatológica de la guayaba agria (*Psidium araca*) en dos estados de maduración. *Temas agrarios*, 12, 1, 13-21.
- León, J. (1968). *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Primera Edición, Lima, Perú, 473 págs.
- León, J. (1987). *Botánica de los Cultivos Tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Segunda Edición, Costa Rica. 462 págs.

- León, J. (2000). Botánica de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Tercera Edición, Costa Rica, 525 págs.
- Martins, L. A. R., Barreto, L. M., Barbosa, R. M., Ferreira, M. F. S. y Fontes, M. M. P. (2013). Germinação e desenvolvimento in vitro de araçá (*Psidium guineense* Swart). Universidad Católica de Pernambuco, 2, 1-11.
- Mata Beltrán, I. y Rodríguez Mendoza, A. (1990). Cultivo y producción del guayabo. Editorial Trillas. Segunda edición, México, 130 págs.
- Matías Alonso, M. (1997). La Agricultura indígena en la montaña de Guerrero. Editorial Ltda, Primera Edición, Impreso en Colombia. 291 págs.
- Medina, M. L. y Pagano, F. G. (2003). Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo “Criolla Roja”. Fac. Agron. (LUZ), 20, 72-86.
- Morton, J. F. (1987). Fruits of Warm Climates. Creative Resource Systems, Inc, Primera Edición, USA. Pp. 365-367.
- Mugnol, D. D., Silvana de Paula Quintão, S., Marques da Silva, N. E., Masetto, T. E. y Mussury R. M. (2014). Effect of Pre-treatments on Seed Germination and Seedling Growth in *Psidium guineense* Swartz. Agrociencia Uruguay, 18, 2, 33-39.
- Navarro Blaya, S. y Navarro García, G. (2003). Química agrícola. Grupo Mundi-Prensa. Segunda Edición. Impreso en España. Pp. 136.
- Neira González, A. M., Ramírez González, M. B. y Sánchez Pinto, N. L. (2005). Estudio fitoquímico y actividad antibacterial de *Psidium guineense* Sw. (choba) frente a *Streptococcus mutans*, agente causal de caries dentales. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 10, 1, 3-4.
- Nielsen, S. (2010). Food Analysis Laboratory Manual. Editorial Springer, Segunda Edición, Impreso en Nueva York. 177 p.
- Nollet, L. M. L. (2004). Handbook of Food Analysis: Physical Characterization and Nutrient Analysis. Editorial Marcel Dekker Inc., Segunda Edición, Impreso en Nueva York. 854 págs.
- Pacheco, D., Rivero, G., Fuenmayor, J., Sánchez, A., Quirós, M., Ortega, J. y Sthormes, G. (2011). Aportes al estudio del género *Psidium* (Myrtaceae) en Venezuela. Fac. Agron. (LUZ), 1, 181-189.

- Ramírez Méndez, R., Quijada, O., Castellano, G., Burgos, M. E., Camacho, R. y Marin, C. (2010). Características físicas y químicas de frutos de treces cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio Mara en la planicie de Maracaibo.
- Retamales, H. A., Scherson, R. y Scharaschhkin, T. (2014). Foliar mycromorphology and anatomy of *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae), with particular reference to schizogenous secretory cavities. *Revista Chilena de Historia Natural*, 87, 27, 1-7.
- Richter, G. (1984). Fisiología del metabolismo de las plantas: Una introducción a la fisiología y bioquímica del metabolismo primario. Editorial Continental. Quinta edición. Pp. 263-265.
- Rivero Maldonado, G. C. (2013). Revisión sistemática de *Psidium* (Myrtaceae) en la región occidental de Venezuela. Tesis de Doctorado. Agronomía. Universidad del Zulia (LUZ). Venezuela. 268 págs.
- Rivero-Maldonado, G., Pacheco, D., Sánchez, A., Quirós, M., Suárez, E., Fuenmayor, J. y Sthormes, G. (2011). Análisis preliminar de las características anatómicas foliares de *Psidium guajava* L. y *Psidium guineense* Sw. *Fac. Agron. (LUZ)*, 1, 129-138.
- Rodrigues, C. G. (2008). Atividade antibacteriana de taninos extraídos de folhas de *Psidium guineense* Sw. (Myrtaceae). Tesis de Maestría. Ciencias Biológicas. Universidad Estatal de Montes Claros. Brasil. 57 págs.
- Rojas Rodríguez, F., Bermúdez Cruz, G. y Jiménez Madrigal, Q. (2006). Plantas ornamentales del trópico. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Primera Edición, Costa Rica, 700 págs.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. (2000). Fisiología de las plantas: Células, agua, soluciones y superficies. Editorial Paraninfo Thomson learning, Primera Edición. Pp. 171- 197.
- Sánchez, L. y Neira, A. (2005). Bioensayo general de letalidad en *Artemia salina*, a las fracciones del extracto etanólico de *Psidium guajava* L y *Psidium guineense* Sw. *Cultura Científica*. 40-45.
- Sierra Alonso, I., Pérez Quintanilla D. y Morante Zarcero, S. (2007). Experimentación en Química Analítica. Editorial Dykinson, Primera Edición, Impreso en Madrid. 164 págs.
- Taiz, L. y Zeiger E. (2006). Fisiología Vegetal: Volumen I. Editorial Universitat Jaume, Tercera Edición. Pp. 131.

- Uchoa-Thomaz, A. M. A., Sousa, E., Carioca, J. O. B., Morais, S. M., Lima, A., Martins, C. G., Alexandrino, C. D. y colaboradores. (2014). Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). Food Science and Technology. 34, 3, 495-492.
- Vargas Bográn, J. L. (2004). Caracterización física y química de la guayaba blanca tailandesa (*Psidium guajava* L.) en tres etapas de madurez. Tesis de licenciatura. Ingeniería en Agroindustria. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 33 págs.
- Will, R., Lee, H., McGlasson, B. y Graham, D. (1984). Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas Post-recolección. Editorial Acribia, Zaragoza, pp 230.
- Wilson, Ch. W. (1980). Tropical & Subtropical Fruits: Composition, properties and uses. The AVI Publishing Company, Primera Edición, Westport Connecticut, USA. Pp. 279-299.
- Witney, G. W., Hofman, P. J. y Wolstenholme, B. N. (1990). Effect of cultivar, tree vigour and fruit position on calcium accumulation in avocado fruits. Scientia Horticulturae, 44, 269-278.
- Zapata, K., Cortes, F. B., y Rojano, B. A. (2013). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). Información Tecnológica, 24, 5, 103-112.
- Zumbado, H. (2002). Análisis Químico de los Alimentos: Métodos Clásicos. Instituto de Farmacia y Alimentos Universidad de la Habana, Primera Edición, Impreso en Cuba. Pp. 175 - 176.

11. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- 1.- <http://www.tropicos.org/name/22102032?projectid=7> Consultado el 5 de Febrero del 2014
- 2.- <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metals/view/21418> Consultado el 3 de Septiembre del 2014
- 3.- <http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt> Consultado el 27 de Octubre del 2014
- 4.- <http://bios.conabio.gob.mx/especies/6030017> Consultado el día 24 de Octubre 2015
- 5.- http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map Consultado el 9 de Junio del 2015
- 6.- http://eol.org/data_objects/21409390 Consultado el 9 de Junio del 2015
- 7.- <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7652> 5 de Noviembre del 2014
- 8.- <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2246?manu=&fgcd=> 15 de Octubre 2015
- 9.- http://www.plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=98525&mobile=0 1 de Abril 2015

12. ANEXOS

Anexo I. Esquema de *Psidium guineense* Sw.

Ilustrador M. Hart. Contribución, Jardín Botánico de Missouri, St. Louis, U.S.A.



Fig. 24 Esquema de *Psidium guineense* Sw.

Fuente:

(http://www.plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=98525&mobile=0)

Anexo II. Test de Tukey para valores de los nutrientes del fruto y dulce de tlahuanca.

Humedad

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Fruto seco	3	0					
Fruto fresco	3					76.81	
Cáscara	3					76.83	
Pulpa	3						81.43
Semillas	3				41.81		
Dulce Febrero	3		7.48				
Dulce Septiembre	3			19.73			
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Grasas

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Fruto seco	3	2.15	
Fruto fresco	3		3.50
Cáscara	3		4.79
Pulpa	3		3.65
Semillas	3		3.48
Dulce Febrero	3	1.80	
Dulce Septiembre	3		4.17
Sig.		0.970	0.57

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Proteínas

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Fruto seco	3					12.39		
Fruto fresco	3							18.62
Cáscara	3				11.03			
Pulpa	3						15.19	
Semillas	3			7.36				
Dulce Febrero	3		6.80					
Dulce Septiembre	3	3.44						
Sig.		1.000	0.958	1.000	0.317	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Azúcares totales

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Fruto seco	3			31.83	
Fruto fresco	3			33.83	
Cáscara	3		26.94		
Pulpa	3			33.30	
Semillas	3	13.04			
Dulce Febrero	3		28.83		
Dulce Septiembre	3				37.52
Sig.		1.000	0.571	0.169	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Fibra

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Fruto seco	3			15.53
Fruto fresco	3			18.52
Cáscara	3			16.55
Pulpa	3	7.35		
Semillas	3			15.57
Dulce Febrero	3			17.11
Dulce Septiembre	3		12.31	
Sig.		1.000	0.052	0.164

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Cenizas

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Fruto seco	3		2.76
Fruto fresco	3		3.93
Cáscara	3	0.39	
Pulpa	3	0.82	
Semillas	3	1.44	
Dulce Febrero	3		2.39
Dulce Septiembre	3	1.19	
Sig.		0.560	0.052

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Acidez

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Fruto seco	3				6.45
Fruto fresco	3			1.98	
Cáscara	3			2.01	
Pulpa	3			2.23	
Semillas	3		0.97		
Dulce Febrero	3	1.00			
Dulce Septiembre	3	1.12			
Sig.		0.058	0.079	0.573	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

pH

HSD de Tukey

Fruto	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Fruto seco	3	2.64					
Fruto fresco	3					3.18	
Cáscara	3					3.15	
Pulpa	3			3.02			
Semillas	3						3.41
Dulce Febrero	3		2.77				
Dulce Septiembre	3				3.10		
Sig.		1.000	1.000	1.000	0.343	0.343	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

