



**Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo**



FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA

“M.C. VICTOR MANUEL RODRÍGUEZ”

**CARACTERIZACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE
GUAYABA (*Psidium guajava*) ADAPTADAS A LA REGIÓN
PRODUCTORA DE ZITÁCUARO, MICHOACÁN.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

PRESENTA

p.Q.F.B. ALEJANDRA CAZARES ROMERO

Asesor de Tesis

Doctor En Ciencias Químicas. Consuelo de Jesús Cortés Penagos

Co-asesor

Maestro En Ciencias Químicas. Luis José Flores Álvarez

Morelia, Michoacán, septiembre del 2015.

Enseñarás a volar, pero no volarán tu vuelo.

Enseñarás a soñar, pero no soñarán tu sueño.

Enseñarás a vivir, pero no vivirán tu vida.

Sin embargo;

En cada vuelo,

En cada vida,

En cada sueño,

Perdurará siempre la huella del camino enseñado.

Madre Teresa de Calcuta

DEDICATORIA

A mi madre Martha Elena Romero

A mis hermanas Martha y Julieta Cazares

A mis hermanos Juan, Marcos y Erik Daniel Cazares

A mis sobrinos Rubén, Ana Karla, Nimsy Arlette, Sofía y Altair Aleciram

AGRADECIMIENTO

A dios por acompañarme a lo largo del camino y brindarme salud, vida, sabiduría y fuerza.

A mi familia completa, Martha E. (madre), Martha, Julieta, Juan, Marcos y Erik (hermanos), Rubén, Karla, Arlette, Sofía y Aleciram (sobrinos), Rubén, Maricela y Jocsan (cuñados). Por su amor, comprensión y ser mi apoyo incondicional, por la confianza brindada y por ser mi fortaleza.

A mi asesora de tesis D.C. Consuelo de Jesús Cortés Penagos, por la oportunidad, la confianza, paciencia y por todos los conocimientos que me guiaron a concluir una de mis metas.

A mi Co-asesor. M.C. Luis José Flores Álvarez, por su apoyo, consejos y conocimiento aportado y por su valiosa disposición para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la M.C. Tsanda Sánchez Rico por su valioso tiempo y conocimiento que aportaron en mi las armas necesarias para la culminación de mi trabajo.

A mi maestro Víctor Hugo Huatuja por alentarme a continuar con mis estudios y por su apoyo incondicional.

A mi compañera de tesis Rosa Isela colín por su apoyo y ayuda incondicional en el trascurso de este proyecto.

A M^a. De La Paz Gutiérrez, por extenderme la mano en los momentos difíciles y por su valiosa amistad.

A mis amigas y compañeras Rosa, Lupe, Karen y Bere, por su compañerismo y apoyo brindado en el trascurso de la carrera.

Contenido

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 2 GENERALIDADES DE LA GUAYABA	4
2.1 ORIGEN Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS	4
2.1.1 DESCRIPCIÓN BOTANICA.	5
2.1.2. FRUTO	6
2.1.3 TAXONOMÍA.....	7
2.1.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y COORDENADAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN.	8
2.1.5 PARTICIPACIÓN DE MICHOACANA EN LA PRODUCCION NACIONAL DE GUAYABA	9
2.1.6 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE GUAYABA EN MICHOACAN.	10
2.2 CULTIVO DE GUAYABA.....	11
2.2.1 MANEJO DEL CULTIVO.....	11
2.2.2. ÍNDICE DE MADURACIÓN	11
2.2.3. PROBLEMÁTICA FILOGENÉTICA	13
2.2.4. NUEVAS VARIEDADES DE GUAYABA MEXICANAS.....	14
2.3 COMPOSICIÓN DEL FRUTO.....	17
2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	17
2.3.2 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)	18
2.3.3 ACIDEZ TITULABLE.....	19
2.3.4 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES	19
2.3.5 ÁCIDO ASCÓRBICO	20
2.3.6 COMPUESTOS FENÓLICOS	21
2.4 CALIDAD SENSORIAL	23
CAPÍTULO 3 JUSTIFICACIÓN	24
3.2 OBJETIVOS.....	25
3.2.1 OBJETIVO GENERAL	25
3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3.3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	26

CAPÍTULO 4 MATERIALES Y MÉTODOS	27
4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EXPERIMENTAL “ZITACUARO MICHOACÁN”	27
4.2 MATERIAL VEGETAL.....	27
4.3 MÉTODOS.....	28
4.3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA	28
4.3.1.1 TAMAÑO Y PESO	28
4.3.1.2 FIRMEZA	28
4.3.1.3 COLOR	28
4.3.1.4 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES	29
4.3.1.5 pH	29
4.3.1.6 ACIDEZ TITULABLE	29
4.4 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES	30
4.4.1 ÁCIDO ASCÓRBICO	30
4.4.2 POLIFENOLES EXTRAIBLES	30
4.5 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	31
4.5.1 ACTIVIDAD ANTÍRRADICALARIA ABTS ⁺	31
4.5.2 ACTIVIDAD ANTIRADICALARIA DPPH [*]	31
4.6 ANÁLISIS SENSORIAL	32
4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
5.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA.....	34
5.1.1 PESO Y DIÁMETRO.....	35
5.1.2 FIRMEZA	38
5.1.3 COLOR.....	39
5.1.4 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)	41
5.1.5 pH.....	42
5.1.6 ACIDEZ TITULABLE (AT).....	43
5.2 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES	44
5.2.1 ÁCIDO ASCÓRBICO (A.A).....	45
5.2.2 POLIFENOLES EXTRAÍBLES	47
5.2.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	48

5.2.4 PORCENTAJE DE INHIBICIÓN (% inhibición)	48
5.2.5 CAPACIDAD ANTI-RADICALARIA	49
5.3 ANÁLISIS SENSORIAL	51
CAPITULO 6 CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

RESUMEN

En los últimos años ha incrementado el interés por el consumo de guayaba, considerada como una de las frutas tropicales y subtropicales más valiosas, por su alto contenido nutricional. México es el tercer productor de guayaba a nivel mundial, siendo uno de los doce frutales de mayor importancia en el país; cuya producción radica principalmente en el estado de Michoacán, ya que es uno de los productos agrícolas más cosechado en el estado. Sin embargo la problemática filogenética (no existe control de variedad) sigue presente ya que hay gran heterogeneidad de los árboles resultando una baja productividad y desuniformidad en la calidad de la fruta. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y caracterizar los parámetros fisicoquímicos y nutricionales de cinco variedades de guayaba adaptadas a la región productora de Zitácuaro Michoacán. Los resultados del análisis fisicoquímico fueron: diámetro ecuatorial (4.81-5.28cm), el diámetro longitudinal (4.98 - 6.75cm), mientras que el peso varía entre (57.93 y 86.73 g), el rango de firmeza fue de (31.14 - 44.85 N), el color medido por °HUE fue de (79.73 - 85.65) y Chroma de (29.43 a 31.83). En sólidos solubles totales oscilo entre (10 a 12°B). El pH (3.58 a 4.38), mientras que el % de acidez fue de 0.19 % a 1.21 En propiedades nutricionales se cuantifico el ácido ascórbico encontrandose en un rango de 118.36 ± 7.3 mg/100g y 143.2 ± 10.9 mg/100g. Con respecto a polifenoles, los valores fluctuaron entre los 22.26 ± 4.4 mgEAG/100g - 102.76 ± 9.7 mgEAG/100g. El porcentaje de inhibición utilizando 2,2- Azino-bis-(3-etibenzotiazolin-6-sulfonico) (ABTS) oscilaron entre $20.9 \pm 0.6\%$ y $49.74 \pm 1.4\%$ y mediante el 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) $24.5 \pm 0.7\%$ y $48.82 \pm 1.03\%$. En la actividad anti-radicalaria ABTS los resultados más significativos fueron de 148.750 ± 5.4 μ molMET/g y (DPPH) de 113.94 ± 3.9 μ molMET/g. Con un análisis de Tukey-Karmen ($P < 0.05$) se concluyó que la variedad Hidrozac es estadísticamente diferente y con mayor contenido de ácido ascórbico (143.2 ± 10.9 mg/100g), capacidad antiradicalaria (DPPH) (113.94 ± 3.9), % de inhibición (48.82 ± 1.0) y polifenoles (102.76 ± 9.7 mgEAG/100g). Fisicoquímicamente sobresalen las variedades Hidrozac, Huejucar y Merita.

Palabras clave: Variedades, Guayaba, Análisis fisicoquímico, nutricional, sensorial.

ABSTRACT

In recent years there has been increased interest by eating guava, considered one of the most valuable tropical and subtropical fruits for its high nutritional content. Mexico is the third largest producer of guava worldwide, one of the twelve most important fruit in the country; whose production is mainly in the state of Michoacán, as it is one of the most harvested in the state agricultural products. However phylogenetic problematic (no control range) still present since there is considerable heterogeneity of trees resulting low productivity and des-uniformity in the quality of the fruit. The present study aimed to evaluate and characterize the physicochemical and nutritional parameters of five varieties of guava adapted to the producing region Zitácuaro Michoacán. The results of the physicochemical analysis were equatorial diameter (4.81-5.28cm), the longitudinal diameter (4.98 - 6.75cm), while the weight varies between (57.93 and 86.73 g), was the firmness range of (31.14 - 44.85 N), the color measured by ° HUE was (79.73 - 85.65) and chroma (29.43 to 31.83). Total soluble solids ranged from (10 to 12 ° B). PH (3.58 to 4.38), while the% acidity was 0.19% to 1.21 nutritional ascorbic acid being in a range of 118.36 ± 7.3 mg / 100 g and 143.2 ± 10.9 mg / 100g was quantified. Regarding polyphenols, values ranged between 22.26 ± 4.4 mgEAG / 100g - 102.76 ± 9.7 mgEAG / 100g. Percent inhibition using 2,2 Azino-bis- (3-etibenzotiazolin-6-sulfonic acid) (ABTS) ranged from $20.9 \pm 0.6\%$ and $49.74 \pm 1.4\%$ and with 1,1-diphenyl-2-picryl-hidrazilo (DPPH) $24.5 \pm 0.7\%$ and $48.82 \pm 1.03\%$. The anti-radical ABTS activity were the most significant results of $148\,750 \pm 5.4$ μmolMET / g (DPPH) of 113.94 ± 3.9 μmolMET / g. With a Tukey-Karmen ($P < 0.05$) concluded that the variety Hidrozac is statistically different with higher content of ascorbic acid (143.2 ± 10.9 mg / 100g), antiradical capacity (DPPH) (113.94 ± 3.9)% of inhibition (48.82 ± 1.0) and polyphenols (102.76 ± 9.7 mgEAG / 100g). Physicochemically excel Hidrozac, Huejucar and Merita varieties.

Key words: Variety, Guava, physicochemical analysis, nutritional, sensory.

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

La fruticultura es una actividad que tiene importancia económica, social y potencial incalculable en nuestro país. A nivel mundial México ocupa el tercer lugar como productor de guayaba.

La guayaba es uno de los principales frutos de México donde se le cultiva anualmente en 19, 722 ha cosechándose un total de 192,850 toneladas. El área más importante está localizada en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, que represento el 75% de la superficie cultivada y aportó el 80% de la producción nacional. En los últimos años, Aguascalientes experimentó una disminución relativa de su participación como productor nacional, lo cual fue acompañado de un crecimiento notable en la superficie del cultivo de guayaba en Michoacán en donde se incrementó en más del 90% (Mendoza-López, M.R, et al., 2005).

México es uno de los países donde tiene su origen la guayaba, existe gran diversidad de genotipos las primeras plantaciones comerciales se establecieron en la zona de Calvillo, Aguascalientes, con materiales de diferente origen (silvestre, de traspatio o de huertos familiares). Posteriormente el cultivo se diseminó a diferentes regiones agrícolas. Los métodos de propagación utilizados (semilla e hijuelos) contribuyeron a la mezcla de genotipos dentro de las huertas. Esto ha ocasionado que en las plantaciones actuales exista gran heterogeneidad en la fruta, afectando la uniformidad, calidad y presentación en los mercados nacionales e internacionales. Por otra parte, la guayaba cosechada en las principales zonas productoras corresponden a los tipos conocidos genéricamente como “china” y “media china”, que es el material genético que predomina en las huertas a nivel nacional. (CONACYT 2009).

La producción de guayaba Michoacana se localiza en la región oriente del estado siendo la más representativa en la producción de esta fruta con la consecuente importancia económica y social sobre todo en los municipios de Jungapeo, Benito Juárez, Zitácuaro, Susupuato, Tuxpan y Tuzantla. (Mendoza-López, M.R, et al., 2005).

La producción de dicho fruto tiene una importancia tanto nutricional como social el objetivo de este trabajo es caracterizar y cuantificar propiedades tanto fisicoquímicas como nutricionales de cinco nuevas variedades de guayaba cultivadas en la región productora de Zitácuaro Michoacán.

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES DE LA GUAYABA

2.1 ORIGEN Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El origen del guayabo *Psidium guajava* L. es difícil de determinar debido a la gran diversidad fenotípica tanto en árboles como en frutos.

Existe controversia en cuanto al origen de este frutal; sin embargo, diversos autores coinciden en señalar a México como uno de los centros más probables. Otros autores afirman que pueden ser entre México y el Perú, aunque también se menciona como probable origen el Caribe. La evidencia arqueológica actual sobre los inicios de la agricultura indica que Mesoamérica fue una región del mundo donde el cultivo de plantas se desarrolló desde las épocas tempranas (González, E., et al., 2002).

Hace cientos de años, los aventureros, comerciantes y misioneros europeos tomaron estos “sabrosos frutos” de la cuenca del Amazonas y los llevaron hacia África, Asia, India y las regiones tropicales del pacífico.

Sin embargo han encontrado evidencias de la presencia de guayaba como alimento 800 años A. C., estos restos fueron encontrados en sitios habitados por el hombre en el Perú, por lo que se estima que ahí empezó la domesticación de este fruto. En tanto en México, en el valle de Tehuacán, Puebla, se encontraron restos con una antigüedad de 200 años A.C.

Algunos de los nombres étnicos de *Psidium guajava* L., son guayaba o guyava (en español), goyave o goyavier (en francés), goyaba, goejaaba (en Holanda), guave o goejaba (en Surinam), goiba o guaibeira (en portugués), guava o kuawa (en Hawái), guava, jambu batu (en Malasia), además, numerosas tribus de la India, África Tropical y las Filipinas le denominan bayabas. En las comunidades indígenas de México, América Central y Sudamérica se emplean los nombres pichi, posh y enandi, entre otros (González, E., et al., 2002).

El guayabo se ha difundido ampliamente a través de los trópicos con lluvia moderada o alta debido a que prospera en gran variedad de suelos, se propaga y conduce fácilmente. Los frutos contienen numerosas semillas que pueden dar origen a plantas con producción a los cuatro años. En los bosques tropicales del Amazonas, las semillas de los frutos de guayaba son consumidas por las aves y los monos, los cuales dispersan las semillas a través del excremento y originan poblaciones silvestres de guayaba (González, E., et al., 2002).

Los principales productores de guayaba son la India y México, con 200 mil y 115 mil toneladas, en superficies de 60 mil y 20 mil hectáreas, respectivamente. Otras toneladas, son producidas entre Egipto, Venezuela, Jamaica, Sudáfrica, Australia y Estados Unidos.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación indica que la guayaba se cultiva en una superficie superior a las 20 mil hectáreas plantadas con guayaba en México, con lo que se produjeron 118 mil con un valor aproximado a los 445 millones de pesos de acuerdo al Centro de Estadística Agropecuaria, en México, la guayaba se produce de manera comercial en 19 estados. Considerando la superficie plantada, los estados de mayor importancia son: Aguascalientes, Michoacán, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, México, Guerrero, Querétaro, Hidalgo, Nayarit, Tabasco, Morelos, Durango, Baja California Sur, Oaxaca, Yucatán, Veracruz y Chiapas (SAGARPA 2005).

No obstante su amplia distribución en el país, el cultivo de guayaba se concentra en tres estados: Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas, los cuales en el 2013 produjeron la siguiente: Michoacán: 136,737.92ton, Aguascalientes: 95,361.90ton y Zacatecas: 47,579.99ton (SAGARPA-SIAP 2013).

Su área ecológica se encuentra en la franja paralela al ecuador, con límites que van más allá de los 30° de cada hemisferio. (SEMARNAT 1753)

2.1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

La guayaba de nombre científico *Psidium guajava* es un miembro importante de la familia dicotiledónea de las *Mirtaceas*. Se cree que se originó en América Central y en la parte meridional de México, pero en la actualidad crece en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

El guayabo es un árbol bajo o un arbusto de 2 a 8 metros de altura, posee una copa amplia y extendida que se ramifica cerca del suelo (Figura 1). El tronco es corto con ramas bajas, de color verde a café claro y está cubierto de una corteza lisa y escamosa. Las flores son hermafroditas, axilares que se presentan solitarias o en pequeños racimos; dan origen al fruto por autofecundación o polinización cruzada. La fruta del guayabo puede ser redonda como una manzana, o puede estrecharse en un extremo como una pera. En estado silvestre, se encuentran frutas de guayaba de 3 a 10 cm de diámetro y de 50g a 500g; pero bajo cultivo el tamaño se puede incrementar hasta 12.7 cm y el peso hasta 680g.

En promedio un árbol de guayaba produce en su primer año 100 frutos, alcanzando una fase de maduración en su quinto año cuando es capaz de producir 500 frutos y a partir de entonces mantienen ese nivel durante el resto de su vida. Su crecimiento y desarrollo se ve favorecido en aquellos lugares donde se mantienen temperaturas entre los 16 y 34°C, con un factor de humedad relativa entre 36 y 96%. Se recomienda su cultivo en la franja tropical y en zonas subtropicales que no rebasen los 1,400 metros el nivel del mar con una precipitación anual de 1,100 a 1,800 mm³ (Salazar-González, C., 2011)



Figura 1. El árbol de guayaba. El guayabo es un árbol pequeño que alcanza 20 pies de altura y posee una copa amplia y extendida que se ramifica cerca del suelo. Tomada de Malo, S.E y Campbel, C.W 1994

2.1.2. FRUTO

El fruto es una baya esférica, globulosa, elipsoidal o periforme. 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, solas o en grupos, que le dan la consistencia arenosa característica de este fruto (Figura 2). 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. (Vargas-Borgan, J.L., 2004)

El contenido de ácido ascórbico, se encuentra principalmente en la piel, luego en la carne firme y menos en la pulpa central, varía entre 56 a 600 mg, aunque el intervalo en fruta casi madura oscila entre 350 a 400 mg (Figura 2). El envasado u otros procesos de calentamiento destruyen aproximadamente 50% del ácido ascórbico. (Gonzáles, E., et al., 2002)

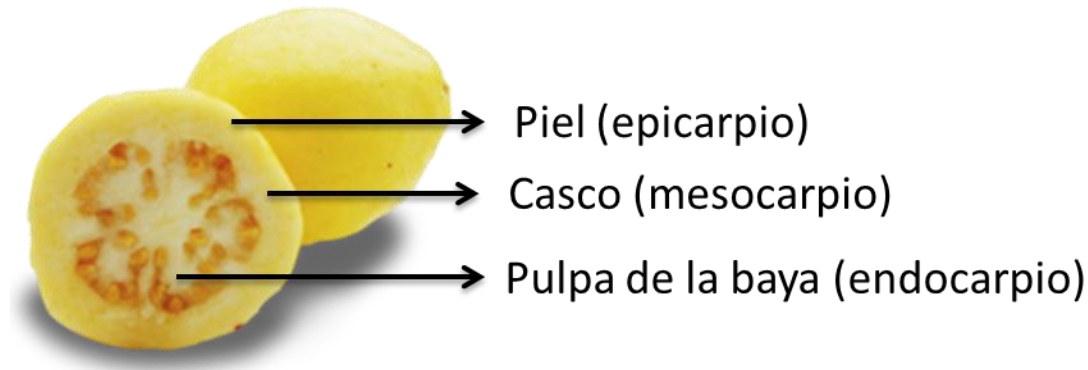


Figura 2. Composición de la guayaba. Fracciones de un corte de guayaba, desde la parte más externa hacia el centro de la fruta (piel, casco, pulpa de la baya). Tomado de Marquina V. et al., 2008.

2.1.3 TAXONOMÍA

La guayaba pertenece al reino Vegetal, subreino Fanerógamas, clase angiospermas, subclase Dicotiledónea, subdivisión Lignosae, orden *Myrtales*, familia *Myrtaceae*, género *Psidium*, especie *guajava*

El orden de los *Myrtales* comprende a las siguientes 11 familias *Myrtaceae*, *Barringtoniaceae*, *Anisophylleaceae*, *Sonneratiaceae*, *Lythraceae*, *Rhizophoraceae*, *Lecythidaceae*, *Combretaceae*, *Punicaceae*, *Napoleonaceae*, *Melastomaceae*.

La familia *Myrtaceae* cuenta con alrededor de 80 géneros y cerca de 3,000 especies en su mayoría árboles o arbustos, los cuales tienen una distribución principalmente en los trópicos con dos centros de concentración: 1) América tropical, donde predominan las especies con frutos tipo baya (*Myrtoideae*) y 2) Australia, donde predominan las especies con fruto tipo capsular. (Gonzáles, E., et al., 2002)

Algunas de las características morfológicas generales de la familia *Myrtaceae* son:

Hojas usualmente opuestas, simples, mayormente enteras, coriáceas, sin estípulas o muy pequeñas, con puntos glandulares y raramente alternadas.

Las flores son hermafroditas o polígamas por absorción comúnmente racimosa o panicula-

das, solitarias sólo en unos pocos géneros y generalmente epígenas, los sepalos usualmente en número de 4 a 5, los pétalos de 4 a 5 son imbricados, con estambres numerosos, las anteras son pequeñas y presentan dehiscencia longitudinal o algunas veces apical, con un pistilo, un estilo y un estigma, el fruto es una baya o capsula, las semillas usualmente son pocas el embrión presenta varias formas y el endospermo es escaso o no presenta. (Gonzáles., et al., 2002)

2.1.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y COORDENADAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN.

El estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17°54'34'' y 20°23'37'' de latitud Norte y los 100°03'23'' y 103°44'09'' de longitud Oeste. Colinda con el estado de Jalisco al noroeste, al suroeste con Colima, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste con Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico (Figura 3). El estado de Michoacán cubre una extensión de (59,864 km²) que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, ocupando el lugar número 16 en extensión entre las 32 entidades del país. Tiene un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 km. sobre el Océano Pacífico.



Figura 3. Distribución geográfica del Estado de Michoacán (Franco, G., Franco E.E., 2013)

2.1.5 PARTICIPACIÓN DE MICHOACANA EN LA PRODUCCION NACIONAL DE GUAYABA

En 1977 la guayaba se destinó exclusivamente al consumo interno, como fruta fresca, ya que las exportaciones ocuparon volúmenes limitados. Como materia prima la industria utilizó el 15 % de la producción nacional, el 79 % fue consumido en fresco estimándose un 6 % de mermas en su comercialización (Mendoza-López., et al., 2005).

Hacia 1979 se incrementó el interés por el consumo de guayaba, ya que fue considerada como una de las frutas tropicales y subtropicales más valiosas. Es una excelente fuente de vitamina C. (Mendoza-López., et al., 2005).

Según Zamora-Torres., 2008 menciona que Michoacán es el líder a nivel nacional de guayaba, es el estado que presenta los rendimientos más altos, ya que la diferencia en cuanto a productividad con Zacatecas es de casi el doble (Figura 5). La superficie cosechada en el estado de Michoacán es de 8,726 ton, mientras que el estado que le sigue tiene una superficie de 6,819 ton.

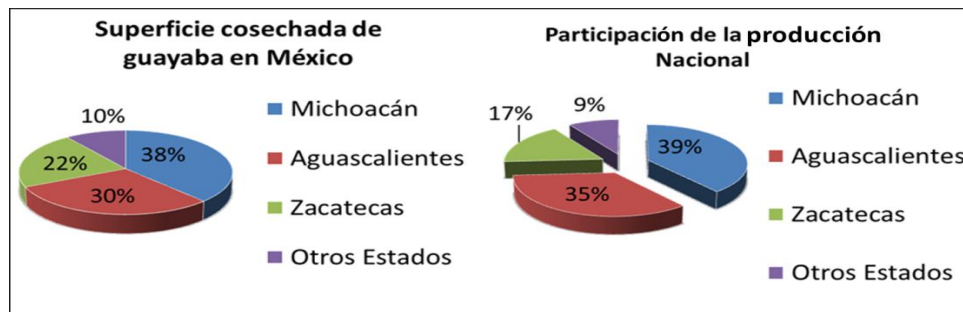


Figura 4. Producción de guayaba en México, principales estados productores. Tomado de Zamora-Torres, A.I., 2008

La producción del Estado ha venido creciendo puesto que para el año 2001 se contaba con una producción de 101, 693 ton y ya para el 2006 se registró una producción de 120,073.14 ton, es decir un crecimiento de más de 18% en tan solo 5 años, mientras que la superficie de Aguascalientes ha venido decreciendo.

La producción de guayaba dentro del estado de Michoacán se concentra en cinco municipios localizados en la misma región siendo estos: Jungapeo con 43,200 ton, Zitácuaro con 22,880 ton, Juárez con 32,320 ton, Susupuato con 6,336 ton y Tuxpan con 3,144 ton (Figura 6) (Zamora-Torres., 2008). Para el 2013 la superficie cosechada para esto

municipios obtuvo un notable crecimiento con el siguiente rendimiento de producción: Jungapeo: 44,550.00ton; Zitácuaro: 28,655.00ton; Juárez: 33,005.00ton; Susupuato: 7,680.00ton y Tuxpan 3,629.70ton (SAGARPA-SIAP. 2013)

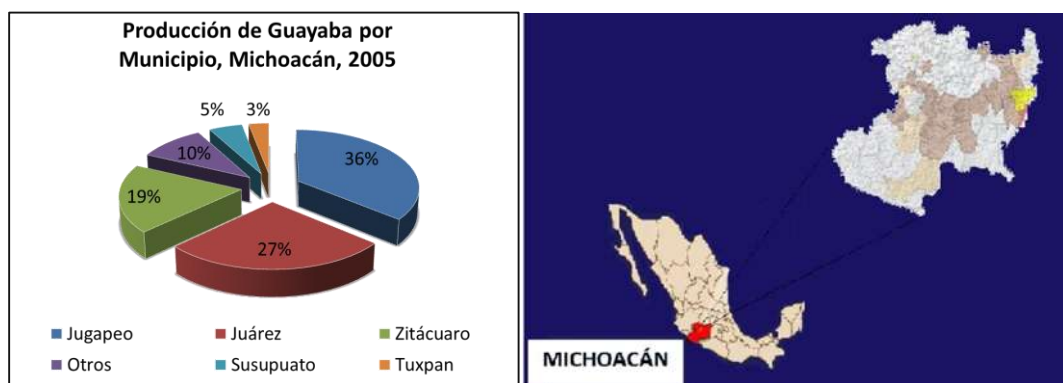


Figura 5. Principales municipios productores de guayaba en Michoacán tomado de Zamora-Torres, A.I., 2008

2.1.6 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE GUAYABA EN MICHOACÁN.

Las primeras plantaciones comerciales en la zona oriente del estado de Michoacán datan desde el año de 1980, en aquel entonces se contaba con 10 hectáreas (ha) de guayaba. A partir de ese tiempo se inició el crecimiento paulatino de la superficie en los municipios de Benito Juárez, Jungapeo y Zitácuaro.

Michoacán es uno de los principales productores de guayaba en México con una superficie de 9,352 has, aproximadamente el 40% del total nacional. Sin embargo, los rendimientos (8.87 ton/ha) se encuentra por debajo de la media nacional (13.16 ton/ha) (Zamora-Torres., 2008).

De acuerdo con el Plan Rector del Sistema Producto Guayaba y el “Mapa de intervención” generado por la Fundación Produce Michoacán, A.C. se concluyó que la problemática detectada en la zona oriente del estado tiene dos vertientes: una técnica y otra comercial, tales como la tecnología de producción (floración y amarre del fruto), fertilización (no se hacen análisis de suelo y planta), fitosanitaria (mosca de la fruta, peca, escamas, nematodos, clavo) filogenético (no existe control de variedades), administración y financiamiento y de mercado (manejo postcosecha, comercialización, diversificación).

En Michoacán los municipios de Benito Juárez, Jungapeo, Zitácuaro, Susupuato y Tuxpan, se ha observado un fuerte crecimiento a partir del año 2001; siendo uno de los ocho principales cultivos en los que el Estado de Michoacán ocupa el primer lugar en producción

nacional con una producción de 109,645 ton y una superficie sembrada de 8,726 ha; convirtiéndose así en un productor importante desde el punto de vista económico, técnico y social, ya que es una gran fuente generadora de empleo (Zamora-Torres., 2008).

La variedad de guayabas es amplia dentro de estado siendo estas Calvillo, China, Media, Acaponeta y Criollo aunque las más representativas en el estado son la criollo con 168 ton y la china siendo ésta el principal tipo de guayaba del estado con 1,096 ton (Zamora-Torres., 2008)

2.2 CULTIVO DE GUAYABA

2.2.1 MANEJO DEL CULTIVO

Existen varios métodos de propagación vegetativa: por acodos, injertos, estacas, hijuelos y estacas de raíces, el método más utilizado es por acodo, las ramas deben tener uno o más centímetros de diámetro. Luego de 3 a 5 semanas se inicia el enraizado y después de 12 meses, cuando las raíces están bien desarrolladas, se corta el acodo y se coloca en una bolsa plástica, a la sombra.

Los árboles se plantan a distancias de 4 a 8 m, más comúnmente a 5 x 5 ó 4 x 6, en hoyos grandes. (Torres-Flores., 2010).

Los suelos favorables para su desarrollo son los areno-arcillosos con un pH comprendido entre 5 y 6, sin embargo, puede prosperar en suelos arcillosos y compactos, siempre y cuando estén húmedos. También puede soportar inundaciones, pero en los suelos de baja fertilidad y poca retención de humedad, produce poco y la fruta es de mala calidad.

En cuanto a las exigencias climáticas, el guayabo crece mejor en climas cálidos entre 25-32 °C, aunque puede resistir, ocasionalmente, temperaturas cercanas a la congelación.

Se desarrolla bien entre los 0 y los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm), pero se ha reportado que esta especie puede encontrarse a altitudes de 1800 msnm o más. (SAGARPA SIAP 2005)

2.2.2. ÍNDICE DE MADURACIÓN

La maduración es la etapa más importante y compleja en el desarrollo de las frutas; puede dividirse en dos fases: la fase de maduración fisiológica y la fase de maduración de consumo. La primera, suele iniciarse antes de que termine el crecimiento celular y finaliza,

más o menos, cuando el fruto tiene las semillas en disposición de producir nuevas plantas; la evolución de esta fase solo se completa adecuadamente cuando el fruto se encuentra en la planta. La fase de maduración organoléptica hace referencia al proceso por el cual se transforma un tejido fisiológicamente maduro en otro visual olfatoria y gustativamente atractivo; este es el resultado de un complejo conjunto de transformaciones que incluyen: maduración de las semillas, cambios de color, cambios en la composición de sustancias pépticas, modificación de los ácidos orgánicos, producción de sustancias volátiles y desarrollo de cera en la piel. (Lara., et al, 2007)

El valor absoluto de los índices de maduración, refleja que durante la maduración ocurren cambios en el color, que va desde el verde al amarillo, lo que se debe al anabolismo de los pigmentos en los orgánulos celulares, tales como: las flavonas, las antocianinas y los carotenoides que proporcionan el fruto los colores secundarios, sobre una base de color primario, generalmente verde o amarillo, determinada por la presencia de clorofila o de xantofila. También está asociado los cambios en el aroma y en la firmeza al tacto, en este último está dado por cambios estructurales como: cambios en el grosor de la pared celular, permeabilidad del plasma lema y la cantidad de espacios intercelulares que contribuyen al ablandamiento de los tejidos, que es considerada una primera indicación de madurez (Laguado., et al., 1999).

La protopectina constituyente de las paredes celulares (laminilla media y pared primaria) da lugar, durante el proceso de maduración a ácido péptico, ácido peptínico y pectinas, sustancias gelificadoras, que en presencia de azúcar y de ácidos orgánicos forman geles que provocan un ablandamiento de la pulpa y una disminución de la textura de los frutos. También la celulosa se puede degradar a glucosa, que se utiliza en la respiración, ayudando esta transformación a la pérdida de rigidez de los tejidos del fruto.

Con respecto al desarrollo del aroma se detectó sensorialmente que los frutos una vez iniciado el proceso de maduración, avanzan en su estado de madurez, debido a un aumento en la producción de compuestos volátiles, tales como: ésteres, aldehídos, alcoholes y cetonas. (Laguado., et al., 1999). Existe una escala que clasifica el índice de madurez del fruto de acuerdo al tono de color del fruto (Tabla 1).

Clase	Escala	Descripción escala
1	Verde	Verde sin olor, firme al tacto.
2	Pinta	Verde indicioso de olor, inicios de aroma, firme al tacto.
3	V + A	Predominio del color verde sobre el amarillo, desarrollo de aroma, indicios de ablandamiento.
4	A + V	Predominio del color amarillo sobre el verde, blanda pero firmé al tacto, aroma.
5	Madura	Totalmente amarilla, aroma penetrante, blanda al tacto.

Tabla 1. Escala de clasificación de frutas de guayaba para la variable índice de maduración. Tomado de Laguado, N., et al., 1999

2.2.3. PROBLEMÁTICA FILOGENÉTICA

México es el segundo productor mundial de guayaba (*Psidium guajava* L) después de la India, sin embargo en México no existen variedades mejoradas que se cultiven extensamente y que presenten diferentes ventajas agronómicas que permitan la homogenización de las huertas. La variabilidad morfológica y bioquímica en el germoplasma regional es notable entre y dentro de huertas productoras y se debe fundamentalmente a que el guayabo se propaga a través de semillas e hijuelos de raíz predominando actualmente el material criollo conocido con los nombres “China” y “Media China” (Martínez-De Lara,. et al., 2004).

En el año 2004, se inició un proyecto auspiciado por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) que pertenece al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS), con la finalidad de coleccionar, caracterizar y aprovechar el germoplasma de guayaba nativo de México, colectando material de diferentes regiones del mundo (más de 200 accesiones). Después de un periodo de más de 10 años, se seleccionaron los materiales más sobresalientes y se inició el proceso de caracterización morfológica. Como resultado, en el 2009 se registraron las primeras cinco variedades Mexicanas de guayaba: Calvillo siglo XXI, Caxcana, Hidroxac, Huejucar y Merita; sin embargo es necesario evaluar estos materiales en diversas regiones agroclimáticas para ampliar y establecer cada uno de sus parámetros tanto físicos como químicos y nutricionales (SAGARPA SIAP 2012)

2.2.4. NUEVAS VARIEDADES DE GUAYABA MEXICANAS

Como se ha mencionado la variabilidad afecta el potencial productivo del cultivo de la guayaba, así como la uniformidad y calidad de la fruta cosechada. Por otra parte, estas variaciones del germoplasma pueden ser aprovechadas mediante la selección y evaluación de materiales que presenten ventajas comparativas (Padilla-Ramírez, et al., 2010). Las nuevas variedades registradas son: Huejucar, Hidrozac, Calvillo S-XX, Caxcana y Merita.

Variedad de guayaba de pulpa crema, obtenida por el método de selección individual de huertas comerciales de la región Calvillo-Cañones. Fruto de forma ovoide de 60 a 80 g, de 4.5 a 5.0 cm de diámetro ecuatorial, 6 a 8 mm de grosor de casco, con un promedio de 190 a 20 semillas por fruto y de 12 a 14 °Brix. Produce frutos similares a los del tipo “media china”. Fue registrada por el INIFAP ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales, quedando con el registro No. GUA-005-160709 (Figura 7) (Padilla-Ramírez, et al., 2010).

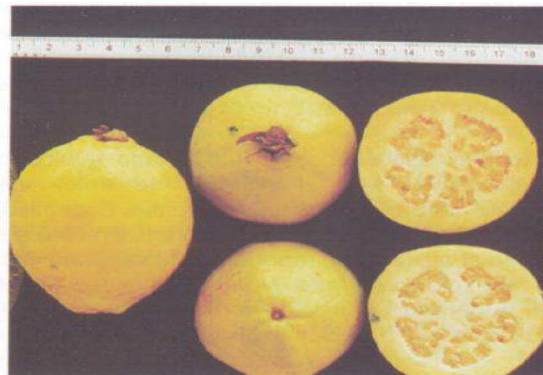


Figura 7. Nueva variedad Calvillo Siglo XXI fruto de forma ovoide de pulpa crema

Variedad de guayaba de pulpa rosa pálido-crema, obtenida por el método de selección individual de huertas comerciales de la región Calvillo-Cañones. Fruto de forma ovoide de 80 a 100 g, de 4.8 a 5.5 cm de diámetro ecuatorial; 7 a 8 mm de grosor de pulpa rosa pálido, con un promedio de 175 a 200 semillas por fruto y de 12 a 14 °Brix. La variedad Huejucar fue registrada por el INIFAP ante el catálogo Nacional de Variedades Vegetales, quedando con el registro No. GUA-001-160709 (Figura 8) (Padilla-Ramírez, J.S, et al., 2010).

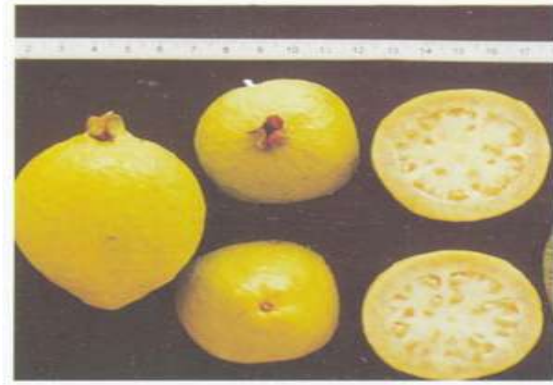


Figura 8 Nueva variedad Huejucar fruto de forma ovoide de pulpa rosa pálido.

Variedad de guayaba de pulpa rosa, obtenida por el método de selección individual de huertas comerciales de la región Calvillo-Cañones. Fruto de forma truncada-aperada de 90 a 110 g, de 5.0 a 5.5 cm de diámetro ecuatorial, 10 a 12 mm de grosor de pulpa, de 200 a 230 semillas por fruto y de 11 a 13 °Brix. La variedad Hidrozac fue registrada por el INIFAP ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales, quedando con el registro No. GUA-002-160709 (figura 9) (Padilla-Ramírez, J.S, et al., 2010).



Figura 9 Nueva variedad Hidrozac fruto de forma truncada-aperada de pulpa rosa.

Variedad de guayaba de pulpa blanca, obtenida por el método de selección individual de huertas comerciales de la región Calvillo-Cañones. Fruto de forma redonda, de 75 a 95 g, de 4.8 a 5.5 cm de diámetro ecuatorial, 8 a 9 mm de grosor de casco, con un promedio de 300 a 310 semillas por fruto y de 11 a 13 °Brix. La variedad Caxcana fue registrada por el

INIFAP ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales, quedando con el registro No. GUA-003-160709 (Figura 10) (Padilla-Ramírez, J.S, et al., 2010).

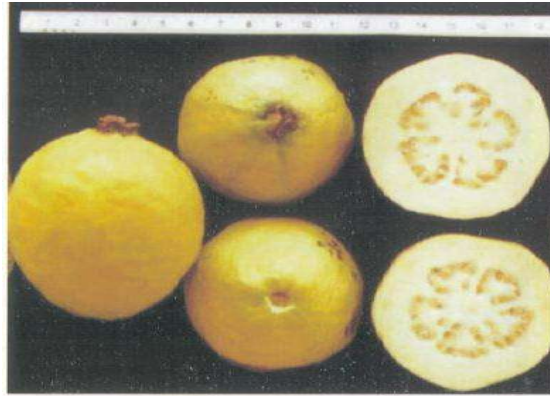


Figura 10 Nueva variedad Caxcana fruto de forma redonda de pulpa blanca.

Variedad de guayaba de pulpa crema, por el método de selección individual de huertas comerciales de la región Calvillo-Cañones. Fruto de forma ovoide, de 60 a 80 g, de 4.5 a 5.0 de diámetro ecuatorial. 7 a 8 mm de grosor de casco, con un promedio de 150 a 170 semillas por fruto y de 12 a 14 °Brix. La variedad Merita fue registrada por el INIFAP ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales, quedando con el registro No. GUA-004-160709 (Figura 11) (Padilla-Ramírez, J.S, et al., 2010).

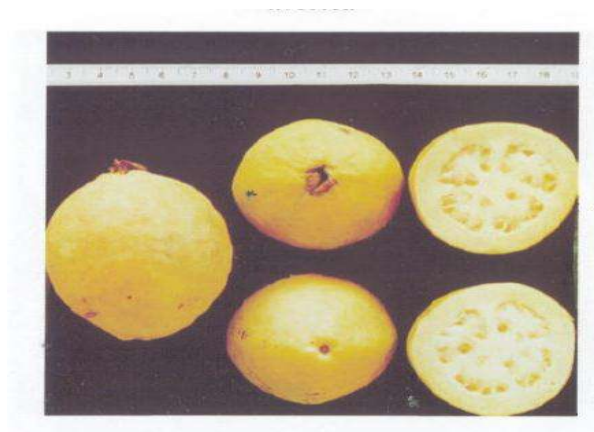


Figura 11. Nueva variedad Merita fruto de forma ovoide de pulpa crema.

2.3 COMPOSICIÓN DEL FRUTO

El fruto de guayabo es refrescante y de sabor dulce-ácido, es nutritiva rica en vitaminas y minerales esenciales, con capacidad de mejorar la salud de manera significativa.

Tiene un perfil nutricional equilibrado. Dentro de su composición nutricional se destaca las vitaminas C y A. además tiene altas cantidades de potasio. Otros nutrientes que se pueden encontrar en la guayaba son:

Tabla 2. Contenido nutricional guayaba. Valores para una porción de 100g (Salazar-González, C., 2011)

Composición de guayaba	
Porción comestible	82%
Energía	51 kcal
Humedad	86.10%
Proteínas	0.8g
Grasa	0.6g
Cenizas	11.8g
Carbohidratos	11.9g
Fibra	5.6g
Calcio	20mg
Hierro	0.3mg
Fósforo	25mg
Retinol	32mg
Ácido ascórbico	183mg
Tiamina	0.1mg
Rivoflavina	0.1mg
Niacina	1.2mg

2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las frutas y vegetales contienen niveles significativos de componentes biológicamente activos que son benéficos para la salud, siendo una fuente importante de antioxidantes que incrementan la capacidad oxidativa en el plasma. Aunque se ha encontrado una alta correlación positiva entre la vitamina C y la actividad antioxidante de las frutas. Se ha demostrado que esta actividad antioxidante no solo es atribuida a esta vitamina, sino a otros fitoquímicos como fenoles, tioles, carotenoides, etc presentes en las frutas.

El fruto del guayabo está considerado entre los más aromáticos y agradables, se ha resaltado su alto contenido de fibra (8,15%) y ácido ascórbico (160mg/100g). La guayaba es una buena fuente de vitamina C, siendo dos o tres veces mayor que la naranja, variando de 486 a 871mg/100g de fruta fresca dependiendo del cultivar. También contiene vitamina A, fósforo, calcio y gran cantidad de hierro y fibra dietética (Ramírez, A. y Pacheco, E., 2011).

La etapa de madurez tiene mucho que ver con la composición química de la guayaba. Entre los métodos más sofisticados para determinar si el fruto de la guayaba está listo para ser cosechado se encontra 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 cuales se incrementan conforme madura la fruta (Vargas Borgrán J.L., 2004).

Según (SAGARPA SIAP 2005), la guayaba es una de las frutas tropicales más importantes desde el punto de vista dietético. Puede presentar un peso entre 60 y 500g por pieza, un pH ácido entre 3.4-4.2, una concentración de sólidos solubles entre 5-10 °Brix y una resistencia a la compresión entre 9-16 lb/pulg².

2.3.2 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

Los sólido soluble totales ayudan a determinar la concentración de sacarosa por 100 mililitros de una solución, los sólidos solubles totales se determinan con el índice de refracción, el cual se expresa con los grados Brix (°Bx) a una temperatura estándar de 20° centígrados no varía (Bello, O 2010).

Hidrómetro Brix: densímetro provisto con una escala en grados Brix, cuyo cero coincide exactamente con la parte inferior del menisco, cuando se encuentra inmóvil, flotando libremente en agua destilada 293K (20°C)

Se basa en la medición de la densidad aparente, dada por la concentración de sólidos disueltos y en suspensión, empleando para el efecto un hidrómetro con escala en grados Brix y calibrado a 293 (20°C) (NMX-F-274-1984).

2.3.3 ACIDEZ TITULABLE

La mayoría de las frutas son particularmente ricas en ácidos orgánicos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula, ya sea en forma libre o combinada como sales ésteres glucósidos, etc. La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se miden neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte (Camacho-OlarteG., 2002).

Desde el punto de vista práctico, los azúcares y la acidez (SST/Acidez) son componentes muy prácticos en poscosecha y la relación que guardan constituye un índice, incluso legal, del estado de madurez para la cosecha de cítricos.

Cabe mencionar que este tipo de indicadores son índices sencillos, precisos y confiables que permiten determinar el estado de madurez adecuado para la cosecha, pueden emplearse como referencia del estado de madurez poscosecha y también como información objetiva relacionada con la calidad fisiológica (Camacho-Olarte, G., 2002).

2.3.4 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

Estudios epidemiológicos indican que un consumo frecuente de frutas está asociado a un menor riesgo de infarto y cáncer. Existe evidencia de que los alimentos también sustancias fisiológicamente activas que cumplen, al igual que los nutrientes, una función que contribuye a reducir la incidencia de ciertas enfermedades y por tanto son necesarias para una vida saludable, dichas sustancias reciben el nombre de fitoquímicos. Entre los compuestos bio-activos se encuentran los polifenoles, constituyendo uno de los grupos más numerosos y ampliamente distribuidos en el reino vegetal y forman parte de la dieta animal y humana, que van desde simples moléculas fenólicas a compuestos altamente polimerizados como los taninos.

El interés actual en la vitamina C se centra en su habilidad para actuar como antioxidante; el ascorbato es un donante de electrones (o agente reductor) en las reacciones químicas intra y extracelulares, por lo que el ascorbato podría desempeñar un papel esencial en la defensa frente a la oxidación celular. (Rincón, A.M., et al., 2003)

Los antioxidantes naturales son aquellas sustancias que se encuentran o pueden extraerse de los tejidos de las plantas y animales, y aquellos que se forman del cocinado o procesado de compuestos alimenticios de origen vegetal y animal.

La relevancia de los antioxidantes presente en los alimentos radica en su capacidad para preservar los alimentos que los contienen y en el aporte benéfico a la salud humana de antioxidantes esenciales.

El oxígeno reactivo y las especies nitrogenadas son esenciales para el suministro de energía, desintoxicación, el señalamiento químico y las funciones inmunes en el cuerpo humano. Cuando hay una sobre producción de estas especies, una exposición a sustancias oxidantes externas o una falla en el mecanismo de defensa, pueden dañarse valiosas biomoléculas. Este daño ha sido asociado con riesgos de enfermedades cardiovasculares cáncer y estrés oxidativo, como enzimas, proteínas y pequeñas moléculas antioxidantes. Las frutas, vegetales, semillas, cereales, bayas, vinos, té y plantas aromáticas, entre otros, son una fuente importante de dichos antioxidantes. Además se han desarrollado una gran cantidad de antioxidantes sintéticos como, por ejemplo, ciertos aditivos alimentarios, suplementos y fármacos. Sin embargo, suelen asumirse que los antioxidantes naturales son más potentes, eficaces y seguros que los sintéticos (Salazar-González, C., 2011).

2.3.5 ÁCIDO ASCÓRBICO

La vitamina C o ácido ascórbico también conocido como ácido cevilámico o antiescorbuto tiene características reductoras por sus dos grupos donadores de protones; también es hidrosoluble y termolábil y se oxida en el aire con facilidad (Figura 12).

Interviene en muchas reacciones metabólicas importantes. Por ejemplo, actúa como cofactor en las reacciones de hidroxilación en la síntesis del colágeno. Es esencial para la formación normal de hueso y dientes. Es importante en el metabolismo de carbohidratos y en controlar procesos infecciosos.

La mayoría de las reacciones metabólicas del ácido ascórbico se debe a su fuerte potencial reductor. Su actividad antioxidante deriva del desplazamiento de ácido L-ascórbico a su forma oxidada L-dehidroascórbico, esto también habilita la molécula para combatir radicales oxidativos (O_2 y OH).

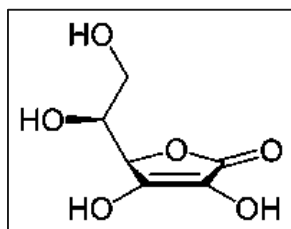


Figura 12. Estructura del Ácido Ascórbico tomada de Sandoval Hernández, S.D., 2010

La vitamina C es un donador de electrones (agente reductor o antioxidante), y probablemente todas sus funciones bioquímicas y moleculares pueden deberse a esta función. El ácido ascórbico se encuentra en muchas frutas y vegetales. Las frutas cítricas y jugos son particularmente ricas fuentes de vitamina C (Sandoval-Hernández, S.D., 2010). El ácido ascórbico tiene una estructura de lactona. La acidez no se debe a un grupo carboxílico, sino a la posibilidad de que se ionice el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando un anión que queda estabilizado por resonancia (Calvo, M 2000). La vitamina C o enantiomero L del ácido ascórbico, es un nutriente esencial para los mamíferos. La presencia de esta vitamina es requerida para un cierto número de reacciones metabólicas en todos los animales y plantas y es creada internamente por casi todos los organismos, siendo los humanos una notable excepción. Su deficiencia causa escorbuto en humanos de ahí el nombre de ascórbico que se le da al ácido (Sandoval-Hernández, S.D., 2010). El requerimiento óptimo para el organismo humano se describe en la tabla 3.

Tabla 3. Cantidades requeridas de vitamina C en mg/día. Tomada de Sandoval-Hernández, S.D., 2010

INFANTES Y NIÑOS	Mg/día
0 – 6 meses	25
7 – 12 meses	30
1 – 3 años	30
4 – 6 años	30
7 – 9 años	30
ADOLESCENTES	Mg/día
10 – 18 años	40
ADULTOS	Mg/ día
19 – 65 años	90
65 y más	90
Mujeres Embarazadas	100
Mujeres lactando	120

2.3.6 COMPUESTOS FENÓLICOS

El interés en las propiedades antioxidantes de las frutas es reciente, algunos autores han evaluado la capacidad atrapadora de radicales libre y el contenido de fenoles de frutas

tropicales como mora, mango, guayaba, fresa maracuyá, etc. Sin embargo, especies nativas de la familia *Mirtácea* como la Guayaba han sido poco estudiadas.

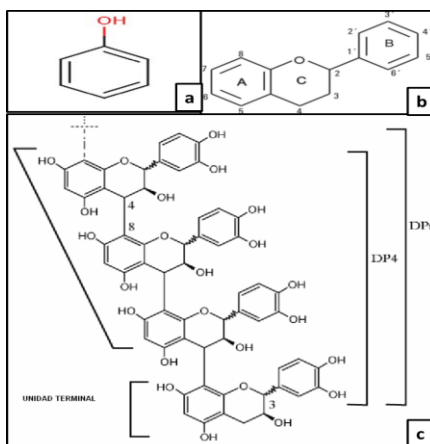
La familia *Mirtaceae* posee alrededor de 131 géneros y unas 4620 especies. (Zapata, K., et al., 2013)

Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son uno de los principales metabolitos secundarios y su presencia en el reino animal se debe a su ingesta de éstas (Gimeno-Creus, E. 2004). La función fisiológica en los vegetales y frutos en general, de los fenoles es actuar como antioxidante y son los responsables de esencias y pigmentos que confieren aroma y color a fruto y plantas (Palazon., et al., 2001). La estructura química de los compuestos fenólicos permite secuestrar radicales libres, debido a su facilidad para donar el átomo de hidrógeno desde el grupo hidroxilo aromático (Zapata, K., et al., 2013).

Los compuestos fenólicos pueden clasificarse de acuerdo con su estructura química en:

- Ácidos Fenólicos: este grupo de compuestos se caracteriza por poseer en su estructura química el anillo aromático hidrolizado y un grupo carboxilo figura 13.
- Flavonoides: son metabolitos secundarios polifenólicos, ampliamente distribuidos en el reino vegetal en altos niveles en varias frutas, vegetales y bebidas. Son los polifenoles que poseen al menos 2 subunidades fenólicas (Figura 13) (Zapata., et al., 2013).

Figura 13. Clasificación de los compuestos fenólicos: a) Fenol simple. b) Ácido fenólico. c) Flavonoides



2.4 CALIDAD SENSORIAL

La aceptación de un alimento por el consumidor depende de la calidad, en la actualidad constituye uno de los pilares básicos para el desarrollo de productos y control de calidad de alimentos y/o sustancias (Margalef, M.I., 2004). El aspecto de las frutas y hortalizas frescas es un criterio definitivo en la toma de decisiones de compra. (Sánchez-Rico, T., 2013) Dentro de los aspectos que conforman la calidad de un producto alimenticio en fresco se encuentra la calidad sensorial que incluye aspecto (tamaño, forma, color) sabor (aroma y gusto) y textura. Los análisis sensoriales nos permiten conocer el nivel de agrado de los consumidores sobre un producto en específico (González-Aguilar, et al., 2010).

El ojo es el elemento receptor del estímulo luminoso y el impulso nervioso creado por el receptor se transmite por el sistema nervioso al cerebro que se le denomina percepción. En los alimentos, así como todos los cuerpos, transforman la luz que les llega de forma que la luz transmitida o reflejada en las capas superficiales tiene distinta distribución espectral. La sensación que la persona experimenta al percibir el color influye sobre su relación con el alimento. La textura de los alimentos se define generalmente como la sensación general de que un alimento le da en la boca, por lo que se compone de propiedades que pueden ser evaluados por el tacto. Los componentes bioquímicos, tales como el contenido de lípidos, el contenido y composición de la pared celular, tamaño y forma de partícula, contenido de humedad y de factores mecánicos, contribuyen a la textura de los alimentos (Sánchez-Rico, T., 2013).

CAPÍTULO 3 JUSTIFICACIÓN

El guayabo es uno de los doce frutales de mayor importancia en México, debido al alto valor nutricional de su fruto destacando un alto contenido en vitamina C así como sus usos medicinales dándole una mayor relevancia económica a este cultivo tropical (Padilla-Ramírez, J.S, et al., 2010)

A pesar de que nuestro país está considerado como un centro de diversidad primaria de esta especie, el germoplasma cultivado “Media china” es el que predomina en las principales áreas productoras (Molina-Macías, E., 2009) y en menor proporción “Calvillo” o “China”. Según el I.N.I.F.A.P. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) el problema existente en las huertas que presentan heterogeneidad de los árboles resultando en una baja productividad y des uniformidad en la calidad de la fruta, debido a la existencia de una gran diversidad de genotipos esto se atribuye a la falta de germoplasma con ventajas comparativas que permitan incrementar la rentabilidad de este cultivo (Padilla, J.S., et al., 2011). En la actualidad hay registros sobre la evaluación del rendimiento y calidad de un grupo de selecciones de guayabo el cual caracteriza a cinco materiales que fueron registrados ante el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) como las primeras variedades de guayaba en México para contribuir en el incremento de la competitividad y sustentabilidad de este importante cultivo (Padilla-Ramírez, J.S, et al., 2010). Estas cinco nuevas variedades registradas por el INIFAP son: Calvillo S-XXI (pulpa crema), Caxcana (pulpa blanca), Hidrozac (pulpa rosa), Huejucar (pulpa rosa pálido) y Merita (pulpa crema) (SAGARPA 2012).

Por lo anterior es importante ampliar la base fenotípica del germoplasma disponible, que presente diversas ventajas comparativas tales como tamaño y forma de fruto, color, grosor de casco, contenido de vitamina C, etc, que incrementen la rentabilidad del cultivo. Esto para que la variabilidad fenotípica no afecte el potencial productivo del cultivo de la guayaba, así como la uniformidad y calidad de la fruta cosechada ya caracterizada estas propiedades de nuevas variedades puedan ser aprovechadas.

3.1 HIPÓTESIS

La adaptación de las variedades Calvillo S-XXI: pulpa crema, Caxcana: pulpa blanca, Hidrozac: pulpa rosa, Huejucar: pulpa rosa pálido y Merita: pulpa crema presentan caracte-

rísticas fisicoquímicas adecuadas para su comercialización y aporte nutricional para su consumo.

3.2 OBJETIVOS

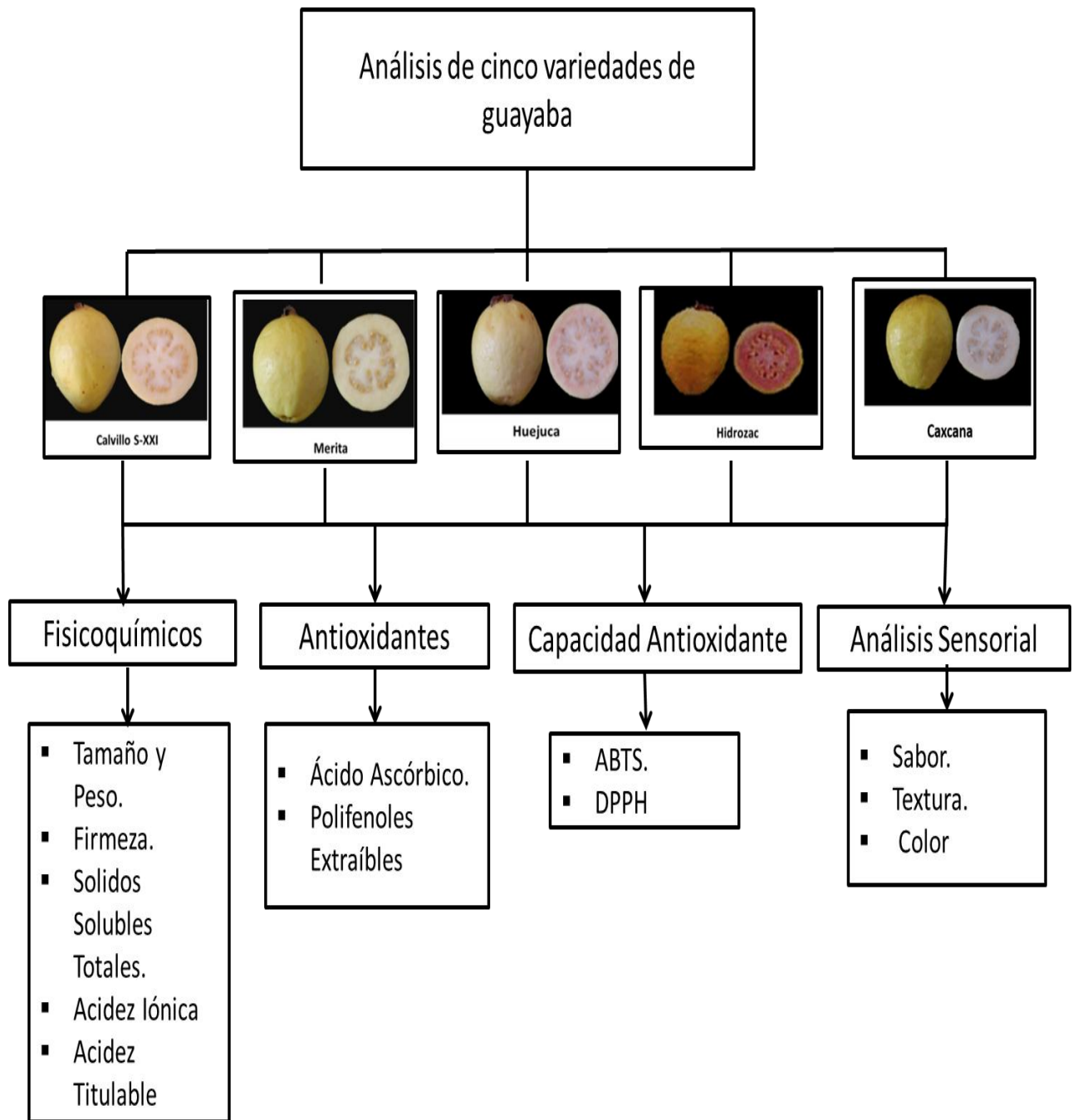
3.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros fisicoquímicos y nutricionales de cinco variedades de guayaba adaptadas a la región productora de Zitácuaro, Michoacán

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinación de las características físicas: peso, tamaño, color y firmeza de cinco nuevas variedades de guayaba.
- 2) Determinación de las características químicas: Grados Brix, pH, porcentaje de ácido cítrico (acidez titulable) de cinco nuevas variedades de guayaba.
- 3) Determinación de características nutricionales: antioxidantes (ácido ascórbico, extracción de compuestos, polifenoles), capacidad antioxidante de cinco variedades de guayaba.
- 4) Análisis sensorial de cinco nuevas variedades de guayaba.

3.3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.



CAPÍTULO 4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EXPERIMENTAL “ZITACUARO MICHOACÁN”

El Huerto experimental que alberga los materiales estudiados se localiza en "Zitácuaro Michoacán en la localidad “La Garita”. Entrada por la Encarnación. Con las coordenadas 19° 25.014'; 100° 23.937'; 1,744 msnm.

4.2 MATERIAL VEGETAL

. Los materiales utilizados fueron la variedades Huejucar, Calvillo S-XXI, Hidrozac, Merita y Caxcana (Figura 14).

Los frutos fueron colectados en madurez fisiológica o estado sazón según lo establecido en la Norma Mexicana para el consumo de productos en fresco (NMX-FF-040-SCFI-2002) y se almacenaron a $85\% \pm 5$ HR (Humedad Relativa) y a temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta presentar madurez de consumo.

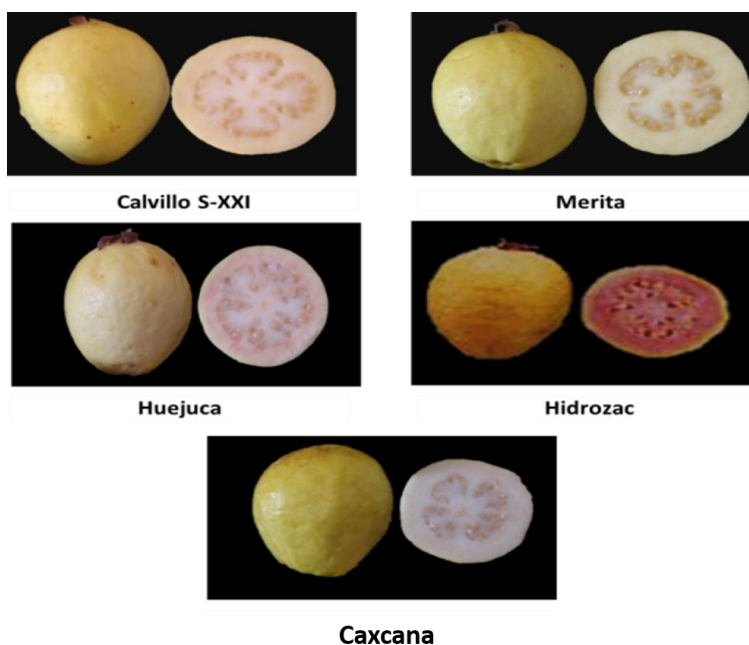


Figura 14. Cinco nuevas variedades de guayaba de la región productora de Zitácuaro Michoacán.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

4.3.1.1 TAMAÑO Y PESO

El diámetro ecuatorial (D.E) y diámetro longitudinal (D.L) se midió según lo establecido en la Norma Mexicana NMX-FF-009-1982. El resultado fue expresado en centímetros. La medición del peso se llevó a cabo por medio de una balanza analítica marca LEVAD (220g) de manera individual a cada fruto.

4.3.1.2 FIRMEZA

Se determinó la resistencia a la compresión utilizando para ella un plato de compresión de 75mm a una velocidad de 2 mm/s y una compresión sobre el fruto de 5 mm. Las pruebas se llevaron a cabo en un Texturómetro modelo TA-XT2t. Los resultados fueron expresados en Newton (Vallejo, 2011; Watada, 1995).

4.3.1.3 COLOR

Se utilizó un colorímetro de reflectancia Hunter Lab Marca Color Flex® para obtener las coordenadas de color Luminosidad, *a* y *b*. Se utilizó un patrón de calibración blanco con las coordenadas $L=92.19$, $a=-1.31$, $b=0.95$. 10° del observador e iluminante D65.

Una medida objetiva de color se logra con tres sensaciones o atributos psicométricos que son: el tono, la luminosidad y la saturación. El tono o matriz, permite clasificar el color rojo +*a*, y -*a* que corresponden a verde, mientras que el valor de +*b* corresponde a los tonos amarillo y -*b*, azules, puede ser calculado a través de $^\circ\text{Hue}$ (Ecuación 1).

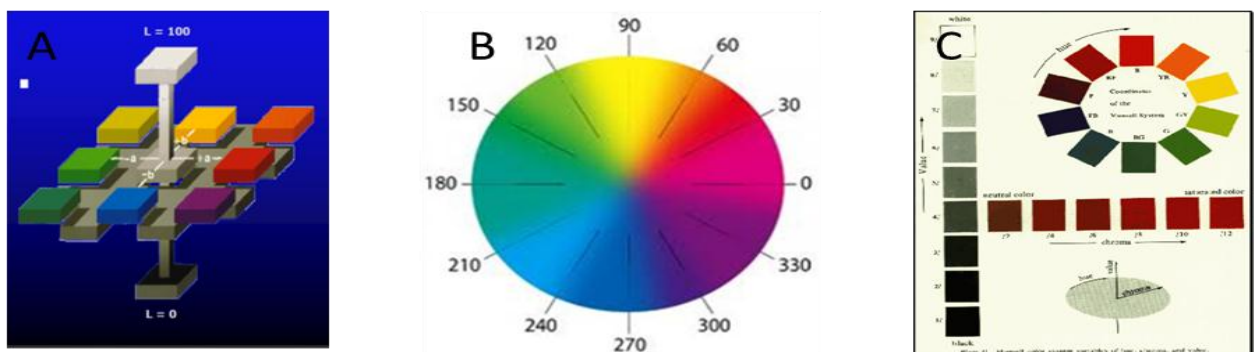


Figura 15. A. Sistema Hunter y las coordenadas L, a y b. B. Angulo $^\circ\text{HUE}$ del círculo cromático y C. Chroma o saturación de color.

La saturación o pureza, describe el grado o la intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro del espectro, se calcula a través de la Ecuación 2. La Luminosidad o brillo, (L), permite clasificar el color como claro u oscuro, equivalente a una escala de grises que va desde el blanco máxima Luminosidad 100, hasta el negro mínima luminosidad 0.

Ecuación 1

$$h = 180 + \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right) \text{ si } \leq 0$$

Ecuación 2

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Ecuación 3

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \text{ si } a > 0 \text{ y } b = 0$$

4.3.1.4 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Se utilizó un refractómetro manual marca ATAGO con rango de 0-50°Brix, según indicado por la Norma Mexicana NMX-FF-015-1982, que consistió en tomar de dos a tres gotas de pulpa para colocar en la base del refractómetro y registrar la lectura.

4.3.1.5 pH

Se pesó 1g de pulpa diluida en 50 ml de agua destilada, como indica la Norma Mexicana NMX-F-317-S-1978. Se calibró el potenciómetro marca CORNING Pinnacle con soluciones reguladoras de pH 4 y 7 marca J.T.Baker y se realizó la lectura.

4.3.1.6 ACIDEZ TITULABLE

Se pesó 1g de pulpa diluida en 50 ml de agua destilada, se adicionaron 3 gotas de solución de fenolftaleína, posteriormente se tituló con NaOH al 0.1 N hasta obtener color rosado persistente por 30 segundos (NMX-FF-011-1982).

4.4 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

4.4.1 ÁCIDO ASCÓRBICO

Se utilizó la metodología aprobada por la (AOAC, 1988) (método, 43.056), la cual consistió en homogenizar 5g de muestra con solución de extracción (15 g de HPO_3 , 40 ml de ácido acético glacial; 200 ml de H_2O dest.), posteriormente se centrifugaron a 5000 rpm por 15 min. Se procedió a titular con solución de indo fenol (solución colorante). El punto final de la titulación se consideró cuando la solución viro a rosa pálido persistente por 15 segundos.

EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS

Se utilizó un método descrito por Pérez-Jiménez y col. (2008) con modificaciones, el cual consistió en dos extracciones, la primera con metanol/agua (50:50) acidificado (pH 2), posteriormente se agito y centrifugo a 5000 rpm, la segunda extracción se llevó a cabo con acetona/agua (70:30), ambos sobrenadantes fueron juntados y aforados a 100ml con agua destilada. Se almaceno a 20°C hasta su utilización.

4.4.2 POLIFENOLES EXTRAIBLES

EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS

Se utilizó el método descrito por Pérez-Jiménez y col. (2008) con modificaciones, el cual consistió en dos extracciones, la primera con metanol/agua (50:50) acidificado (pH 2), posteriormente se agitó y centrifugó a 5000 rpm, la segunda extracción se llevó a cabo con acetona/agua (70:30), ambos sobrenadantes fueron juntados y aforados a 100ml con agua destilada. Se almacenaron a 20°C hasta su uso.

De la solución de extracción, se tomaron 100 μL y se adicionaron 2000 μL de agua destilada, 500 μL de reactivo Folin-Ciocateau, 2000 μL de carbonato de sodio al 20% y posteriormente se aforó a 10 ml con agua destilada y se dejó reposar por 2 horas en oscuridad. La absorbancia se leyó a 765nm en un espectrofotómetro UV/Vis Smartec Plus marca Bio-rad. La curva de calibración se realizó con ácido gálico. Los resultados fueron reportados como mg EAG/100 partes comestibles (Singleton y Rossi, 1965).

4.5 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

4.5.1 ACTIVIDAD ANTÍRRADICALARIA ABTS^{•+}

Fue preparada una solución del ácido 2,2-Azinobis-(3-etibenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS) al 7mmol para posteriormente formar el ion ABTS^{•+}, se agregó persulfato de potasio a una concentración 2.45mmol (solución Stock). Se dejó reposar la mezcla a 4°C/12h. La solución Stock fue diluida con etanol (78%) hasta obtener una absorbancia de 0.700 (±0.02) a una longitud de onda de 734 nm a 30°C. Se tomaron 30 µL de la solución de extracción y se mezcló con 970 µL del ion ABTS^{•+}. Las lecturas fueron tomadas cada minuto hasta el minuto seis, en oscuridad.

Para la curva de calibración se utilizó una concentración de 0 a 1500 µmol de Trolox como estándar. Los resultados se reportaron en µmol equivalentes a Trolox /100g y en porcentaje de inhibición, para este último se utilizó la siguiente ecuación 6:

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{\text{Abs}_{\text{inicial}} - \text{Abs}_{\text{final}}}{\text{Abs}_{\text{inicial}}} * 100$$

Ecuación 6

4.5.2 ACTIVIDAD ANTIRADICALARIA DPPH[•]

Se utilizó la metodología según Brand-Williams, et al., (1995), La cual consistió en tomar 3.8 ml de reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) a una concentración de 100 µmol (Absorbancia aproximada 1.100) y agregar 200 µL del extracto de la muestra. La absorbancia fue tomada cada minuto hasta el minuto seis y después a los 30 y 60 minutos. Para la curva de calibración se utilizó como estándar Trolox de 0-1500 µmol. Los resultados fueron reportados como µmol ET/100g muestra y porcentaje de inhibición utilizando la Ecuación 6.

4.6 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó con la finalidad de conocer el grado de aceptación de cada variedad estudiada. Se convocaron 100 panelistas de ambos sexos, a los cuales fue requerido (Hernández, 2010):

- Ser consumidores regulares del fruto de guayaba (como mínimo una vez al mes)
- Asistir a las diferentes sesiones de degustación de las variedades de guayaba.
- Concentración y disposición durante el desarrollo del panel.
- Evitar la ingesta de alimentos 30 minutos antes de la prueba.
- No estar involucrados en el desarrollo del proceso del estudio.

Sitio de preparación y aplicación de la prueba fue adecuado en cabinas individuales con luz de día y temperatura entre 18 y 22°C, retirada de área de ruido. Cada muestra fue identificada con un número de tres cifras elegidas aleatoriamente al azar. Las muestras se presentaron a temperatura a la cual se consume normalmente (18-23°C). El fruto fue cortado en rebanadas de aproximadamente 15 g, presentadas en un plato el cual contenían dos porciones de fruto una tapadas para evitar la interferencia del color sobre la evaluación del sabor. (Spence, et al, 2010 y Maga, 1974)

Las pruebas fueron realizadas en un horario entre 11:00am y 15:00pm. Se colocó en un mantel desechable el plato con dos rebanadas de muestra, una expuesta y la otra cubierta con un cono de papel con la finalidad de evitar juicio por color del fruto. A un costado se dispuso un vaso con agua y una galleta sin sal colocada sobre una servilleta (Figura 16-b), por otro lado la encuesta, pluma y lentes oscuros los cuales se colocaron según las instrucciones de la hoja de evaluación.

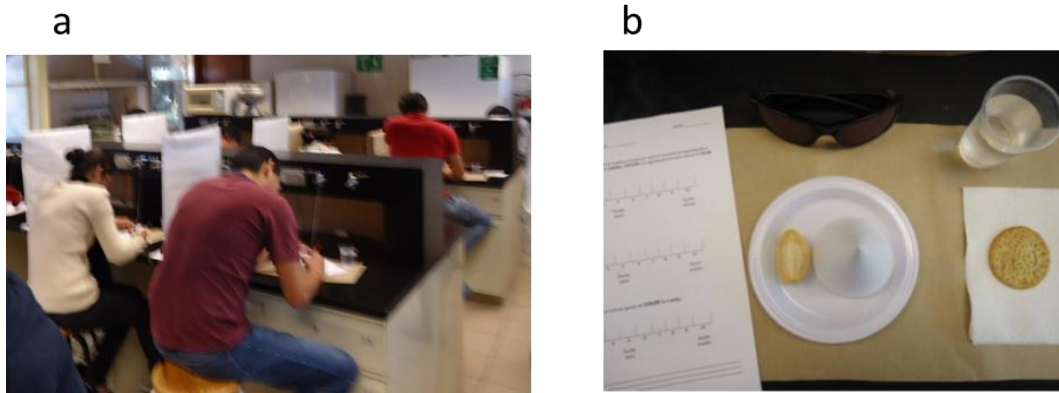


Figura 16. Panel Sensorial. a). Cabinas individuales. b). Presentación de la muestra.

4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El Diseño Experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Los Tratamientos y Variedades fueron (Tabla 4).

VARIEDADES DE GUAYABA ANALIZADAS
Calvillo S-XXI
HidroZac
Huejucar
Caxcana
Merita

Tabla 4. Cinco nuevas variedades de guayaba adaptadas a la región productora de Zitácuaro Michoacán.

Las variables evaluadas fueron: tamaño (DE y DL), peso, firmeza, color del epicarpio, sólidos solubles totales, acidez iónica, acidez titulable, ácido ascórbico, polifenoles extraíbles, capacidad antioxidante (DPPH, ABTS•+). A las variables evaluadas se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) con prueba de Tuckey-Kramer a $P \leq 0.05$.

Con la finalidad de establecer la relación entre las variables respuesta se aplicó un análisis de correlación múltiple a todos los parámetros utilizando el software JMP 6.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente estudio, se llevó a cabo un análisis el cual consistió en la evaluación fisicoquímica, nutricional y sensorial de cinco nuevas variedades de guayaba adaptadas a la región productora de Zitácuaro Mich. Los resultados de caracterización nos permiten comprobar la adaptación de estas variedades a las condiciones climáticas de Zitácuaro, zona agrícola por excelencia para producción de este fruto.

5.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

La maduración es un proceso fisiológico complejo que induce al fruto a cambios físicos, químicos y bioquímicos hasta alcanzar su madurez fisiológica donde se manifiestan modificaciones importantes en los principales atributos de calidad como: color, sabor, aroma, textura y otros los cuales pueden ser medidos por medio del porcentaje de acidez, pH, °Brix, etc, (Maldonado-Sierra, N.E., 2011). Los resultados de los parámetros fisicoquímicos de las variedades analizadas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos en las cinco variedades

Variedades	SST(°Brix)	Ácidoz (%AC*)	pH	Peso (g)	Firmeza (N)	DE (cm)	DL (cm)
Hidrozac	12.33±0.5 ^a	1.21±0.08 ^a	3.76±0.07 ^c	85.79±6.89 ^a	42.56±1.71 ^a	5.19±0.2 ^{ab}	6.75±0.3 ^a
Calvillo S-XXI	11.66±0.5 ^c	0.80±0.03 ^c	3.58±0.06 ^d	67.95±6.35 ^b	39.2±2.00 ^a	4.94±0.1 ^{bc}	5.92±0.2 ^b
Caxcana	11.33±0.5 ^b	1.03±0.01 ^b	3.59±0.03 ^d	86.73±8.14 ^a	42.24±1.76 ^a	5.15±0.3 ^{ab}	5.99±0.4 ^b
Huejucar	10.33±0.5 ^{cd}	0.73±0.10 ^c	4.38±0.06 ^a	57.93±7.9 ^c	31.14±0.98 ^b	4.81±0.2 ^c	4.98±0.1 ^c
Merita	10.00±0.0 ^d	0.19±0.01 ^d	3.97±0.06 ^b	79.24±6.83 ^a	44.85±2.73 ^a	5.28±0.1 ^a	5.89±0.2 ^b

*Ácido cítrico ± desviación estándar literales iguales en la columna indica que no hay diferencia estadística (P<0.05)

Las cinco nuevas variedades estudiadas, fueron registradas ante el INIFAP en el 2010 las cuales adaptaron a la región productora de Aguascalientes, con características particulares para cada variedad, (Padilla-Ramírez, et al., 2010). En la Tabla 5, se muestran algunas de estas propiedades.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de las cinco variedades para registro

Variedad	SST (°Brix)	Peso (g)	DE (cm)
<i>Hidrozac</i>	11 a 13	90 a 110	5.0 a 5.5
<i>Calvillo S-XXI</i>	12 a 14	60 a 80	4.5 a 5.0
<i>Caxcana</i>	11 a 13	75 a 95	4.8 a 5.5
<i>Huejucar</i>	12 a 14	80 a 100	4.8 a 5.5
<i>Merita</i>	12 a 14	60 a 80	4.5 a 5.0

Para las variedades Calvillo S-XXI, Huejucar y Merita, cultivadas en condiciones climáticas de la zona de Zitácuaro, Michoacán, el valor de SST (reportado en °Brix) es menor (Tabla 4) que el reportado en la región de Aguascalientes (Tabla 5).

El peso obtenido para las variedades Huejucar, Hidrozac y Caxcana resultaron ser menores a las reportadas en registro.

Estas variaciones en peso y SST no representan un cambio importante en las características totales del fruto.

5.1.1 PESO Y DIÁMETRO

El tamaño y peso del fruto son parámetros que pueden determinar el rendimiento y la calidad del fruto a través de los ciclos anuales de producción tomando en cuenta la superficie cultivada (Padilla-Ramírez, J.S., et al., 2010). El reporte de las medidas de los diámetros ecuatorial y longitudinal (DE y DL) de cada variedad se especifican en la (Tabla 6).

Tabla 6. ± Desviación estándar

VARIETADES	DE(cm)	DL(cm)
Hidrozac	5.19±0.25 ^{AB}	6.75±0.34 ^A
Calvillo S-XXI	4.94±0.18 ^{BC}	5.92±0.09 ^B
Huejucar	4.81±0.25 ^C	4.98±0.19 ^C
Caxcana	5.15±0.32 ^{AB}	5.99±0.43 ^B
Merita	5.28±0.18 ^A	5.89±0.25 ^B

Literales iguales en la columna indica que no hay diferencia estadística (P<0.05)

Con ($P < 0.005$) el diámetro ecuatorial (DE) de la variedad Merita, Hidrozac y Caxcana son estadísticamente iguales y con mayor diámetro que las variedades, Calvillo S-XXI y Huejucar. En cuanto al diámetro longitudinal (D.L) el mayor fue para Hidrozac con respecto a las variedades Calvillo S-XXI, Caxcana y Merita las cuales fueron estadísticamente similares. De acuerdo a la Norma Mexicana NMX-FF-0440-SCFI-2002 el DE es considerado como un parámetro de calidad del fruto de guayaba y se clasifica por medio de literales (Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de la guayaba con literales en base a su DE

Letra de referencia	Intervalo de diámetro ecuatorial (cm)
A	5.0-Mayor
B	4.0 – 4.9
C	3.0 – 3.9
D	Menor – 2.9

La variedad Hidrozac, Caxcana y Merita pertenecen a la letra A, mientras la variedad Calvillo y Huejucar clasifican con la letra B.

La Norma del Codex para la guayaba (CODEX STAN 215-1999), considera el peso del fruto de guayaba como parámetro de calidad en el rendimiento del fruto reportado por medio de un Código de calibre tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de la guayaba basándose en su peso

Código de calibre	Peso (g)
1	>450
2	351-450
3	251-350
4	201-250
5	151-200
6	101-150
7	61-100
8	35-60
9	<35

De acuerdo con el peso de las variedades estudiadas, el código de calibre que les corresponde a cada variedad fluctúa entre 7-8 (Tabla 9), esto conforme a la tabla 8.

Tabla 9. Categoría de cada variedad de acuerdo a su peso.

Genotipo	Código de Calibre
Hidrozac	7
Calvillo S-XXI	7
Huejucar	8
Caxcana	7
Merita	7

Dentro de las clasificaciones más prácticas utilizadas en la actualidad (González-Gaona 2002) clasifica a la guayaba tipo “China” y “Media China” basándose en su peso en categorías (segunda, primera y extra). La misma clasificación la utilizo (Sanchez T. 2013) destacando la variedad Hidrozac con un peso de 101.52 ± 6.1 . y 57.22 ± 13.08 para Segregante Sudáfrica.

La categoría en la que destacan las cinco variedades estudiadas se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Categoría de acuerdo a su peso para determinar la calidad y el rendimiento del fruto de guayaba

CATEGORIA	VARIEDAD	PESO (g)
Primera (60-90 g)	Caxcana	86.72 ± 8.1^A
	Hidrozac	85.79 ± 6.8^A
	Merita	79.24 ± 6.8^A
	Calvillo	67.95 ± 6.3^B
Segunda (<60g)	Huejucar	57.93 ± 7.9^C

De acuerdo a la tabla 10 y con referencia al peso de cada variedad la mayoría de las variedades (Caxcana, Hidrozac, Merita y Calvillo S-XXI) clasifican a una categoría de primera mientras que Huejucar califica para la categoría de segunda.

5.1.2 FIRMEZA

La guayaba por presentar una respiración intensa en el proceso de maduración permite la producción de CO₂ y etileno, dando lugar a la pérdida de firmeza, por lo tanto el fruto pierde turgencia y aumenta la sensibilidad a las condiciones del medio (Calderón- Ramos, A.D. et al., 2009). Con el índice de maduración también están asociado los cambios en la firmeza al tacto, por cambios estructurales como: cambios en el grosor de la pared celular, permeabilidad del plasmalema y la cantidad de espacios intercelulares que contribuyen al ablandamiento de los tejidos, que es considerada una primera indicación de madurez. La protopectina constituyente de las paredes celulares (laminilla media y pared primaria) da lugar, durante el proceso de maduración a ácidos péctico, ácido pectínico y pectinas, sustancias gelificadoras, que en presencia de azúcar y de ácidos orgánicos forman geles que provocan un ablandamiento de la pulpa y una disminución de la textura de los frutos. (Maldonado-Sierra N.E., 2012).

También la celulosa se puede degradar a glucosa, que se utiliza en la respiración, ayudando esta transformación a la pérdida de rigidez de los tejidos del fruto. (Laguado, N. et al. 1999) En la firmeza del fruto, la textura presenta un decremento durante la maduración y el fruto empieza a ablandarse debido a la acción de las enzimas pectinmetililestearasas y poligalacturonasas, las cuales actúan a nivel de la pared celular. (Calderón- Ramos, A.D., et al., 2009).

Con ($P < 0.05$) presentaron mayor resistencia a la compresión, (Figura 17) y siendo estadísticamente similares las variedades Hidrozac, Calvillo S-XXI, Caxcana y Merita, mientras que el germoplasma Huejucar fue diferente presentando una menor firmeza. Los valores promedio oscilan entre los 42N y 31N lo que representa una resistencia elevada. Estudios realizados de “Pedro sato” variedad de guayaba brasileña registra e indica valores a la compresión en los rangos de 47.74N-11.21N (Martínez-Ojeda, R. et al., 2000). Comparado con las cinco variedades estudiadas registran valores menores en cuanto a la resistencia a la compresión. Por otro lado estudios realizados por (Barriga-Téllez, L.M., 2008) señalan valores de firmeza de 49.80N (día 0) valor relativamente similar a la firmeza que registraron las variedades estudiadas y de 18.83N (día 9) con menor resistencia la compresión, aun así son considerados como frutos con una firmeza mayor. Por lo tanto la firmeza de las cinco variedades analizadas es adecuada y apta para su exportación.

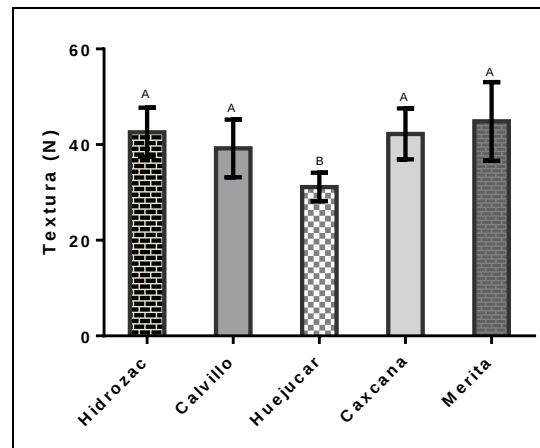


Figura 17. Firmeza $\pm$ desviación estándar literales iguales indica que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

5.1.3 COLOR

El color de las frutas se debe a los pigmentos localizados en los plastos, vacuolas y en el líquido citoplasmático de las células. Los pigmentos más característicos pertenecen a cuatro grandes grupos: clorofilas, flavonoides, antocianinas y carotenoides.

La pigmentación de la piel en la mayoría de los frutos varía durante el periodo de crecimiento y maduración. La clorofila es el pigmento verde presente en frutos jóvenes. A medida que las frutas maduran se produce un viraje de color, como consecuencia de la desaparición de la clorofila y de la formación de nuevos pigmentos.

Las antocianinas son glucósidos formados por una molécula de antocianidina unida a un carbohidrato, se encuentran en la piel, también se pueden encontrar en la porción carnosa sus colores son rojo, azul o violeta. Los flavonoides se encuentran junto a las antocianinas son de color amarillo y naranja, participan poco en la coloración de la fruta. Los carotenoides son responsables del color amarillo, naranja y rojo de las frutas, en ellas se encuentran en forma libre, disueltos en lípidos con esteres o combinados como azúcares o proteínas (Garza-Garza., 1999).

Otra de las manifestaciones de la maduración en frutas es el cambio de color, variable que es comúnmente utilizada para determinar el punto de cosecha del fruto. (Solarte, M.E, et al., 2010).

Las mediciones para determinar el viraje de color de las cinco variedades fueron: El parámetro de la luminosidad (L), en el cual las cinco variedades, presentaron una diferencia estadística con la variedad Hidrozac presentando esta una luminosidad menor de 60.12, mientras que Calvillo S-XXI, Huejucar, Caxcana y Merita son estadísticamente iguales y con mayor luminosidad 67.89 tabla 11 estos datos se correlacionan con los siguientes reportes. Estudios realizados, basados en la pigmentación de variedades de guayaba, de Colombia registraron en cuanto a la luminosidad de dos variedades de guayaba en estado de madurez pinto, para la variedad regional blanca su valor fue de 61.97, regional roja de 55.61 (estado II, 50 % amarillo) (González-Cárdenas, I.A., 2010). Por los resultados obtenidos y los datos anteriores, se encontró que el las variedades que presentan mayor luminosidad nos representan que están en un proceso de mayor maduración.

El valor de “a” es estadísticamente similar para las variedades, Hidrozac, Huejucar, Calvillo S-XXI y Caxcana y estas dos últimas presenta similitud con la variedad Merita la cual registra un valor menor de *a* (Tabla 11). Estudios realizados a genotipos de guayaba de Aguascalientes señalan una valor par *a* de 2.28 a 15.35 (Sánchez-Rico, T., 2013), valores superiores a los registrados por las variedades. Por otra parte el valor de *b* se registró en un rango de 32.82 a 28.85, presentando mayor valor la variedad Huejucar. González-Cárdenas, I.A., 2010 indicó valores de “*b*” para la variedad “Regional Roja” de 36.24 y para la variedad “Palmira-ICA 1” un valor de 30.92, siendo estos estadísticamente similares a los registrados por las variedades.

CHROMA se traduce como la mayor pureza en el color de la guayaba y su escala va de 0 para tonalidades grises hasta 100 para blancos o colores puros. (Maldonado-Sierra, N.E., 2013).

Para °HUE los valores son estadísticamente iguales en las cinco variedades presentando un rango de $85.65 \pm 2.1^\circ$ - $79.73 \pm 5.2^\circ$ (tabla 11), estos valores son semejantes a los que reporta (Maldonado-Sierra, N.E., 2013) cuyo valor va de 92° , 87° y 75° para variedades de guayaba con epicarpio amarillo con tonalidades verdes. Otro estudio de la variedad Regional Blanca en el estado II amarillo con tonalidades verde reporta un valor de $84.90 \pm 2.1^\circ$ (González-Cárdenas, I.A., 2010). De acuerdo a los valores reportados (tabla 11)

y tomando de referencia lo anterior se deduce que las variedades estudiadas tienen un grado de madures mayor.

Tabla 11. Color $\pm$ desviación estándar literales iguales en la columna indica que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

Variedad	L	a	b	°HUE	CHROMA
HIDROZAC	60.12 $\pm$ 2.1 ^B	5.22 $\pm$ 2.6 ^A	28.85 $\pm$ 1.6 ^C	79.73 $\pm$ 5.2 ^B	29.43 $\pm$ 1.5 ^C
CALVILLO S-XXI	67.09 $\pm$ 2.4 ^A	3.41 $\pm$ 1.3 ^{AB}	31.57 $\pm$ 1.2 ^{AB}	83.88 $\pm$ 2.4 ^A	31.77 $\pm$ 1.2 ^{AB}
HUEJUCAR	65.60 $\pm$ 2.7 ^A	4.69 $\pm$ 0.6 ^A	32.82 $\pm$ 0.8 ^A	81.86 $\pm$ 1.0 ^{AB}	33.16 $\pm$ 0.8 ^A
CAXCANA	67.69 $\pm$ 2.9 ^A	4.03 $\pm$ 1.0 ^{AB}	29.94 $\pm$ 1.8 ^{BC}	82.33 $\pm$ 1.8 ^{AB}	30.22 $\pm$ 1.8 ^{BC}
MERITA	67.89 $\pm$ 3.5 ^A	2.44 $\pm$ 1.2 ^B	31.72 $\pm$ 1.3 ^{AB}	85.65 $\pm$ 2.1 ^A	31.83 $\pm$ 1.3 ^{AB}

5.1.4 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

La composición de azúcares varía ampliamente en el fruto; sin embargo la fructosa es el principal azúcar y otros como la glucosa y la sacarosa son menos abundantes. El aumento de los SST en la maduración se puede atribuir a la conversión del almidón en azúcares, debido probablemente a un aumento en la actividad de las enzimas hidrolasas del almidón (Cañizares et al.2003). Este parámetro permite determinar el estado de madurez del fruto.

El contenido de sólidos solubles totales de las cinco variedades, oscilan entre los 10 y 12 °Brix, con una diferencia estadística para la variedad Hidrozac reportando un contenido mayor de SST (12°Bx), mientras que Huejucar y Merita son estadísticamente iguales presentando el menor contenido de SST (10°Brix) (Figura 18). Estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Venezuela reportan un contenido de SST de 7.5-9°Brix y 5.5-7.5°Brix de materiales de guayaba cosechados en dos años consecutivos de la selección local Río Chiquito (Cañizares, et al., 2003), que en comparación con las variedades analizadas el contenido de SST tabla 4 es mayor en guayaba mexicanas. Por otro lado se reportan el siguiente rango de 10 a 13 °Brix para la variedad de guayaba enana roja EEA-1-23 la cual presenta similitud a las cinco variedades tabla 4 (Yirat- Becerra, M., 2009). Otros estudios reportan valores de 11.6 °Brix para la Media China, variedad más comercializada en México, y para la Peruana de 13.7°Brix valores relativamente iguales a los de las cinco variedades estudiadas de igual forma otros estudios reporta en un rango de 10.1 y 13.1°Brix para oco selecciones de guayaba de pulpa rosa de la región de Celaya Guanajuato (Mondragón-Jacobo, C et al., 2009). Un área importante en México por su alta producción de guayaba se localiza en Aguascalientes

cuyo análisis de SST de las cinco variedades son las siguientes; para Calvillo S-XXI, Huejucar y Merita son de 12 a 14°Brix, e Hidrozac y Caxcana de 11 a 13°Brix (Padilla-Ramírez, J.S., 2010), de acuerdo a esto solo Caxcana e Hidrozac conservan el mismo contenido de azúcares que las variedades cultivadas en Aguascalientes, aun así las características deseadas en la guayaba para su consumo en fresco se clasifica en un rango de SST de 10 a 12 °Brix (Mendoza-López, M.R et al., 2004) valores que aprueban las cinco variedades analizadas.

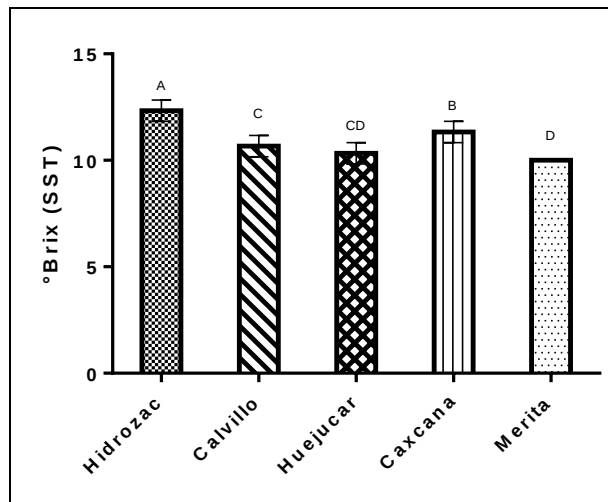


Figura 18. SST $\pm$ desviación estándar literales iguales indica que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

5.1.5 pH

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y la estabilidad de los mismos. Los valores pueden ser variables, en las frutas, y son las concentraciones de iones H^+ las que indican el grado de acidez o basicidad, a través de su pH (Salazar-González, C., 2011). Esta consiste en la medición electrónica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una solución. Los componentes mayoritarios presentes en la guayaba son de carácter ácido y van disminuyendo a través de la maduración del fruto de guayaba (Sánchez-Rico, T., 2013).

De acuerdo a los resultados obtenidos de pH la variedad Huejucar es menos ácida (Tabla 4) seguida de Merita e Hidrozac, estas tres son estadísticamente diferentes mientras que Calvillo S-XXI y Caxcana presentan mayor acidez y son estadísticamente similares. Estudios realizados por la Universidad de Córdoba (zona Sinú) recabaron los siguientes

resultados de pH en dos frutos diferentes de guayaba clasificadas como guayaba agria y guayaba dulce cuyos valores de pH se muestran en la tabla 13, de los cuales observamos que la guayaba dulce coincide con Huejucar, de igual forma realizo estudios para diferentes frutos y los valores de pH para cada fruto (Tabla 12) de los cuales podemos observar que la piña, mango, naranja dulce son frutas dulce y tienen similitud en cuanto a su pH (Tabla 12) con las cinco variedades (Villalba, M, et al., 2005). Por otro lado estudios realizados a selecciones de guayabas del Bajío de Guanajuato reportan un rango de pH de 3.7-4.0 de 8 selecciones de guayaba de pulpa rosa valores semejantes a las cinco variedades estudiadas (Mondragón- Jacobo, C, et al., 2009).

Tabla 12. Valor de pH en diferentes frutos

FRUTO	pH
Guayaba Agria	2.60
Guayaba Dulce	4.13
Grosella	2.01
Limón Criollo	1.95
Piña	3.23
Mango	4.21
Naranja Dulce	3.61

5.1.6 ACIDEZ TITULABLE (AT)

La acidez libre o acidez titulable representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se miden neutralizando los jugos o extractos de frutos con una base fuerte la mayoría de las frutas son particularmente ricas en ácidos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula ya sea de forma libre o combinada como sales, ésteres glucósidos, etc. Este parámetro es otro indicador del estado de madurez del fruto, además de indicar el porcentaje de ácido cítrico presente en la pulpa de la guayaba (Quijada, et al 2007).

Las variedades estudiadas registraron los siguientes valores, de porcentaje de acidez: Hidrozac ($1.21 \pm 0.08\%$) seguida de Caxcana ($1.03 \pm 0.01\%$), mientras que el resto de las variedades son estadísticamente diferentes con valor menores que oscilan entre los 0.19%-

0.80% (Figura 20), coincidiendo en este caso la variedad Hidrozac analizada con la variedad Hidrozac de Aguascalientes (Sánchez-Rico, T., 2013). La Norma Mexicana NMX-FF-040-SCFI-202 específica para el consumo en fresco un valor no mayor a 10%, condición que cumplen las cinco variedades.

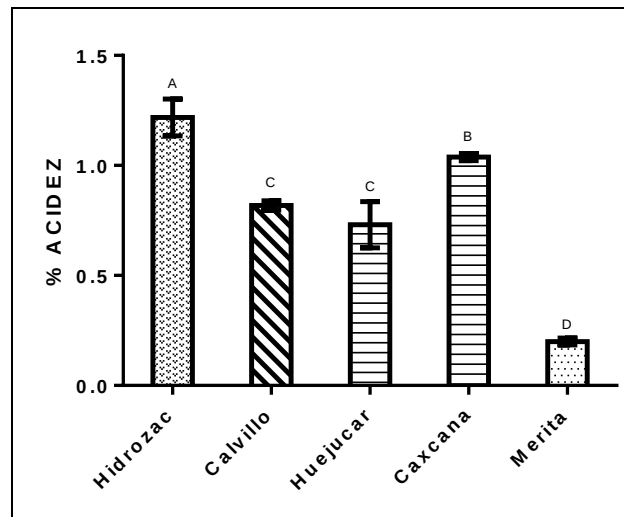


Figura 20. % AT $\pm$ desviación estándar literales iguales indica que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de Guanajuato Reportar un porcentaje de acidez titulable de la variedad de guayaba comercial en México “Media China” con un valor de 0.77%, presentando similitud con la variedad Calivo S-XXI y Huejucar, además de reportar también a la guayaba Peruana con valor de 0.90% y en un rango de 0.38%-0.67% de ocho selecciones de pulpa rosa (Mondragón-Jacobo, C. et al., 2009), que de igual forma son similares al porcentaje de acidez de las cinco variedades en estudio. El contenido de ácidos orgánicos de las cinco variedades presenta similitud a las variedades de guayaba de Guanajuato. El porcentaje de cada variedad oscila entre el 1% a excepción de merita cuyo valor es menor y de acuerdo a lo establecido por a norma NMX-FF-040-SCFI-2002 específica para su consumo en fresco un valor no mayor al 10% condición que cumplen el material en estudio.

5.2 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

La relevancia de los antioxidantes presente en los alimentos radica en su capacidad para preservar los alimentos que los contienen y en el aporte benéfico a la salud humana

(Salazar-González, C., 2011). El consumo de frutas y verduras está asociado al bajo riesgo de incidencia y mortalidad de cáncer, y a menores índices de mortalidad por enfermedad coronaria, según se desprende de diversos estudios epidemiológicos (Rojas-Barquera, D.R, et al., 2008).

La actividad antioxidante del fruto de guayaba como una de sus principales propiedades funcionales se debe a la presencia de los compuestos polifenoles y ácido ascórbico, etc (Espinal-Ruiz, M., 2010).

Variedad	Ácido Ascórbico	Polifenoles
Calvillo S-XXI	120.559±6.5 ^B	22.265±4.4 ^D
Hidrozac	143.199±10.9 ^A	102.767±9.7 ^A
Huejucar	128.522±7.8 ^B	75.056±5.3 ^B
Caxcana	118.362±7.3 ^B	101.432±6.9 ^A
Merita	124.969±3.2 ^B	41.419±5.1 ^C

Tabla 13. Compuestos Antioxidantes ± Desviación Estándar. Literales iguales en las columnas indican que no hay diferencia estadística (P<0.05). *Peso fresco

5.2.1 ÁCIDO ASCÓRBICO (A.A)

Es bien conocido que las frutas y vegetales son una alta fuente de vitamina C para la dieta humana y actualmente se ha asociado el consumo de frutas y verduras con la protección contra varias enfermedades de tipo cardiovascular, cerebrovascular y cáncer. La vitamina C es un fuerte agente reductor, que actúa como el mayor antioxidante soluble en agua (Solarte, M.E, et al., 2010). Sin embargo, el contenido de vitamina C en los frutos es variable y depende fundamentalmente de la especie y variedad (Rojas-Barquera, D.R, et al., 2008). La presencia de vitamina C es requerida para un cierto número de reacciones metabólicas en animales y plantas y es sintetizada internamente por casi todos los organismos, siendo los humanos una notable excepción, por lo anterior es de importancia que la dieta diaria incluya vitamina C (Sandoval-Hernández, S.D., 2010).

El contenido de vitamina C que presentaron cada una de las variedades de guayaba analizadas fue de 118.522±7.3 a 143.199±10.9 siendo estadísticamente diferente y con mayor contenido de A.A la variedad Hidrozac, que concuerda con registros en la literaturas de que es la variedad de pulpa rosa con mayor contenido de vitamina C (Murillo, O.M.

2014), y con menor concentración de A.A se encuentra la variedad Caxacana, por otro lado son estadísticamente iguales las variedades Calvillo S-XXI, Huejucar y Merita (Tabla 13).

Autores registraron los siguientes reportes de contenido de vitamina C en peso fresco; de la guayaba Regional Blanca que obtuvo (78.59 mg/100g) de vitamina C, Ráquira Blanca en Barbosa de (123.3mg/100 g) y en Puente Nacional de (99.40 mg/100 g) mientras que la Regional Roja reporto un rango de (11 mg-72 mg/100 g) y para la Guavatá Victoria en Vélez tiene (112.36 mg/100 g) mientras que en Barbosa y en Puente Nacional obtuvo (14.66 y 0.41mg/100 g) (Solarte, M.E, et al., 2010). De estos valores reportados solo la guayaba Regional Blanca y Guatava Victoria tienen similitud con las cinco variedades de guayaba estudiadas ya que el resto de los materiales que reportan tiene valores bajos de ácido ascórbico en comparación con las cinco variedades mexicanas en estudio (Tabla 13). Además se indica los siguientes valores de vitamina C para guayabas de Zulia de tres municipios diferentes de 74.77 mg/100g, 66.54 mg/100 y 11.86mg/100g. (Quijada, O, et al., 2007), que de igual forma son valores que indican un bajo contenido de vitamina C destacando con mayor ácido ascórbico (A.A) las cinco variedades Mexicanas analizadas. La (NOM-086-SSA1-1994), indica que el requerimiento de AA para adultos es de 60 mg/día. Aportación que cumplen las cinco variedades de guayaba analizadas (Figura 21).

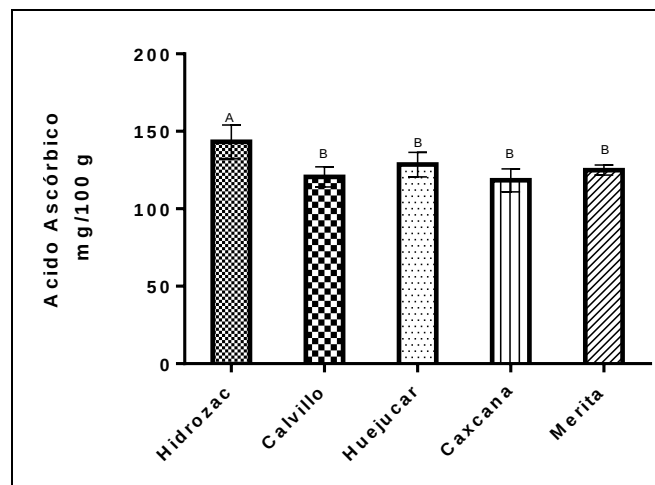


Figura 21. Ácido Ascórbico $\pm$ desviación estándar literales iguales en el grafico indican que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

5.2.2 POLIFENOLES EXTRAÍBLES

Los polifenoles son antioxidantes que se encuentran presentes en productos de origen vegetal y su concentración puede ser influenciada por diferentes factores como el tiempo de cosecha y el grado de madurez entre otros. (Aguilar-Ortiz, M, et al., 2008). Se sintetizan como metabolitos secundarios con funciones de defensa, y son en gran medida responsables de las propiedades de color, la astringencia y el flavor (sabor y aroma). Su estructura química es propicia para secuestrar radicales libres (Rojas-Barquera, D.R, et al., 2008). Entre los antioxidantes presentes en las frutas con más frecuencia son los compuestos fenólicos. (Oliveira, D.S., et al 2011). Aunque se ha encontrado una alta correlación positiva entre la cantidad de vitamina C y la actividad antioxidantes de las frutas se ha demostrado que esta actividad antioxidante no solo es atribuible a esta vitamina, sino a otros fitoquímicos como los fenoles presentes en las frutas (Ramírez y Pacheco., 2011). La cuantificación de polifenoles en este estudio fue realiza en peso fresco y los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Todos los materiales de guayaba analizados presentaron concentraciones diferentes, cuyo rango fue de -02.767 ± 9.7 - 22.265 ± 4.4 , a excepción de las variedades Hidrozac y Caxcana que son estadísticamente iguales y con un valor mayor en concentración de polifenoles (Figura 21).

La variedad con menor contenido de polifenoles fue Calvillo S-XXI, sin embargo tiene cierta similitud a la variedad de guayaba pera con 29.8 ± 17.7 mgAG/100g de igual forma reporta valores para la variedad de guayaba regional roja de 50.8 ± 4.7 y 45.6 ± 8.9 mgAG/100g para la regional blanca estas tienen similitud con Merita (Figura 21) (Rojas-Barquera, D.R., et al., 2008). Comparado con otros frutos, reportes de análisis con las siguientes frutas; Guayaba con 56.93 ± 0.13 mg/100g, Guanábana de 39.57 ± 0.043 mg/100g y Piña con 8.91 ± 0.26 mg/100g (base seca) (Ramírez, y., Pacheco., 2011) contenido de polifenoles es mayor en frutos de guayabas.

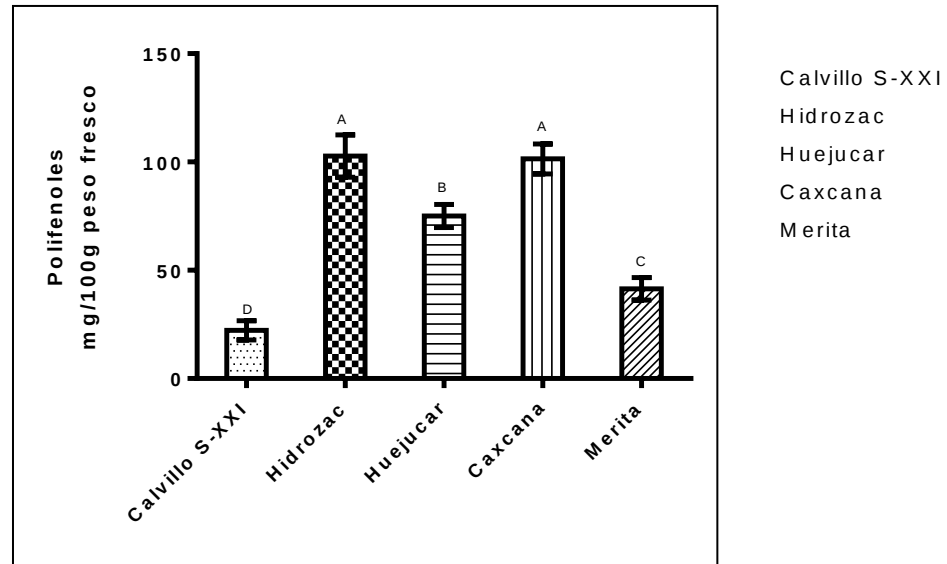


Figura 21. Polifenoles extraíbles.± desviación estándar. Literales iguales indican que son estadísticamente iguales

5.2.3 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Diversos componentes presentes en productos vegetales o frutos tiene la propiedad de actuar como anti radicales o antioxidantes (Rincón., et al 2011). La búsqueda de alimentos funcionales y nutraceuticos, son un reto para la ciencia y tecnología de los alimentos y son las frutas quienes cumplen con estas características ya que como alimento son fuente potencial de antioxidantes y aporte de nutrientes necesarios en la dieta (Bosquez., 2012). Existen diversos métodos para evaluar la actividad antioxidantes, una de las estrategias más aplicadas en las medidas *in vivo* de la capacidad antioxidante.

5.2.4 PORCENTAJE DE INHIBICIÓN (% inhibición).

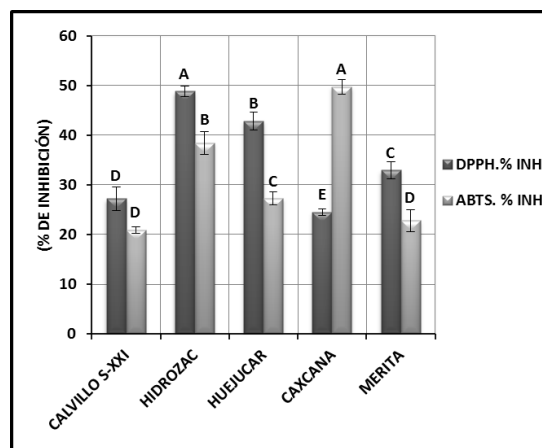
La lectura a través del porcentaje de inhibición establece la capacidad del ion cromógeno que fue reducido por los compuestos antioxidantes. (Tabla 14).

VARIEDAD	% INHIBICIÓN	
	DPPH*	ABTS**
CALVILLO S-XI	27.17±2.3 ^D	20.90±0.6 ^D
HIDROZAC	48.82±1.0 ^A	38.40±2.3 ^B
HUEJUCAR	42.87±1.8 ^B	27.27±1.3 ^C
CAXCANA	24.50±0.7 ^E	49.74±1.4 ^A
MERITA	32.90±1.6 ^C	22.77±2.2 ^D

Tabla 14. ± Desviación Estándar. Literales en las columnas indican que no hay diferencia estadística (P<0.05)

El porcentaje de inhibición utilizando DPPH[•] oscila entre 48.82±1.0% y 24.50±0.7%, en el caso ABTS^{•+} el rango es de 20.90±0.6% y 49.74±1.4% (Figura 22). La mayor inhibición es registrada por la variedad Hidrozac de igual forma (Sánchez-Rico, T., 2013) reporta un valor semejante para esta variedad de 46.89±4.4%.

Figura 22. % Inhibición ± desviación estándar literales iguales indica que no hay diferencia estadística (P<0.05)



5.2.5 CAPACIDAD ANTI-RADICALARIA

La literatura indica que la actividad anti-radicalaria puede depender del tipo concentración de polifenoles y de la presencia de metales de transición (Jiménez Monreal., et al 2012). Cuando la solución de DPPH[•] reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrogeno el color violeta se desvanece. El cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente a 517 nm y es utilizado para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes. (Tovar-Del Rio., 2013). La técnica para la generación del radical catión ABTS^{•+} verde-azul a través de la reacción entre ABTS y el per sulfato de potasio (K₂S₂O₈). Este presenta tres máximos de absorción a las longitudes de onda 645nm, 734nm y 815nm. La adición de los antioxidantes al radical pre-formado lo reduce a ABTS. De esta manera el grado de decoloración como porcentaje de inhibición del radical catión ABTS^{•+} está determinado en función de la concentración y el tiempo; así como del valor correspondiente usando el Trolox como estándar, bajo las mismas condiciones. (Tovar-del Rio., 2013) La variedad Hidrozac presentó mayor capacidad antirradicalaria estadísticamente diferente a las otras variedades, mientras que Caxcana presento la menor concentración (Tabla 15).

VARIEDAD	$\mu\text{mol ET/G}$	
	DPPH*	ABTS**
CALVILLO S-XXI	60.54 $\pm$ 6.2 ^D	43.86 $\pm$ 2.8 ^D
HIDROZAC	113.94 $\pm$ 13.9 ^A	107.62 $\pm$ 8.0 ^B
HUEJUCAR	97.14 $\pm$ 5.5 ^B	68.01 $\pm$ 5.6 ^C
CAXCANA	54.26 $\pm$ 1.6 ^E	148.75 $\pm$ 5.4 ^A
MERITA	71.91 $\pm$ 5.8 ^C	51.60 $\pm$ 8.7 ^D

Tabla 15. $\pm$ Desviación Estándar. Literales en las columnas indican que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

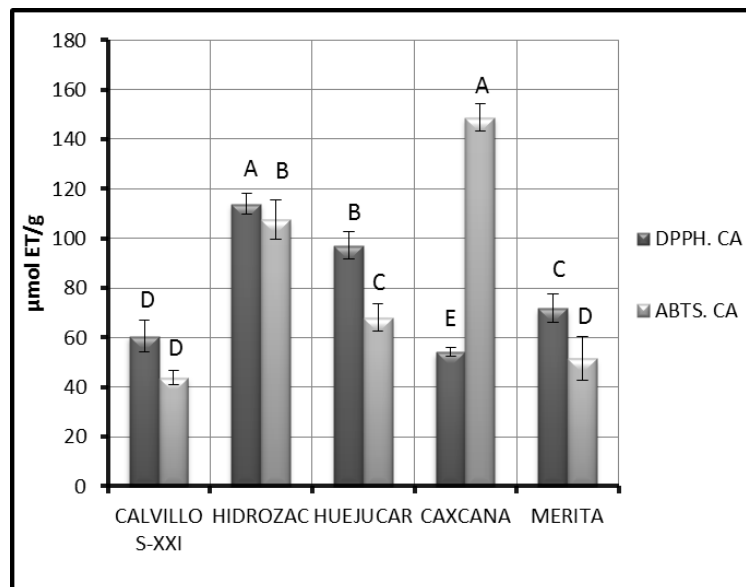
Estudios realizados en Colombia, trabajando con cuatro materiales de guayaba diferentes (Regional Roja, Regional Blanca, Guatavá Victoria y Palmira ICA-1) reportan un rango de 15.88 $\pm$ 0.3077 $\mu\text{mol trolox/g}$ - 20.20 $\pm$ 0.6877 $\mu\text{mol trolox/g}$ concentración en DPPH en estado maduro y de 3.77 $\pm$ 0.377 $\mu\text{mol trolox/g}$ - 19.83 $\pm$ 0.46 77 $\mu\text{mol trolox/g}$ en guayabas en estado “pinto” (Espinal., et al., 2010). Comparándolas con las cinco nuevas variedades mexicanas presentan mayor concentración las variedades estudiadas.

La capacidad antirradicalaria medida a través del radical, ABTS presenta mayores concentraciones para las variedades Caxcana seguida de Hidrozac (Tabla 15). La literatura reporta valores que oscilan entre los 15.77 $\pm$ 0.29 $\mu\text{mol trolox/g}$ a 48.57 $\pm$ 4.77 $\mu\text{mol trolox/g}$ en estado maduro de cuatro variedades de guayaba (Espinal, M., et al., 2010) estas presentan una menor concentración del ión ABTS a las cinco variedades analizadas.

Se realizó un estudio de diferentes frutas y vegetales de Chiapas registrando las siguientes capacidad antioxidante: Guayaba (28.5 $\pm$ 0.25 $\mu\text{mol ETrolox/g}$) Naranja 20.1 $\pm$ 0.25 $\mu\text{mol ETrolox/g}$, Manzana 27.1 $\pm$ 0.32 $\mu\text{mol ETrolox/g}$, limón 6,7 $\pm$ 0.15 $\mu\text{mol ETrolox/g}$, y en verduras como calabacita cocida fue de 30.07 $\pm$ 0.24 $\mu\text{mol ETrolox/g}$, aguacate de 22.40 $\pm$ 0.23 $\mu\text{mol ETrolox/g}$ y repollo de 2.04 $\pm$ 0.21 (Gutiérrez-Zavala, et al., 2007). Asimismo estudios realizados a las cinco nuevas variedades de guayaba producidas en la región de Aguascalientes registran el mayor valor para la variedad de ABTS y DPPH los resultados que maneja para las cinco variedades oscilan en el siguiente rango ABTS 78,69 $\pm$ 6.03 $\mu\text{mol ET/g}$ - 51.58 $\pm$ 4.32 $\mu\text{mol ET/g}$ y DPPH 84.59 $\pm$ 3.06 $\mu\text{mol ET/g}$ - 47.3 $\pm$ 3.17 $\mu\text{mol ET/g}$. destacando por los dos métodos la variedad Caxcana con 78,69 $\pm$ 6.03 $\mu\text{mol ET/g}$ y 84.59 $\pm$ 3.06 $\mu\text{mol ET/g}$ (Colin-Espinoza., 2015). Al comparar los anteriores estudios con las variedades de guayabas en análisis (Figura 23) se observó que la capacidad antioxidante

es mayor en las cinco variedades analizadas indicando que la guayaba en comparación con otros frutos o verduras, tiene mayor capacidad antirradicalaria. De la misma manera presenta similitud con las variedades de Aguascalientes al presentar la variedad Caxcana el valor más alto con el ión ABTS, aun así las variedades Michoacanas en estudio presentan mayor capacidad antioxidantes.

Figura 23. Capacidad antirradicalaria $\pm$ desviación estándar literales iguales indica que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)



5.3 ANÁLISIS SENSORIAL

El concepto de calidad sensorial lo definen como “conjunto de características que diferencian entre distintas unidades de un producto y que influyen en la aceptación del mismo por el consumidor” (Costell, E., 2003).

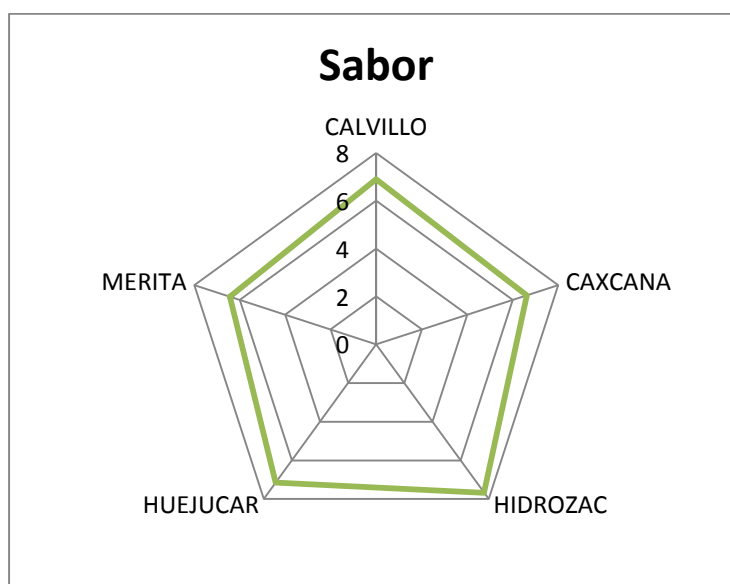
El análisis de sabor mostró más gusto a la variedad Hidrozac que coincide con un porcentaje mayor de azúcares 12 °Brix y pH de 3.7, seguido de la variedad Huejucar las cuales son similares (Tabla 16). La evaluación o crítica del panelista la comenta como poco agrio, acida o dulce o de forma contraria como más dulce o más agria.

Tabla 16. Análisis Sensorial. $\pm$ Desviación estándar literales iguales en la columna indica que no hay diferencia estadística ($P < 0.05$)

GENOTIPO	SABOR	TEXTURA	COLOR
CALVILLO	6.89 $\pm$ 1.75 ^{BC}	7.46 $\pm$ 1.66 ^A	7.92 $\pm$ 1.47 ^A
HIDROZAC	7.67 $\pm$ 1.57 ^A	7.11 $\pm$ 1.95 ^A	7.84 $\pm$ 1.82 ^A
HUEJUCAR	7.15 $\pm$ 1.68 ^{AB}	7.62 $\pm$ 1.53 ^A	8.09 $\pm$ 1.41 ^A
CAXCANA	6.62 $\pm$ 1.78 ^{BC}	7.04 $\pm$ 1.65 ^A	6.94 $\pm$ 1.83 ^B
MERITA	6.44 $\pm$ 1.82 ^C	7.23 $\pm$ 1.61 ^A	7.56 $\pm$ 1.78 ^{AB}

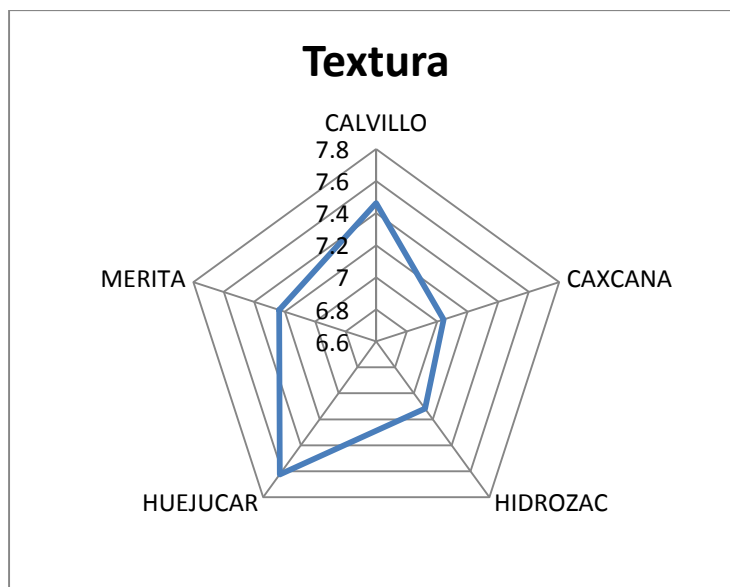
La variedad Merita aun que presenta un valor de acidez titulable (AT) de 0.19 fue la menos aceptada por los panelistas sin embargo su aceptación no difiere mucho del resto con un valor de 6.44 $\pm$ 1.82. Calvillo S-XXI y Caxcana presentaron una aceptación al público estadísticamente iguales, tal vez porque Caxcana presenta un % AT de 1.2 contiene una concentración de 11°Brix, mientras que Calvillo presenta menor concentración de SST de 10 y un %AT de 0.8 el valor de la evaluación para el sabor del fruto oscilo entre 6.44 $\pm$ 1.82 y 7.67 $\pm$ 1.57 presentando cierta similitud de aceptabilidad las cinco variedades (Grafico 1).

Grafico 1. Evaluación sensorial de sabor de cinco variedades de guayaba



Las características mecánicas involucradas en el análisis son la dureza, cohesión, viscosidad, elasticidad, fragilidad, masticabilidad (Sánchez-Rico, T., 2013). Estadísticamente las cinco variedades de guayaba presentaron un agrado igual en cuanto a la textura de la guayaba, la calificación de este parámetro fue de 7 de las cuales sobresale con mayor resistencia la variedad Huejucar seguida de Calvillo S-XXI con comentarios refiriendo a estas como de textura suave, cremosa o arenosa (Grafico 2).

Grafico 1. Evaluación sensorial de textura de cinco variedades de guayabas adaptadas a la región productora de Zitácuaro Michoacán.



La resistencia a la compresión es estadísticamente diferente para Huejucar con una menor firmeza al resto de las variedades las cuales presentaron una firmeza homogénea y grande, aun así la firmeza que presentó Huejucar fue mayor (Grafico 2). Los comentarios fueron referidos a que son firmes de buena consistencia, cremosa, suave agradable.

Cada individuo percibe el color visualmente basado en sus referencias personales, en la misma forma distintas personas expresaran el color del objeto en distintas palabras. De esta forma los comentarios relataron el color de las variedades como llamativo, antojable, bueno, bonito, apetecible o de forma contraria como poco agradable o poco color. De acuerdo a la calificación asignada el color fue más aceptable para las variedades de pulpa crema (Calvillo S-XXI y Merita) y rosa (Hidrozac y Huejucar) con una evaluación de 8.

Mientras que la variedad de pulpa blanca (Caxcana) fue estadísticamente menos agradable y diferente de las demás (Grafico 3).

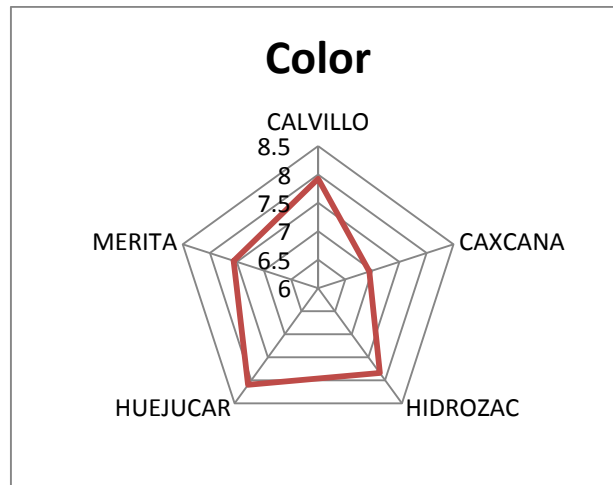


Grafico 2. . Evaluación sensorial de color de cinco variedades de guayabas adaptadas a la región productora de Zitácuaro Michoacán

Los cuales muestran un agrado equitativo para las cinco variedades ya que los valores otorgados para cada variedad y en cada parámetro en el análisis sensorial no difieren (diferencia de 0.5), sin embargo el agrado se inclina a las variedades de pulpa rosa. De acuerdo a la crítica y calificación que recibieron las cinco variedades evaluadas indican una aprobación o agrado para el consumidor siendo este positivas para cada variedad (Grafico 4). De derivamos de acuerdo a la evaluación, para el consumidor las características de sabor, textura y color son aceptables con una diferencia mínima entre cada variedad adaptada a la región productora de Zitácuaro Michoacán

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

El material estudiado, cinco variedades de guayaba adaptadas a la región productora de Zitácuaro Michoacán presentan las características aptas para su producción ya que en cuanto a su peso y diámetro clasifican en la categoría primera, adaptando un rendimiento bueno para su cultivo. Asimismo su firmeza es considerable siendo idóneas para su exportación. Reúnen las características deseadas como SST, pH y % de acidez para su consumo en fresco además de presentar el aporte idóneo de vitamina C que un adulto requiere para su consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Ortiz, M., Reza-Vargas, M .C., Barre-Bichir, K.A.Y., Ramírez-Baca, P. (2008) Capacidad antioxidante de polifenoles en Higo (*Ficus carica*) variedad Mission. Facultad de Ciencias Químicas-UJED. Pág. 1
- Arburto-Télles, H., (2002). Evaluación de la pérdida del ácido Ascórbico en un sistema leche Guayaba en el secado por aspersión. Tesis profesional para obtener el título en Lic. En nutrición. Facultad de nutrición de la universidad Veracruzana, Xalapa., Pág. 6 y 7.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., y Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Barriga-Téllez, L.M., (2008). Fibra dietética de guayaba (*Psidium guajava*) almacenada en frigorífico. tesis de licenciatura. Facultad de químico Farmacobiolgo.(UMSNH). Morelia Mich. Pág. 40
- Bello, O (2010). Determinación de sólidos solubles.(en línea) <http://lossolidossolublestotales.blogspot.com>
- Bosquez, E., (2012). Fisiología y tecnología postcosecha de frutas y hortalizas. <http://www.slideshare.net/sanchezambros/acidez-titulable> consultado 24/04/2014 6:31pm
- Calderón- Ramos, A.D., Moreno-Lazo, E.J., (2009). Producción de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad Taiwán 1, utilizando diferentes programas de fertilización de N-P-K. tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. San Salvador. Pág.50,51
- Camacho-Olarte, G (2002). Procesamiento y conservación de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. www.virtual.unal.edu.com/cursos/agronomia/2006228/html.
- Cañizares, A., D Laverde y R. Puesme (2003). Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, Estado Monagas, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Revista UDO Agrícola. Pág. 35 y 37

- Colin-Espinoza, R.I., (2014). Características de cinco variedades de guayabas adaptadas a la región de Aguascalientes. tesis de licenciatura. Químico Farmacobiologo(UMSNH). no publicado
- Conacyt (2013). Anexo B demandas del sector 2013-2. Fondo sectorial de investigación en materias agrícolas, pecuarias, acuacultura, agrobiotecnica y recursos fitogenéticos. Pág. 4. <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-sagarpa-conacyt/convocatorias-cerradas-sagarpa-conacyt/3902-2013-02-demanda-del-sector/file>
- Costell, E.,(2003). El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: una posibilidad real. Agricsic. APTDO 73. Pág. 2
- Calvo, M (2000). Bioquímica de los alimentos (ácido ascórbico). (en línea). www.milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitaminas/ascorbico.html
- Espinal, M., Olaya, J., Restrepo, P., Silva, K., Parada, F (2010). La guayaba fuente de fenoles con actividad antioxidante. Departamento de Química Universidad Nacional de Colombia. Capítulo 7. Pág. 181, 182 y 183.
- Espinal-Ruiz, M., (2010). Capacidad antioxidante y ablandamiento de guayabas Palmar ICA 1 (*Psidium guajava*). Tesis para título de Magister en Ciencias Químicas. Universidad nacional de Colombia. Bogotá D.C. Pág. 6
- Garza-Garza, S.(1999). Caracterización reológica y microbiológica y cinética de deterioro en cremogenado de melocotón. ISBN: 84-89727-64-3. servei de publicacions. Universitat de Lleida. Pág. 17
- Gimeno-Creus, E. (2004). Compuestos fenólicos. Ámbito farmacéutico. Vol. 23, Núm 6. Pág. 8.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., Villa-Rodriguez, J. A., Ayala-Zavala, J. F., y Yahia, E. M. (2010). Improvement of the antioxidant status of tropical fruits as a secondary response to some postharvest treatments. *Trends in Food Science y Technology*, 21(10), 475–482. doi:10.1016/j.tifs.2010.07.004
- Gonzáles-Cárdenas, I.A., (2010). Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.) Colombia. Tesis para optar al título de Magister en Ciencias-Químicas. Universidad nacional de Colombia. Pág. 38

- González, I. A. (2010). *Caracterización química del color de diferentes variedades de Guayaba (Psidium guajava L.) colombiana*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/2815/>
- González, E., Padilla, J. S., Reyes, L., Perales de la Cruz, M. Á., y Esquivel, F. (2002). *Guayaba su cultivo en México*. México: Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1946>
- Gonzáles-Gaona, E., Ramírez-Padilla, J.S., Reyes-Muro, L., Perales-de la cruz, M.A., y Esquivel-Villagrana, F., (2002). *Guayaba su cultivo en México*. Inifap. Libro técnico No. 1. pág. 5, 6, 7, 10, 12, 13, 21, 22,27.
- Gutiérrez-Zavala, Á., Ledesma-Rivero, L., García-García, I., Grajales-Castillejos, O., (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Rev. Cubana Salud Pública; 33(1). Pág. 4
- Hernández, A. G. (DRT). (2010). *Tratado de nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos* Ed. Médica Panamericana.
- Jiménez Monreal, A.M., Sánchez-Manzanera, M., Martínez-Tomé, M., (2012). Optimización del método captación del radical 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para evaluar actividad antioxidante en bebida de café. Universidad d Murcia, España y CIBER. Pág. 69
- Laguado, N., Pérez, E., Alvarado, C., y Marín, M., (1999). Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos criolla roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales. Rev. Fac. agron. (LUZ). Pág. 386, 387 y 388
- Lara, C., Nerio, L.S., Oviedo, L.E., (2007). Evaluación fisicoquímica y bromatológica de la guayaba (*Psidium araca*) en dos estados de maduración. Universidad de Córdoba, departamento de química. Vol. 12:(1), pág. 14
- Maga, J. A. (1974). Influence of Color on Taste Thresholds. *Chemical Senses*, 1(1), 115–119. doi:10.1093/chemse/1.1.115

- Malo, S.E., Campbel, C.W., (1994). La guayaba. Universidad de Florida, Departamento de ciencias históricas, Florida cooperativo Extencion Service. Pág. 1
- Maldonado-Sierra, N.E., (2011). Método para la determinación de maduración en variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). tesis para obtener el título profesional de Químico Farmacobiólogo. Morelia Michoacán. Pág. 19-21.
- Maldonado-Sierra N.E., Cortés-Penagos C. de J., Sánchez-Rico T., Maximov S., Padilla-Ramírez J.S., (2012). Evolución de parámetros fisicoquímicos de nuevas variedades de guayaba bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Revista Salud Pública y Nutrición. Edición especial 2-2012. Monterey, N.L. Pág. 408
- Margalef, M.I., (2004). Evaluación sensorial de alimentos. Facultad de ciencias de la salud. República Argentina. Pág. 2
- Martínez-De Lara, J. Barrientos-Lara, C. Reyes-De Anda, A.C. Hernández-Delgado, S.J. Padilla-Ramírez, J.S. Mayek-Pérez, N., (2004). Diversidad fenotípica y genética en huertas de guayaba de calvillo, Aguascalientes. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (3). Pág. 1 y 2
- Martínez-Ojeda, R., Jacomino-Pedro, A., Alfredo-kluge, R., (2000). Conservación poscosecha de guayaba “Pedro Sato” sometidas a aplicación de emulsiones de cera. Escuela superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ universidad de San Pablo Brasil. Investigación Agraria. Vol. 5 n° 2. Pág. 14
- Martínez-Soto, G. Mercado-Flores, M. López-Orozco, Prieto-Velásquez, Z. (2008) Propiedades Fisicoquímicas de seis variedades de Fresa (*Fragaria ananassa*) que se cultivan en Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato. Pág. 6
- Marquina V, Araujo L, Rodriguez, A,Vit P., (2008). Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.) Archivos latinoamericanos de Nutrición Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 58 N° 1. Pág. 99
- Mendoza-López, M.R., Luis-Aguilar, A., Castillo-Orta, S.F., (2004). Guayaba (*Psidium guajava* L.) su cultivo en el oriente de Michoacán. Inifap. Folleto Técnico Núm.4 Uruapan, Michoacán. Pág. 5, 6, 33, 34, 36

- Mendoza-López, M.R., Luis-Aguilar, A., Castillo-Orta, S.F., Vidales-Fernández, I., (2005). Diagnóstico del manejo actual del cultivo de guayaba en la región oriente de Michoacán. Inifap. Publicación especial Núm.1 Uruapan, Michoacán. Pág. 1, 3,4, 5, 6.
- Molina-Macías, E., (2009). Resúmenes Ejecutivos (Ejercicio Fiscal). Servicio nacional de inspección y certificación de semillas (SNICS.SAGARPA-SINAREFI) Texcoco, Edo. De México. Pág. 90
- Moncayo-Martínez, D.C, Buitrago-Hurtado, G. Perilla-Perilla, J.E, Algecira-Encisco, N.A., (2011). Aplicación de una dextrana como recubrimiento comestible en fresa (*Fragaria x ananassa L*). instituto de biotecnología, Universidad Nacional de Colombia D.C. Colombia. Pág. 3
- Mondragón-Jacobo, C., Toriz-Ahumada, L.M., Guzmán Maldonado, S.H., (2009). Características de selección de guayaba para el bajo de Guanajuato, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias México. Vol. 35, No.3. Pág. 320
- Murillo, O.M. ficha técnica Industrialización de la guayaba (*Psidium guajava L.*) (2014). Dirección de Mercado y agroindustria. Tecnología de alimentos. Pág. 2 www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Guayaba_FTP.pdf
- NMX-F-274 (1984). Determinación del grado Brix en muestras de meladura; masa cocidas; mieles “A” y ”B” de refinería y miel final. Por métodos hidrométricos. www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-247-1984.pdf
- NMX-FF-040-SCFI-202. 200.77.231.100/work/normas/nmx/2002/nmx-ff-040-scfi-2002.pdf
- NMX-FF-011-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano.Frutafresca. Determinación de acidez titulable. Método de titulación. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-011-1982.PDF>.
- .NMX-FF-015-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano. Fruta fresca. Determinación de sólidos solubles totales. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-015-1982.PDF>.

- NMX-FF-040-SCFI-2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano -fruta fresca-guayaba (*Psidium guajava* L.).http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/92/NMX_GUAYABA.pdf.
- NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5172062&fecha=22/12/2010.
- Oliveira, D.S., Peixoto-Aquino, P., Rocha-Ribeiro, S.M., Pacheco, R., Phinheiro-Sant'Ana, H.M., (2011). Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes de Ceasa do Estado de Minas Gerais. Acta Scientiarum. Health Sciences. Maringá, v. 33, n. 1. Pág. 90.
- Padilla-Ramírez, J.S., Gonzáles-Gaona E., Reyes-Muro L., Mayek-Pérez N.,(2007). Producción de fruto e índices productivos en árboles de guayabo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Vol. 33, núm. 2. Pág. 191-192
- Padilla-Ramírez, J.S., González-Gaona, E., Perales, M.A., (2010). Nuevas Variedades de Guayaba (*Psidium guajava* L.). Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (inifap). Pág. 5, 7, 18, 19, 20, 21, 22
- Padilla, J.S., Gonzales, E., Perales, M.A., (2011). Variedad de guayaba de pulpa blanca para las principales áreas productoras del país. INIFAP. Pág. 166.
<http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/tecnologias/TG0083.PDF>
- Quijada, O., Ramírez, R., Castellano, G., Camacho, R., Sayago, E., Burgos, M.E., (2007). Calidad físicoquímica de frutos de guayaba en el estado de Zulia. INIA. Centro de Investigación Agrícolas. Pág. 7 y 8
- Ramírez, A., y Pacheco, E. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en las pulpas de piña, guayaba y guanábana. Interciencia. pág. 71,72, 74
- Rincón, A.M., Pérez, M.N., Romero, A., Bucarito, L.C., Padilla, F., (2011). Métodos para la determinación de la actividad antioxidante de vegetales. Revista Facultad de Farmacia. Vol 74. No.1. Pág. 24
- Rincón, A.M., Tapia, M.S., Padilla, F.C (2003). Evaluación de fitoquímicos en el exocarpio (cáscara) de algunas frutas cultivadas en Venezuela. Revista Facultad de farmacia. Vol. 66 N° 2. Pág. 74

- Rojas-Barquera, D.R., Narvaez-cuenca, E.C., Restrepo-Sánchez, L.P., (2008). Evaluación del contenido de vitamina C, fenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) de las variedades pera, regional roja y regional blanca. Departamento de Química, Facultad de Ciencia. Bogotá. D, C., Colombia. Pág. 49, 50, 51 y 56
- Salazar-González, C., (2011). Pasteurización con microondas de néctar de guayaba: estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Tesis profesional para obtener el título en Maestría en Ciencias de Alimentos.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/salazar_g_c/capitulo4.pdf
- SAGARPA (2005). SECRETARIA DE AGICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION. Plan rector sistema nacional guayaba. Zitácuaro, Michoacán. Pág. 10 y 8.
- SAGARPA (2012). SECRETARIA DE AGICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION. “UNICA:” Evaluación y validación de variedades y selecciones existentes en México, manejo fitosanitario y nutricional del guayabo (*Psidium guajava* L.) para una producción sustentable”. Pág. 3, 4, 5 agregar ala bibliog consultadas de la tesis ciudad capital. Tesis para Título de Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 5
- SAGARPA-SIAP.2013 SECRARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION. SERVICIO DE INFORMACION AGROALIMENTARIA Y PESQUERA.
<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>. C onсульта marzo, 2015.
- Sandoval-Hernández, S.D.,(2010). Cuantificación de Ácido Ascórbico (Vitamina C) en néctares de melocotón y manzana comercializados en supermercados de la ciudad capital. Universidad de San Carlos de Guatemala., Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Tesis. Pág. 3, 8 y 12.

- Sánchez-Rico, T., (2013). Caracterización Físicoquímica y nutricional del germoplasma de guayaba de pulpa rosa. Tesis para el grado de Maestro en Ciencias Biológicas. Facultad de químico Farmacobiología (UMSNH). Morelia Mich. Pág. 62, 63, 73, 75, 91
- SEMARNAT (1753). Species Plantarum *Psidium guajava* L. sistema nacional de información forestal. Pág. 2
- Solarte, M.E., Hernández, M.S., Morales, A.L., Fernández, J.P., Melgarejo, L.M., (2010). Caracterización Fisiológica y Bioquímica del fruto de guayaba durante la maduración. Universidad nacional de Colombia. Pág. 89, 96, 98
- Spence, C., Levitan, C., Shankar, M. U., y Zampini, M. (2010). Does food color influence taste and flavor perception in humans? *Chemosensory Perception*, 3(1), 68–84.
- Trejo-Márquez, M.A., Pascual-Bustamante I.A., Practica 4. Evaluación de capacidad antioxidante y determinación de fenoles totales para frutos. UNAM. Pág. 2, 3, 4, 5, 6. <http://www.actiweb.es/postcosecha/archivo9.pdf>
- Torres-Flores, V.I. (2010). Determinación del potencial nutricional y funcional de guayaba (*Psidium guajava* L.) cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). Tesis para obtener título de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. (en línea). <http://books.google.com.mx/books?id=UIYzAQAAAJ&printsec=frontcover&dq=determinaci%C3%B3n+del+potencial+nutricional+y+funcional+de+guayaba&hl=es&sa=X&ei=0aDKU8a8IYbv8AHlmYHIAQ&ved=0CBkQ6AEwAA#v=onepage&q=determinaci%C3%B3n%20del%20potencial%20nutricional%20y%20funcional%20de%20guayaba&f=false>
- Tovar-Del Rio, J., (2013). Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera. Universidad tecnológica de Pereira. Trabajo de grado para optar al título de Químico Industrial. Pág. 13, 14, 15, 16, 18

- Vargas Borgrán J.L., (2004). Características físicas y Químicas 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. Zamorano Carrera de agroindustria. Honduras. Pág. 5, 6
- Villalba, M., Inés M., Yepes, I., Arrázola, G., (2005). Caracterización fisicoquímica de la zona del sinu para su agroindustrialización. Universidad de Córdoba. Departamento de ingeniería de alimentos. Vol. 11: (1).Pág.19
- Yirat-Becerra, M., García-Pereira, A., Hernández-Gómez, A., Calderín-García, A., Camacho-Anaya, N., (2009). Evaluación de la calidad de la guayaba, variedad enana roja EEA-1-23, durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Revista ciencias técnicas agropecuarias, Vol 18, No. 2. Pág. 72
- Zamora-Torres, A.I., (2008) Rentabilidad y Ventaja Comparativa: Un análisis de los Sistemas de Producción de guayaba en el Estado de Michoacán., “Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Instituto de investigaciones Económicas y Empresariales (UMSNH), Morelia, mich. Pag. 43, 44, 45, 48, 49
- Zapata, K., Cortes, F.B., Rojano, B.A., (2013). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). Universidad Nacional de Colombia. Vol. 24(5), Pág.104.
www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642013000500012script=sci_arttext
- Zapata, L., Gerard, L., Davies, C., Oliva, L., Schvab, M., (2007). Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides. Ciencia, Docencia y Tecnología No.34. Pág 214

PUBLICACIONES

Congreso Internacional

Cazares-Romero, A., Flores Álvarez, L.J., Cortes-Penagos, C.J., Yahuaca-Juárez, B., Padilla-Ramírez, J.S. 2014. Analysis of the antiradical activity of five varieties of guava adapted to the producing region of Zitácuaro Michoacán. 6th Food Science Biotechnology Safety and Food Safety 2014. Monterrey, Nuevo León, México.

COMENTARIOS DE PANELISTAS

SABOR						
VARIEDAD	BUEN SABOR	POCO ÁCIDA	DULCE	ÁCIDA	AGRÍA	AGRIDULCE
CALVILLO S-XXI	25	16	8	10	4	7
CAXCANA	12	7	12	3	0	7
HIDROZAC	10	3	10	2	0	8
HUEJUCAR	16	15	10	13	1	13
MERITA	13	26	4	15	4	3

TEXTURA					
VARIEDAD	FIRME	ARENOSA	CREMOSA	DURA	SUEAVE
CALVILLO S-XXI	2	0	2	5	16
CAXCANA	10	1	2	4	11
HIDROZAC	1	2	3	0	9
HUEJUCAR	1	2	5	4	8
MERITA	4	1	11	9	11

COLOR				
VARIEDAD	AGRABABLE	POCO COLOR	LLAMATIVO	APETECIBLE
CALVILLO S-XXI	4	2	11	0
CAXCANA	1	12	4	0
HIDROZAC	3	0	16	8
HUEJUCAR	7	2	1	7
MERITA	6	0	0	10