



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO**



**FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA**

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA**

**“M.C. VÍCTOR MANUEL RODRÍGUEZ”**

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE  
GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP  
DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA**

**PRESENTA**

**p.Q.F.B. EDGAR ADRIÁN DUARTE BANDA**

**ASESOR DE TESIS**

**D.C. CONSUELO DE JESÚS CORTÉS PENAGOS**

**CO-ASESOR**

**Q.F.B. MARÍA DE JESÚS JUÁREZ AYALA**

Morelia, Michoacán, Septiembre del 2020.

*La vida no es fácil, para ninguno de nosotros. Pero... ¡Qué importa! hay que perseverar y, sobre todo, tener confianza en uno mismo. Hay que sentirse dotado para realizar alguna cosa y que esa cosa hay que alcanzarla, cueste lo que cueste.*

*Marie Curie*

## **DEDICATORIA**

A la Familia Herrera Isauro

A Leslie Hinojoza Guzmán

A Scarlette Madrigal Ortiz

A Verónica Bedolla Gutiérrez

A Juan Ramón López

A Q.F.B. María de Jesús Juárez Ayala

## **AGRADECIMIENTOS**

Al laboratorio de investigación de biotecnología de alimentos “M.C. Víctor Manuel Rodríguez” a cargo de la D.C Consuelo de Jesús Cortes Penagos y su excelente equipo de trabajo conformado por la D.C. Berenice Yahuaca Juárez y Q.F.B. María de Jesús Juárez Ayala por su apoyo académico y moral para la realización del presente proyecto de tesis.

A Leslie Hinojosa Guzmán y Scarlette Madrigal Ortiz, por el apoyo moral incondicional brindado, experiencias positivas compartidas y por formar parte mi vida.

A Verónica Bedolla Gutiérrez y Juan Ramón López por su confianza y apoyo brindado en los peores momentos estando siempre cerca de mí para auxiliar en cualquier problema.

A la Familia Herrera Isauro por ser como una segunda familia de verdad desde el momento en que la vida me acerco a ustedes.

A mi Hermano Carlos Alberto Duarte por siempre apoyarme en los peores momentos.

## Contenido

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 2. IMPORTANCIA SOBRE LA CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DEL FRUTO DE GUAYABO. ....	5
2.1 Origen y distribución. ....	5
2.2. Taxonomía de <i>Psidium guajava</i> L.....	6
2.3. Morfología.....	6
2.3.1 Árbol.....	6
2.3.2 Tronco.....	6
2.3.3 Hojas.....	7
2.3.4 Flores. ....	7
2.3.5 Fruto. ....	7
2.3.6 Semillas. ....	7
2.3.7 Propagación.....	8
2.4 Características de crecimiento .....	8
CAPITULO 3. JUSTIFICACIÓN.....	15
3.1 Hipótesis .....	16
3.2 Objetivos.....	16
3.2.1 objetivo general .....	16
3.2.2 Objetivos específicos.....	16
CAPITULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
4.1. Ubicación geográfica. ....	17
4.2. Material biológico.....	17
4.3. Metodología.....	19
4.3.1 Análisis físico .....	19
4.3.2. Análisis químico.....	20
4.3.3 Capacidad antioxidante. ....	21

CAPITULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.1. Caracterización física.....	23
5.1.1 Peso.....	24
5.1.2 Diámetro.....	25
5.1.3 Firmeza.....	27
5.1.4 Color.....	27
5.2 Caracterización química.....	29
5.2.1 Solidos solubles totales (°Brix).....	30
5.2.2 Potencial de hidrogeno.....	31
5.2.3 Acidez titulable.....	32
5.2.4 Clorofila.....	32
5.3 Capacidad antioxidante.....	33
5.3.1 Vitamina C.....	35
5.3.2 Polifenoles totales.....	36
5.3.3 ABTS.....	37
5.3.4 DPPH.....	38
CAPITULO 6. CONCLUSIONES.....	38
CAPITULO 7. PROYECTO A FUTURO.....	41
CAPITULO 8. BIBLIOGRAFÍA.....	42

# CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

## RESUMEN

La diversidad genética vegetal es de vital importancia para la humanidad ya que permite mejorar las condiciones de alimentación, adaptación agrícola, mejoramiento de condiciones para la sociedad, entre otros atributos. Actualmente todos los países dependen de los recursos fitogenéticos para la agricultura y alimentación en donde pueden ser aprovechados para el mejoramiento genético de los mismos. Desde el punto de vista económico, el fruto de guayabo es uno de los frutales más importantes consumiéndose en forma natural o procesada (jugos, pulpa, mermelada, jaleas, dulces, etc.); debido a su aporte nutricional destacando su alta actividad antioxidante que ayuda a prevenir enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes o el cáncer. Los 9 germoplasmas de frutos de guayabo con códigos de identificación: S-1; S-12; S-30; S-33; S-40; S-42; S-48; S-56 y S-84 fueron adquiridos por el INIFAP por las características físicas, químicas y valores comerciales, teniendo por objetivo cuantificar los parámetros físicos, químicos y capacidad antioxidante de las 9 selecciones colectadas. La evaluación de parámetros físicos, químicos y capacidad antioxidante muestran germoplasmas sobresalientes, respecto al peso, diámetro ecuatorial y firmeza sobresale la selección S-56; el germoplasma más dulce S-1; el fruto con mayor concentración de ácidos orgánicos no volátiles S-40; las guayabas con mayor concentración de pigmentos son las pertenecientes al grupo S-30, la mayor concentración de ácido ascórbico se encontró en S-33 y el ácido gálico en S-84, la concentración expresada en Trolox de la evaluación de la actividad antioxidante ABTS y DPPH no mostro diferencia significativa, teniendo como porcentaje de inhibición sobre los radicales libres un valor entre 80-90%.

**Palabras clave:** Capacidad Antioxidante, Vitamina C, Propiedades Nutraceuticas, Conservación, Biodiversidad.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

**ABSTRACT**

Plant genetic diversity is of vital importance for humanity as it allows to improve feeding conditions, agricultural adaptation and improvement of conditions for society, among other attributes. Currently all countries depend on plant genetic resources for agriculture and food, where they can be used for their genetic improvement. From an economic point of view, the guava fruit is one of the most important fruit trees consumed a natural or processed (juices, pulp, jam, jellies, sweets, etc.); due to its nutritional contribution, highlighting its high antioxidant activity that helps prevent chronic degenerative diseases such as diabetes or cancer. The 9 guava fruit germplasms with identification codes: S-1; S-12; S-30; S-33; S-40; S-42; S-48; S-56 and S-84 were acquired by INIFAP for their physical, chemical and commercial values, with the aim of quantifying the physical, chemical and antioxidant capacity parameters of the 9 selections collected. The evaluation of physical, chemical parameters and antioxidant capacity show outstanding germplasms, with respect to weight, equatorial diameter and firmness, the S-56 selection stands out; the sweetest germplasm S-1; the fruit with the highest concentration of non-volatile organic acids S-40; guavas with highest concentration of pigments are those belonging to the S-30 group, the highest concentration of ascorbic acid was found in S-33 and gallic acid in S-84, the concentration expressed in Trolox from the evaluation of antioxidant activity ABTS and DPPH showed no significant difference, having as percentage of inhibition on free radicals a value between 80-90%.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

La diversidad genética vegetal es de vital importancia para la humanidad ya que permite mejorar las condiciones de alimentación, adaptación agrícola, mejoramiento de condiciones para la sociedad, entre otros atributos. Desde los comienzos de la domesticación de especies vegetales hace aproximadamente 10,000 a 15,000 años a la fecha ha tenido un impacto positivo para la humanidad gracias a su amplia variabilidad y propiedades, pero estas prácticas agrícolas han provocado un pérdida importante de estos recursos fitogenéticos poniendo en peligro la adaptación de las especies y la alimentación de las personas. La variación entre las especies vegetales le permite a éstas, lograr constantemente adaptaciones en distintos ambientes así como la resistencia a determinadas plagas y/o enfermedades, seguir manteniendo la propagación genética y obtener mejores rendimientos nutricionales para la alimentación (Bastías Marín , 2008)

Actualmente, todos los países dependen de los recursos fitogenéticos para la agricultura y alimentación en donde pueden ser aprovechados para el mejoramiento genético de los mismos, aumentar la calidad en los cultivos, ayudar a la adaptación en entornos bióticos y ambientales, y al desarrollo de nuevos usos en la alimentación. El empleo de técnicas convencionales y modernas basadas en la biotecnología, permite crear formas de solucionar problemas basados en el cultivo de materiales vegetales garantizando un desarrollo agrícola sustentable. (Diversidad genética).

El constante crecimiento de la población requiere un incremento en la actividad agrícola en donde las especies utilizadas deberán tener la capacidad de adaptación y mejor productividad, pero esto resulta difícil debido a la pérdida de la diversidad genética provocada por la invasión de su hábitat y poca oportunidad para su

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

propagación. Es fundamental que no solo se conserve el mayor número de material filogenético sino que también se conserve la variabilidad para poder lograr un mejor aprovechamiento ante cambios ambientales, enfermedades, plagas, entre otras situaciones que ponen en peligro la alimentación humana (FAO, FAO, 2004)

El fruto de guayabo (*Psidium guajava* L.) es uno de los frutos tropicales más conocidos tanto a nivel mundial como nacional en donde los principales productores son India y Pakistán con el 50 % de la producción mundial seguido por México con un 25 % y el porcentaje restante por países como Egipto, Brasil y Colombia, el valor e importancia de producción radica en aspectos comerciales y nutricionales, debido a los distintos usos que se le pueden dar como su consumo en fresco y/o procesado en mermeladas, jaleas, néctares, jugos, etc. hace que su producción tienda a aumentar. A nivel nacional se considera que la producción de este fruto se da en 27 estados de los cuales Michoacán tiene un 37 % de la producción seguido por Aguascalientes 35 %, Zacatecas 21 % y 7 % otros estados como México, Jalisco y Querétaro (Yam Tzec y col., 2010).

La caracterización bioquímica, morfológica y genética son técnicas de importante interés para el conocimiento y la conservación de la riqueza de la variabilidad del fruto de guayabo y así poder aprovechar las características destacadas en distintos sectores como el alimenticio, industrial, comercial, entre otros; teniendo un impacto positivo hacia la población (Córdova Téllez , y col., 2015).

La caracterización de las especies vegetales permite conocer la variabilidad existente y cuales propiedades sobresalientes se pueden aprovechar para el mejoramiento fitogenético (Pérez Pelea y col., 2013) y con ello aumentar la

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

productividad gracias a que el guayabo se propaga por medio de semillas e hijuelos de raíz (Padilla Ramírez y col., 2002).

## **CAPÍTULO 2. IMPORTANCIA SOBRE LA CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DEL FRUTO DE GUAYABO.**

### **2.1 Origen y distribución.**

El nombre *Psidium guajava* L. proviene del latín “psidion” que significa granada y “guajava” del taíno que significa vernáculo.

El origen del fruto de guayabo es inexacto y se tiene gran controversia sobre el lugar específico al que pertenece, pero se cuentan con registros de que corresponde a zonas desde el sur de México hasta Perú, siendo este último un país en el que se han encontrado vestigios de domesticación que corresponden a los 800 años A.C, otra evidencia importante que indica el origen en esas zonas es el crecimiento silvestre de *Psidium guajava* L. que se tiene reportado. La distribución del fruto fue propagado en diversas regiones del mundo por los españoles y franceses hacia Europa, Asia y África debido a su gran sabor y con la ayuda de las diferentes especies animales en gran parte por aves fue extendiéndose de forma silvestre en los distintas regiones principalmente tropicales y subtropicales (Padilla Ramírez y col., 2002). Actualmente el cultivo del fruto se desarrolla en diferentes países como Venezuela, Brasil, Egipto, India, Australia, Estados Unidos, Indonesia, Tailandia, entre otros.

A nivel nacional la guayaba se cultiva con importancia comercial en 16 estados de la república y de forma silvestre en 11 estados, concentrándose la producción en

# CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas con un 93% de producción nacional y 25% a nivel mundial (Villaseñor Perea y col., 2010).

## 2.2. Taxonomía de *Psidium guajava* L.

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de *Psidium guajava* L.

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Subreino</b>	Fanerógamas
<b>Clase</b>	Angiospermas
<b>Subclase</b>	Dicotiledónea
<b>Subdivisión</b>	<i>Lignosae</i>
<b>Orden</b>	Myrtales
<b>Familia</b>	<i>Myrtaceae</i>
<b>Genero</b>	<i>Psidium</i>
<b>Especie</b>	<i>guajava</i> L.
<b>Nombre común</b>	Guayaba

(González Gaona y col., 2002)

## 2.3. Morfología

### 2.3.1 Árbol.

El guayabo es considerado como un árbol o arbusto perenne (depende de su tamaño), ramificado, el cual puede crecer de manera simétrica y adquirir forma de domo con una copa abierta o compacta (González Gaona y col., 2002).

### 2.3.2 Tronco.

Posee una altura que abarca de 3-10 metros (aunque en las prácticas agrícolas no sobre pasa los 3 metros por cuestiones de cosecha), la corteza es lisa y con un color café rojizo oscuro cuando ha llegado a su madurez (González Gaona y col., 2002).

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

### **2.3.3 Hojas.**

Tienen un color verde-amarillo, con medidas que oscilan entre 5-18 cm de largo y 3.0-6.5 cm de ancho, posee de 10-25 pares de nervaduras laterales las cuales son de aspecto hundido en la parte frontal y prominentes del lado opuesto, de estructura simple, opuestas, con peciolo corto y semiredondo (0.3-1.5 cm de largo), ovaladas o elípticas-oblongas, la base obtusa, redondeada o subcortada, el ápice obtuso, obtusamente acuminado o recortado y puntiagudo entero (González Gaona y col., 2002).

### **2.3.4 Flores.**

Estas tienen las características de ser hermafroditas, axiales, pediceladas, solitarias o se encuentran en cimas cortas de 2-3 flores, los cuatro o cinco pétalos son obovados, blancos, cubiertos de pubescencia densamente apretada en ambas superficies o lisos por dentro y de 1.5-2.0 cm de largo (González Gaona y col., 2002).

### **2.3.5 Fruto.**

Es una baya que tiene forma globosa, piriforme u ovoide, pulpa de color blanco, blanco-amarillento, amarillo, rosa o ligeramente anaranjado y un peso variable que puede ir desde los 25 gramos hasta más de 500 gramos, en dichas características dependen de la variedad del fruto (González Gaona y col., 2002).

### **2.3.6 Semillas.**

El fruto posee numerosas semillas reniformes, pequeñas, de color amarillo claro o café amarillento, de 0.3-0.5 cm de largo y de 0.2-0.3 cm de ancho (González Gaona y col., 2002).

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

### **2.3.7 Propagación.**

De forma natural su propagación principal de *Psidium guajava* L. es sexual mediante semillas con lo cual se produce una gran variabilidad entre la misma especie (Fernández Galván & Hernández Delgado , 2013), dicha propiedad es usada para el mejoramiento genético y conservación de las características fitogenéticas aunque comercialmente esta forma de reproducción no es favorable en la mayoría de los casos debido a los tiempos prolongados de maduración de los cultivos y la gran diversidad fenotípica que existe entre los frutos. La forma de propagación para obtener cultivos más homogéneos en menor tiempo está basado en conexiones de porciones vegetativas mejor conocido como propagación asexual la cual se realiza por medio de estacas, acodo aéreo e injertos que permiten aprovechar las propiedades sobresalientes de las diferentes variedades del fruto para obtener una mayor calidad y rendimiento (González Gaona y col., 2002).

### **2.4 Características de crecimiento**

El guayabo puede adaptarse a áreas comprendidas entre 1000-2000 msnm, se ve afectado por el frío y la temperatura óptima para su crecimiento están en rangos de 18-30°C, ocupa una precipitación anual de 500-2000 mm, respecto al tipo de suelo el guayabo puede crecer en suelos arcillosos y arenosos con un pH que oscila entre 4.5-9.4 (González Gaona y col., 2002).

### **2.5 Conservación de germoplasmas.**

Los germoplasmas son definidos como el conjunto de genes que se conservan por medio de semillas, cultivos de tejidos celulares o plantas que aún no han sido genéticamente modificados (Anónimo, 2010), otra definición propuesta por Gámez Pastrana , 2010 considera a los germoplasmas como cualquier material mediante el cual se pueden generar nuevos individuos.

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

Los bancos de germoplasma desempeñan un papel importante en la conservación, disponibilidad y uso de una gran variedad de recursos fitogenéticos empleados principalmente en la mejora de cultivos para asegurar la alimentación y nutrición de la población (FAO, Normas para bancos de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, 2014).

Los recursos genéticos vegetales para la alimentación y la agricultura (RGVAA) son parte fundamental para la seguridad alimentaria y la estabilidad humana en donde la disponibilidad de material genético vegetal y variabilidad existente se pueden aprovechar en distintos ámbitos biotecnológicos y agrícolas que pueden ser usados para mejoramiento, adaptación, identificación y conservación de especies vegetales con propiedades sobresalientes; la extinción de los RGVAA representa una amenaza afectando el desarrollo económico, sustentabilidad y productividad agrícola, vulnerabilidad de los cultivos, erosión genética, entre otros,. (P. Ramírez V., 2000).

Actualmente de las 7000 especies vegetales cultivadas para la alimentación y usos agrícolas solo 150 son aprovechadas de forma importante dentro de las cuales destacan el arroz, maíz, trigo, caña de azúcar, brindando poca atención a aquellas especies silvestres o semidomesticadas que también pueden ser empleadas para combatir la desnutrición, pobreza, pérdida de riqueza vegetal, entre otros aspectos.

Todas las naciones de forma directa o indirecta dependen de los recursos fitogenéticos existentes así como de programas que les permitan conservar y utilizar de manera sustentable los materiales disponibles. En México se crearon instituciones que juegan un papel sobresaliente sobre la conservación de germoplasmas participando en acciones de recolección y evaluación de diferentes

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

especies como maíz, frijol, algodón, chile, calabaza, papa, entre otros (Reveles Torres & Velázquez Valle , 2017).

Para disminuir la pérdida de material genético no caracterizado se crearon bancos de semillas establecidos por instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) encargados principalmente de la conservación *in situ* y *ex situ* de la amplia variabilidad genética distribuida en el país (Aragón Cuevas & De la Torre, 2015).

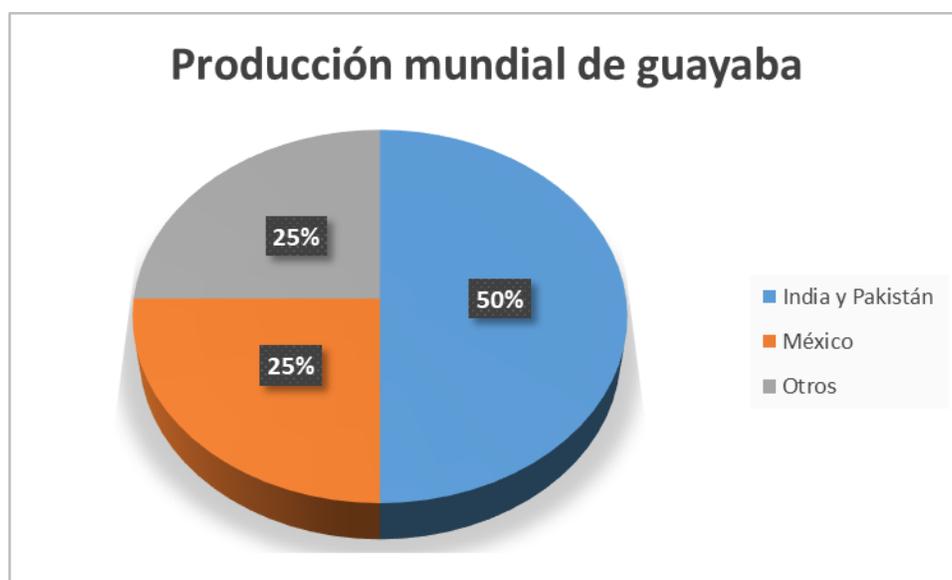
La amplia diversidad de material genético del fruto de guayabo no caracterizado de forma genética, morfológica y bioquímica, presenta un grave problema debido a la disminución de especies y variedades con propiedades destacadas y aprovechables a causa de las condiciones actuales como crecimiento excesivo poblacional, pérdida de ecosistemas, aumento de la contaminación ambiental, etc., (Padilla Ramírez y col., 2002).

El material genético que predomina a nivel nacional es el denominado “china” y “media china”, en la actualidad existen en México registradas por el instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP) en banco de germoplasma de la región calvillo-cañones 5 nuevas variedades de guayaba (Huejucar, Hidrozac, Calvillo siglo XXI, Caxcana y Merita) las cuales cuentan con propiedades importantes en distintos rubros debido a los resultados obtenidos en los procesos de caracterización. Dentro de los objetivos principales de la evaluación de las características genéticas de fruto destacan el aprovechamiento de la biodiversidad, evaluación y validación de caracteres sobresalientes, propagación de material homogéneo principalmente para comercio e identificación de resistencia a factores bióticos y abióticos que afectan a una buena producción y calidad (Paz Arrezola y col., 2012).

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

### 2.6. Principales zonas productoras e importancia comercial.

A nivel mundial la guayaba se cultiva en diferentes países como India, Pakistán, Estados Unidos, Venezuela, Brasil, Puerto Rico, México, Cuba, Egipto, Tailandia, entre algunos otros países. La producción mundial es de aproximadamente 1.2 millones de toneladas, la india y Pakistán aportan el 50 %, México el 25 % y el resto de producción los demás países (Villaseñor Perea y col., 2010).



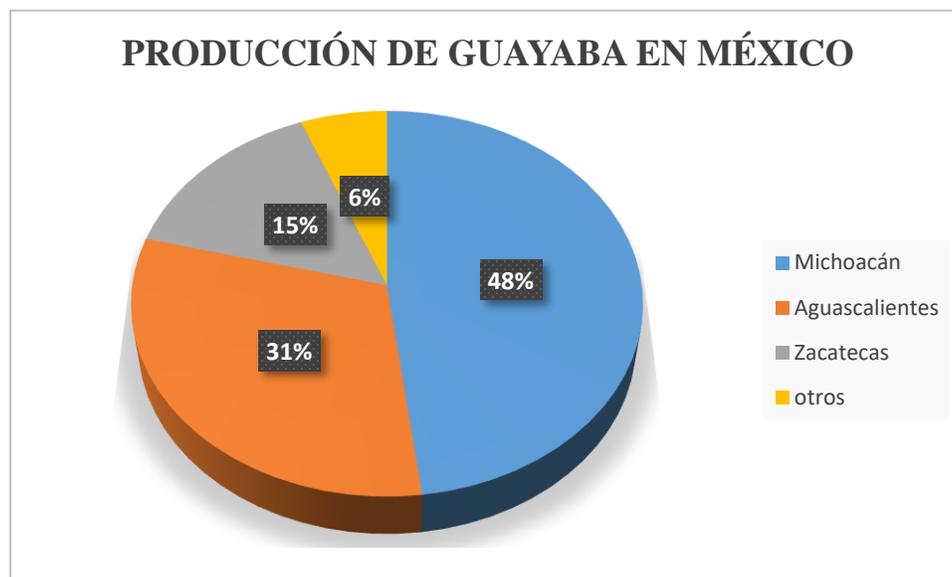
**Figura 1.** Producción Mundial de Guayaba. Elaboración propia e información tomada de Villaseñor Perea y col., 2010.

En ámbitos nacionales el fruto se produce en dieciséis estados de la república aunque la producción silvestre incluye otros once estados más. En el periodo 1994-2001 el estado de Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas presentaron la mayor producción nacional (Cruz Delgado & Urbina Hinojosa, 2003).

La producción de guayaba con fines comerciales tiene sus inicios en Calvillo municipio del estado de Aguascalientes posteriormente fue extendiéndose a otras entidades. Actualmente la producción nacional es de aproximadamente 300 mil

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

toneladas de guayaba la cual se distribuye principalmente entre 5 estados de la república, siendo Michoacán el principal productor (48.00%), seguido por Aguascalientes (31.00%), Zacatecas (15.00%), estado de México (4.00%), Jalisco (0.1%) y Guerrero (0.08%) (Paez Zavala , 2017).



*Figura 2. Producción de Guayaba en México. Elaboración propia e información tomada de Paez Zavala , 2017.*

### 2.7 Propiedades nutrimentales.

El consumo frecuente de frutas y verduras proveen al organismo sustancias como vitaminas, minerales, fibra, antioxidantes, entre otros, que ayudan a mantener un buen funcionamiento fisiológico además de participar en el retraso del deterioro de los tejidos. Actualmente la concientización de las personas para adquirir alimentos con mejores valores nutrimentales en la actualidad está más presente, gracias a diversos factores como la longevidad, salud y estética, son unas de las principales razones por las que las tendencias actuales están dirigidas a adquirir un mayor consumo de frutas y verduras. El fruto de guayabo contiene

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

sustancias con un valor nutricional muy importante para el bienestar fisiológico el cual puede ser consumido fresco o procesado en los diferentes productos que se encuentran disponibles en el mercado como jugos, mermeladas, jaleas, pulpas, ates, entre otros alimentos que cuentan un valor nutricional importante (Hidalgo Filipovich y col., 2015).

**Tabla 2.** *Valor nutrimental del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) por cada 100 gramos.*

Composición	Cantidad
Agua	80.20 g
Proteína	2.55 g
Lípidos	0.95 g
Hidratos de carbono	14.3 g
Calcio	18 mg
Hierro	0.26 mg
Magnesio	22 mg
Fósforo	40 mg
Potasio	417 mg
Sodio	2 mg
Zinc	0.23 mg
Cobre	0.23 mg
Manganeso	0.15 mg
Selenio	0.0006 mg
Vitamina C	228.3 mg
Vitamina B1	0.067 mg
Vitamina B2	0.04 mg
Vitamina B6	0.11 mg
Vitamina E	0.73 mg
Vitamina K	0.0026 mg
Beta Caroteno	374 µg
Licopeno	5204 µg
Ácidos grasos saturados	0.272 g

Fuente: (Hidalgo Filipovich y col., 2015).

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

En la **Tabla 2** se muestra la composición química del fruto pero debido a que se reproducen y cruzan naturalmente es posible encontrar variabilidad morfológica, química y genética en la misma especie (Jiménez Lozano y col., 2009).

Los nutrimentos requeridos por la población mexicana adulta se muestran en la **Tabla 3** en donde se presentan las ingestas diarias recomendadas (IDR) y las ingestas diarias sugeridas (IDS) (NOM-051-SCFI/SSA1, 2010).

**Tabla 3.** *Valores nutrimentales de referencia para la población mexicana*

Nutrimento/unidad de medida	VNR	
	IDR	IDS
Proteína g/kg de peso corporal	1	
Fibra dietética g	30	
Vitamina A µg (equivalentes de retinol)		568
Vitamina B1 µg (Tiamina)		800
Vitamina B2 µg (Riboflavina)		840
Vitamina B6 µg (Piridoxina)		930
Niacina mg (equivalente a Acido nicotínico)		11
Ácido fólico µg (Folacina)		380
Vitamina B12 µg (Cobalamina)		2,1
Vitamina C mg (Ácido ascórbico)	60	
Vitamina D µg (como colecalciferol)		5,6
Vitamina E mg (equivalente a tocoferol)		11
Vitamina K. µg		78
Ácido pantoténico mg		4,0
Calcio mg		900
Cobre µg		650
Cromo µg		22
Flúor mg		2,2
Fósforo mg	664	
Hierro mg		17

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

---

Magnesio mg	248
Selenio µg	41
Yodo µg	99
Zinc mg	10

---

Fuente: NOM-051-SCFI/SSA1, 2010.

### **CAPITULO 3. JUSTIFICACIÓN**

Desde el punto de vista económico el fruto de guayabo es uno de los frutales más importantes consumiéndose en forma natural o procesada (jugos, pulpa, mermelada, jaleas, dulces, etc.) debido a su aporte nutricional destaca su alta actividad antioxidante que ayuda a prevenir enfermedades crónico degenerativas como la diabetes o el cáncer; las concentraciones presentes de ácido ascórbico en los frutos se encuentran por encima de las IDR establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (60 mg de vitamina en personas mayores de 15 años) evitando la aparición de enfermedades como el escorbuto y reforzando el sistema inmunológico; la facilidad de cultivo que poseen los guayabos propician a que sus frutos se puedan consumir en todo el país durante todo el año y con costos accesibles que oscilan entre los \$15.88 y \$29.15 dependiendo de la zona y temporada de mayor producción (SAGARPA, 2015), gracias a su propagación y obtención de frutos heterocigotos se cuenta con una variación genética con propiedades sobresalientes las cuales son empleadas para un mejoramiento en las características de los cultivos, mayor calidad, productividad, entre otros, (Bandera Fernández & Pérez Pelea, 2015).

El fruto posee un valor fitogenético incalculable debido a que cuenta con materiales genéticos que pueden brindar información para su manejo, conservación y mejoramiento (Valdés Infante y col., 2012).

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

La conservación, caracterización y aprovechamiento de los recursos genéticos vegetales es fundamental para asegurar la alimentación de las personas, agregando un importante valor nutrimental a la dieta de la población. (Padilla Ramírez y col., 2014).

### **3.1 Hipótesis**

Los nueve germoplasmas del fruto de guayaba presentan diferencias en cuanto a sus características físicas, químicas y nutricionales que pueden ser aprovechados en base a sus valores obtenidos en diferentes ámbitos como en la salud y la industria de alimentos.

### **3.2 Objetivos**

#### **3.2.1 objetivo general**

Cuantificar los parámetros físicos, químicos y capacidad antioxidante de 9 germoplasmas de fruto de guayabo (*Psidium guajava* L.) procedentes del INIFAP de la región Calvillo-Cañones.

#### **3.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar las clasificaciones de los frutos establecidas por las normas nacionales e internacionales.
- Determinar las características físicas de cada germoplasma: peso, diámetro, color y firmeza.
- Analizar las características químicas como pH, ácido cítrico y sólidos solubles totales.
- Cuantificar las concentraciones de ácido ascórbico y comparar en base a la NOM-051-SCFI/SSA1, 2010.

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

- Estimar la capacidad antioxidante mediante el uso de radicales libres (ABTS y DPPH) y calcular la cantidad de Polifenoles totales.

## CAPITULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación geográfica.

El banco de germoplasma del INIFAP se encuentra ubicado en la región conocida como “Calvillo-Cañones” en la zona experimental “los cañones” en Huanusco, Zacatecas (21° 44.7'; 102° 58.0' y 1508 msnm).

### 4.2. Material biológico

Se recolectaron para su evaluación 9 germoplasmas con códigos de identificación: S-1, S-12 (**imagen 1**), S-30 (**imagen 2**), S-33 (**imagen 3**), S-40 (**imagen 4**), S-42 (**imagen 5**), S-48 (**imagen 6**), S-56 (**imagen 7**) y S-84 (**imagen 8**), conservados in situ, provenientes del campo de experimentación de la zona denominada “cavillo-cañones” a cargo del INIFAP en Zacatecas. Los materiales biológicos fueron colectados en estado de madurez apropiada (color verde-amarillo y textura suave-firme) para consumo humano y trasladados al Laboratorio de Investigación en Biotecnología de la Facultad de Químico Farmacobiología e la Universidad Michoacana de San Nicolás de hidalgo (UMSNH) en Morelia, Michoacán.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**



*Imagen 1. Germoplasma S-12.*



*Imagen 2. Germoplasma S-30.*



*Imagen 3. Germoplasma S-33.*



*Imagen 4. Germoplasma S-40.*



*Imagen 5. Germoplasma S-42*



*Imagen 6. Germoplasma S-48.*

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**



*Imagen 7. Germoplasma S-56.*



*Imagen 8. Germoplasma S-84.*

### **4.3. Metodología**

#### **4.3.1 Análisis físico**

##### *4.3.1.1. Peso.*

La medición se realizó pesando cada fruto en Balanza Analítica Marca Hoxaus (220g) expresando el valor obtenido en gramos.

##### *4.3.1.2. Diámetro.*

Mediante el uso de un Vernier se realizaron mediciones individuales del fruto en diámetro longitudinal y ecuatorial reportando los valores obtenidos en centímetros.

##### *4.3.1.3. Firmeza.*

La resistencia del fruto a la compresión se realizó empleando un Texturómetro Marca TA-XT2t, mediante el posicionamiento del fruto en la base del disco y centrado se procedió a la medición usando un platillo de 75 mm, una velocidad de 2mm/s y a una altura sobre el fruto de 5 mm, los resultados obtenidos se expresaron en Newton (N).

##### *4.3.1.4. Color.*

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

La determinación de color se realizó mediante el uso de un colorímetro de reflectancia Hunter Lab marca Color Flex, obteniendo la saturación de color expresado en tono Crhoma y luminosidad en ángulo Hue° basados en coordenadas a (rojo-verde) y b (amarillo-azul), se utilizó un patrón de calibración blanco con las coordenadas L: 92.19, a: 1.31, b: 0.95 del observador e iluminante D65.

### **4.3.2. Análisis químico**

#### *4.3.2.1 Sólidos solubles totales (SST).*

La cuantificación de azúcares presentes se realizó mediante el uso de un refractómetro manual marca ATAGO con un rango de 0-50 °Brix, la técnica se realizó mediante las indicaciones de la NMX-FF-015, 1982, colocando dos o tres gotas de pulpa fresca en la base del refractómetro y observando por el ocular la escala.

#### *4.3.2.2. Potencial de hidrogeno (pH).*

Usando un potenciómetro digital marca ATAGO se determinó el potencial de hidrogeno mediante lo estipulado en la NMX-F-317-S-1978, pesando un gramo de pulpa fresca disuelta en 50 ml de agua destilada, la lectura se realizó en escala de pH.

#### *4.3.2.3. Acidez titulable.*

La acidez de los frutos se midió mediante valoración volumétrica por medio de una reacción de neutralización, tomando como referencia la técnica establecida por la NMX-FF-011, 1982, se pesó un gramo de pulpa y se disolvió en 50 ml de agua destilada, posteriormente se realizó una titulación con NaOH al 0.1N usando como indicador fenolftaleína hasta la aparición de un color rosa claro persistente por 30 segundos.

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

### *4.3.2.4 clorofila (a y b).*

La cuantificación de clorofila (a y b) se realizó por espectrofotometría, se pesaron 12 gramos de pulpa y se mezclaron con 30 mililitros de acetona agua al 90%, posteriormente se agito por 5 minutos, se dejó reposar 24 hora en obscuridad, pasado el tiempo de reposo se procedió a centrifugar por 15 minutos a 5000 rpm, se recuperó el sobrenadante y se realizaron lecturas en espectrofotómetro UV/Vis Smartec Plus marca Bio-rad a una absorbancia de 665, 645 y 630 nm. Los resultados para clorofila “a” y “b” se reportaron en mg Al-1.

### 4.3.3 Capacidad antioxidante.

#### *4.3.3.1 Vitamina C.*

Tomando como referencia la metodología de la A.O.A.C 43.056. 1988, se pesaron 2.5 gramos de muestra, posteriormente se realizó la extracción del ácido ascórbico con solución de ácido acético glacial-ácido metafosfórico y agua, se homogeneizo y centrifugo a 5000 rpm durante 15 minutos, obtenido el sobrenadante se procedió a realizar un análisis volumétrico con una solución colorante de 2,6-diclorofenol indofenol funcionando como autoindicador hasta la aparición de un color rosa pálido que persistió por 30 segundos. Los resultados obtenidos en la valoración se expresaron en miligramos de vitamina por cada 100 gramos de muestra.

#### *4.3.3.2 Extracción de compuestos.*

La extracción de compuestos para la evaluación de su actividad antioxidante se basó en el método descrito por Pérez-Jiménez y col. (2008) con modificaciones, el cual consistió en dos extracciones, la primera con metanol/agua en proporción 50:50 y acidificado a pH:2, posteriormente se agito y centrifugo a 5000 rpm, la segunda extracción se llevó a cabo con solución de acetona/agua (70:30),

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

repetiendo el mismo procedimiento usado en la primera extracción, los sobrenadantes obtenidos se mezclaron y aforaron con agua destilada a 100 ml, almacenándolos a un temperatura de -20°C.

### *4.3.3.3 Polifenoles totales.*

A partir de la solución de extracción se tomaron alícuotas de 100 microlitros a los cuales se adicionaron en el siguiente orden: 7600 microlitros de agua destilada, 500 microlitros de reactivo de Folin-Ciocateau y 2000 microlitros de carbonato de sodio al 20%; posteriormente se dejó reposar en ausencia de luz durante 2 horas. La absorbancia se tomó a una longitud de onda de 765nm en un espectrofotómetro UV/Vis Smartec Plus marca Bio-rad, se usó ácido gálico como estándar en curva de calibración. Los resultados obtenidos se expresaron como mg de ácido gálico/100 gramos de muestra.

### *4.3.3.4 ABTS.*

Usando una mezcla de ácido 2,2-azinobis-(3-etibenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS) 7mmol y persulfato de potasio 2.45 mmol la cual se dejó reposar a 4°C durante 12 horas. La solución fue diluida con etanol hasta obtener una absorbancia de 0.700 +/- 0.02. Se tomaron 30 microlitros de solución de extracción y se les adicionaron 970 microlitros de radical ABTS. Las absorbancias fueron tomadas a 734 nm posteriores 6 minutos de reacción en ausencia de luz. Los resultados se reportaron en  $\mu$ mol equivalentes a Trolox por cada 100 gramos de muestra usando Trolox como patrón en la curva de calibración.

### *4.3.3.5 DPPH.*

Utilizando la metodología de Brand-Williams, et al (1995), se tomaron 3.8 ml de radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) con una concentración de 100  $\mu$ mol a los cuales se les adicionaron 200 microlitros de solución extractora. La absorbancia

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

se midió a 536nm después de 1 hora en reposo en ausencia de luz. Se usó Trolox como estándar en la curva de calibración y los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol}$  equivalentes a Trolox por cada 100 gramos de muestra.

### CAPITULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Caracterización física.

El término de calidad, con el paso del tiempo ha adquirido conceptos diferentes desde las perspectivas del consumidor y del proveedor, sin embargo, la unificación de los parámetros físicos: color, firmeza y tamaño, han creado coincidencia con los sectores agrícolas ya que en la actualidad se tiene por objetivo satisfacer las necesidades del consumidor para su comercialización. (Lecha, 2002). La calidad de un fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.), define que dicho fruto debe presentar un buen aspecto libre o con leves defectos como raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol los cuales no deben afectar la calidad o la conservación del mismo (NMX-FF-040-2002). Los parámetros físicos proporcionan información respecto a la calidad del fruto, la cual también está definida por el genotipo, el manejo agronómico y condiciones climáticas. (Vargas Madriz y col., 2019). Conocer e identificar materiales biológicos mediante variables físicas permite dar un manejo adecuado a los cultivos mediante fitomejoramiento (Gutierrez Devia, 2013).

**Tabla 4.** *Parámetros físicos evaluados en frutos de Psidium guajava L.*

Germoplasma	Peso	Diámetro		Firmeza
Selección	G	Ecuatorial (cm)	Longitudinal (cm)	Newton (N)

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

S-1	48.05 ±11.97	4.26 ±0.36	5.26 ±0.57	20.84 ±6.83
S-12	65.92 ±11.82	4.82 ±0.30	5.80 ±0.40	22.81 ±9.32
S-30	62.91 ±10.19	4.75 ±0.27	5.09 ±0.37	33.57 ±18.29
S-33	50.55 ±12.56	4.37 ±0.27	4.82 ±0.35	33.17 ±16.85
S-40	43.64 ±14.12	4.23 ±0.28	4.65 ±0.40	36.37 ±17.58
S-42	64.14 ±13.45	3.37 ±0.36	2.99 ±0.35	44.57 ±24.45
S-48	70.65 ±18.03	4.85 ±0.39	6.03 ±0.48	15.57 ±7.12
S-56	79.24 ±21.72	5.20 ±0.50	5.52 ±0.48	80.75 ±34.69
S-84	55.38 ±14.19	2.85 ±0.41	3.43 ±0.57	44.56 ±26.88

*Nota: Resultados ± Desviación Estándar.*

### 5.1.1 Peso

El CODEX-STAN-215-1999 proporciona una clasificación en base al peso determinado en los frutos, estableciendo un código de identificación según los gramos que pesen, en la **tabla 5**. Se muestran los códigos correspondientes a cada selección de germoplasmas.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

**Tabla 5.** *Clasificación del fruto establecido por el CODEX-STAN-215-1999 en base al peso*

<b>Germoplasma</b>	<b>Código de calibre</b>
S-1	8
S-12	7
S-30	7
S-33	8
S-40	8
S-42	7
S-48	7
S-56	7
S-84	8

### 5.1.2 Diámetro

De acuerdo con lo establecido en la NMX-FF-040-2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Fruta fresca. Guayaba (*Psidium guajava* L.). Especificaciones. Los frutos se clasificarán de acuerdo al tamaño en el diámetro ecuatorial, en la **Tabla 6**. Se muestran las clasificaciones de las categorías a las que pertenece cada germoplasma.

**Tabla 6.** *Clasificación del fruto establecido por la NMX-FF-040, 2002 en base al diámetro ecuatorial.*

<b>Germoplasma</b>	<b>Literal de referencia</b>
S-1	B
S-12	B
S-30	B

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

S-33	B
S-40	B
S-42	C
S-48	B
S-56	A
S-84	D

La NMX-FF-040-1993 establece las especificaciones establecidas para la categorización del tipo de fruto en base a las medidas obtenidas en los diámetros ecuatoriales, en donde un diámetro menor a 3 cm correspondería al tipo de guayaba “china” y un diámetro mayor a 3 cm pertenecen a “media china”, los resultados obtenidos y expresados en la **tabla 7**.

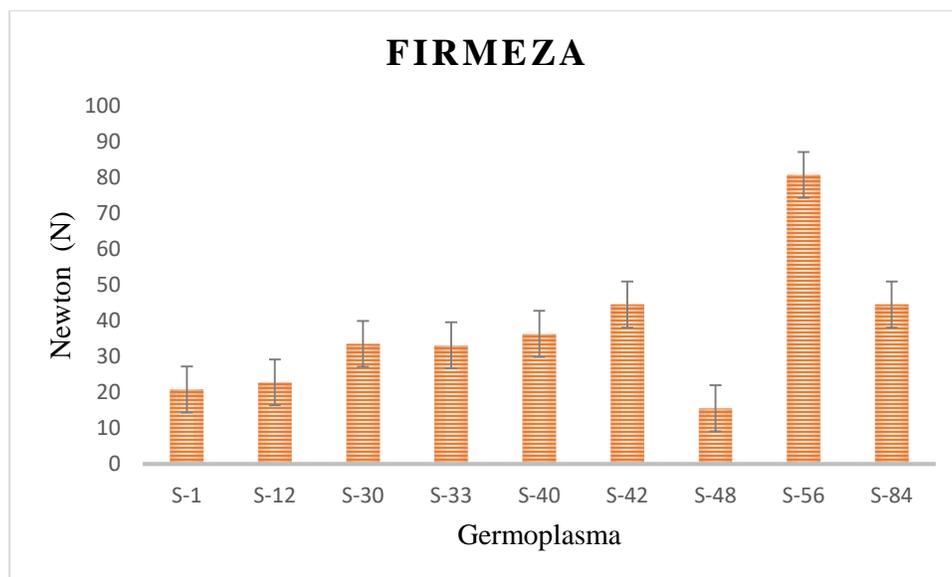
**Tabla 7.** *Clasificación del tipo de fruto en base a la NMX-FF-040, 1993.*

<b>Germoplasma</b>	<b>Tipo de guayaba</b>
S-1	Media china
S-12	Media china
S-30	Media china
S-33	Media china
S-40	Media china
S-42	Media china
S-48	Media china
S-56	Media china
S-84	China

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

### 5.1.3 Firmeza

La firmeza es un parámetro físico empleado para determinar la calidad de los frutos y verduras evaluados, dicha propiedad está definida como la percepción humana correspondiente al tacto, resistencia a la penetración y brinda información de manera empírica respecto a el estado de madurez además de ayudar a establecer periodos óptimos de consumo, formas de manejo, tipos de transporte, entre otros, (Rodríguez González y col., 2012); en la **figura 3** se muestran los resultados de firmeza expresados en newton (N) de cada uno de los germoplasmas evaluados, presentando la mayor firmeza la selección S-56 (80.75 N) y con menor resistencia del pericarpio el germoplasma S-48 (15.57 N).



**Figura 3.** Firmeza en 9 Selecciones de Guayaba Expresada en Newton.

### 5.1.4 Color

Los estados de maduración de los vegetales, la calidad y características son parámetros que pueden ser evaluados mediante el color, el cual está definido como

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

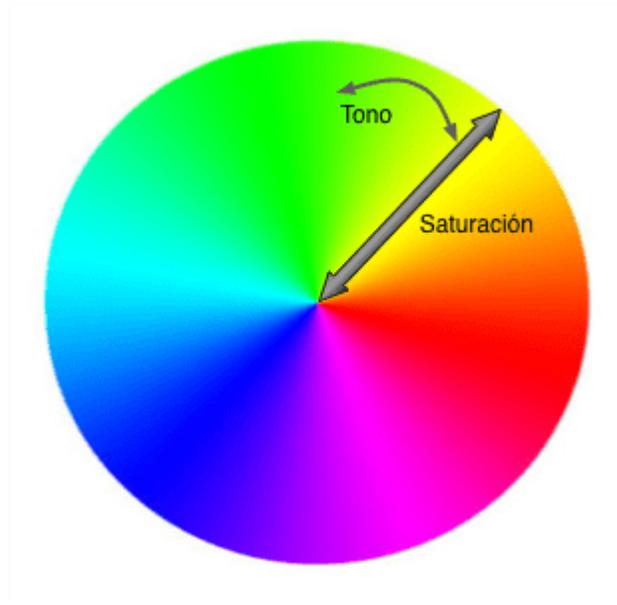
una percepción humana y es el resultado de una serie compleja de procesos en el sistema visual; los cambios en la coloración han sido empleados principalmente para la evaluación de la maduración usando coordenadas colorimétricas basadas en el sistema CIE-L\*a\*b (el más común) **imagen 9 y 10**, (Castro Camacho y col., 2013). Las evaluaciones realizadas muestran que los colores promedio de los frutos se encuentran entre los verde-amarillos.

**Tabla 8.** *Determinación de la saturación y tono del color mediante la escala CIE L\*a\*b.*

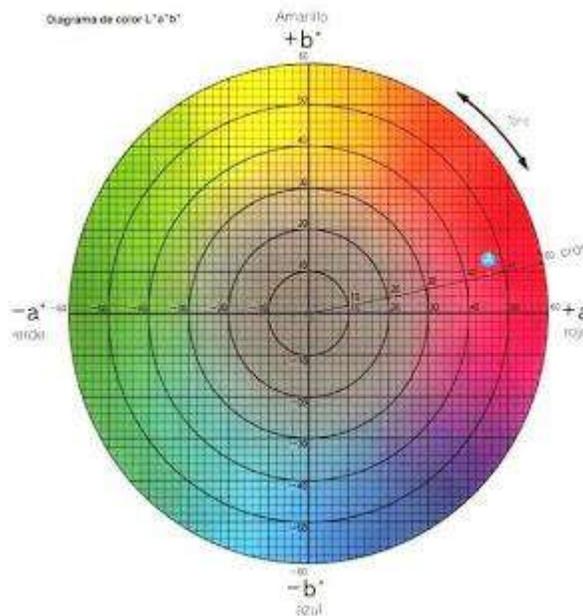
<b>Germoplasma</b>	<b>Color</b>	
Selección	Tono Crhoma	Ángulo Hue°
S-1	24.13 ±2.81	98.39 ±5.24
S-12	26.31 ±2.11	96.85 ±4.07
S-30	17.57 ±3.49	107.71 ±5.31
S-33	22.14 ±2.96	99.26 ±6.11
S-40	25.89 ±3.04	98.48 ±5.61
S-42	16.19 ±4.30	107.51 ±7.36
S-48	23.29 ±3.93	97.76 ±6.45
S-56	19.68 ±1.68	110.21 ±3.93
S-84	17.79 ±4.44	106.86 ±7.38

**Nota:** Resultados ± Desviación Estándar.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**



**Imagen 9.** Representación Gráfica del Significado de Tono y Saturación en la Escala de Colores  $L^*a^*b^*$ . (Tilano, 2014).



**Imagen 10.** Escala de Colores  $L^*a^*b^*$ . (Emmanuel, 2007).

## 5.2 Caracterización química

**Tabla 9.** Parámetros químicos evaluados en los germoplasmas.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

Germoplasma	Potencial de hidrogeno.	Acidez titulable	Solidos solubles totales	Clorofila		Índice de madurez
Selección	pH	% ácido cítrico	°Brix	a	B	
<b>S-1</b>	4.54 ±0.02 <sup>ABCD</sup>	1.76 ±0.01 <sup>E</sup>	12.87 ±0.23 <sup>A</sup>	0.16 ±0.01 <sup>H</sup>	0.11 ±0.02 <sup>F</sup>	7.32 <sup>B</sup>
<b>S-12</b>	4.58 ±0.04 <sup>ABC</sup>	1.65 ±0.02 <sup>E</sup>	11.2 ±0.2 <sup>CD</sup>	0.77 ±0.08 <sup>E</sup>	0.33 ±0.12 <sup>E</sup>	6.80 <sup>C</sup>
<b>S-30</b>	4.39 ±0.1 <sup>CD</sup>	2.54 ±0.04 <sup>C</sup>	10.73 ±0.23 <sup>D</sup>	3.8 ±0.02 <sup>A</sup>	1.65 ±0.03	4.22 <sup>F</sup>
<b>S-33</b>	4.42 ±0.05 <sup>BCD</sup>	2.33 ±0.01 <sup>CD</sup>	10.93 ±0.60 <sup>D</sup>	1.33 ±0.04 <sup>D</sup>	0.55 ±0.01 <sup>D</sup>	4.68 <sup>E</sup>
<b>S-40</b>	4.73 ±0.15 <sup>AB</sup>	4.35 ±0.18 <sup>A</sup>	11.93 ±0.12 <sup>ABC</sup>	0.73 ±0.02 <sup>E</sup>	0.26 ±0.01 <sup>E</sup>	2.74 <sup>G</sup>
<b>S-42</b>	4.13 ±0.07 <sup>CD</sup>	2.51 ±0.04 <sup>C</sup>	12.20 ±0.35 <sup>AB</sup>	2.28 ±0.03 <sup>C</sup>	0.78 ±0.05 <sup>C</sup>	4.87 <sup>E</sup>
<b>S-48</b>	4.74 ±0.04 <sup>A</sup>	1.03 ±0.01 <sup>F</sup>	12.0 ±0.25 <sup>ABC</sup>	0.56 ±0.03 <sup>F</sup>	0.38 ±0.09 <sup>D</sup>	11.65 <sup>A</sup>
<b>S-56</b>	4.28 ±0.05 <sup>D</sup>	4.13 ±0.24 <sup>B</sup>	11.43 ±0.51 <sup>BCD</sup>	2.91 ±0.12 <sup>B</sup>	0.98 ±0.14 <sup>B</sup>	2.76 <sup>G</sup>
<b>S-84</b>	4.46 ±0.04 <sup>ABCD</sup>	2.12 ±0.02 <sup>D</sup>	12.33 ±0.31 <sup>AB</sup>	0.33 ±0.03 <sup>G</sup>	0.11 ±0.02 <sup>F</sup>	5.80 <sup>D</sup>

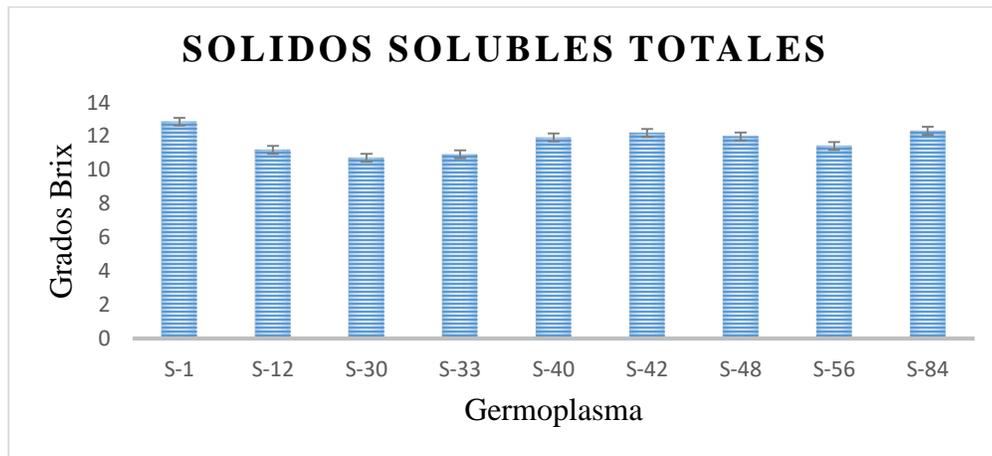
*Nota: Resultados ± Desviación Estándar. Literales Iguales en las Columnas Indican que no hay Diferencia Estadística (P<0.05).*

### 5.2.1 Solidos solubles totales (°Brix)

La concentración de los azúcares presentes en las frutas está relacionada con el manejo agronómico, condiciones climáticas, tipo de variedad, entre otros factores, (Laguado & Marín , 2004).

De los azúcares presentes en el fruto, el más abundante es la fructosa seguido y en menor proporción la glucosa y sacarosa respectivamente (Cañizares y col., 2003); en la **figura 4** se muestra el fruto más dulce con 12.87°Brix (S-1) y el de menor concentración de azúcar con 10.73°Brix (S-30), mostrando un promedio general de 11.74°Brix.

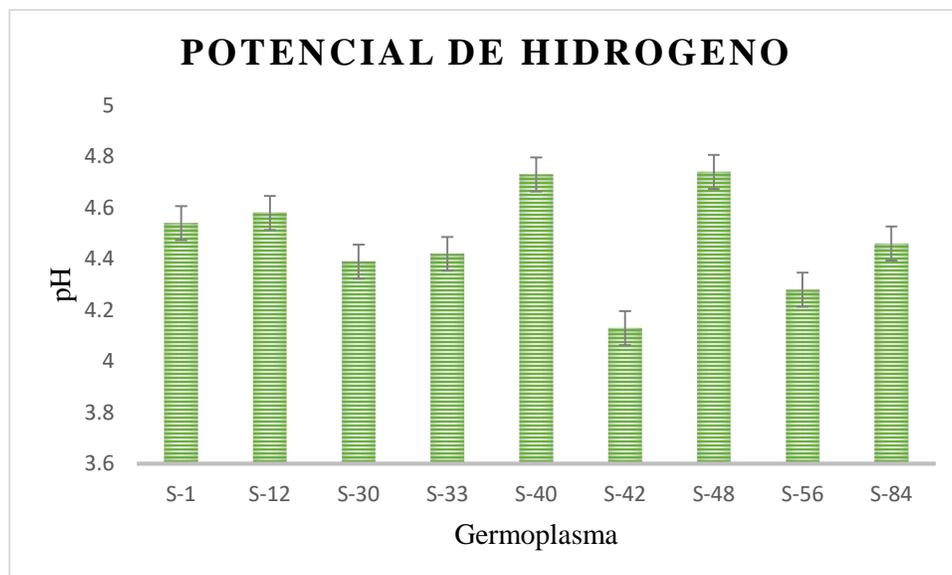
**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**



**Figura 4.** *Solidos Solubles Totales Expresados en °Brix en Pulpa de Guayaba.*

**5.2.2 Potencial de hidrogeno.**

Los resultados obtenidos y presentados en la **figura 5** se muestran un promedio del valor de pH el cual se encuentra en el valor de 4.47 siendo la selección S-40 (pH 4.73) la que mayor pH tiene y S-42 la de menor valor (pH 4.28).

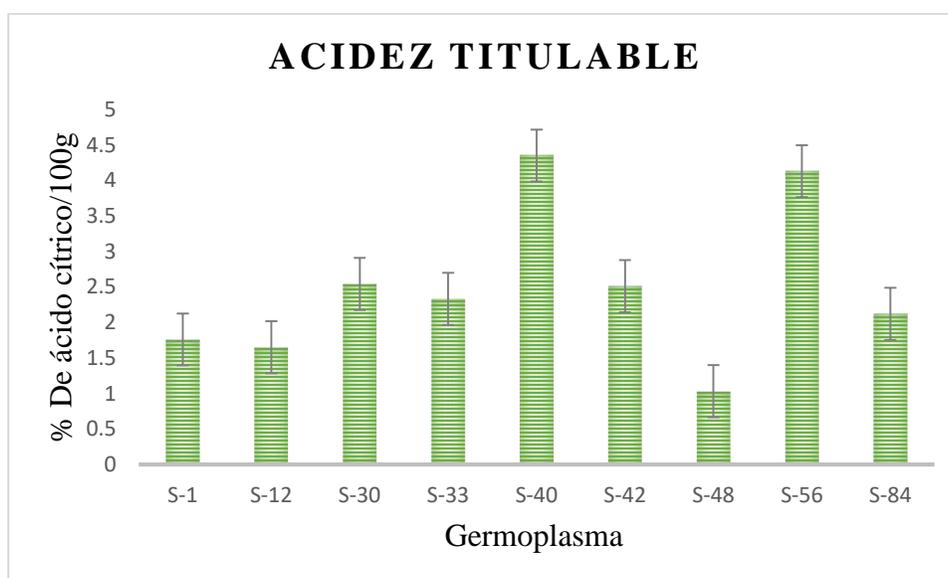


**Figura 5.** *pH en 9 Selecciones de Guayaba.*

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

### 5.2.3 Acidez titulable.

La cuantificación de los ácidos orgánicos no volátiles predominantes en la guayaba (Principalmente ácido cítrico) es un parámetro de calidad y un indicador del sabor del fruto (Anónimo, 4. Revisión bibliográfica, 2015); Los resultados obtenidos muestran a la selección S-40 (0.43 % de ácido cítrico) con el mayor porcentaje y S-48 (0.1% de ácido cítrico) con el menor contenido.



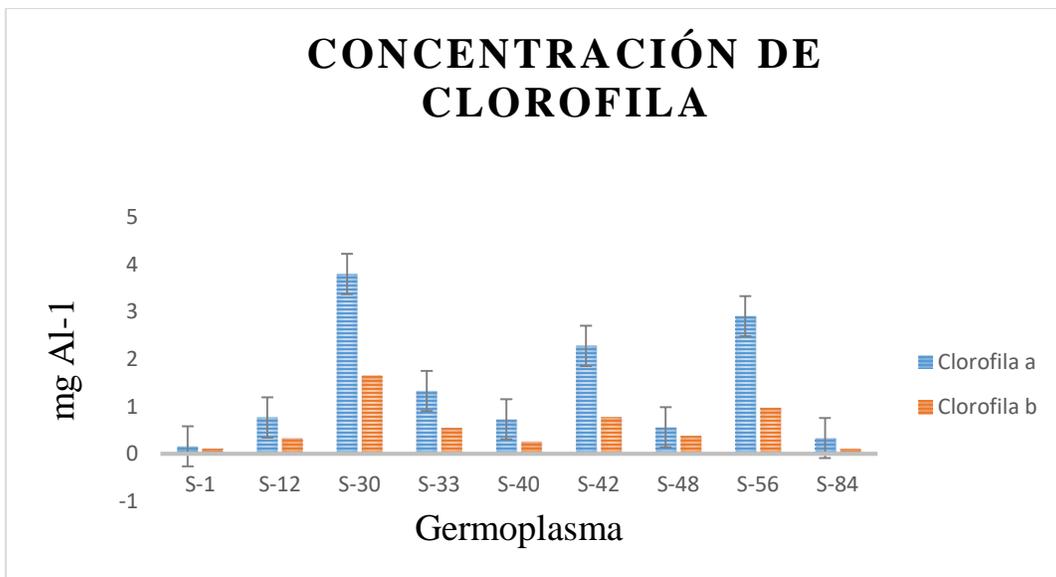
**Figura 6.** Concentración de Ácido Cítrico en 9 Selecciones de Guayaba.

### 5.2.4 Clorofila.

El color de la cascara de los frutos está determinado por la concentración y tipos de pigmentos que se encuentran en los tejidos, en la guayaba se encuentran principalmente en los cloroplastos encargados de almacenar a las clorofilas a (azul-verde) y b (verde-amarillo) las cuales son las responsables de los frutos dependiendo del estado de madurez en el que se encuentre, las clorofilas se encuentran en una proporción aproximada 3:1 predominando el color verde intenso

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

en etapas iniciales del crecimiento del fruto y el verde-amarillo menos predominante presente en las últimas etapas de crecimiento (Zaccari y col., 2017); los resultados de las concentraciones de las clorofilas a y b se muestran en la **figura 7** en donde la selección S-30 contiene la mayor cantidad de clorofilas (a: 3.8 y b:1.65) y el germoplasma que presenta la mínima cantidad de pigmentos le corresponde al S-1 (a: 0.16 y b:0.11).



**Figura 7.** Concentración de Clorofilas a y b en Pulpa de Guayaba.

### 5.3 Capacidad antioxidante

Los compuestos antioxidantes son aquellos que en pequeñas concentraciones previenen la oxidación de otras sustancias y retardar o evitan sus efectos negativos biológicos neutralizando principalmente las especies reactivas del oxígeno (ROS) presentes en el cuerpo humano por las diferentes actividades fisiológicas como el metabolismo, esta propiedad propicia una disminución de enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (Espinal y col., 2009); en la **Tabla 10** se muestran los compuestos más importantes

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

con actividad antioxidante presentes en *Psidium guajava* L. (ácido ascórbico y compuestos fenólicos) y la evaluación de la concentración expresada en Trolox de la actividad antioxidante frente a los radicales ABTS y DPPH.

**Tabla 10.** *Evaluación de la Concentración de Compuestos con Actividad Antioxidante.*

<b>Germoplasma</b>	<b>Vitamina C</b>	<b>Polifenoles</b>	<b>ABTS</b>	<b>DPPH</b>
<b>Selección.</b>	mg/100g	mg de ácido gálico/100g	µg de Trolox/100g	µg de Trolox/100g
<b>S-1</b>	38.61 ±0.91 <sup>F</sup>	244.05 ±0.77 <sup>E</sup>	936.21 ±0.88 <sup>C</sup>	596.28 ±0.36 <sup>A</sup>
<b>S-12</b>	59.68 ±0.93 <sup>D</sup>	236.06 ±0.89 <sup>G</sup>	932.91 ±0.81 <sup>D</sup>	589.22 ±0.40 <sup>C</sup>
<b>S-30</b>	76.55 ±1.10 <sup>C</sup>	359.97 ±0.77 <sup>B</sup>	951.32 ±0.82 <sup>A</sup>	589.78 ±0.42 <sup>C</sup>
<b>S-33</b>	157.30 ±0.54 <sup>A</sup>	288.10 ±0.77 <sup>C</sup>	946.13 ±0.92 <sup>B</sup>	589.22 ±0.32 <sup>C</sup>
<b>S-40</b>	10.05 ±1.40 <sup>H</sup>	239.41 ±0.77 <sup>F</sup>	946.13 ±0.86 <sup>B</sup>	592.56 ±0.34 <sup>B</sup>
<b>S-42</b>	47.14 ±0.84 <sup>E</sup>	237.87 ±0.77 <sup>FG</sup>	931.49 ±0.72 <sup>D</sup>	591.82 ±0.48 <sup>B</sup>
<b>S-48</b>	9.78 ±0.53 <sup>H</sup>	249.20 ±0.89 <sup>D</sup>	947.54 ±0.81 <sup>B</sup>	589.78 ±0.37 <sup>C</sup>
<b>S-56</b>	31.76 ±0.65 <sup>G</sup>	218.29 ±0.45 <sup>H</sup>	937.63 ±0.82 <sup>C</sup>	589.03 ±0.38 <sup>C</sup>
<b>S-84</b>	99.25 ±0.95 <sup>B</sup>	371.56 ±0.77 <sup>A</sup>	908.83 ±0.74 <sup>E</sup>	592.56 ±0.42 <sup>B</sup>

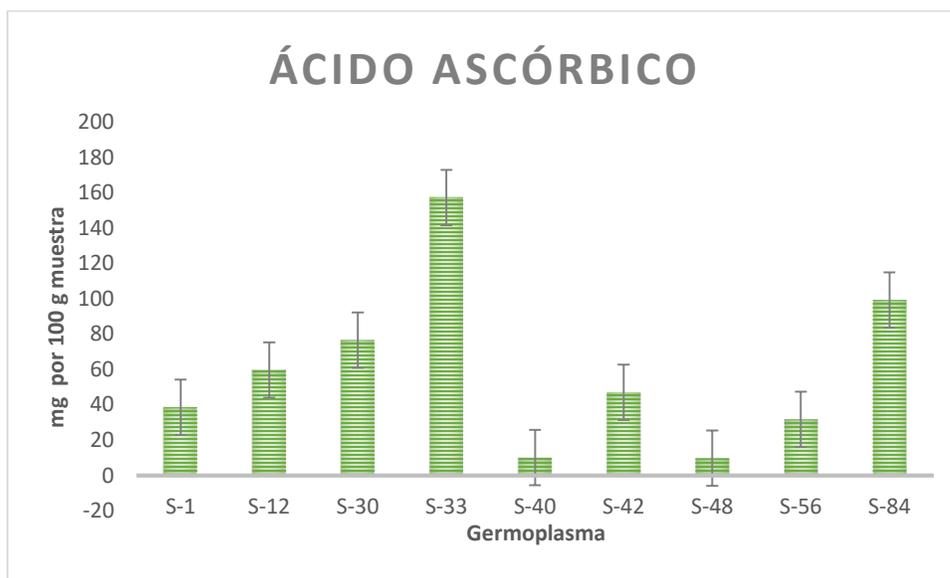
**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

*Nota: Compuestos Antioxidantes y Actividad Antioxidante ± Desviación Estándar. Literales Iguales en las Columnas Indican que no hay Diferencia Estadística (P<0.05).*

**5.3.1 Vitamina C.**

Actualmente el estudio de compuestos antioxidantes como la vitamina C son fundamentales debido a relación con la disminución de enfermedades (Rojas Barquera y col., 2009), el ácido ascórbico es un macronutriente esencial para la buena alimentación de las personas el cual se encuentra principalmente en frutas y verduras (Ordóñez Santos y col., 2013). En la **figura 8** se muestra la concentración de ácido ascórbico por cada 100 gramos de muestra evaluados en los 9 germoplasmas, el valor más alto se obtuvo en la selección S-33 con una concentración de 157.30 mg de vitamina C/100g y una concentración mínima de 9.78 mg de vitamina C/100g correspondiente al germoplasma S-48; en base a la NOM-051-SCFI/SSA1, 2010 para IDR de ácido ascórbico (60 mg de vitamina C/100g) en personas adultas, se detectaron 4 germoplasmas que se encuentran dentro o por encima de los parametros establecidos por la norma (S-33, S-84, S-30 y S-12).

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

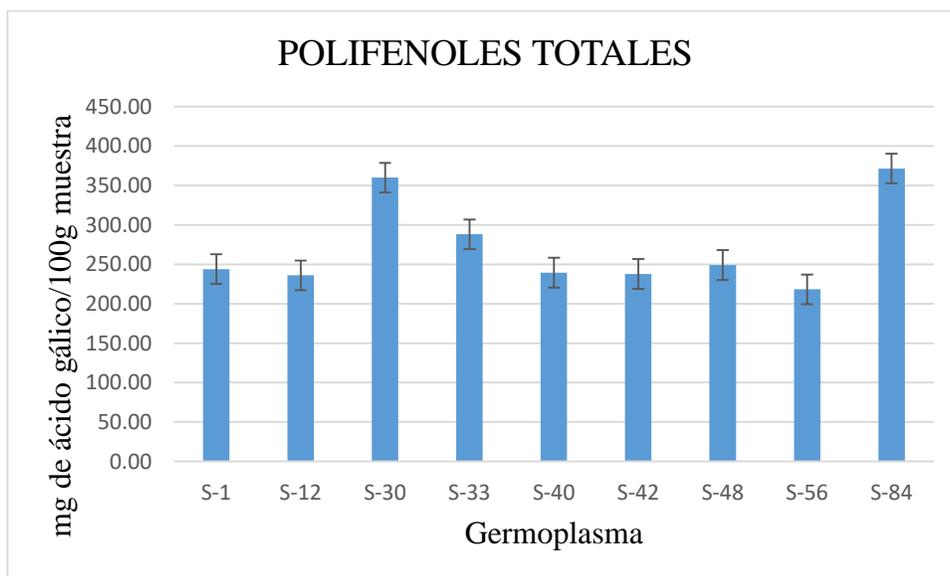


**Figura 8.** Evaluación y Comparación de la concentración de vitamina C en los 9 Germoplasmas evaluados.

### 5.3.2 Polifenoles totales.

Los compuestos fenólicos como el ácido gálico son sustancias orgánicas sintetizadas como metabolitos secundarios de algunas plantas como las frutas que tienen funciones de defensa, debido a su estructura se le atribuyen propiedades antioxidantes que pueden ser aprovechadas en beneficio a la salud de las personas (Espinal y col., 2009); En la **figura 9** se muestran las concentraciones obtenidas de Polifenoles totales determinando la concentración más alta de 371.56 mg de ácido gálico por cada 100 gramos para la selección del germoplasma S-84 y la más baja para S-56 con 218.29 mg de ácido gálico por cada 100 gramos.

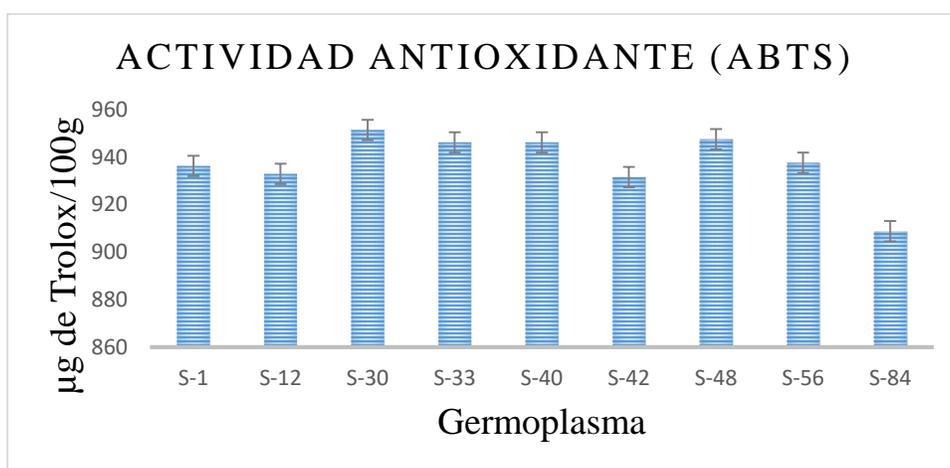
**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**



**Figura 9.** Concentración de Polifenoles Totales de los Extractos de Guayaba.

**5.3.3 ABTS.**

La **figura 10** muestra los valores obtenidos y expresados en base al antioxidante sintético de referencia (Trolox) de la actividad anti-radical de los extractos de las selecciones de los germoplasmas evaluados, presentando la mayor concentración la selección S-30 (951.32  $\mu\text{g}$  de Trolox/100g) y la menor el germoplasma S-84 (908.83  $\mu\text{g}$  de Trolox/100g).

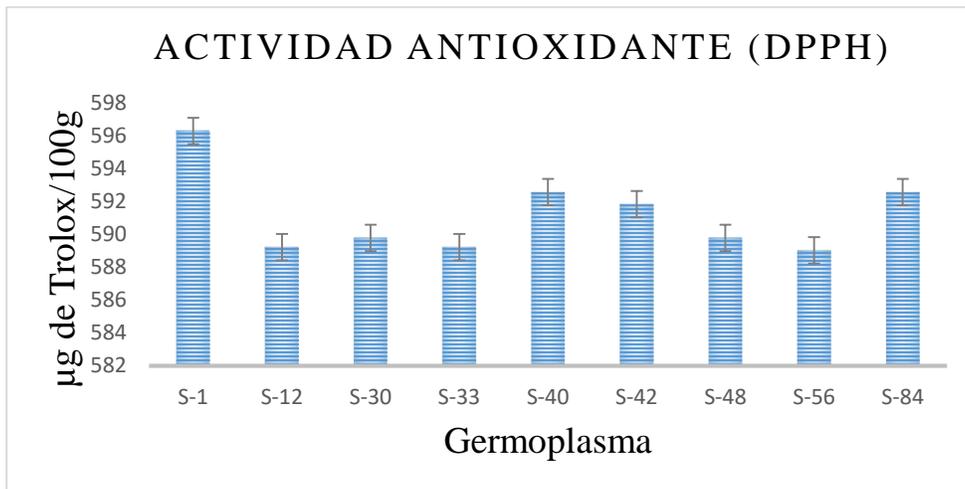


**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

**Figura 10.** Concentración de la Actividad Antioxidante de los Extractos de *Psidium guajava* L. Respecto al Radical ABTS.

5.3.4 DPPH.

La **figura 11** muestra los valores obtenidos y expresados en base al antioxidante sintético de referencia (Trolox) de la actividad anti-radical de los extractos de las selecciones de los germoplasmas evaluados, presentado la mayor concentración la selección S-1 (596.28 µg de Trolox/100g) y la menor el germoplasma S-48 (589.03 µg de Trolox/100g).



**Figura 11.** Concentración de la Actividad Antioxidante de los Extractos de *Psidium guajava* L. Respecto al Radical DPPH.

## CAPITULO 6. CONCLUSIONES

La evaluación de los parámetros físicos, químicos y capacidad antioxidante muestran resultados variables y germoplasmas sobresalientes:

- **Peso:** los germoplasmas evaluados se compararon con el CODEX-STAN-215-1999 respecto a la clasificación correspondiente a la masa de los frutos,

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

en donde las selecciones (S-1, S-33, S-40 y S-84) poseen el calibre 8 y las selecciones (S-12, S-30, S-42, S-48, S-56) el calibre 7.

- **Diámetro:** las medidas obtenidas de la zona ecuatorial de los frutos se clasificaron en base a lo establecido en la NMX-FF-040-2002; los resultados de las evaluaciones muestran que las selecciones (S-1, S-12, S-30, S-33, S-40 y S-48) pertenecen a la categoría “B”, S-42 “C”, S-56 “A” y S-84 “D”, siendo el 66.7 % del material biológico evaluado presentan un diámetro ecuatorial en un rango que oscila entre los 4.0-4.9 cm y el 33.3 % muestra un rango más variable. Comparando las mediciones realizadas con la NMX-FF-040-1993, muestran que el 88.9 % de las selecciones caracterizadas tienen denominación “media china”, mientras que el resto corresponde a tipo “china”.
- Respecto al peso, diámetro ecuatorial y firmeza sobresale la selección S-56 debido a valores más altos en los parámetros evaluados.
- **Sólidos solubles totales:** la determinación de azúcares en los frutos muestra al germoplasma más dulce S-1 con un valor de  $12.87 \pm 0.23$  °Brix.
- **Acidez titulable:** el fruto con mayor concentración de ácidos orgánicos no volátiles S-40 con un valor de  $4.35 \pm 0.18$  % de ácido cítrico.
- **Clorofila a y b:** la evaluación de los pigmentos presentes en los frutos muestran que la selección S-30 posee la más alta cantidad de clorofilas a y b siendo el fruto con un color verde más intenso a diferencia de los demás germoplasmas.
- **Ácido ascórbico:** la determinación de la concentración de vitamina C (vitamina más importante en los frutos de guayaba) muestra una diferencia significativa que oscila entre los 147.52 mg de vitamina por cada 100

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

gramos de fruto, sobresaliendo el germoplasma S-33 con la mayor concentración con un resultado de 157.30 mg vit. C/100g; tomando como referencia la NOM-051-SCFI/SSA1, 2010 para los índices de ingesta diaria recomendada (IDR) de nutrimentos, los germoplasmas S-33, S-84, S-30 y S-12 cumplen con los parámetros establecidos para el consumo de ácido ascórbico el cual está establecido en 60 mg vit. C/100g para personas adultas.

- Polifenoles totales: la cuantificación de los polifenoles que se encuentran en mayor concentración en los frutos de guayaba (ácido gálico) muestra una diferencia significativa con valor de 153.27 mg ácido gálico/100 gramos de muestra, destacando por su valor más alto el germoplasma S-84 con una concentración de 371.56 mg ácido gálico/100g y encontrarse dentro de los límites apropiados de consumo regular (25-1000 mg/día) para evitar efectos adversos por dosis altas.
- Capacidad antioxidante ABTS y DPPH: la concentración de la actividad antioxidante expresada en Trolox (antioxidante sintético de referencia) muestra que no presenta una diferencia significativa entre los germoplasmas evaluados encontrándose en un rango para DPPH de 596.28-589.03 µg de Trolox/100g y para ABTS de 951.32-908.83 µg de Trolox/100g; mostrando un porcentaje de inhibición de los radicales libres empleados en las dos evaluaciones un intervalo del 80 al 90 por ciento, evidenciando un beneficio a la salud con un consumo regular de los frutos.
- Los resultados de los 9 germoplasmas muestran la existencia de una variabilidad significativa principalmente en parámetros físicos (peso, diámetro, firmeza), químicos (azúcares totales, acidez y pigmentos) y

## **CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

concentración de compuestos con actividad antioxidante (vitamina C y Polifenoles totales), mostrando información útil que puede ser aprovechada para un manejo más adecuado de cada una de las propiedades sobresalientes de los frutos además se propiciar estrategias de conservación y preservación de aquellos frutales que puedan aportar un beneficio en diferentes rubros como los económicos, salud e industriales.

### **CAPITULO 7. PROYECTO A FUTURO**

Los resultados obtenidos en la presente investigación proporcionan información que puede ser empleada para crear nuevas propuestas relacionadas con la conservación, propagación, manejo, innovación de nuevos productos, aumento del valor agregado, inclusión en la dieta mexicana, entre otras, que se detallaran a continuación:

- Debido a la amplia variabilidad existente en *Psidium guajava* L. es importante realizar de forma más rutinaria análisis sobre los cultivos comerciales y silvestres, para identificar las propiedades destacadas de cada frutal. Y así poder crear mejores sistemas de conservación de la especie que permitan tener de forma más accesible información que pueda ser empleada en beneficio de la agricultura y alimentación, además de propiciar a una mayor atención a aquellas especies vegetales que no están en programas de conservación y propagación.
- Utilizando la información proporcionada, por las evaluaciones morfológicas, fisicoquímicas y nutrimentales de los frutos; se pueden emplear para aumentar el valor agregado de cada uno de los productos procesados a base

## CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES

de guayaba que se distribuyen en el mercado y así aprovechar los atributos de cada frutal de forma específica.

- Destacando la vitamina C como compuesto más sobresaliente del fruto, este puede ser empleado para prevenir enfermedades crónico-degenerativas, que actualmente afectan a la población y combatir la obesidad añadiéndola en la dieta de las personas.
- Tomando como referencia su bajo costo, su disponibilidad todo el año y el consumo completo de la baya, se pueden emplear programas de difusión para el aumento de su consumo apoyando así el comercio local, la economía de las familias y promover una vida más saludable.

## CAPITULO 8. BIBLIOGRAFÍA

Anónimo. (2010). *Biodiversidad602310*. Obtenido de WEBMIUM:  
[biodiversidad602310.webmium.com/germoplasma](http://biodiversidad602310.webmium.com/germoplasma)

Anónimo. (2015). 4. Revisión biligráfica . *UDLAP*, 6-47.

Aragón Cuevas , F., & De la Torre, F. (2015). CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES SUBVALORADAS COMO RECURSOS GENÉTICOS AGRÍCOLAS. *Revista Digital Universitaria* , 1-13.

Bandera Fernández , E., & Pérez Pelea, L. (2015). MEJORAMIENTO GENÉTICO DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.). *Cultivos tropicales*, 96-110.

Bastías Marín , E. (2008). Biodiversidad y recursos fitogenéticos en la agricultura. *Scielo*, 5-7.

Cañizares , A., Laverde, D., & Puesme , R. (2003). Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, estado Monagas, Venezuela. . *UDO Agrícola*, 34-38.

Castro Camacho, J. K., Cerquera Peña , N. E., & Gutiérrez Guzmán , N. (2013). DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL EXOCARPIO COMO

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

INDICADOR DE DESARROLLO FISIOLÓGICO Y MADUREZ EN LA GUAYABA PERA (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera), UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. *EIA*, 79-89.

CODEX-STAN-215-1999. (1999). NORMA DEL CODEX PARA LA GUAYABA.

Córdova Téllez , L., Antonio López , P., Reyes Santiago, P. J., Villegas Monter, Á., Cadena Iñiguez , J., Mera Ovando, L. M., . . . Gámez Montiel , O. (2015). Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. *ANIDTA*, 13-325.

Cruz Delgado, S., & Urbina Hinojosa, S. D. (2003). Análisis de estacionalidad de la producción y precios en el mercado de productos hortofrutícolas y frijol. *SIAP*, 1-70.

Espinal , M., Olaya , J., Restrepo, P., Silva , K., & Parada , F. (2009). La guayaba, fuente de fenoles con actividad antioxidante. *bdigital* , 177-185.

FAO. (16 de Octubre de 2004). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5418s/y5418s00.htm>

FAO. (2014). *Normas para bancos de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma: Revisada.

Fernández Galván , D., & Hernández Delgado , P. M. (2013). El guayabo. *ICIA*, 1-2.

Gámez Pastrana , R. (16 de Julio de 2010). *Universidad Veracruzana* . Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/mgamez/docencia/metodos-de-conservacion-de-germoplasma/>

González Gaona , E., Padilla Ramírez , J. S., Reyes Muro, L., Perales de la Cruz, M. A., & Esquivel Villagrana , F. (2002). Taxonomía, morfología, adaptación, y composición del fruto. 21-23.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

- González Gaona , E., Padilla Ramírez, J. S., Reyes Muro, L., Perales de la Cruz , M. A., & Esquivel Villagrana , F. (2002). *Guayaba y su cultivo en México*. Aguascalientes, México: INIFAP.
- Hidalgo Filipovich , R., Gómez Ugarte , M., Escalera Cruz, D., & Quisbert Díaz , S. (2015). Beneficios de la guayaba para la salud . *Rev.Inv.Inf. Salud*, 27-32.
- Jiménez Lozano , L., Almanza Pizón, M. I., & Muños Flóres, J. E. (2009). Caracterización morfológica de accesiones silvestres de guayaba . *SciELO*, 69-73.
- Laguado, N., & Marín , M. (2004). Cambios en el contenido de glucosa y sacarosa durante el desarrollo de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Fac. Agron. (LUZ)*, 299-305.
- Lecha, J. B. (2002). Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de maduración de la fruta . *Tesis doctorales en red*, 13-34.
- NMX-FF-011. (1982). PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO. FRUTA FRESCA. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE MÉTODO POTENCIOMÉTRICO.
- NMX-FF-015. (1982). PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS, PARA USO HUMANO. FRUTA FRESCA. DETERMINACION DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES.
- NMX-FF-040. (1993). *FRUTA FRESCA. GUAYABA. (PSIDIUM GUAJAVA L.) ESPECIFICACIONES*.
- NMX-FF-040. (1993). FRUTA FRESCA. GUAYABA. (PSIDIUM GUAJAVA L.) ESPECIFICACIONES.
- NMX-FF-040. (1993). FRUTA FRESCA. GUAYABA. (PSIDIUM GUAJAVA L.) ESPECIFICACIONES.
- NMX-FF-040. (2002). PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO. FRUTA FRESCA. GUAYABA (*Psidium guajava* L.). ESPECIFICACIONES.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

- NOM-051-SCFI/SSA1. (2010). Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. *Diario Oficial de la Federación*.
- Ordóñez Santos , L., Ospina Postilla , M. A., & Rodríguez Rodríguez , D. X. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación* , 44-51.
- P. Ramírez V., R. O. (2000). *Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura, Informe Nacional*. chapingo, México: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.
- Padilla Ramírez , J. S., González Gaona , E., Esquivel Villagrana, F., Mercado Silva , E., Hernández Delgado, S., & Mayek Pérez , N. (2002). CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA SOBRESALIENTE DE GUAYABO DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES, MÉXICO. *Fitotecnia mexicana* , 393-399.
- Padilla Ramírez, J. S., González Gaona , E., Rodríguez Moreno, V. M., Cortés Penagos , C., & Sánchez Rico, T. (2014). Caracterización morfológica y bioquímica de frutos de guayaba . *Variabilidad de frutos de guayaba* , 1-44.
- Paez Zavala , J. G. (Febrero de 2017). ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES. Texcoco, Estado de México, México: UAEM.
- Paz Arrezola, J. A., González Padilla , J. L., & Hernández Díaz, J. M. (2012). *Evaluación y validación de variedades y selecciones existentes en México, manejo fitosanitario y nutrición del guayabo (*Psidium guajava* L.) para una producción sustentable* . Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos .
- Pérez Pelea, L., Sigarroa González, A., Rodríguez Medina, N. N., Bandera Fernández , E., & Valdés-Infante Herrero , J. (2013). Estimación de la heredabilidad en sentido ancho a caracteres de importancia agrícola evaluados en una población de guayabo (*Psidium guajava* L.). *Cultivos tropicales*, 66-73.

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

- Reveles Torres , L. R., & Velázquez Valle , R. (2017). Patrimonio Fitogenético: banco de germoplasmas de semillas ortodoxas del campo experimental de Zacatecas . *INIFAP*, 1-34.
- Rodríguez González, A., Laura Mounson, L., & Hernández Gómez , A. (2012). Determinación de la firmeza de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en diferentes estados de maduración. *Ingeniería Agrícola*, 42-46.
- Rojas Barquera , D., & Narváez Cuenca , C. E. (2009). DETERMINACIÓN DE VITAMINA C, COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE FRUTAS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) CULTIVADAS EN COLOMBIA. *Quim. Nova.*, 2336-2340.
- SAGARPA. (2015). Márgenes de comercialización/guayaba. *SAGARPA* , 1-4.
- Tilano. (10 de Septiembre de 2014). *TilanoTV*. Obtenido de <https://tilanotv.es/general/conceptos-que-influyen-sobre-el-color/>
- Valdés Infante , J., Nerdo Rodríguez , N., Bárbara Velasquez , J., Gaspar Sourd, D., González, G., Rodríguez , J. A., & Rohde, W. (2012). HERRAMIENTAS PARA UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GUAYABO (*Psidium guajava* L.) EN CUBA. *Agronomía Costarricense*, 111-129.
- Vargas Madriz, H., Barrientos Martínez, A., Cruz Alvarez , O., Martínez Damián , M. T., & Talavera Villareal , A. (2019). Parámetros fisicoquímicos de calidad en frutos de guayaba con presencia de larvas de *Conotrachelus dimidiatus* (Champion) (Coleoptera: Curculionidae). *Rev. Chapingo. Ser. Hortic*, 103-112.
- Villaseñor Perea, C. A., Romantchick Kriuchkova, E., Soto Escobar, M., Peña Peralta, M. Á., & Yam Tzec, J. A. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 74-82.
- Yam Tzec, J. A., Villaseñor Perea, C. A., Romantchik Kriuchkova, E., Soto Escobar , M., & Peña Peralta , M. Á. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales

**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMAS DE FRUTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) PROCEDENTES DEL INIFAP DE LA REGIÓN CALVILLO-CAÑONES**

características en la postcosecha. *Revista ciencias técnicas Agropecuarias*, 74-82.

Zaccari , F., Del Puerto , M., Vignale , B., & Pritsch , C. (2017). Parámetros colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo [*Acca sellowiana* (Berg) Burret]. *Agrociencia Uruguay* , 23-30.