

3. Marco teórico.

3.1. Generalidades.

El árbol de guayaba es nativa de Mesoamérica y América tropical, es decir América del Norte, América Central, América del Sur y el Caribe. Se distribuye en el sur de Florida, México, Cuba, Centro América, Puerto Rico, Guatemala, Brasil, Perú, Las Antillas, Hawai y el Caribe. La guayaba pertenece a la familia de Mirtaceae, es decir pertenece a la familia de plantas arbóreas o arbustivas, generalmente perennifolias y aromáticas. (Revista científica – 2015 p. S/N). Los españoles al llegar a América conocieron por primera vez este árbol que tiene grandes propiedades. Debido a sus múltiples beneficios y su gran sabor, los españoles empezaron a llevar esta fruta al continente Asiático y Europeo. En la actualidad constituye un cultivo de gran importancia en la India y la China, extendiéndose además al continente Africano, Nueva Zelanda, Australia. Su nombre científico es *Psidium guajava*, pertenece a la familia: Myrtaceae, subfamilia: Myrtoideae, género: *Psidium*, especie: guajava.

Este árbol se encuentra en todas las zonas subtropicales y tropicales del mundo. Su cultivo es adaptable a diferentes climas, a pesar de su origen tropical prefiere las zonas secas, se adapta a altitudes de hasta 1500 metros a nivel del mar. Cabe mencionar que la guayaba en nuestro país no es muy apreciada, pero a nivel internacional es una fruta muy apetecida. La cosecha en nuestro país se presenta entre los meses de mayo a julio. El nombre científico de la guayaba es *Psidium guajava*, el nombre vulgar es Guayaba, guayaba dulce, guayabo de venado, jalocote, etimológicamente viene del latín "Psidium", nombre genérico que significa "granada".

Entre las características más importantes de este árbol se puede mencionar que es un árbol frutal que mide entre 3 a 10 metros aproximadamente de altura, incluso puede llegar a medir 12 metros en cultivos seleccionados. Sus hojas son elípticas a ovaladas, simples, con peciolo corto, estas miden entre 3 a 6 centímetros de ancho aproximadamente, de 5 a 15 centímetros de largo, de color verde brillante, sus flores son grandes, blancas, tienen cinco pétalos y numerosos estambres. Sus hojas además poseen glándulas oleíferas que desprenden un agradable y apetitoso olor. Son hermafroditas, tienen numerosos estambres y

un solo pistilo, este árbol se encuentra en floración durante todo el año, en especial en los meses de marzo a septiembre. (INIAP., 2010)

Nuestros antepasados la usaban para curar úlceras e infecciones en la piel. Fue introducida a la medicina formal en el siglo XX, cuando se comenzaron a realizar estudios de sus propiedades antibacterianas, los mismos que concluyeron que la elaboración del té, se realiza colocando de 1 a 2 gramos de hojas frescas o secas en 250ml o 300 ml de agua caliente, se debe cernir y se endulza con miel o azúcar se administra 3 a 4 veces al día durante tres días, es bien aceptado por los pacientes porque carece de toxicidad o efectos adversos como otros antibióticos.

En cuanto a sus efectos curativos por ejemplo el efecto antimicrobiano se da gracias a la presencia de flavonoides en la composición química de *Psidium guajava*, se cree que sus componentes tienen efecto sinérgico en comparación a cada uno de ellos por separado. Existen dos grupos de flavonoides en esta planta, los derivados de la quercetina y derivados de la morina; la acción de los dos flavonoides tiene potente actividad antimicrobiana sobre *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. El extracto metanólico inhibe la secreción intestinal de acetilcolina en el intestino aislado de cobayos este mecanismo propone explicar el efecto antidiarreico, en China el año 2000 (Wei) investigó la recuperación en los pacientes tras tres días de tratamiento con té de hojas de guayaba, la misma que fue más rápida en hasta en un 87%, en comparación con los pacientes del grupo control que fue 58%.

Los polifenoles presentes en las hojas de *Psidium guajava* son los responsables de la actividad anticariogénica para que estos tengan efecto la concentración mínima inhibitoria debe ser de 4mg/ml.

La placa dental es un factor etiológico principal para la enfermedad periodontal, la quercetina que se encuentra en las hojas de *Psidium guajava* ha mostrado excelentes resultados antibacteriales frente a patógenos causantes de enfermedad periodontal: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium nucleatum*, la quercetina ha mostrado actividad antibacteriana sobre *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* y *Actinomyces*, la acción antibacteriana que realiza la quercetina probablemente es la interrupción de la membrana celular y la

inactivación de proteínas intracelulares, el guajaverin de las hojas de *Psidium guajava* tiene doble efecto bacteriostático inhibiendo el crecimiento de mutans y *Staphylococcus aureus*.

Gonzales y col. 2005, describen que los polifenoles que se encuentran en *Psidium guajava* por sus propiedades de astringencia inhiben la adhesión de *S. mutans*. En su estudio evaluaron la actividad antimicrobiana de varios extractos de *Psidium guajava* y *Psidium guineense*, sobre *Streptococcus mutans*, aislada de un paciente y *Escherichia coli*. A partir de 300 gramos de hojas y cáscara de *Psidium guajava* y de *Psidium guineense* se obtuvieron extractos etanólicos crudos con la técnica de maceración en frío, al finalizar el estudio concluyeron que los extractos etanólicos tienen hasta 71% de actividad antibacterial contra *S. mutans* y los halos de inhibición producidos por este tipo de extracto fueron de 13mm. Prabu 2005, realizó una investigación utilizando extracto de hojas jóvenes de *Psidium guajava* con metanol como solvente, efectivamente demostró actividad antimicrobiana con la CMI de 4mg/ml. Calixto 2006, señala que es beneficioso masticar las hojas de *Psidium guajava* porque actúa como analgésico dental y mejora el aliento ya que es un antibiótico natural, además expresa que tradicionalmente usamos muchas plantas medicinales y que la mayoría no tiene respaldo científico es por esta razón que recomienda la investigación de las mismas.

La preparación de los extractos debe ser lo más cercana posible a la forma tradicional. Se debe realizar la desecación de las hojas o frutos en estufa o al aire libre, la temperatura no debe exceder los 37°C para conservar los aceites esenciales siguiendo métodos farmacéuticos como: maceración, infusión, decocción. Además aconseja que al preparar los extractos acuosos o hidroalcohólicos de plantas medicinales se debe realizar en concentraciones entre 30 y 80%.

Garode y Waghode 2014, estudiaron el potencial bioactivo de los componentes de los extractos de hoja de *Psidium guajava*, en busca de una sustancia que permita excelentes resultados como la clohexidina pero que no pigmente los dientes con su uso prolongado. En su investigación comprobaron que el extracto de las hojas de *Psidium guajava* más etanol al 95%, tiene resultados antibacterianos similares a la corhexidina y que la CMI fue 2.5 mg/ml. De esta manera *Psidium guajava* podría ser utilizada para crear nuevos productos farmacéuticos e industriales. Pralhad y col.2015, probaron la actividad anti-caries

de los extractos etanólicos y acuosos de *Psidium guajava* contra *L. acidophilus*, la concentración de los extractos fue de 5% y 20% respectivamente, los extractos etanólicos produjeron 11.2 mm y 14.1mm de halos de inhibición mientras que los extractos acuosos produjeron 1.6mm y 5.1mm de halos de inhibición, los investigadores le atribuyen esta propiedad por la presencia de flavonoides en su composición química y recomiendan realizar un estudio in vivo.

3.1.1. Características botánicas.

Es un arbusto siempre verde de la familia de las Myrtáceas, frondoso que alcanza de 5 a 6 metros de altura en promedio. El tronco es corto de color verdoso carmelitoso a carmelita claro y está cubierto de una cáscara escamosa, sus hojas son elípticas y opuestas a sus flores y frutos carnosos.

Tallo: Cuando están tiernos son angulosos, su coloración se torna café claro cuando empiezan a madurar son muy ramificados puede alcanzar hasta 6 metros de altura, está cubierto de una cáscara escamosa.

Raíz: Su sistema es fuerte y su raíz principal es pivotante, lo cual le proporciona un buen anclaje pueden penetrar hasta los 5 metros de profundidad dependiendo de la textura del suelo y el nivel freático del mismo. A medida que este sube, la planta aumenta el número de raíces. En suelos sueltos las raíces penetran más que en suelos arcillosos. En árboles propagados vegetativamente el sistema de raíces crece superficialmente.

Hojas: Nacen en pares, de color verde pálido, coreáceas y de forma alargada, terminan en punta aguda con una longitud que oscila entre 10 y 20 cm, posee vellosidades finas y suaves en ambos lados, con una nervadura central y varias secundarias que se resaltan a simple vista.

Flores: Son bisexuales, blancos, grandes, solitarios o agrupados en pequeños racimos, localizados en las axilas de las hojas de recientes crecimientos, las flores nacen en las ramas más jóvenes solitarias, se encuentran de 1 a 3 por nudo, tienen gran cantidad de estambres y un solo pistilo poseen de 3 a 4 pétalos los cuales caen rápidamente son dulcemente perfumadas. Se poliniza principalmente por abejas.

Frutos: Según la variedad, la guayaba puede tener forma redondeada semejante a un limón o bien estrecharse hacia el pedúnculo, tomando una forma parecida a la pera. Bajo la cáscara que es la corteza puede ser lisa o rugosa y delgada o gruesa se encuentra una primera capa de pulpa, consistente, firme, de aproximadamente 0,25 centímetros de espesor, variables según la especie. La capa interior es más blanda, jugosa, cremosa y está repleta de semillas de constitución leñosa y dura. El sabor de la pulpa puede ser dulce hasta extremadamente ácido y en algún caso insípido. Presenta un aroma característico que va desde muy penetrante y fuerte a uno débil y agradable.

3.1.1.1. Requerimientos del cultivo y propagación.

En México prospera en diferentes condiciones climáticas: habita en climas cálido, semicálido, semiseco, seco y templado, las plantaciones comerciales se encuentran en climas tropicales secos, con temperaturas promedio de 18 °C, precipitación anual de 600 mm y altitud entre 150 a 600 m. La temperatura adecuada para su desarrollo está entre los 15 y 30 °C, aunque puede tolerar hasta 45 °C. Los requerimientos pluviales se encuentran entre 1,000 y 2,000 mm. Se han encontrado plantas donde las precipitaciones alcanzan 5,000 mm anuales. La especie tolera diversas condiciones de suelo, pero produce mejor en suelos bien drenados, con abundante materia orgánica y un pH de 4.5 a 7.5. Es tolerante a suelos ácidos y alcalinos (pH de 4.5 a 9.4). Se presenta principalmente en suelos con problemas de drenaje, tanto de origen calizo como metamórfico e ígneo.

La condición que tiene la semilla de guayaba de retener su viabilidad por mucho tiempo favorece la propagación y diseminación por medios naturales, la guayaba también se propaga por estacas de raíces, estacas de rama, acodos aéreos e injertos de yema. Las semillas toman entre 2 a 3 semanas para germinar en algunos casos son sometidos a tratamientos químicos para mejorar su germinación, las plántulas se trasplantan cuando tienen entre 30 a 40 cm de altura, el gran inconveniente que existe es que su producción no garantiza calidad de los frutos debido a la variabilidad de descendencia, las estacas de raíces es una de las más usadas consiste en cortar esquejes de 10 a 20 cm de largo los mismos que se deja enraizar en el suelo húmedo, una vez que la planta brota se trasplanta a fundas u otros envases hasta que estén listas para sembrar. Por medio del acodo se toma una rama de 35 a 40 cm de longitud del cual se saca un anillo de corteza al cual se aplica un

producto a base de auxina para facilitar el enraizamiento se envuelve en papel aluminio o plástico sin permitir el paso de la luz que al cabo de 45 días este enraíza y se trasplanta a fundas u otros envases y el injertos se realiza generalmente de las yemas de la planta estas se extraen una vez que la planta se encuentre en estado adulto.

3.2. Composición nutricional.

Su componente mayoritario es el agua posee bajo valor calórico, por su escaso aporte de hidratos de carbono, proteínas y grasas. Destaca su contenido en vitamina C (en algunas variedades puede ser el equivalente al zumo de 4 a 5 naranjas). Aporta en menor medida otras vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3, necesaria para el aprovechamiento de los principios inmediatos, hidratos de carbono, grasas y proteínas). Si la pulpa es anaranjada, es más rica en provitamina A (carotenos).

Entre los minerales, en mayor cantidad está el potasio aproximadamente 280mg por cada 100 gramos de porción comestible mismo mineral que es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. La vitamina C contenido muy destacado en la guayaba, interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones los frutos muy maduros pierden vitamina C.

La provitamina A o beta-caroteno que existe en mayor cantidad en la guayaba de pulpa rosada la cual se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita la misma que es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. La vitamina C y A, cumplen además una función antioxidante su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades facilitando a una buena evacuación intestinal.

Las guayabas contienen: vitamina A (21% del valor diario), esencial para mantener las membranas mucosas y la piel saludable; ácido fólico (20%), ideal para las mujeres embarazadas para ayudar a prevenir defectos del tubo neural. Los flavonoides incluyen el beta-caroteno (un conocido inhibidor de cáncer); licopeno, que en las guayabas rosas se ha

encontrado que protege la piel contra los rayos UV y ayudar a prevenir el cáncer de próstata; luteína y criptoxantina, ambos antioxidantes. Las guayabas también contienen potasio – incluso más que un plátano por porción - es importante por su papel regulador de la presión arterial y del ritmo cardíaco. Cantidades más pequeñas de otras vitaminas en la guayaba también merecen mención: el ácido pantoténico, niacina, vitamina B6 (piridoxina), Vitamina E y K, y los minerales magnesio, cobre, y manganeso, este último provee la enzima superóxido dismutasa.

3.2.1. Acción y utilización.

En medicina popular la decocción de las hojas se usa especialmente en gastroenteritis, así como en enfermedades pulmonares, tos, resfriado y en dolores de muelas. El fruto también es muy utilizado en caso de diarrea. La decocción de las hojas y corteza se aplica, por vía tópica, en casos de enfermedades cutáneas y úlceras varicosas.

El uso popular de las hojas en el tratamiento de la gastroenteritis se justifica por su actividad antibacteriana y antidiarreica. Efectivamente, la hoja de guayabo presenta actividad antidiarreica: disminuye la motilidad intestinal por efecto sobre la musculatura lisa del intestino y reduce la secreción gastrointestinal.

Estudios experimentales realizados *in vivo* muestran que la quercetina y la 3-O-arabinosil-quercetina, presentes en la hoja de guayabo, inhiben la liberación de acetilcolina. Además, habría que sumar la acción antidiarreica de los taninos.

Diversos extractos de la hoja de guayabo han demostrado actividad antibacteriana *in vitro* contra diferentes microorganismos, entre los cuales destacan *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* y *Proteus mirabilis*.

Por su parte, el extracto etanólico de la hoja de guayabo muestra actividad antifúngica frente a *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* y *Candida stellatoidea*.

El extracto acuoso de la hoja de guayabo produce una ligera disminución de la frecuencia de tos inducida por un aerosol de capsaicina en rata y cobayo, lo que explicaría su uso como antitusivo en medicina popular.

Es antioxidante debido a que es rica en poli fenoles, carotenoides y flavonoides, es decir tiene efectos positivos en el estrés, diversas enfermedades y el envejecimiento cutáneo o anti edad, ya que protege de los danos ocasionados por los radicales libre, mejorando además la textura y el color de la piel.

La hoja de guayaba tiene otros beneficios como para las personas que padecen diabetes, ya que ayuda a disminuir la glicemia, disminuyendo el azúcar en la sangre, ayudan a la pérdida de peso, para esto se realizan infusiones con las hojas de guayaba, así disminuyen la sensación de hambre, regula el control del colesterol, debido a que reduce los triglicéridos y el colesterol LDL, acné, una pasta con las hojas de guayaba es eficaz para curar el acné y puntos negros, en el cabello, usando una infusión, contribuye al crecimiento del cabello sano, debido a que es rica en nutrientes y en antioxidantes.

3.2.2. Composición química.

Los principales componentes de las hojas de guayabo son flavonoides, entre los cuales se encuentran la quercetina y la 3-O-arabinosil-quercetina (guyaverina), la droga contiene alrededor del 10% de taninos de tipo hidro-lizables.

También cabe mencionar la presencia de aceite esencial (0,3%), constituido principalmente por cariofileno, óxido de cariofileno, β -bisaboleno, aromadendreno, β -selineno, *-pineno, 1,8-cineol y selin-11-en-4*-ol.

Otros componentes de las hojas son, triterpenoides, incluyendo ácidos oleánico, ursólico, crataególico, y guayavólico, así como β -sitosterol. Por lo que se refiere al fruto, por cada 100 g aporta 69 calorías y contiene un 80,6% de agua, proteínas (1%), ácidos grasos (0,4%, palmítico, oleico, linoleico, etc.), hidratos de carbono (17,3%) fibra (5,6%), calcio (15 mg), fósforo (24 mg), hierro (0,7 mg), sodio (4 mg), potasio (291 mg), caroteno (75 μ g), tiamina (0,05 mg), riboflavina (0,04 mg), niacina (1,10 mg) y abundante ácido ascórbico (132 mg, que en ocasiones llega a los 400 mg en la pulpa). La corteza contiene 12-30% de taninos.

Los taninos son esenciales en las interacciones de las plantas. Su importancia es debido a su capacidad para proteger las plantas de las heridas que pueden sufrir a más de los ataques

exteriores, debido a que son tóxicos para los microorganismos, o porque no son digeribles para los herbívoros. Además su sabor es áspero, por lo que produce sequedad, de allí que se diga que las plantas son astringentes. Los taninos son muy utilizados en la producción de vino y licores. La fórmula $C_{14}H_{14}O_{11}$, son polímeros complejos. Hay dos categorías de taninos, clasificados con base en su vía de biosíntesis y en sus propiedades químicas: los taninos condensados y los taninos hidrolizables. Los taninos condensados o proantocianidinas son polímeros de un flavonoide llamado antocianina. Los taninos hidrolizables son polímeros heterogéneos formados por ácidos fenólicos, en particular ácido gálico, y azúcares simples. Son más pequeños que los taninos condensados y son hidrolizados con más facilidad.

Favorece la coagulación sanguínea gracias a su efecto hemostático local y también cicatrizante. Si te han realizado una intervención quirúrgica puedes tomar infusiones de plantas como la salicaria, que es rica en taninos. De esta manera el proceso de cicatrizado es mucho más rápido.

Efecto astringente. Los taninos son perfectos para combatir la diarrea y los dolores gastrointestinales. No solamente las infusiones de estas plantas pueden ayudarte en esto, sino también ingerir algunas frutas que los contengan como, por ejemplo, las manzanas, las fresas, las uvas, etc.

Esteroides, los esteroides son lípidos de la más alta importancia en la fisiología humana y su estructura química deriva del núcleo del ciclo pentano perhidrofenantreno. Un grupo formado por los tres anillos del fenantreno pero con sus dobles enlaces saturados, unido al ciclo pentano. Este grupo químico que es característico de todos los esteroides se modifica con varios sustituyentes alcohol o cetona en diversas posiciones de los anillos y también por una cadena de carbonos unida al carbono 17 del ciclo pentano.

Los alcaloides son moléculas o sustancias de origen vegetal, que actúan como metabolitos secundarios de las plantas que han sido sintetizados partiendo de aminoácidos. Se caracteriza además por tener una estructura molecular compleja. El alcaloide es un compuesto orgánico cíclico que contiene nitrógeno (compuesto heterocíclico) en un estado de oxidación negativo con una distribución limitada entre los organismos vivos.

Los flavonoides son reconocidos por tener pigmentos vegetales no pigmentados; tienen propiedades nutritivas y beneficiosas para la salud, entre las funciones que tienen es atraer a animales polinizadores hacia las flores esto con la intención de dispersar mejor las semillas. Betasitosterol es un compuesto natural presente en las plantas, en las frutas así como en las hortalizas, perteneciente a la familia de los esteroides vegetales o fitoesteroides, Los fitoesteroides poseen una estructura química similar a la del colesterol y la propiedad de limitar su absorción intestinal. Este compuesto químico pertenece al grupo de los fitoesteroides, que son los esteroides que se encuentran de forma natural en las plantas. También se conoce que su estructura química es muy similar a la del colesterol.