

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre existe, su gran preocupación ha sido la lucha por la supervivencia, por conseguir los remedios para curar sus males y alargar la vida. Las plantas medicinales han provisto diferentes materiales, alimentos y curas a través de los años a la raza humana. En especial en mesoamérica, los Agaves han cumplido con la tarea de proveer alimento, bebida, techo, protección y medicina a las diferentes culturas. (Gentry,1982)

Los pueblos primitivos han adquirido información sobre las propiedades medicinales de las plantas, en un principio por casualidad y luego por necesidad, y estos conocimientos se han acumulado y transmitido en forma oral hasta nuestros tiempos. Hoy en día se ha concretado a aplicar métodos modernos de análisis, comprobando las propiedades que los indígenas encontraron de un modo empírico. En los últimos años y ya contando con procedimientos modernos, ha recibido gran impulso el estudio de las plantas medicinales, tratando de aislar sustancias activas, sobre todo alcaloides. Las familias vegetales en las que se han encontrado un mayor número de metabolitos secundarios son principalmente Amarilidáceas, Apocináceas, Compuestas, Ranunculáceas y Solanáceas (Martínez, 1990). Si se logra difundir esta información y estudiarla científicamente, la humanidad obtendrá sorprendentes e importantes sustancias que, de lo contrario, permanecerán ignoradas por largo tiempo, pues la civilización tiende a romper la cadena de la tradición verbal que ha preservado esta información.

## **1.1 Plantas Medicinales**

### **1.1.1 Definición:**

Cada zona geográfica del mundo tiene una vegetación autóctona con la que se obtienen diferentes preparados. Muchas de las especies vegetales utilizadas por sus virtudes curativas entre los antiguos egipcios, griegos y romanos pasaron a formar parte de la farmacopea medieval, que más tarde se vio enriquecida por los conocimientos del Nuevo Mundo. Dichas plantas medicinales y los remedios que entonces se utilizaban se siguen utilizando hoy en día. A principios del siglo pasado el desarrollo de la química y el descubrimiento de procesos de síntesis orgánica llevaron a la producción de medicamentos. Para la fabricación de muchos de ellos utilizaron los principios activos de determinadas plantas medicinales. (Domínguez, 1973) La Organización Mundial de la Salud definió en un congreso realizado en China en 1980 la “planta medicinal” como “todo vegetal que contiene en uno o más de sus órganos, sustancias que pueden ser utilizadas con fines terapéuticos o preventivos o que son precursores de hemisíntesis quimiofarmacéutica”. (World Health Organization)

La medicina tradicional se refiere a prácticas, manejo, conocimientos y creencias de la salud que incorpora medicamentos basados en plantas, animales y minerales; es la terapia espiritual, técnicas manuales y ejercicios aplicados en combinación o solas para tratar, diagnosticar y prevenir una enfermedad. (World Health Organization)

Las plantas medicinales se usan comúnmente en forma de infusión, de extracto, o como fuente de aceite esencial o resina, es decir dan lugar a mezclas complejas que contienen un gran número de constituyentes. Se conocen diferentes pasos a seguir en la obtención de principios activos a partir de las plantas:

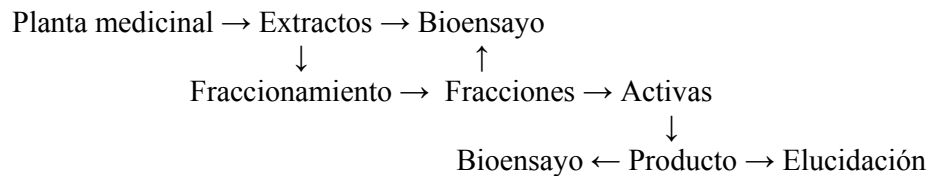


Fig. 1.1 (Villar, 1999, pg 94)

Como podemos ver, el estudio de las plantas medicinales no sólo se limita al conocimiento de la actividad de las sustancias de dichas plantas sino que también se enfoca en la purificación de un producto para poder determinar y nombrar la molécula que tiene una actividad específica para así poder comprender su acción en el cuerpo humano.

### 1.1.2 Historia:

El paso de las diferentes culturas ha creado todo un conocimiento de remedios vegetales que ha constituido la base de la medicina moderna. Existen varias evidencias del uso de plantas medicinales a través de los siglos, en la Biblia están descritas unas 200 plantas medicinales y sus aplicaciones. Al igual, en el papiro de Ebers, escrito aproximadamente hace 3500 años por los Egipcios, contiene descripciones de enfermedades e indicaciones para tratarlas con plantas. (Domínguez, 1973) Una de las referencias más antiguas que se conocen del uso de plantas medicinales se refiere a la civilización China donde ya se utilizaba la herbolaria como remedio para enfermedades. Civilizaciones posteriores emplearon numerosas drogas animales y vegetales, bien para embalsamar a sus muertos o bien para curar enfermedades. Posteriormente, en Grecia, surgió el padre de la medicina, Hipócrates quien fue un gran conocedor de los remedios naturales de su tiempo. En la época romana el médico griego, Pedacio Dioscórides escribe la obra “De Materia Medica” el cual incluye el estudio de 600 plantas medicinales, de las cuales describe sus virtudes y forma de administración. (Villar, 1999) Durante la Edad Media el estudio de las plantas medicinales estaba en manos de

los monjes, que en sus monasterios, plantaban y experimentaban sobre las especies descritas en los textos clásicos. En el continente Americano estos conocimientos estuvieron por perderse en la época de la conquista por el rápido descenso en la civilización indígena, afortunadamente varios escritores españoles se dedicaron a reunir datos concernientes a plantas medicinales. Entre los autores se encuentra Francisco Hernández, ilustre Protomédico de las Indias, quien recolectó la información de la flora medicinal, Francisco Ximénez, fraile dominico quien publicó en 1615 “Los Quatro Libros de la Naturaleza y Virtudes de las Plantas” y Juan Badiano quien escribió el llamado Manuscrito o Códice Badiano, importante por sus dibujos e información en 1552. Las plantas mencionadas en este códice han sido correlacionadas con las sustancias que se le han extraído y los usos farmacológicos de tales compuestos. (Martínez, 1990)

### **1.1.3 Importancia:**

Más de un tercio de la población de los países en vías de desarrollo carece de medicamentos esenciales para mantener la salud. La provisión de terapias tradicionales que sean seguras y efectivas puede ser una herramienta exitosa para incrementar el acceso a medidas de salud para los que carecen de ellas. (World Health Organization)

En países como Africa, Asia y América Latina se utiliza la medicina tradicional para cubrir las necesidades básicas de salud. La medicina tradicional ha mantenido su popularidad en todos los sectores del mundo moderno y su uso se ha esparcido rápidamente a países industrializados. Se puede observar el uso creciente de esta herramienta de curación por las diferentes estadísticas recolectadas por la Organización Mundial de la Salud en el año 2000.

- En China, preparaciones herbales tradicionales abarcan del 30%-50% del consumo medicinal de ese país.

- En Ghana, Malí, Nigeria y Zambia la primera línea de tratamiento del 60% de los niños con temperatura alta, resultado de la malaria, es el uso de plantas medicinales.
- La OMS estima que varios países Africanos utilizan plantas medicinales en la mayoría de los partos en ese país.
- En Europa, Estados Unidos y otras regiones industrializadas más del 50% de la población usa medicina tradicional o complementaria.
- En San Francisco, Londres y Sudáfrica el 75% de los portadores del VIH/SIDA utilizan medicina tradicional o complementaria.
- El 70% de la población canadiense ha utilizado medicina complementaria al menos una vez.
- Entre los años 1995 al 2000 el número de doctores que se han especializado en medicina a base de remedios naturales se ha duplicado hasta 10800 doctores.
- En Estados Unidos 158 millones de personas adultas usan medicina complementaria y según la Comisión para Medicina Alternativa y Complementaria de este país se gastó 17 billones de dólares en remedios tradicionales en el año 2000.
- En el Reino Unido el presupuesto anual para el uso en medicina tradicional es de 230 millones de dólares.
- El mercado global de plantas medicinales se ubica sobre los 60 billones de dólares anuales. (World Health Organization)

Alrededor de 70 países tienen regulaciones con respecto a plantas medicinales pero su control legislativo no ha sido estructurado completamente. Esto es debido principalmente a que las plantas medicinales tienen definiciones diferentes entre países y se ha llegado a enfoques encontrados con respecto a temas como la licencia,

dispensación, manufactura e intercambio de las plantas. La evidencia científica limitada de plantas medicinales con respecto a su seguridad y eficacia convoca a los gobiernos a que:

- Formulen políticas y regulaciones del uso adecuado de plantas medicinales y la integración de éstas al sistema de salud internacional.
- Establecer mecanismos de regulación para controlar la seguridad y calidad de los remedios naturales.
- Crear conciencia con respecto a la seguridad y eficacia de los remedios naturales entre el público y consumidores.
- Cultivar y conservar plantas medicinales para asegurar el uso sustentable de éstas. (World Health Organization)

## **1.2 Metabolitos secundarios**

### **1.2.1 Definición:**

Las plantas medicinales elaboran en su metabolismo una serie de sustancias que van a tener diferentes intereses en función de su utilidad, a éstas se les denomina “principio activo” que es una “sustancia pura, principal responsable de las acciones y efectos farmacológicos que poseen la droga y por lo tanto de su uso terapéutico, pudiendo servir para la elaboración de medicamentos”. Los principios activos son en general metabolitos secundarios que provienen de una cadena de oxidaciones y reducciones en el metabolismo secundario. A los principios del metabolismo secundario se les considera como no esenciales para la vida. Según Bullock, el metabolismo secundario sirve para mantener el metabolismo básico en aquellas circunstancias en las que los sustratos normales no pueden ser utilizados para el desarrollo normal de la célula, por falta de nutrientes. (Domínguez, 1973)

Las rutas biosintéticas que dan lugar a metabolitos de uno y otro grupo están entrelazadas, debido a que productos del catabolismo de un tipo de principios pueden ser inicio de la génesis de otro. Un compuesto determinado puede ser utilizado en el metabolismo primario o secundario dependiendo de la especie, etapa vegetativa y del medio ambiente en que se encuentre. Las variables climáticas que afectan al rendimiento en principios activos, metabolitos secundarios, de las plantas medicinales son: temperatura, humedad, radiación solar en sus dos vertientes, luz y calor, régimen de vientos y química del suelo. La competencia por nutrientes con otros organismos es otro factor que influye en la producción de metabolitos secundarios al igual que la protección de insectos y otros animales. (Domínguez, 1973)

El metabolismo primario forma un sistema integrado que se prolonga en dos direcciones: una general, o línea macromolecular, para síntesis de ácidos nucleicos, proteínas, lípidos y polisacáridos, y otra especial o secundaria formada por metabolismo herbáceo como las pirrolicidinas, quinolicidinas, oligopéptidos, terpenoides, policétidos, oligosacáridos y alcaloides tripánicos, y otra serie de metabolismo leñoso que incluye lignoides, alcaloides bencilisoquinoleínicos e indólicos y flavonoides. (Villar del Fresno 1999)

El metabolismo secundario también produce polímeros especiales como los taninos condensados, taninos hidrolizables, ligninas, resinas, cutina, suberina y ceras. La mayor parte de los compuestos de interés farmacognóstico se sintetiza por alguna de las siguientes tres grandes ramas: 1) rutas del ácido shikímico y de los poliacetatos conducentes a la síntesis de sustancias aromáticas; 2) ruta del ácido mevalónico que da lugar a terpenoides, y 3) rutas del metabolismo del nitrógeno, principalmente aminoácidos, que llevan a la síntesis de alcaloides. (Villar del Fresno 1999)



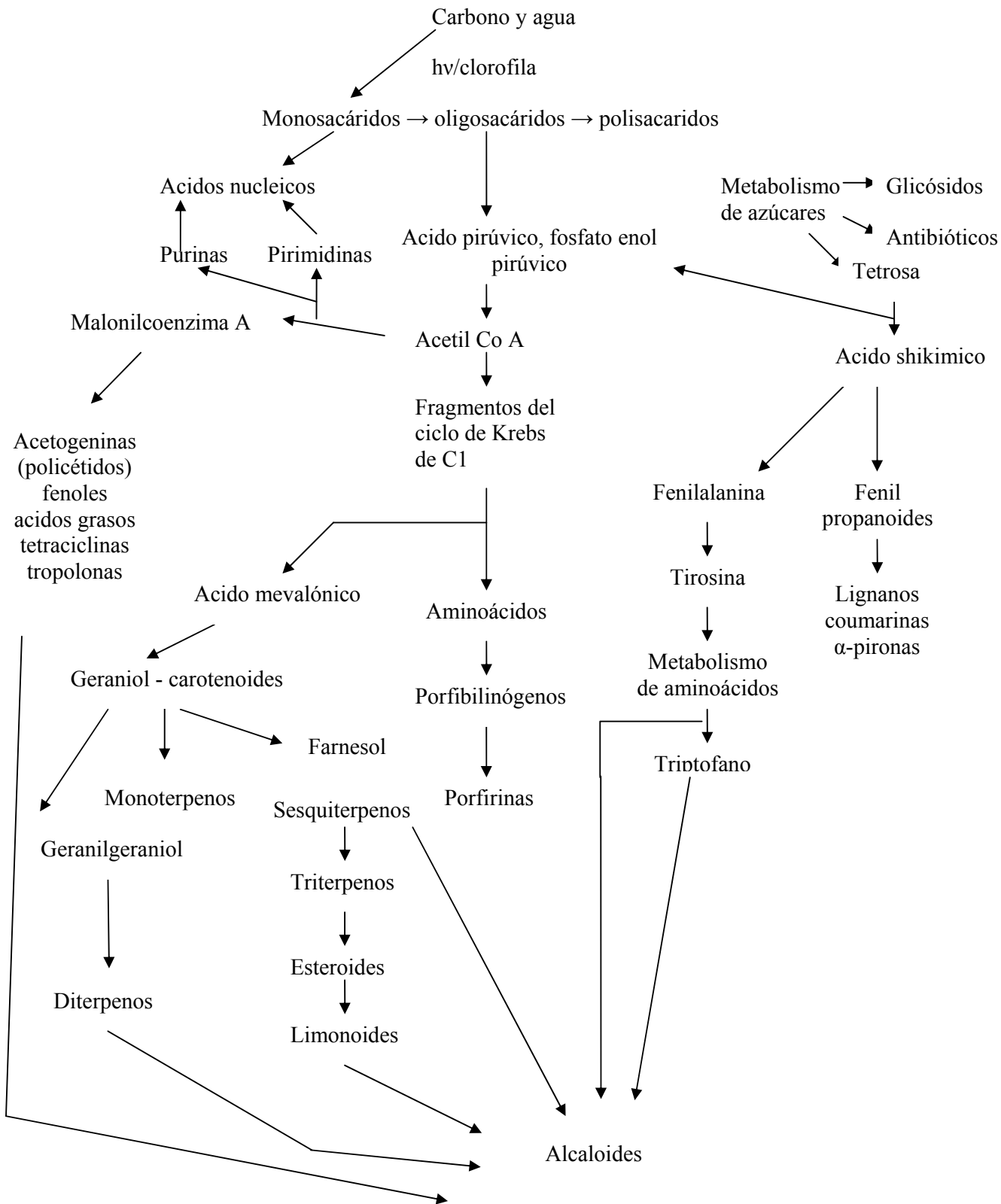


Fig 1.2 Biosíntesis de Metabolitos Vegetales (Domínguez, 1973)

Las células de las plantas producen una gran cantidad de metabolitos secundarios. Muchos de ellos son tóxicos y son almacenados, en su mayoría, en vesículas específicas o en vacuolas. Varios estudios indican que esta función de almacenamiento sirve de desintoxicación de la planta y por otro lado genera una reserva, por ejemplo, de moléculas ricas en nitrógeno. Algunos metabolitos secundarios pueden ser regresados al metabolismo primario mientras que otros no. (Evans, 2002)

Los metabolitos secundarios en las plantas son muy comunes pero no significa que todas las plantas producen todos los metabolitos. Algunas sustancias están restringidas a una sola especie y otras a grupos relacionados. La mayor parte de las veces se encuentran en una planta específica y en un órgano específico de ésta, en un tipo de célula y al igual solo se genera en un periodo específico del desarrollo de la planta. Es importante especificar que la presencia de ciertos compuestos químicos en las plantas es una forma de adaptación a su medio, aunque esto no siempre es cierto como en el caso de los pigmentos de las flores. (Evans, 2002)

La estructura química de los metabolitos secundarios es mucho más compleja que los productos del metabolismo primario. Esto lo explica el hecho de que la mayoría son sintetizados a partir de amino ácidos o nucleótidos. La mayoría de los compuestos encontrados pertenecen a unas pocas familias de sustancias identificadas. Solo se pueden observar pequeñas modificaciones químicas como metilaciones, hidroxilaciones, intercalación con iones metálicos, etc. esto conduce a un amplio espectro de sustancias biológicamente funcionales (Evans, 2002)

### **1.2.2 Función:**

Muchos metabolitos secundarios tienen función de señalización, influyen en la actividad de otras células, controlan la actividad metabólica y coordinan el desarrollo de toda la planta. Otras sustancias dan color a las flores para poder atraer polinizadores o proteger a la planta de ser consumida por animales. Algunas plantas producen fitoalexinas que previenen el esparcimiento de un hongo en una planta. Un gran número de sustancias son secretadas e influyen en la existencia de otras especies. La comunicación entre células es estimulada y mantenida por sustancias extracelulares. Debido a la difusión de la planta se pierden muchas sustancias con un amplio campo de acción, muchos de ellos son antibióticos, inhiben la existencia de especies competitivas así asegurando su nicho ecológico. (Sengbusch, 2005)

La influencia por la secreción de sustancias es llamada alelopatía, puede dañar la germinación, crecimiento y desarrollo de otras plantas. Los insectos han desarrollado estrategias de defensa contra los efectos insecticidas de algunos metabolitos secundarios. Durante la evolución se creó una dependencia de ciertos productos de las plantas, por ejemplo algunas especies necesitan de esas sustancias para poder iniciar su propia síntesis de compuestos. (Sengbusch, 2005)

Específicamente hablando de los grupos de metabolitos secundarios podemos ver su acción directa en las plantas, por ejemplo: los antocianósidos en la coloración de las flores y los frutos y los flavonoides como guías de polinización para insectos y protectores frente a la radiación solar. Estos metabolitos secundarios tienen varias funciones dentro de la planta en las que podemos destacar a los taninos que tienen capacidad de precipitar proteínas, produciendo dificultades de digestión en los herbívoros. Refiriéndonos a los monoterpenoides, algunos son citotóxicos, inhiben la respiración y la germinación, esto quiere decir que ejercen funciones alelopáticas.

Muchos sesquiterpenos han sido descritos como agentes implicados en la defensa contra agentes fitopatógenos y, finalmente, podemos citar a los fitosteroles, los cuales son elementos importantes en la estructura de las membranas, y a los cardenólidos que son protectores frente a la foto-oxidación. (Villar del Fresno, 1999)

### **1.2.3 Importancia:**

Desde hace siglos muchos compuestos en plantas han tenido un papel importante en la medicina dándole un valor farmacológico y económico muy grande. Durante los últimos 20 a 30 años el análisis de metabolitos secundarios ha progresado bastante. El uso de técnicas modernas como la cromatografía (en todas sus variantes), electroforesis, técnicas isotópicas y la enzimología, han podido elucidar las fórmulas químicas exactas y las rutas biosintéticas mas importantes. (Sengbusch, 2005)

## **1.3 Agave**

Entre los grupos de plantas más importantes para conocer sus metabolitos secundarios y su comportamiento, se encuentran los magueyes. Estas plantas han sustentado los grupos humanos en México y han evolucionado junto con los pueblos de esta región. Los Agaves tienen una gran importancia en cuanto a la biodiversidad y la fuente de recursos que representa por lo que se debe de conocer sus procesos ecológicos, etnobotánicos, químicos y evolutivos para que de esta forma se entienda la planta y se pueda conservar y aprovechar.

### **1.3.1 Historia:**

La coexistencia del hombre mesoamericano y los magueyes data de 10,000 a 8,000 años a.C., como lo muestran restos de hojas mascadas y fibras encontradas en cuevas alrededor de México. La domesticación de algunas especies como el maguey de pulque o maguey manso (*Agave salmiana*) parece haberse iniciado hace unos 3500 años. Durante los años 2000 a 200 a.C., el maguey era cultivado por las culturas de

Tula, Tulancingo y Teotihuacan, en donde se han encontrado raspadores de piedra cuyo propósito era la obtención de aguamiel. Durante la conquista en 1570, Francisco Hernández, protomédico del Nuevo Mundo, en su obra Historia de las plantas de Nueva España, menciona el uso del maguey y sus nombres más comunes. (Abisai García – Mendoza, 1992)

En la cultura mesoamericana el *Agave* proporcionó al hombre alimento, calor, techo, vestido, medicina, bebida, uso religioso, ornato, muebles, implementos agrícolas entre otros. Entre los nahuas, el maguey era considerado de origen divino y su uso estaba destinado a determinados acontecimientos como la recolección de la cosecha, ceremonias propiciatorias de lluvia, matrimonios, nacimientos y entierros. El control del uso de los productos del agave era exclusivo de los sacerdotes quienes dictaminaban las ocasiones en que se utilizaba y quienes podían utilizarlo. (Abisai García – Mendoza, 1992)

Cuando los españoles comenzaron a colonizar mesoamérica, se llevaron indígenas Nahuatl como intérpretes, trabajadores y granjeros, estas personas se llevaron el maguey con ellos en su viaje a lo largo del continente americano y el viejo mundo. El esparcimiento del agave en el viejo mundo llegó a su plenitud en el siglo XIX cuando los *Agaves* se volvieron populares en Europa como plantas ornamentales. La industria de las fibras del agave se desarrolló en este siglo, dando un gran empuje al cultivo de esta planta. (Gentry, 1982)

La palabra maguey parece ser de origen antillano, derivado de las palabras meguey, magheih, magney o mangueis y fue traída por los españoles durante la conquista. Los nahuas conocen a los magueyes con el nombre genérico de metl; los otomíes como uadá o bomi'ni, los zapotecas como dua o doba, los mixtecos como yabi y los purépechas como tacamba. En 1753, Linneo designa con el nombre genérico de

*Agave* a este tipo de plantas. La palabra proviene de una raíz griega que significa “admirable” y describe no solo su rara apariencia, sino también su gran longevidad y su floración. (Abisai García – Mendoza, 1992)

### **1.3.2 Usos:**

El *Agave* tiene diversos usos a lo largo de todo el país, uno de los más importantes es la creación de bebidas alcohólicas. Se obtienen dos tipos de bebidas del agave: el fermentado (aguamiel y pulque) y el destilado (mezcal y tequila). El pulque se ha producido desde tiempos prehispánicos y ha permanecido de uso endémico, el consumo de éste estimuló el cultivo del *Agave* y se volvió básico en la antigua civilización Mexicana. Por sus efectos alcohólicos se utilizaban estas infusiones en ceremonias religiosas y místicas. Existían varios dioses relacionados con el agave pero parece que el principal es la diosa Mayahuel, diosa del pulque. De acuerdo a los códices, los Aztecas durante su migración al valle de México, descubrieron el maguey e inventaron el pulque entre los años 1172 y 1291, pero se sabe que el uso de el maguey se remontan a tiempos mucho mas tempranos que esos. (Gentry, 1982)

Hoy en día se siembra el agave para poder producir pulque pero se necesita que la planta esté en fase adulta, 8-12 años, para poder producir la bebida, debido a que mientras más madura esté la planta el contenido de carbohidratos se incrementa. Se obtiene de la planta el conocido aguamiel y se fermenta para obtener pulque, existen varias bacterias que intervienen en la fermentación, algunas son: *Zymomonas mobilis* y *Lactobacillus* y levaduras como: *Saccharomyces cerevisiae*, que transforman la glucosa en alcohol y bióxido de carbono, produciendo además ácido láctico; algunas más, del género *Leuconostoc* producen dextranas. El proceso de elaboración del pulque presenta algunas variaciones según el grupo étnico involucrado. Se considera a ésta como una bebida blanca y viscosa que presenta de 3 a 6 por ciento de alcohol. Entre sus

propiedades alimenticias se incluyen los azúcares, aminoácidos esenciales y vitaminas del complejo B complementando los requerimientos nutricionales de la población, ayuda a balancear la dieta casi nula de carne del pueblo indígena en pobreza en este país. (Abisai García – Mendoza, 1992)

El maguey también ha sido muy utilizado para la fabricación de fibras. Se ha encontrado que en diferentes pueblos se utiliza la fibra del *Agave* para fabricar cordones, redes, bolsas, cestas, tapetes, cobertores, ropa (particularmente mandiles), sandalias, trenzas, cepillos de cabeza, brochas de pintura, hilo para coser, hilo para pescar, instrumentos musicales, entre otros. (Gentry, 1984) Las flores del *Agave* se utilizan como alimento, éstas se recolectan de plantas silvestres o cultivadas y con ellas se preparan diversos guisos que se consumen durante la época de floración. Las hojas o pencas se emplean como saborizante al cocer la barbacoa y la cutícula de ellas se extrae para envolver el mixtote. (Abisai García – Mendoza, 1992)

El *Agave* se utiliza, además, para producir remedios naturales para curar enfermedades. Con las pencas se preparan específicamente ungüentos o cataplasmas para curar comezones, golpes, moretones y heridas. Las saponinas identificadas en los *Agaves* sirven como producto de partida para sintetizar cortisona y hormonas sexuales para producir anticonceptivos. También se ha registrado el uso del *Agave* como antirreumático, para prevenir escorbuto y como antídoto contra picaduras venenosas. (Gentry, 1984)

Recientes estudios han demostrado el uso del *Agave* para producir edulcorantes para bebidas, cremas reafirmantes de busto, antiséptico aislado del *Agave filifera* y tratamientos para la caída del cabello a base de las pencas del agave. (Kolendo, J, 2000)



Fig. 1.3 Agave sp.

### **1.3.3 Distribución:**

Las agaváceas se hallan desde el nivel del mar, donde crecen sobre las dunas costeras hasta los boques mesófilos de montaña a los 3300 metros, sin embargo su abundancia es mayor entre los 800 y 2500 metros sobre el nivel del mar. La familia Agavaceae sólo se desarrolla en forma natural en América. Su límite norte de distribución se halla en Alberta (Canadá) y Dakota del Norte en los Estados Unidos. A través de México y Centroamérica se extiende hacia el sur hasta Venezuela y las Guyanas luego por los Andes hasta Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Paraguay. Crecen también en todas las islas del Caribe, desde Cuba y las Bahamas hasta Curazao y Aruba. Existen alrededor de 288 especies pero México concentra el mayor número de estas, 217, abarcando el 75% del total. Estas plantas pueden soportar temperaturas muy diferentes desde -9 a +41 grados centígrados. (Abisai García – Mendoza, 1992)





Fig. 1.4 Agaves sp.

#### 1.3.4 Morfología:

Taxonómicamente el género *Agave* se ubica en la familia *Agavaceae* y su nombre viene del griego y significa “admirable”. La familia *Agavaceae* está formada por los géneros *Agave*, *Beschorneria*, *Furcranea*, *Hesperaloe*, *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes* y *Yucca*. Dentro del género del *Agave* se encuentran los subgéneros *Littaea* y *Agave*, diferenciados por el tipo de reproducción en espigas y en paniculado. El subgénero *Littaea* se divide en los grupos *Amolae*, *Choriteplalae*, *Filiferae*, *Marginatae*, *Parviflorae*, *Polycephalae*, *Striatae* y *Urceolatae*. El subgénero *Agave* está dividido en los grupos: *Americanae*, *Campaniflorae*, *Crenatae*, *Deseticolae*, *Ditepalae*, *Hiemiflorae*, *Marmoratae*, *Parryanae*, *Rigidae*, *Salmianae*, *Sisalanae* y *Umbelliflorae*. (Gentry, 1982)

Los *Agaves* son plantas perennes, rizomatosas, de tallos acaules, hojas grandes dispuestas en roseta y suculentas-fibrosas que terminan en una espina. El *Agave* tarda en florecer de 7 a 20 años. A nivel genético las agavaceas tienen 30 cromosomas, 5 largos y 25 pequeños. Un rosetón puede tener de 20 a 200 hojas dependiendo de la especie. Esta estructura sirve como protección para la planta contra animales herbívoros. (Kolendo, 2000)

Las hojas son gruesas y suculentas, crecen en forma espiral. Después de la etapa de germinación las hojas crecen en forma de cono sobre lapadas, cada hoja o penca desdoblada deja una impresión para la siguiente penca, ya maduras las hojas permanecen hasta la maduración final varios años después. Las hojas son gruesas con un parénquima esponjoso para almacenar agua con una capa externa, epidermis, de cera. En todos los *Agaves* el sistema vascular circula por toda la hoja creando fibras que corren por todo el largo de éstas. Las hojas del *Agave* son duras, algo rígidas y muy fibrosas en el centro. Los márgenes de las hojas presentan pequeñas espinas ganchudas o rectas. El color, tamaño, grosor y forma de las espinas y hojas se han utilizado para la caracterización de especies. La hoja del *Agave* vive entre 12 a 15 años. Toda la capacidad de almacenamiento de agua y energía se encuentra en la hoja, haciéndola una fuente importante de investigación (Irish, Mary y Gary, 1982).



Fig. 1.5 Pencas

El arreglo radial de las hojas cubre el área de la planta y ayuda a guiar el agua de la lluvia escasa al centro de la planta. Este arreglo de las hojas parece ser una adaptación importante para la supervivencia de la planta, adaptada a temporadas de sequía y extremo calor. Las hojas permanecen turgentes por acción de los estomas. (Genty, 1982)



Fig. 1.6 Agave sp.

La inflorescencia se encuentra en espiga o panoja con escapo largo semileñoso; las flores son de color amarillo verdoso, protándricas con perianto infundiliforme de tubo de longitud variable y seis segmentos del perigonio, con anteras amarillentas; ovario ínfero trilocular, tricarpelar, con placentación axilar, multiovulada; fruto capsular leñoso alargado, dehiscente con 3 alas con numerosas semillas aplanadas algo triangulares de testa negra, algunos estudios estiman que la inflorescencia produce 720,000 semillas. La polinización ocurre por medio de murciélagos, aves e insectos, la reproducción puede ser también de tipo asexual, ya sea mediante la emisión de hijuelos que nacen alrededor de la planta madre, entre las hojas, o bien al lado de los frutos, y en este caso reciben el nombre de bulbilos. La separación de hijuelos de la base de la planta se ocupa para propagar el maguey tequilero y los pulqueros. El quiote o espiga puede variar en tamaño entre 2 a 12 metros según la especie. Los *Agaves* son monocárpicos, semelparos, esto es, que sólo tienen una floración al cabo de la cual la planta muere. Aun cuando exista alta producción de semilla en la reproducción sexual, debido a su gran depredación y también a que las condiciones de germinación no son siempre muy adecuadas, su reproducción es principalmente en forma asexual (por hijuelos) (Granados, Diódoro, 1999).





Fig. 1.7 Inflorescencia del Agave

El *Agave* ha tenido una historia muy unida con el desarrollo de la civilización humana, le ha proporcionado entre otras cosas fuente de alimento, bebida, fibras; ha alimentado su ganado; le ha proporcionado una vivienda y protección contra el medio ambiente. El *Agave* le ha dado a la humanidad material para la investigación y un tema de debate por lo que deberíamos estar agradecidos y deberíamos procurar proteger esta fuente de recursos valioso. (Kolendo, 2000)



Fig 1.8 Agave sp.

#### **1.4 Grupo *Salmianae***

Son plantas grandes, pesadas, con quiotes no muy altos y gruesos; se propagan por hijuelos al igual que por polinización. Las hojas son generalmente verdes, muy grandes, gruesas principalmente en la base y bien armadas con espinas. Se puede reconocer a esta especie por su rosetón grande, verde y grueso, tiene una base ancha con una forma piramidal, sus flores son dimórficas con tépalos desiguales. Estas diferencias han generado la clasificación de cuatro variedades: *salmiana*, *angustifolia*, *crassispina* y *ferox*. (Gentry, 1982)

El grupo *Salmianae* es nativo de los altos de México central y existen formas salvajes o cultivadas, tienen tolerancia al ambiente más limitada comparada con los demás *Agaves*. Se ubican principalmente en alturas de 1,230 a 2,460 metros sobre el

nivel del mar, su resistencia a lluvia varía entre 360 a 1,000 mm anuales. (Gentry, 1982)  
*Agave salmiana* Otto Salm, variedad *salmiana*.

Esta variedad de *Agave* recibe varios nombres o sinónimos entre los que se encuentran: *Agave mitriformis*, *Agave atrovirens* var. *sigmatophylla*, *Agave whitackeri*, *Agave quiotifera*, *Agave potatorum*, *Agave montezumae*, *Agave salmiana* var. *mitriformis*, *Agave latissima*, *Agave jacobiana*, *Agave compluviata*, *Agave cochlearis*, *Agave coarctata*, *Agave atrovirens* y *Agave lehmannii*  
(Plantas medicinales, 2005)

La planta tiene un tamaño de mediana a grande y tiene hojas cortas y gruesas, forma un rosetón enorme de 1.5 a 2 metros de altura. Las pencas tienen un tamaño de 100-200 cm de largo por 20 -35 cm de ancho y se encuentran lanceoladas, son carnosas de un verde casi grisáceo, tienen una forma muy convexa en la base y cóncavo en las puntas. Las espinas de los perímetros de la penca son mas grandes a la mitad de la penca, entre 5 a 10 mm de largo, y se separan entre si entre 3 y 5 cm; son de color café grisáceo. La espina final es larga, de 5 a 10 cm, con un color café oscuro. El quiole es de 7 a 8 metros de alto con brácteas carnosas y de 15 a 20 umbelas en la parte de arriba del quiole. Las flores son de 80 a 110 mm de largo y son carnosas, tienen forma cilíndrica, los tépalos son dimórficos, estrechos, intrincados y con bordes que se enrollan hacia adentro. Frecuentemente las flores son rojas al brotar y al abrir son amarillas. (Kolendo, 2000)

El *Agave salmiana* se puede encontrar principalmente en el área central de México, principalmente en los estados de San Luís Potosí, Morelos, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala. El área que ocupa este agave es de aproximadamente 350 km de norte a sur y 170 km de oeste a este. Consiste en poblaciones cultivadas y formas que crecen en forma silvestre La estación en que



florece parece ser a finales de marzo hasta junio. En el estado de Puebla se crearon barreras inmensas de este tipo de agave alcanzando una altura de 1.8 a 2.1 metros y 4.5 a 6 metros de ancho, filas de dos a tres *Agaves* que sirven como rompevientos y barreras contra la arena del desierto. (Gentry, Howard Scott, 1982)



Fig. 1.9 *Agave salmiana*

#### 1.4.1 Usos:

En *Agave salmiana* es el “maguey del pulque”, este tipo de agave principalmente se utiliza para la producción del pulque abasteciendo el 75% de este en el país. El pulque es una bebida medianamente alcohólica rica en nutrientes. Después de 8 a 12 años de crecimiento, un maguey pulquero se halla en su fase adulta y está próximo a reproducirse sexualmente mediante el surgimiento de su inflorescencia. Es en este momento cuando se le emplea para la producción de aguamiel, que una vez fermentado se convertirá en pulque. Una planta produce de 3 a 6 litros de aguamiel por extracción



y, según su robustez de 500 a 1000 litros en toda su vida, que dura de 3 a 8 meses. El pulque también se utiliza para la fabricación del conocido “pan de pulque”. (Abisai García – Mendoza, 1992)

Al igual se extrae una fibra del tallo el cual se desecha para poder obtener los jugos del maguey. De esta fibra se siguen fabricando cuerdas, redes y bolsas pero no es el principal uso de este agave. Este agave se utiliza como delimitador de propiedad, el quiote es utilizado como cerca o material de construcción. En San Luis Potosí se ha utilizado este tipo de agave mucho en la actualidad como forraje de animales vacunos y para sanar heridas de estos mismos animales. (Gentry, 1982)



Fig. 1.10 *Agaves*