

1989-A

82048308

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE LEGUMINOSAS COMO
ABONO VERDE EN LA RECUPERACIÓN BIOLÓGICA DEL SUELO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A:
DINNA DELGADO VARGAS
GUADALAJARA, JALISCO. 1997



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
BIBLIOTECA CENTRAL

C. DINNA DELGADO VARGAS
P R E S E N T E.

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis " **REVISION BIBLIOGRAFICA DEL USO DE LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE, PARA LA CONSERVACION BIOLÓGICA DE LOS SUELOS** " para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha tesis al **M. EN C. RUBEN DARIO GUEVARA GUTIERREZ.**

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "

Las Agujas, Zapopan, Jal., Abril 7 de 1997

M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION

M. EN C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

c.c.p. **M. en C. RUBEN D. GUEVARA GUTIERREZ.**- Director de Tesis.
c.c.p. El expediente del alumno.
AOB/JLNH/memn*

DR. ALFONSO E. ISLAS RODRIGUEZ
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

P R E S E N T E

Por medio de la presente, nos permitimos informar a usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante:

DINNA DELGADO VARGAS

Código 82048308, con título: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE, PARA LA CONSERVACIÓN BIOLÓGICA DEL SUELO, el cual ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente, y aprovechando la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Zapopan, Jal., a 28 de Febrero de 1997

DIRECTOR DE TESIS

M.C. RUBEN DARIO GUEVARA GUTIERREZ
NOMBRE Y FIRMA

ASESORES

M.C. RAMÓN CUEVAS GUZMÁN
NOMBRE Y FIRMA

ING. JUAN ARTURO CARRANZA MONTAÑO
NOMBRE Y FIRMA

SINODALES

ENTERADO Y APROBADO FECHA

1. M.C. AMERICA LOZA LL.
2. ING. JACQUELINE REYNOSO
3. BIOL. ROSA DE LOURDES ROMO

Ing. Juan Arturo Carranza Montaño
28 de Feb. 1997

Director de tesis: M.C. Rubén Darío Guevara Gutiérrez

Asesores: M.C. Ramón Cuevas Guzmán
Ing. Juan Arturo Carranza Montaña

INSTITUTO MANANTLÁN DE ECOLOGÍA Y
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR.
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

INDEPENDENCIA NACIONAL No. 151. AUTLAN DE NAVARRO, JALISCO.

TABLA DE CONTENIDO

Presentación	i
Institución donde se realizó el trabajo, director y asesores	ii
Tabla de contenido	iii
Agradecimientos	v
Dedicatoria	vi
Resumen	vii
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
3. METODOLOGIA	3
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
4.1. Abonos verdes	4
4.1.1. Ventajas	5
4.1.2. Desventajas	6
4.1.3. Consideraciones en la incorporación de abonos verdes	7
4.1.4. Labores del cultivo en la incorporación de abonos verdes al suelo	8
4.1.5. Produccion de Materia orgánica por abonos verdes	9
4.1.6. Metodología aplicada en la técnica de AV	10
4.2. Leguminosas	11
4.2.1. Descripción general de las leguminosas	11
4.2.2. Características fisiológicas y morfológicas	11
4.2.3. Descripción botánica a nivel subfamilia	14
4.2.3.1. Subfamilia Papilionoideae	14
4.2.3.2. Subfamilia Caesalpinioideae	15
4.2.3.3. Subfamilia Mimosoideae	16
4.2.4. Leguminosas utilizadas como abono verde	16
4.2.5. Inoculación	18
4.2.6. Importancia biológica de las leguminosas	19
4.2.7. Importancia comercial e las leguminosas	19
4.2.7.1. Producto comercial	20
4.2.7.2. Leguminosas de uso industrial	20
4.2.7.3. Leguminosas alimenticias	20
4.2.7.4. Leguminosas ornamentales	21
4.3. El suelo	22
4.3.1. Actividad biológica del suelo	22
4.3.2. Factores del proceso biológico del suelo	22
4.3.3. Efectos de la materia orgánica en el suelo	24
4.4. Nutrientes	25
4.4.1. Macronutrientes	25
4.4.1.1. Nitrógeno	26
4.4.1.2. Fósforo	28

4.4.1.3. Potasio	28
4.4.2. Micronutrientes.	28
4.4.3. Absorción de nutrientes	29
4.4.4. Fijación simbiótica del nitrógeno	30
5. RESULTADOS Y DISCUSION	33
6. CONCLUSIONES	35
7. BIBLIOGRAFIA	36
8. ANEXOS	42

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales y con sinceridad por el apoyo recibido de todos Ustedes.

A todos mis maestros de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Guadalajara, por ayudarme a cumplir una de mis más preciadas metas.

A los directivos del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO), por permitirme llegar a la fase terminal de este trabajo.

M.C. Luis Manuel Martínez R., por ser el que aportó la idea original de este trabajo.

M.C. Rubén Darío Guevara Gutiérrez, con quien se ha llegado a finalizar este estudio, el cual ha tenido una paciencia grandiosa.

M.C. Ramón Cuevas G. por su apoyo en la fase terminal de esta investigación.

M.C. Manuel Pio Rosales y esposa por su valiosa ayuda en el centro de cómputo.

M.C. Reyes Genoveva Jiménez Gómez, por su ayuda en las computadoras y por su apoyo moral.

Al Ing. José de Jesús Sandoval Legaspi, por su apoyo en varios aspectos del trabajo.

A Raquel Alvarez, por su importante ayuda en la presentación de este trabajo.

También, a todas las personas que con su ayuda fue posible, obtener valioso material bibliográfico.

A Cristina Parra por haber prestado 10 dibujos de leguminosas, para ser utilizados en este trabajo.

Finalmente, mi agradecimiento a todos los que pusieron un granito de arena, para que este trabajo pudiera culminar.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a mi Madre Ma. Concepción Vargas Vera e hijo Diego Alejandro por su infinito amor profesado el cual, fue el aliciente primordial para concluir esta investigación.

A mis hermanas, Nadia Sofía, Ana Victoria, Francisca, María y Gaudelia; hermanos, Manuel, José y Miguel por su apoyo y cariño.

RESUMEN

De acuerdo a una exhaustiva revisión bibliográfica de diversas investigaciones, se constata que el hombre ha hecho a un lado las alternativas de conservación de los recursos naturales; motivo que dió lugar a que este documento, tuviera como finalidad analizar la aplicación de la agricultura orgánica como una alternativa de prácticas vegetativas (abonos verdes); técnica de gran importancia en la conservación y características biológicas del suelo, en relación con la fertilidad del mismo. En el presente trabajo, se mencionan la descripción botánica de las leguminosas, las prácticas de aplicación de abonos verdes en la agricultura ventajas y desventajas de éstas; su uso comercial e industrial, la difusión que se les ha hecho en México y Latinoamérica y, finalmente se presenta un listado de las leguminosas silvestres de uso potencial en el estado de Jalisco, así como la producción de nitrógeno e influencia del rizobio.

Fue de importancia fundamental el análisis a nivel de abstracción, porque se relacionaron los temas según el orden de importancia, desde su historia, hasta la aplicación en la actualidad, llegando a interrelacionar y complementar lo que los diferentes autores manejaban de información.

Se consultaron fuentes como: libros, boletines, artículos y tesis; de éstas últimas consultadas 500 y sólo dos tratan en condiciones de invernadero a los abonos verdes lo cual refleja la poca o nula importancia que les dan a estos.

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del presente trabajo se establece en la recopilación bibliográfica sobre el conocimiento de la aplicación del abono verde (Acosta, 1992 c) como mejorador de las condiciones biológicas y fertilidad del suelo; reduciendo la erosión y aumentando la capacidad de retención del agua de lluvia y/o de riego (Acosta, 1992 c) además de ser auxiliar en el control biológico de plagas (Flores y Bunch, 1991).

Desde tiempo inmemorial el uso de judías, habas y altramuces como abono verde o sideral fue bien conocido por los romanos, quienes probablemente tomaron la idea de otros pueblos; en Europa casi se perdió este arte en la Edad Media, pero revivió en la Edad Moderna (Buckman y Brady, 1985). Nuestros antepasados también tenían conocimiento sobre la aplicación de técnicas de conservación e incremento de la productividad del suelo.

Hasta la fecha, se han mantenido los niveles de productividad en cultivos con prácticas que incluyen: labranza intensiva, monocultivo, altas dosis de fertilizantes, herbicidas y pesticidas. Sin embargo, tales prácticas se han explotado al máximo dando como resultado el aumento de los "productos agrícolas" y la degradación del suelo. Razón por la cual se percibe la necesidad de dar aprovechamiento al potencial que se tiene; ya que la familia de leguminosas cuenta con aproximadamente 17,000 especies y 700 géneros (Heywood, 1985), adaptadas a los trópicos, montañas y desiertos, consideradas especies potenciales para emplearse como abonos verdes, teniendo en cuenta el uso y utilidad que han tenido éste grupo de plantas, se decidió hacer este trabajo.

Para el presente trabajo los estudios fueron recopilados los estudios sobre AV realizados en la década de los 90's por: Fundación Interamericana Vecinos Mundiales de Tegucigalpa, Honduras (CIDICCO), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en Veracruz y El Batán Texcoco, México e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en Tlajomulco Jalisco.

2. OBJETIVOS

- A. Analizar la información publicada hasta el momento sobre el uso de leguminosas como abonos verdes.
- B. Señalar las principales características morfológicas de las leguminosas (a nivel de subfamilia).
- C. Proporcionar un listado de las especies de leguminosas promisorias y de las que actualmente se emplean como abonos verdes en el estado de Jalisco.
- D. Mencionar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo con relación a la conservación y su interrelación con el proceso agrícola.

3. METODOLOGÍA

- 1) La obtención de la información se logró mediante la recopilación y consulta de artículos, boletines, libros y tesis depositados en diferentes bibliotecas entre ellas: las del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Centro Universitario de la Costa Sur y Departamento de Madera, Celulosa y Papel "Ingeniero Karl Augustin Grellmann", todas ellas de la Universidad de Guadalajara. Además de las del Colegio de Posgraduados, INIFAP Tlajomulco, Jalisco y Cidicco, Tegucigalpa, Honduras, la cual se obtuvo por correo.
- 2) La revisión de la bibliografía se agilizó y eficientó con base en la elaboración de fichas bibliográficas, incluyendo el nombre del tema, referencia y resumen de cada obra.
- 3) Se sistematizó la información, proceso que consistió en analizar todo comentario, duda, observación, conocimiento nuevo de la información obtenida de las distintas fuentes (Baena, 1984). La información se seleccionó haciendo especial énfasis en aquellas obras que incluyeran aspectos de la aplicación de los AV como mejoradoras de suelo; de las que señalaban descripciones morfológicas de las leguminosas y de las que mencionaban condiciones físicas, químicas y biológicas suelo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La necesidad de implementar técnicas de conservación en la agricultura, se inicia debido a la problemática de conservación del suelo, los nutrimentos y el agua, como principales problemas que afrontan los agricultores e investigadores agrícolas en los sistemas de cultivo (Buckles *et al.*, 1992). Entre las técnicas de conservación, están las prácticas vegetativas, las cuales se describen como aquellas en las que se considera el desarrollo de plantas o cultivos, con la finalidad de mejorar la capacidad productiva del suelo, ayudando a la disminución de la erosión del mismo. Estas prácticas auxilian mediante el amortiguamiento de las gotas de lluvia y la disminución del arrastre de suelo por escurrimiento superficial, lo que favorece la recuperación biológica del suelo. Los tipos de prácticas vegetativas más reconocidas son la rotación de cultivos; cultivos en fajas; abonos verdes; cultivos de cobertura; cortinas rompevientos; 6) manejo de pastizales y manejo de bosque (Anaya *et al.*, 1977).

4.1. Abonos verdes

Como abono verde (AV), se considera a todo cultivo enterrado en verde en la época de madurez fisiológica, teniendo como función el enriquecimiento del suelo con la incorporación de materia orgánica (MO) y nitrógeno (Bennett, 1965; SAG, 1975; Anaya *et al.*, 1977; Torres, 1984; Yágodin *et al.*, 1986 y Sonafibin, 1989). Bajo este principio, "cualquier planta" puede ser considerada como AV; sin embargo, las leguminosas presentan una alta capacidad de fijación de nitrógeno a través de nódulos de las raíces (**figura 1**) formados por simbiosis de bacterias del género *Rhizobium* spp, razón por la cual, ocupan el primer lugar en utilización como AV (Bennett, 1965; SAG, 1975; Guzmán, 1982).

A través de la historia de la agricultura, tanto las leguminosas para abonos verdes, como los abonos orgánicos y los estiércoles, han servido de base para proveer de nitrógeno al suelo y han sido utilizados en México desde la época prehispánica (Yáñez, 1984; Cruz, 1989 y Acosta, 1992 c).

Al respecto, Justus (1803) citado por Langer (1983), descubrió que las plantas se limitan a extraer sustancias como nitrógeno, fósforo y potasio (**Cuadro 1**). A partir

de ello se empezó a suministrar compuestos químicos (soluciones acuosas), con lo que se observó el aumento de la producción, propiciando no prestar atención a las labores de cultivo y a la calidad física de los suelos (Cruz, 1989; Aldrich, 1972, citado por FAO, 1976).

Cuadro 1. Extracción de nutrientes por las plantas kg/ha (Langer, 1983; USDA, 1985).

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Leguminosas	-	30-60	80-100
Cereales	40-150	20-50	40-50
Maíz	100-220	40-60	50-90

En la actualidad, desde una perspectiva amplia de la problemática de la degradación del recurso suelo, los agricultores de zonas tropicales húmedas de México como Veracruz) y Honduras en Centroamérica han generado una tecnología alternativa denominada "abonos verdes", que requiere pocos insumos y produce resultados satisfactorios (Buckles *et al.*, 1992).

4.1.1. Ventajas.

La aplicación de **AV** en el suelo tiene las siguientes ventajas:

- a) Incrementa el contenido de materia orgánica.
- b) Mantener y mejorar la fertilidad.
- c) Reducir la incidencia de nemátodos (Yagodin 1980; Bunch *et al.*, 1985; Buckles *et al.*, 1992).
- d) Es recomendable en todos los terrenos de cultivo que presentan problemas de demérito como: deficiencia de humedad, erosión, topografía, texturas gruesas o finas y permeabilidad alta o baja (Ortiz y Ortiz, 1980).
- e) Mejorar las propiedades físicas (estructura, aireación y permeabilidad), así como las químicas, (incremento de nutrimentos, aumento del poder amortiguador del pH y aumento de la capacidad de intercambio catiónico (Alexander, 1980; Cruz, 1989).

- f) Proporcionar nitrógeno a cultivos posteriores.
- g) Ejercer una influencia conservadora sobre los nutrientes del suelo, ya que proporciona constituyentes solubles.
- h) Ser fuente directa de otros nutrimentos como P, S, B y Mo (Alexander, 1980).
- i) En suelos alcalinos, la descomposición de la materia orgánica libera bióxido de carbono, que ayuda en la solubilidad de varios nutrimentos (Fe, Mn y Zn).
- j) Las leguminosas de raíces profundas pueden transportar a la superficie nutrimentos absorbidos en las capas profundas y ponerlas al alcance de las raíces de cultivos posteriores, al atravesar los estratos de baja permeabilidad del suelo (Cruz, 1989; Parra, 1991).
- k) Ampliar la capacidad de aceptación a pH ácidos o alcalinos (Foth, 1985; Flores y Bunch, 1991). Al respecto, Buckman y Brady (1985), mencionan que Jensen (1917), encontró que la adición del 3% de abono verde al suelo, aumentaba la solubilidad de la cal y el ácido fosfórico del 30 al 100%.
- l) Prolongar el efecto benéfico por dos o más años (Bunch *et al.*, 1985).

4.1.2. Desventajas

Algunas de las desventajas que representa la aplicación de los abonos verdes son las siguientes:

- a) Cuando el agricultor considera que el agua disponible sólo será suficiente para el cultivo comercial y no suficiente para otras plantas como sería la leguminosa asociada.
- b) Cuando las leguminosas tienen ciclos de vida largos (bianuales o anuales) y se utilizan como abonos verdes, no es posible obtener cosecha con valor económico.
- c) Cuando el abono no tiene un procesamiento adecuado, su utilización puede traer efectos nocivos tales como la fijación de Amonio, Zinc y Cobre; proliferación de malas hierbas; producción de inhibidores del crecimiento de las plantas e infestación de plagas y enfermedades (Cruz, 1989).

- d) Constituyen una práctica que lesiona la economía del agricultor, según la creencia de algunos productores (Bunch *et al.*, 1985; Buckles *et al.*, 1992).
- e) Pueden perderse los constituyentes solubles que produce el abono verde, por un drenaje no adecuado o por la erosión del suelo (Alexander, 1980).

4.1.3. Consideraciones para incorporar AV en la agricultura

Los que a continuación se mencionan son algunos de los factores que hay que tener en cuenta para la aplicación de abonos verdes (FAO, 1982; Yágodin *et al.*, 1986).

- a) Determinar el tipo de leguminosa a utilizar, ya sea silvestre o cultivada; en el primer caso, se detectarán los sitios de colecta de las semillas, para lo cual se considera la cantidad existente en el medio y un período de aclimatación al cambiarlas de su lugar de origen.
- b) Utilizar las leguminosas que tengan un desarrollo agresivo, ya que son las que mayor cantidad de follaje producen.
- c) Aplicar AV con anticipación a la siembra del cultivo siguiente, a fin de dar tiempo a la descomposición del AV, proceso que dura de 60 a 90 días, en función de las condiciones de humedad y temperatura del suelo (Guzmán, 1982; Yáñez, 1984; Yágodin *et al.*, 1986).
- d) La planta que se utilice debe de tener un tamaño adecuado para que la cortadora pueda seccionar la materia verde, y se facilite el uso de la maquinaria así como la descomposición de la leguminosa utilizada.
- e) Para la aplicación de los abonos orgánicos, se consideran las propiedades físico-químicas del suelo y un buen cuidado para la descomposición (Buckman y Brady, 1985; Cruz, 1989).
- f) Se debe tomar en cuenta, que algunas veces, el porcentaje mayor de incorporación del nitrógeno al suelo, se obtiene hasta el segundo ciclo, lo cual se observó en el incremento de la producción (Zea, 1991).

4.1.4. Labores de cultivo en la incorporación de AV al suelo

Debido a las condiciones del suelo y a las necesidades del agricultor, éste ha sido capaz de determinar la fertilidad del suelo mediante el conocimiento empírico de la extracción de nutrientes por el cultivo, tratando de buscar medidas correctivas, como el aplicar materia orgánica o fertilizantes químicos, que al no tener parámetros exactos, a incurrido en el error de sobre uso; por éste motivo se considera necesario implementar mecanismos para la obtención de análisis físico y químico del suelo (Huerta, 1982).

La selección de leguminosas así como la época de siembra y cosecha de éstas debe realizarse en función de las características climáticas y físicas de la región. La época de siembra en terrenos de temporal debe establecerse en el inicio del periodo de lluvias, con el fin de lograr un buen desarrollo del cultivo y en áreas de riego se debe tomar en cuenta la calendarización (FAO, 1982; USDA, 1985; Flores y Bunch, 1991).

Con respecto a las técnicas agrícolas para el cultivo de AV, ha sido necesario implementar cultivos exclusivos o en forma asociada como el caso maíz-frijol, tal como se puede observar en la **figura 2** (Claude, 1986; Cruz, 1989); observándose una mayor utilidad de los AV bajo asociación con cultivos de escarda. En algunos casos, la planta sembrada como AV puede servir como cultivo de cobertura (USDA, 1985). Los sistemas de siembra y corta generalmente son recomendados para altas densidades de siembra al voleo para lograr una mayor cantidad de masa vegetal (sin descartar siembras en surcos). El corte de la leguminosa como cultivo exclusivo se aplica dejándose pasar de 60 a 90 días, enterrándose para tener un buen nivel de degradación del abono verde (Guzmán, 1982).

El cultivo básico asociado con la leguminosa permite obtener apreciable cantidad de masa verde, 20 ó 30 días después de haberse cosechado el cultivo comercial se incorpora el AV mediante barbecho.

Para el AV como cultivo exclusivo, se considera la siembra en bandas ó en dirección transversal y su función es contrarrestar la erosión del suelo (Yágodin et al., 1986); En relación al equipo disponible para realizar las labores de incorporación del

cultivo en verde se tienen 3 procedimientos (Anaya *et al.*, 1977; Claude, 1986; Cruz, 1989).

- a) Incorporación con arado de vertedero; procedimiento que consiste en enterrar el AV sin triturar el material vegetativo, lo que se recomienda para texturas gruesas, ya que con la aireación permiten una buena descomposición del material.
- b) Incorporación con arado de disco; este implemento logra en parte triturar el material vegetativo, permitiendo buena descomposición, recomienda en texturas finas.
- c) Trituración e incorporación. Se utiliza maquinaria que tritura inicialmente el material vegetativo y efectúa en forma simultánea la remoción del suelo, logrando una incorporación y descomposición eficiente y uniforme en el terreno agrícola (FAO, 1982).

4.1.5. Producción de Materia orgánica por AV

La influencia ejercida por el AV se encuentra referida al abastecimiento de materia orgánica al suelo; un AV seleccionado en forma adecuada puede producir entre 10 y 18 ton/ha de material orgánico fresco; sin embargo, la incorporación de este material al suelo estará en relación directa con las condiciones climáticas de la región y del grado de erosión, aunque sólo una parte del material verde llegue a convertirse en humus y otra mitad del volumen en forma de bióxido de carbono (Yáñez, 1984; Yágodin *et al.*, 1986; Cruz, 1989).

Al respecto, Willard (1983); Buckman y Brady (1985), mencionan que la aplicación promedio de 14 ton/ha de una leguminosa (materia orgánica) adiciona 130 kg/ha de nitrógeno y 60 kg/ha de fósforo; cantidades dependientes del cultivo que se utilice; siendo de 18 a 300 kg/ha de nitrógeno. Si un cultivo verde equivale a 5 ton/ha de materia seca, habrá una ganancia de nitrógeno de 90 a 120 kg/ha. La calidad y cantidad de la masa vegetal generada como AV por unidad de superficie, depende de factores tales como nutrientes, aire, agua, energía solar, lluvia, clima, y las propiedades físico-químicas del suelo (SAG, 1975; Alexander 1980 Siorli, 1982;

Fitzpatrick, 1986).

4.1.6. Metodología aplicada en la técnica de AV

Está visto que los proyectos productivos en agricultura son pocos los que funcionan debido a la complejidad de las culturas predominantes, aunado a esto, existe la falta de visualización del técnico sobre las necesidades prioritarias del agricultor, ha limitado el desarrollo de el proceso técnico-agricultor (Villarreal, 1992). Dicha situación ha dado lugar a diversas experiencias establecidas en el uso de los AV así como los géneros de plantas empleados en diversas partes del mundo (Cuadro 2 y figura 3).

La promoción de los AV se ha establecido a diferentes niveles:

1. Entre campesinos, mediante la técnica de pláticas de "campesino a campesino".
2. Entre técnico-agricultor, dependiendo de los resultados obtenidos en las investigaciones, esta relación consiste en buscar y aplicar un proceso específico de implementación, capacitación y evaluación continua a los agricultores.
3. Finalmente el proceso productivo debe ser evaluado con los agricultores (Buckles, 1992).

Cuadro 2. Experiencia sobre aplicación de abonos verdes (Zea, 1991; Flores y Bunch, 1991; Buckles et al., 1992).

Géneros utilizados	Localidad
Mucuna deeringianum (bejuco de abono, nescafé, pica pica mansa y frijol terciopelo (figura 4).	-Santa Marta (Veracruz); La Ceiba (Honduras); Guatemala y Haití.
a) Mucuna pruriens var. Utilis	-Honduras.
b) Dolichos lablab.	-Honduras y Brasil.
c) Pueraria phaseoloides (kudzu tropical).	-Ecuador y Wageningen (Holanda).
d) Crotalaria ochroleuca (sunhemp, chipilín).	-Tanzania (Africa) y Centroamérica.
e) Lotononis wigthii (soya perene).	-Brasil.
f) Canavalia spp.	-Guatemala.

4.2. Leguminosas

4.2.1. Descripción general

El nombre de la familia leguminosa (Leguminosae), se deriva de la palabra "legume", que quiere decir legumbre, fruto monocarpelar que contiene una sola hilera de semillas, y que hace su dehiscencia a lo largo de dos suturas o costillas.

Esta familia es considerada la tercera más grande de las plantas con flores; es importante por su gran valor alimenticio en la actividad pecuaria y por la fijación del nitrógeno atmosférico que enriquece el suelo (Flores, 1986).

Se distribuye en todos los climas y altitudes, desde los trópicos hasta las regiones montañosas y en los desiertos. Presenta variadas formas biológicas, entre ellas, hierbas, arbustos, lianas y árboles (Loza, 1988; McVaugh, 1987). Tiene una distribución cosmopolita (**figura 5**) y está constituida por aproximadamente 700 géneros y 17,000 especies (Heywood, 1985), de las cuales 4000 crecen en América (Flores, 1986).

4.2.2. Características fisiológicas y morfológicas

Las leguminosas son determinantes en la contribución del balance de nitrógeno en la naturaleza; en el proceso simbiótico, convierten el nitrógeno atmosférico a formas asimilables por la planta y, como fijadoras de nitrógeno, el 30% de las Caesalpinioideas (FAO, 1985); el 83% de las Mimosoideas, y el 95% de las Papilionoideas (Acosta, 1992. a).

Los miembros de esta familia poseen características muy peculiares en relación con otras plantas, sus diferencias morfológicas, están definidas entre géneros y entre algunas especies de acuerdo a la forma y disposición de la hoja, follaje, grado de ramificación, forma del fruto y flor; a pesar de estas diferencias, existe la uniformidad en el desarrollo típico en las leguminosas cultivadas (Flores, 1986). A continuación, se establece una descripción general en función de las características fenotípicas de este grupo de vegetales.

A) Hojas.

Las hojas en las leguminosas están dispuestas alternadamente este órgano es de

gran utilidad para la identificación de géneros y especies (**figura 6**). Los principales caracteres que se utilizan son:

a) Disposición (**figura 6**)

- Pinnadas, los folíolos están dispuestos en doble hilera a lo largo del ráquis, generalmente forman pares de inserción estrictamente opuestas, ej. *Vicia faba*.
- Digitadas, los folíolos nacen aparentemente en un sólo punto de la extremidad del peciolo, ej. *Lupinus*.
- Trifolioladas, hojas que tienen tres folíolos, ej. *Trifolium* o *Crotalaria*.
- Unifolioladas, derivan de hojas pinnadas o digitadas por un proceso de reducción, ej. *Galactia* y *Centrosema*.
- Bipinnadas, los folíolos no nacen en el raquis sino sobre las ramificaciones, ej. *Mimosa* o *Acacia* (Burkart, 1943).

b) Forma

- Anchas en medio: orbiculares, ovaladas, elípticas, oblongas, lineares, acerosas o aleznadas.
- Anchas en la base: deltoides, ovaladas, lanceoladas, subuladas, cordadas, reniformes, hastadas y sagitadas.

c) Textura: suculentas, coriáceas (secas ó rugosas).

d) Color: glaucas o blanquecinas, canescentes, incanas, punteadas, hialinas o transparentes.

e) Estípulas: ocreadas o envolventes, liguladas (con proyección de la vaina) y adnadas (las estípulas se extienden en el peciolo).

f) Pubescencia: glabras (sin pelos); pilosas (pelos blandos), hirsutos (escasos y largos); pubescentes (muchos y cortos); villosas (muchos y largos); seríceas (pelos sedosos); lanuginosas (pelos lanosos); tomentosas (como fieltro); escabrosas (pequeños y duros); hispidas (escasos y cortos); cetosas (pelos quebradizos) y espinosas (con espinas).

g) Forma del margen: enteras, onduladas, sinuadas, crenadas, dentadas, aserradas, palmatilobadas, palmatipartidas y palmatidividadas.

h) Orden de truncamiento y aguzamiento del ápice: obcordadas, emarginadas,

retusas, truncadas, obtusas, agudas, acuminadas, mucronadas, cuspidadas y aristadas (Flores, 1986; Estrada y Marroquín, 1992).

B) Tallos

Las variaciones de los tallos es grande de una especie a otra en lo relativo a longitud, tamaño, grado de ramificación y lignificación (Flores, 1986).

C) Raíces

Estructura importante de la planta por las funciones que desempeña como sostén, transporte de nutrientes y fijación de nitrógeno atmosférico; esta última, realizada simbióticamente entre una bacteria y la leguminosa (Flores, 1986).

Las raíces se clasifican tomando en cuenta su consistencia y duración (Ruiz et al., 1985; Anaya et al. 1977). Entre ellas destacan :

- Herbáceas, las cuales presentan una raíz primaria y varias raíces secundarias, son pequeñas, delgadas y blandas ej. *Vicia faba* (Estrada y Marroquín, 1992).
- Leñosas, son grandes, gruesas y resistentes. Según el tiempo de vida de las raíces, éstas se clasifican en anuales, bianuales y perennes (Ruiz et al., 1985).

D) Inflorescencias

Las flores están dispuestas en racimos, cabezuelas, o espigas (**figura 7**); las partes que forman una inflorescencia son las siguientes: a) Pedúnculo, es el tallo desnudo que sostiene la inflorescencia y la une al tallo vegetativo, generalmente es axilar o a veces terminal (breve o alargado) según la especie.

- Brácteas, hojitas escamosas del pedúnculo en cuya axila nace el pedicelo, sustituyen en la inflorescencia a la hoja normal (Burkart, 1943; Estrada y Marroquín, 1992).
- Raquis, es la continuación del pedúnculo en la que se insertan las flores, puede ser simple o ramificado.
- Pedicelos o pedunculillos, son los que sostienen las flores, pueden ser largos, pequeños o aparentemente nulos.

E) Flores

La flor es la estructura diferencial que ha sido considerada para clasificar la familia leguminosae en tres subfamilias (**figura 8**): *Mimosoideas*; flores de simetría

radial o actinomorfa y disposición valvar de las hojas en las yemas florales. *Cesalpinoideas*; flores de simetría bilateral o zigomorfa más o menos irregulares, y disposición imbricada de las hojas en las yemas florales. Corola casi regular, pétalo superior o estandarte cubierto por los pétalos contiguos. *Papilionoideas*; corola típicamente papilionácea, con el pétalo superior o estandarte que cubre los pétalos contiguos, los inferiores están soldados para formar la "quilla" (Cardona, 1980).

F) Fruto

El fruto es una vaina que puede contener una o varias semillas (**figura 9**). Cada semilla, está rodeada por la testa; la reserva nutritiva de la semilla queda contenida en los cotiledones. El hilo es la cicatriz donde la semilla se desprende de la vaina, en un extremo y entre los bordes de los cotiledones está el eje del embrión, que consiste de la plúmula y la radícula (Flores, 1986).

4.2.3. Descripción botánica a nivel subfamilia

La familia de las leguminosas se clasifica en 3 subfamilias: *Papilionoideae*, *Caesalpinoideae* y *Mimosoideae* (Sánchez, 1968; Flores, 1986; McVaugh, 1987; Parra, 1991; Estrada y Marroquín, 1992), las cuales son descritas a continuación.

4.2.3.1. Subfamilia *Papilionoideae*

Comprende entre 400-500 géneros y 10,000 especies (Heywood, 1985), de los cuales, *Astragalus* cuenta con 1,500 especies aproximadamente. El mayor número de especies son herbáceas, pero también tiene árboles y arbustos, su género típico es *Vicia* que es igual a *Faba* (Heywood, 1985; Flores, 1986) (**figura 10**). Las características representativas de esta subfamilia son: corola con simetría bilateral (amariposada) que se divide en dos por un plano imaginario; el pétalo posterior es enhiesto; casi siempre tienen 10 estambres en ocasiones soldados entre sí (monadelfos) o uno libre (diadelfos), los 9 restantes junto con sus anteras, forman un tubo que rodea el ovario; en ocasiones los 10 estambres están libres y el cáliz abraza a la base de los pétalos, estambres y ovario, a manera de una copa verde de cinco dientes, ocasionados por la fusión de los sépalos. En esta subfamilia se encuentran la

mayoría de los géneros utilizados como abonos verdes (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Género de Papilionoideae, utilizadas como AV (Flores, 1986).

Género	No. de especies
Phaseolus	250-300
Arachis	
Glycine	
Pisum	
Medicago	50
Trifolium	
Lotus	100
Dolicos	
Macroptilium	
Clitoria	
Indigofera	300
Crotalaria	250
Lupinus	300
Dalea	100
Tephrosia	400

4.2.3.2. Subfamilia *Caesalpinioideae*

Está constituida por más de 180 géneros y 2,500-3,000 especies, principalmente árboles y arbustos (Heywood, 1985) algunas de éstas son consideradas medicinales como es el caso de *Caesalpinia fistula* y su género típico es *Caesalpinia* (figura 11).

Las flores poseen menos de 10 estambres, tienen simetría bilateral; los pétalos no están soldados entre sí; la mayoría de las flores se presentan en racimos o panículas; las anteras son longitudinalmente dehiscentes, algunas veces poricidas; semillas sin estrías, usualmente con una radícula derecha.

Parra (1991) menciona que los géneros y especies herbáceas utilizadas en Jalisco como AV son: *Aeschynomene* spp, *Aeschynomene americana*, *A. americana* var. *fiabellata*, *A. amorphoides*, *A. histrix*, *A. scabra*, *A. rudis*, *A. villosa*, *A. villosa* var. *villosa*, *A. villosa* var. *longifolia*, *A. villosa* var. *mexicana*, *Chamaecrista absus*, *Ch. glandulosa* *Ch. nictitans*, *Ch. nictitans* var. *jalisciensis*, *Ch. punctulata*, *Ch. rotundifolia*, *Ch. rotundifolia* var. *rotundifolia*, *Ch. serpens*, *Ch. serpens* var. *wrightii*, *Chamaecrista*

spp. Senna obtusifolia y *Senna spp.* (Ver anexo 4).

4.2.3.3. Subfamilia *Mimosoideae*

Consta de 56 géneros y 2,500-3,000 especies, comúnmente árboles y arbustos (Heywood, 1985) de los cuales tenemos: *Acacia*, *Prosopis* y *Leucaena*; el género *Acacia*, con 700 especies identificadas como plantas arbustivas o arbóreas. El género típico de esta subfamilia es *Mimosa* con 600 especies (figura 12).

La mayoría de los miembros de este grupo tienen hojas pinnadas o bipinnadas y las flores presentan pétalos soldados entre sí, no se reportan géneros herbáceos (Flores, 1986).

4.2.4. Leguminosas utilizadas como abono verde

El aprovechamiento de las leguminosas en su máximo beneficios en términos de producción, es como abono verde, preferentemente de aquellas que mayor cantidad de nitrógeno fijado y materia orgánica (Cuadro 4).

Cuadro 4. Leguminosas utilizadas como AV y cantidades de nitrógeno fijado (Anaya et al., 1977; Yáñez, 1984).

Leguminosas	Nitrógeno fijado Kg/ha/ciclo
Alfalfa	217
trébol ladino	200
Lupino	169
Trebol dulce	133
Trebol alsike	133
Trebol rojo	127
Kudzu	119
Trébol blanco	115
Chicharo de vaca	100
Lespedeza	95
Veza (<i>Vicia sativa</i>)	89

Las leguminosas silvestres de tipo herbáceo se encuentran ampliamente distribuidas en todos los tipos de vegetación, son frecuentes en bosques de pino-

encino, terrenos dedicados a la agricultura, selvas, matorrales o pastizales, localizadas en altitudes de 0 a 2000 msnm, con precipitaciones anuales de 400 a 2500 mm y temperaturas de 4 a 30 °C (McVaugh, 1987; Parra, 1991).

Las Leguminosas forrajeras funcionan y destacan como abonos verdes que producen porcentajes apreciables de nitrógeno (**Cuadro 5**). FAO (1985), menciona los siguientes géneros: *Pisum sativum* (**figura 13**) *Medicago*, *Trifolium*, *Vicia*, *Melilotus* (originarias del Viejo Continente). Los siguientes géneros se encuentran en Centroamérica: *Desmodium*, *Acacia*, *Prosopis*, *Centrosema*, *Clitoria*, *Canavalia*, *Crotalaria*, *Galactia*, *Vicia* y *Dolichos*.

En el INIFAP de Tlajomulco Jalisco, se reconocen como abonos verdes los siguientes géneros: *Lathyrus*, *Vicia*, *Lupinus*, *Crotalaria*, *Dalea*, *Acacia*, *Eriosema*, *Marina*, *Phaseolus*, *Senna*, *Indigofera*, *Mimosa*, *Desmodium*, *Aeschynomene*, *Chaemacrista*, *Zornia*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Canavalia*, *Stizolobium*, *Mucuna* y *Vigna* (Parra, 1991) (Ver anexo 4).

Cuadro 5. Rendimiento de algunas leguminosas en peso fresco y en grano kg/ha (FAO, 1985).

Leguminosa	Peso fresco	Rendimiento grano Kg/Ha
Crotalaria	57,797	800
Cajanus	25,026	637
Dolichos	31,656	590
Trephosia	13,884	609
Shorgum (Gram.)	56,025	416

La adición de AV al suelo aumenta la actividad biológica, lo que propicia aumento de la población microbiana, la que participa en la descomposición de los materiales orgánicos (FAO, 1976); su incorporación, no sólo añade carbono orgánico, sino que incluso devuelve nitrógeno en grande o pequeñas cantidades, según las condiciones físico-químicas del suelo y la interacción del medio (Ortiz y Ortiz, 1980).

4.2.5. Inoculación

Con la intención de buscar la productividad en el suelo, se ha investigado el proceso simbiótico (leguminosa-rizobio) y la aplicación de la técnica de inoculación, término que se define como la adición de rizobios eficaces a las semillas de leguminosas, antes de plantarlas, con el propósito de promover la fijación del nitrógeno mediante el proceso simbiótico (FAO, 1985; Cruz, 1989).

La técnica original es una suspensión de bacterias que han sido cultivadas en un medio líquido o en cultivos inclinados de agar. En años recientes, el cultivo líquido (fermentadores) se mezcla con un portador hecho de humus húmedo, turba finamente molida o una mezcla de carbón y turba (Alexander, 1980). Esta técnica puede ser realizada mediante los siguientes procedimientos:

- 1) **Inoculación artificial**; éstos son cultivos puros de bacterias que se obtienen en casas comerciales (Cubero, 1983; Flores, 1986); la inoculación se efectúa agregando la sustancia del "cultivo" de bacterias en la cantidad de agua prescrita, luego se agregan cuatro cucharadas de azúcar a la solución (o en su defecto se puede usar agua endulzada con piloncillo), después se adicionan las semillas y se mezclan cuidando al removerla e inmediatamente se siembra (Alexander, 1980; Cubero, 1983; Flores, 1986).
- 2) **Inoculación natural**; consiste en llevar tierra de donde se ha sembrado una leguminosa a donde se piensa sembrar. En este proceso se debe analizar si la tierra no tiene otras plagas que puedan afectar; debe realizarse en días nublados o en las últimas horas del día, ya que el sol afecta a los microorganismos, causándoles la muerte (Yágodin *et al.* 1986).

La inoculación natural más sencilla, consiste en localizar un sitio donde se tenga sembrada la leguminosa que se pretende cultivar. De esta área se obtienen de 300 a 400 kg de suelo, se tamiza bien para obtener material fino, el cual se esparce en una hectárea donde se va a sembrar la leguminosa. La semilla por sembrar se impregna con una solución adherente, (agua endulzada de piloncillo), se mezcla con el suelo pulverizado quedando así inoculada lista para la siembra (Alexander, 1980).

La fijación de nitrógeno por nódulos de leguminosas guarda una estrecha relación con la actividad fotosintética de la planta, dándose una competencia entre frutos, nódulos y hojas; en los frutos es frecuente el fenómeno de senescencia prematura, causando una menor fijación de nitrógeno, lo que se refleja en una menor producción agrícola (Dart y Mercer, 1975, citado por Cubero, 1983).

4.2.6. Importancia biológica de las leguminosas

La importancia biológica de las leguminosas se manifiesta por su eslabón en la cadena alimenticia, así como en el papel que juegan en el ciclo biológico del suelo, a partir de lo cual, las condiciones de fertilidad son mejoradas mediante la adición de este material. Estas plantas son importantes ya que controlan biológicamente la malezas y plagas mediante la segregación de algunos compuestos químicos, los cuales inhiben procesos bioquímicos o desprenden olores que no agradan a los insectos; para este fin, se han empleado los siguientes géneros: *Vigna unguiculata* (frijol negro), *V. umbellata* (frijol arroz); *Dolichos lablab* (frijol dolicos); *Mucuna pruriens*; *Lotonis uighii*; *Crotalaria ochroleuca* (sunnhemp), *Medicago*, *Trifolium*, *Melilotus*, *Lespedeza*, *Coronilla*, *Pueraria*, *Stizolobium*, *Vigna*, *Alysicarpus*, *Crotalaria*, *Indigofera*, *Glycine*, *Aeschynomene*, *Sesbania* y *Lotononis* (Fitz, 1984; Bunch, 1985; Buckles, 1992) (Ver anexo 4). Otras leguminosas que actúan como retenedores de suelo y controlan la erosión a través de su desarrollado sistema radicular son: Las *Acacias*, "huizaches", *Acacia schaffneri*, *A. constricta*, *A. rigidula*, *A. berlandieri*, *A. farnesiana*, *A. glandulifera*, *Olneya tesota*, *Stylosanthes guayanensis*, *Ceratonia sillicua* y *Robinia* (Estrada y Marroquín, 1992).

4.2.7. Importancia comercial de las leguminosas

Esta actividad deja un lucro de grandes cantidades en los siguientes rubros: comercial, industrial y alimenticio (Niembro, 1986, citado por Estrada y Marroquín, 1992).

4.2.7.1. Producto comercial

La extracción comercial es la producción que sale del campo en forma de grano, paja (Yagodin, 1980) y otras sustancias como son los colorantes, pigmentos, gomas, resinas, taninos y extractos para perfumería. Los siguientes son géneros de los cuales se utilizan algunas especies para la extracción de colorantes: *Amorpha* spp. (falso índigo), *Baptisia*, *Caesalpinia*, *Diphysa*, *Haematoxylum*, *Indigofera* y *Albizia* (Estrada y Marroquín, 1992).

Las leguminosas que producen néctar en las flores y que son empleadas para la producción de miel son: *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, *P. laevigata*, *Acacia rigidula*, *A. farnesiana*, *A. greggii* y *A. constricta* (Estrada y Marroquín, 1992).

4.2.7.2. Leguminosas de uso industrial

- a) Maderables, debido a la dureza y/o calidad de la madera de muchas especies que cumplen los requisitos para ser utilizadas con este fin, incluso para la fabricación de productos derivados, como papel tapiz, hemicelulosa para fabricar aglomerado de cartón y barnices. Los géneros utilizados o potenciales son: *Acacia*, *Albizia*, *Enterolobium*, *Leucaena*, *Lonchocarpus*, *Olneya*, *Parkinsonia*, *Platymiscium*, *Prosopis* y *Tamarindus* (Niembro, 1986, citado por Estrada y Marroquín, 1992).
- b) Farmacéutica, se usan para la elaboración de esencias aromáticas, obtención de alcohol, laxantes, antidiarréicos, dulces, diuréticos y jarabes.
- c) Curtiduría, importantes por el considerable contenido de taninos en algunas especies, las cuales son de importancia económica.

4.2.7.3. Leguminosas alimenticias

En la producción de alimentos destacan las leguminosas por su alto contenido de carbohidratos y proteínas. Las legumbres como alimento tiene gran importancia, ya que México y otros países basan su dieta en miembros de ésta familia, entre las que destacan *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Lens esculenta* (lenteja), *Pisum sativum* (chicharo); *Vicia faba* (haba); *Arachis hypogea* (cacahuete), *Glycine max* (soya) y

Cicer arietinum (garbanzo), de los anteriormente citados lo que se consume principalmente es la semilla.

En otros lugares se utilizan las partes vegetativas, ejemplo *Crotalaria longirostrata* (chipilén) y *Medicago*. En algunas regiones se consumen las raíces tuberosas de ciertas especies de *Hoffmannseggia* y *Pachyrhizus* (jícama) (Ulibarri, 1979, citado por Estrada y Marroquín, 1992).

Diversas leguminosas proporcionan alimento a la fauna a través del follaje y semillas; el follaje tierno de ciertas especies de *Mimosa* alimentan a pequeños mamíferos y aves; semillas de *Schrankia* y *Desmanthus* son consumidas por codornices. Varias acacias proveen de abrigo a aves y mamíferos, en tanto que el follaje, frutos y corteza son consumidos por venados (Elias, 1974, citado por Estrada y Marroquín, 1992).

Para la nutrición de animales domésticos se emplean especies de los géneros: *Trifolium* (trébol), *Vicia sativa* (haba), *Melilotus*, *Medicago sativa* (alfalfa), *Vicia villosa* (alberja) (utilizadas en México y Guatemala). Otros géneros que también se utilizan para alimento de los animales son *Desmodium* (pega ropa), *Acacia* (huizache), *Prosopis* (mezquite), *Centrosema*, *Clitoria*, *Canavalia*, *Crotalaria* y *Galactia*, las cuales se distribuyen desde México, Nicaragua, Guatemala, El Salvador, Brasil y Argentina (Gunn, 1979, citado por Estrada y Marroquín, 1992).

4.2.7.4. Leguminosas ornamentales

Las leguminosas ornamentales destacan por poseer inflorescencias vistosas, por sus características de crecimiento y por la composición del follaje, lo que les confiere una particular apreciación en jardinería, sobre todo a *Caesalpinia* spp., *C. pulcherrima* (tabachín), *C. guilliesi*, (ave de paraíso), *Delonix regia* (tabachín), *Cercis canadensis* (duraznillo), *Gleditsia* spp., (árbol de la cruz), *Bauhinia* (pata de vaca) y *Senna* (Estrada y Marroquín, 1992).

4.3. El suelo

El término suelo se deriva del latín *solum*, que significa piso o terreno; en general, se refiere a la superficie suelta de la tierra, que se distingue de la roca sólida, para muchas personas el concepto suelo, se refiere al material que nutre y sostiene a las plantas en desarrollo. El agricultor tiene una concepción más práctica del suelo; para él, es el medio donde se desarrollan los cultivos (Thompson, 1962; Ortiz y Ortiz, 1980).

En la naturaleza del medio, las características físicas (estructura, humedad, infiltración, escurrimiento, aireación, temperatura y erosión del suelo) y químicas afectan la composición de la comunidad microscópica tanto cualitativa como cuantitativamente (Alexander, 1980; Yañez, 1984; Aguilera, 1989), ya que estos microorganismos obtienen sus nutrientes de la porción inanimada del suelo.

Algunas especies, obtienen carbono o nitrógeno de la atmósfera en forma bióxido de carbono (CO_2), (CH_4) o nitrógeno pero la mayor parte de estos dos últimos elementos, se obtiene de la fase líquida o sólida del suelo (Alexander, 1980).

4.3.1. Actividad biológica en el suelo

El suelo es el sustrato donde se desarrolla el proceso productivo, considerado como el medio en donde existen innumerables formas de vida, clasificados en dos grandes grupos: macrofauna (tejonas, topas, etc.) y microfauna (población activa de microorganismos, hongos, bacterias, actinomicetos, etc.). Las plantas, animales y microorganismos son considerados elementos activos que participan en las transformaciones microbianas, que son de gran relevancia biológica y económica en el desarrollo productivo del suelo (FAO, 1976; Baver, 1980; Donahue *et al.*, 1988).

4.3.2. Factores del proceso biológico del suelo

El medio edáfico, único por su gran variabilidad de seres vivos (bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios), es considerado un sitio muy dinámico en las interacciones biológicas de la naturaleza, donde se realizan la mayor parte de las reacciones bioquímicas involucradas en la descomposición de materia orgánica;

la intemperización de las rocas, nutrición de cultivos agrícolas y condiciones propias del suelo (Alexander, 1980; Rodríguez, 1985). La influencia de este último sobre los microorganismos, se presenta de la siguiente manera (Ortiz y Ortiz, 1980).

a) Temperatura; regula la velocidad de las reacciones químicas y los cambios biológicos, las variaciones están relacionadas con las fluctuaciones en los cambios bioquímicos del suelo, algunas funciones microbiológicas se alcanzan a temperaturas de 80°C, siendo la temperatura óptima de 35°C.

b) Humedad; la cantidad óptima de agua está entre 50 y 70% de la capacidad de retención del suelo, estas condiciones retardan el desarrollo de las bacterias (el nitrógeno permanece formando compuestos no aprovechables). La lluvia es un factor dominante, puesto que lleva oxígeno disuelto lo que facilita las reacciones bioquímicas (Baver, 1980; Ortiz y Ortiz, 1980; Aguilera, 1989).

c) pH; el grado de acidez o alcalinidad es determinante en las actividades y abundancia relativa de los diferentes organismos del suelo; la proporción de hongos, bacterias y actinomicetos es mayor en suelos ácidos que en suelos neutros, ya que la reacción de nitrificación se ve afectada con pH ácido.

d) Aireación; la renovación del aire repercute en el abastecimiento de oxígeno (O₂), bióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno atmosférico (N₂), si se tiene una deficiente aireación, el porcentaje de asimilación de elementos por las plantas y microorganismos varía de 20-15 a 15-3%, durante los meses de marzo a septiembre a una profundidad de 28 a 84 cm (Ortiz y Ortiz, 1980; Baver, 1980).

e) Sales; la aplicación de sales minerales al suelo afecta la naturaleza y actividades de la población microbiana y estimulan el desarrollo de las plantas superiores, dejando mayores cantidades de residuos y aumentando el abastecimiento aprovechable de energía.

f) La luz directa del sol es altamente perjudicial para la mayoría de los microorganismos del suelo (Ortiz y Ortiz, 1980); la duración del día y la intensidad de la luz afectan el número de nódulos, éstos tienden a disminuir el peso, mientras que una intensidad adecuada y altos niveles de dióxido de carbono (90%), aunado a la actividad microbiana aumentan el número de nódulos (Baver, 1980; Alexander, 1980).

g) **Materia orgánica;** su influencia es decisiva en los organismos, especialmente bajo condiciones húmedas; la transformación en humus proporciona los nutrientes requeridos por microorganismos y en consecuencia el suelo es capaz de soportar mayor población microbiana.

h) Profundidad de las labores de cultivo, ésta duplica la acción microbiana, el arado somero aumenta la formación de dióxido de carbono (Ortiz y Ortiz, 1980; Rodríguez, 1985); como ejemplo de esto, Baver (1980) menciona que en una capa de 15 cm, se encontró un 100% de actividad microbiana, la cual decrece a 49% en las capas inferiores del suelo.

4.3.3. Efectos de la materia orgánica en el suelo.

La materia orgánica (MO) es la porción que proviene de todo ser vivo ya sea animal o vegetal, que por la descomposición de proteínas, carbohidratos y minerales son simplificados a elementos asimilables por las plantas: el 99% del N, el 33 a 66% P y el 75% S total de MO, mediante un proceso biológico que implica a los organismos del suelo, donde se realizan actividades químicas (hidrólisis y solución) y a cambios físicos (Ortiz y Ortiz, 1980; Teucher y Adler, 1981; Graetz, 1982).

Algunas de las funciones de la materia orgánica son:

1. Reducción de el impacto de las gotas de lluvia favoreciendo la infiltración lenta del agua.
2. Producción de sustancias aglutinantes microbianas que ayudan a estabilizar la estructura del suelo.
3. Formación de conductos a través de los cuales penetra el agua, existiendo difusión de los gases del suelo, como es el caso de la liberación del bióxido de carbono.
4. Los ácidos orgánicos liberados durante la descomposición, ayudan a disolver minerales, haciéndolos accesibles para el desarrollo de las plantas.
5. Constituye un almacén para los cationes intercambiables (K, Ca y Mg), también retiene el amonio.

6. Tiene la función especial de facilitar el aprovechamiento del fósforo en suelos ácidos (Ortiz y Ortiz, 1980).

La materia orgánica actúa como granulador en las partículas minerales, que combinado con la "babaza microbiana" forma migajones, creando una estructura desmenuzable del suelo (Graetz, 1982) llamada "humus", producto de las actividades de síntesis y descomposición de la microflora (Thompson, 1962; Alexander, 1980). En suelos no cultivados la materia orgánica se obtiene de los residuos de las plantas silvestres (Graetz, 1982; Parsons, 1987), que renueva la cubierta vegetal natural; en el caso de los suelos cultivados, los cultivos agotan la materia orgánica (Graetz, 1982). Los suelos productivos son los que presentan un alto contenido de humus, quedando de manifiesto la importancia de la materia orgánica, ya que actúa como almacén de nutrientes y como regulador de los mismos para el desarrollo de las plantas (Tisdale y Nelson, 1982).

4.4. Nutrientes

Compuestos de ciertos elementos químicos, las plantas contienen pequeñas cantidades de 90 o más elementos, de éstos, 16 son considerados esenciales para su desarrollo. De acuerdo a su medio, se clasifican en el **Cuadro 6**.

Cuadro 6. Clasificación de nutrientes (Ortiz y Ortiz, 1980).

Del aire y del agua		• Carbono, Hidrógeno y Oxígeno.
Del suelo y de fertilizantes	• Macro	• Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre.
	• Micro	• Hierro, Manganeso, Boro, Zinc, Molibdeno, Cobre y Cloro.

4.4.1. Macronutrientes

De estos nutrientes, el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), son utilizados por las plantas en cantidades considerables; razón por la cual, el suelo

no debe estar deficiente de ellos; los otros tres macronutrientes calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (Ortiz y Ortiz, 1980), llamados secundarios, son importantes en la manufactura de los fertilizantes. La disponibilidad biológica del nitrógeno, fósforo y potasio, es de considerable importancia económica en el proceso productivo, estos nutrientes son regulados por el pH y la disponibilidad de los mismos (**figura 14**) (Alexander, 1980).

4.4.1.1. Nitrógeno (N)

El N constituye el 78.03% del aire atmosférico, es considerado un gas inestable que actúa en la atmósfera diluyendo la acción oxidante del oxígeno, también es formador de proteínas; función indispensable para los seres vivos. Desde el punto de vista químico es menos accesible a la mayoría de los organismos, encontrándose solo vías restringidas para la asimilación, como es el proceso de fijación simbiótica (Thompson, 1962; Ruiz *et al.*, 1985; Campbell, 1987).

En la fisiología de las plantas, su incremento tiene efectos sobre la hoja en la formación de las paredes celulares, produciendo sensibilidad al ataque de insectos y hongos, demasiada vulnerabilidad a las condiciones desfavorables del clima, sequía y heladas (Wild, 1992).

Por definición, el ciclo del nitrógeno (**figura 15**) es la entrada y salida del nitrógeno en el suelo, debido a transformaciones bioquímicas que proporcionan varios puentes entre el depósito atmosférico y la comunidad biológica (Jackson y Raw 1974; Alexander, 1980; Krebs, 1985; Buckman y Brady, 1985).

En las 8 fases del ciclo del nitrógeno identificadas (amonificación, mineralización, nitrificación, reducción de nitratos, inmovilización, desnitrificación, fijación de nitrógeno asimbiótica y fijación simbiótica), se realizan una serie de complejas transformaciones bioquímicas donde intervienen diferentes organismos en cada proceso (Alexander, 1980; Campbell, 1987); se considera que durante las diferentes etapas en que se realiza este ciclo, se libera N en porcentajes de 50% en el primer año y 35% a 15% en el segundo y tercer año respectivamente (Cruz,

1989).

En cuanto a las fuentes de obtención del nitrógeno se tienen:

- 1) Lluvia, aporta una pequeña cantidad de nitrógeno amoniacal y nitroso a partir de vapores, que resultan de la combinación del nitrógeno y el oxígeno en el aire húmedo por la acción de descargas eléctricas.
- 2) Biológico, ya que la gran cantidad de vegetales y animales en forma de deyecciones, despojos y cadáveres, contienen gran cantidad de sustancias proteicas, las cuales son transformadas por los diversos microorganismos (bacterias, hongos, etc), en sales amoniacales, nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3) (Ruiz et al., 1985). Otros mecanismos de fijación del nitrógeno son mencionadas en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7. Fijación de nitrógeno por diferentes sistemas (Campbell, 1987; Donahue et al. 1988).

Sistemas de fijación del Nitrógeno	Cantidad promedio Kg/Ha/año
No leguminosas (fijación simbiótica)	
• <i>Alnus spp.</i>	• 56-156
• <i>Casuarina esquistifolia</i>	• 58
• <i>Myrica gale</i>	• 9
• <i>Hippophae rhamnoides</i>	• 15-179
Leguminosas con nódulos (fijación simbiótica)	
• <i>acacia spp.</i>	• 270
• <i>Trifolium spp.</i>	• 105-220
• <i>Lupinus spp.</i>	• 150-169
• <i>Medicago sativa</i>	• 128-300
• <i>Puerariaphaseoloides</i>	• 112
• <i>Glycine max</i>	• 57-94
Mezcla de leguminosas	
• Fijación asimbiótica	
• Varios suelos agrícolas	• 1-90
• Asociación de raíces tropicales	• 20-100
• Suelos de bosques	• 0-50
• Corteza en el desierto	• 2-41
• Lagos templados	• 0.4-8
• Lagos tropicales	• 44
• Arrecifes coralinos	• max. 650

4.4.1.2. Fósforo (P)

Este elemento es constituyente del ácido nucleico y fosfolípidos, su función es a estimular la formación y crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un arranque vigoroso y rápido de la planta, estimula la floración, acelera la madurez y ayuda la formación de semillas, mejora la resistencia en bajas temperaturas. Aplicado a las leguminosas activa el *Rhizobium* spp y la formación de nódulos en las raíces (Ortiz y Ortiz, 1980).

Este elemento puede presentar antagonismo con el calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc y molibdeno (Curiel, 1983).

4.4.1.3. Potasio (K)

Es constituyente de proteínas, clorofila, grasas y carbohidratos; tiene relación con el metabolismo, parece tener un efecto regulador benéfico en la cantidad de nitrógeno que la planta puede absorber, proporciona mayor resistencia a las enfermedades, da rigidez, es esencial en la transferencia de almidones, regula la ósmosis de la planta y actúa como acelerador de enzimas (Ortiz y Ortiz, 1980; Cruz, 1989).

El signo característico de deficiencia en éste elemento es muerte prematura de las hojas más viejas, presentan aspecto achaparrado, sus hojas, frutos y semillas son pequeñas, coloración gris ceniciento (Wild, 1992).

Puede ser antagonístico con el nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, sodio y hierro (Curiel, 1983).

4.4.2. Micronutrientes

Son llamados micronutrientes por ser requeridos en pequeñas cantidades por las plantas, los cuales cumplen una función específica (enzimática) en el proceso de nutrición (Ortiz y Ortiz, 1980; Curiel, 1983).

Cuadro 8. Función biológica y antagonismo de los micronutrientes (Ortiz y Ortiz, 1980; Curiel, 1983; Mortvedt et al., 1983; Gros y Domínguez, 1992; Wild, 1992).

Micronutriente	Función biológica	Antagonismo
Hierro	Formación de clorofila, absorción de nutrientes, en reacciones de óxido reducción esencial en la síntesis de proteínas.	Magnesio, cobre, Zinc, Manganeso y calcio.
Manganeso	Asociado con el Hierro en la formación de clorofila, como catalizador, contrarresta la falta de oxígeno.	Magnesio, Hierro y Molibdeno.
Boro	Facilita el transporte de azúcar a través de membranas. Regula la absorción de calcio y controla el nitrógeno en los nódulos.	Magnesio, Zinc y Calcio
Molibdeno	Importante en la asimilación de nitrógeno por el <i>Rhizobium</i> . Actúa en reacciones enzimáticas de óxido-reducción.	
Cobre	Actúa como portador de electrones, regula la respiración y en la utilización del Hierro.	
Zinc	Catalizador y regulador del metabolismo vegetal, en la formación de auxinas del crecimiento y en la reproducción de algunas plantas.	Hierro, Calcio y óxido de Fosfato
Cloro	Como catalizador indispensable para las plantas.	Sulfato

4.4.3. Absorción de nutrientes

Las formas móviles de los nutrientes pueden variar sustancialmente dependiendo de la cantidad y variación de elementos en el suelo; su aumento o disminución de absorción, puede traer consecuencias en el desarrollo de las plantas, como puede ser un desarrollo acuoso, o bien susceptibilidad a enfermedades, floración tardía y reducción de la absorción de otros elementos (antagonismos) (Cuadro 8) (Cruz, 1989). Los factores identificados que afectan la función de absorción son:

- Escases de aire fresco en los espacios porosos del suelo, condición indispensable en el proceso respiratorio de las plantas, en la actividad microbiana y la fijación del nitrógeno (Yágodin, 1986).
- Humedad del suelo, función de transporte de nutrientes en solución e influencia en la reacción del suelo sobre la cantidad de elementos disponibles para las plantas (Thompson, 1962; Cooke, 1979; Graetz,

1982).

- Sequía, esta condición es causante del desequilibrio fisiológico, lo cual conduce a la muerte celular de la planta; sin embargo, existen especies vegetales que generan adaptaciones fisiomorfológicas para amortiguar el desbalance hídrico, protegiendo especialmente las estructuras florales.
- Clima, considerado fundamental para la actividad agropecuaria, ya que determina la circulación de nutrientes (Canahua, 1986).

4.4.4. Fijación simbiótica del nitrógeno

El proceso de fijación simbiótica es la capacidad de las bacterias a transformar el nitrógeno molecular en formas utilizables por los organismos vivos, estas formas son: ion nitrito (NO_2), ion nitrato (NO_3) o su forma ácida, ion amonio (Turk et al., 1980; Krebs, 1985). Clasificación de las bacterias basada en los modelos nutritivos.

1. Autotróficas, que significa auto-alimentación. Las bacterias autotróficas obtienen su carbono nutritivo del dióxido de carbono, es el proceso por el cual ellas obtienen energía, que las hacen benéficas a los humanos. Grupos específicos de bacterias pueden oxidar amonio, nitritos, azufre, hierro, manganeso, hidrógeno y monóxido de carbono. La oxidación consiste en la transformación de (nitritos, sulfidos) a nitratos y sulfatos los cuales son útiles a las plantas, como ej. se tiene (Nitrosomas y Nitrobacterias).

2. Heterotróficas, nutrición que se deriva de sustancias orgánicas u de "otros" las cuales son bacterias termofílicas como es el caso Bacillus (Donahue et al. 1988). Las bacterias heterotróficas dependen de la materia orgánica para su nutrición; en este grupo están la mayoría de las bacterias del suelo que incluyen fijadoras de nitrógeno y las no fijadoras; el grupo de las fijadoras está subdividido en simbióticas y asimbióticas. La palabra simbiótica viene del griego y significa "vivir juntos", que fijan el nitrógeno atmosférico en los nódulos de las raíces (**figura 16**). Las bacterias simbióticas están comúnmente asociadas con las leguminosas; los organismos simbióticos pertenecen al género *Rhizobium spp.* y

(**figura 16**). Las bacterias simbióticas están comúnmente asociadas con las leguminosas; los organismos simbióticos pertenecen al género *Rhizobium spp.* y dependiendo del grupo de leguminosas que habitan se les clasifican en: *R. japonicum*, *R. meliloti*, *R. trifolii* (Alexander, 1980) (**Cuadro 9**).

Pero también algunas plantas no leguminosas tienen bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Las bacterias heterotróficas asimbióticas no necesitan de planta hospedante, viven libres, pero fijan nitrógeno y el organismo responsable es una bacteria anaeróbica (*Clostridium pasteurnum*) y también bacterias aeróbicas como las especies del género *Azotobacter* (Campbell, 1987; Donahue et al. 1988). Este tiene una gran capacidad respiratoria, mesofílica con un óptimo de temperatura de 30 °C (García, 1981). En estos últimos hay una relación simbiótica no muy definida, la cual parece común en los trópicos, algunas veces viven en la superficie de las hojas o en agua que queda atrapada en las bases de las hojas y otras en la rizósfera; se piensa que son importantes en los ciclos de nutrientes (Campbell, 1987).

Desde 1891, Winogradsky encontró que cuando el suelo es expuesto a la atmósfera, su contenido de nitrógeno aumenta y los microorganismos son los causantes; en 1901, Beijerinck probó que se encontraba la bacteria *Azotobacter*, sólo que en suelos bien drenados y neutros (Donahue, et al. 1988).

El proceso simbiótico de las bacterias se establece de la siguiente manera (**figura 17**).

- 1) Bacterias *Rhizobium*; son pequeños bastoncitos que se mueven por medio de flagelos periféricos.
- 2) Las bacterias se dirigen hacia los pelos absorbentes de la raíz y por atracción de las sustancias se acumulan en un lugar del pelo.
- 3) El nódulo se empieza a formar sólo cuando han brotado las primeras hojas verdaderas (Parsons, 1987).
- 4) Las bacterias proliferan cerca de los pelos absorbentes, los cuales secretan auxinas que rizan los pelos (Alexander, 1980; Parsons, 1987).

- 5) El hilo de infección que une las células xilemáticas de la raíz, originan el nódulo que contiene la bacteria.
- 6) Esto último ocurre cuando las células que rodean el nódulo dejan salir las bacterias infectadas, quedando libres en el suelo sin movilidad (Parsons, 1987).

Las bacterias simbióticas nativas fijadoras de nitrógeno, pueden encontrarse en un estadio de atenuación, pérdida de virulencia debida a los numerosos pasajes de los *Rhizobios*, o bajo condiciones de fuerza para fijarse en las raíces y formar nódulos nitrificadores. Otras veces tienen demasiada virulencia y se transforman en parásitos, que no ceden el nitrógeno a la planta (Flores, 1986).

Cuadro 9. Clasificación de los 7 grupos de *Rhizobium* (Flores, 1986).

Grupos	Huéspedes	<i>Rhizobium</i> spp.
<ul style="list-style-type: none"> • Alfalfa • Tréboles • Vicias • Alubias • Altramuces • Soya • Caupi 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Medicago, Melilotus</i> • <i>Trifolium</i> • <i>Pisum, Vicia, Lathyrus</i> • <i>Lens, Cicer, Phaseolus</i> • <i>Lupinus, Ornithopus</i> • <i>Glycine</i> • <i>Vigna, Arachis, Lespedeza</i> • <i>Stizolobium, Desmodium</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>melliloti, dangeard.</i> • <i>Trifolii, dangeard.</i> • <i>Leguminosarum, Frank.</i> • <i>Phaseoli, dangeard.</i> • <i>Lupini, Schoet.</i> • <i>Japonicum, kirchn</i> • <i>Rhizobium spp.</i>

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión bibliográfica sobre abonos verdes analizada en el marco de la "agricultura moderna" con base a los objetivos planteados en este trabajo, arroja los siguientes resultados:

1. Los materiales bibliográficos que hacían referencia sobre el manejo de los AV fueron encontrados de forma aislada, mediante la integración de ideas de varios autores se complementaron temas como: técnicas agrícolas, fenología y distribución de plantas así como el conocimiento de interacciones del ciclo biológico del suelo con las leguminosas, entre otros.

2. De las 500 tesis de licenciatura que se consultaron en las bibliotecas de la Facultad de Agronomía (CUCSUR) y las del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) se encontró que sólo dos de ellas trataban sobre los AV en condiciones de invernadero, razón que deja implícita la poca importancia que nuestros centros Universitarios dan a las cuestiones de productividad agrícola de nuestro país.

3. Existe diferencia entre autores en cuanto a la cantidad de especies de leguminosas determinadas a nivel mundial, Flores (1986) menciona 13,000 especies; McVaugh (1987), entre 10,000 y 18,000 y Heywood (1985) 17,000.

4. El empleo de los AV ya sea como materia orgánica o como fijadores de nitrógeno, es considerado una cultura ancestral, se afirma que desde la antigüedad ha sido una práctica reconocida y utilizada por campesinos y personas que estudiaron su importancia, la cual es considerada como alternativa viable para tal fin, y sin embargo en la actualidad está en desuso posiblemente debido entre otras cosas a que se requiere de mayor aplicación de fuerza de trabajo.

5. La complejidad de los ciclos biológicos, se patentizan por una parte, en la aparición del antagonismo entre elementos siendo determinante el tiempo que debe darse al proceso de descomposición, de no ser así, los nutrientes no podrán ser asimilables por el siguiente cultivo

6. La doble función de algunas especies de leguminosa por ejemplo se tiene a *Medicago sativa*, la cual es buena forrajera, fijadora de nitrógeno y de importancia económica, razón por la cual no es utilizada como AV.
7. El valor de las leguminosas como AV a nivel mundial es altamente reconocido, no obstante que México sea poseedor de una gran riqueza florística, sobre todo en leguminosas, son escasos los trabajos al respecto del uso y aplicación de estas plantas, a excepción de los llevados a cabo por el INIFAP, Tlajomulco y los del CIMMYT Texcoco, edo. de México.
8. Como el inóculo es parte fundamental en la investigación sobre AV y porque en la bibliografía mencionaba que era fácil conseguir el producto se consideró su distribución en las tiendas agropecuarios, establecidos en Autlán, Guadalajara y en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, arrojando como resultado que ninguna de estas localidades tiene el producto, éste sólo se consigue sobre pedido.
9. La utilidad de las leguminosas para el hombre, tanto alimenticias, forrajeras e industriales, tienen gran auge en la actualidad, por lo que se requiere el manejo sostenible del recurso.
10. Se establece que existen divergencias entre agricultores, técnicos e investigadores en la materia, con respecto al uso de las leguminosas como AV, aún y cuando el beneficio de su empleo ha quedado plenamente demostrado con respecto a la conservación de los recursos agua y suelo.
11. De acuerdo a la complejidad y factores que inciden en el proceso productivo, se concluye que sólo el conocimiento y aplicación del proceso biológico de las leguminosas asegura el uso potencial como AV.
12. Con base en la revisión bibliográfica se obtuvo una lista de 273 especies de leguminosas, las cuales con uso actual o potencial como AV en Jalisco.

6. CONCLUSIONES

La bibliografía compilada en libros hasta el momento, demuestra que los diferentes criterios y metodologías empleadas son complementarias unas de otras; de manera general, se puede establecer que la bibliografía manifiesta la desactualización en cuanto al uso de leguminosas como AV. Sólo en los artículos de Acosta, las experiencias de Veracruz y las de Tegucigalpa, Honduras son trabajos nuevos.

- De manera general, se concluye que las consecuencias del proceso productivo y su problemática resultante, está supeditada a cuestiones sociales, culturales y económicas del país, y que están dependientes de la política macroeconómica mundial.
- Es urgente la promoción de prácticas de conservación de los recursos agua y suelo a todos los niveles geográficos y a diferentes escalas socioculturales, dentro de las cuales se propone el empleo de los AV, de ser posible, con especies silvestres de leguminosas encontradas en cada región.
- El aprovechamiento de los AV da como consecuencia el aumento y mantenimiento de la productividad y fertilidad potencial del suelo para el cultivo,
- La sociedad de consumo en que estamos inmersos (comercialización de fertilizantes, semillas, herbicidas y fungicidas), no toma en cuenta el costo biológico y cultural que esto representa; situación que provoca en el suelo la degradación del recurso, de la productividad y de la economía de subsistencia de los agricultores.
- Sin consideración a los procesos biológicos y químicos, así como su complejidad cíclica, en el suministro de cualquier elemento nutritivo al suelo, provocará la reacción; siendo éste en cantidades diferentes a las requeridas, provocará el desequilibrio en el medio en el cual se desarrolla (provocando la acidez o alcalinidad de los suelos y la deficiencia en las plantas).

7. BIBLIOGRAFIA

- Acosta S.R., 1992 a.** Importancia de leguminosas silvestres y la producción de maíz en Jalisco. INIFAP. Tlajomulco, Jalisco. pp 1-15.
- Acosta S.R., 1992 b.** Avances de la investigación en leguminosas silvestres en el proyecto de labranza de conservación. INIFAP. Tlajomulco, Jalisco. pp 1-15.
- Acosta S. R., 1992 c.** Las leguminosas silvestres una perspectiva interesante en la conservación del suelo y su productividad. INIFAP. Tlajomulco, Jalisco. 5p.
- Acosta S. R., A. C. Martínez C., P. E. Moreno Z., 1992.** Caracterización de leguminosas silvestres en el Centro del estado de Jalisco. Contribución de INIFAP y UAG. CEFAP-Zapopan, Jalisco, 13p.
- Aguilera H. N., 1989.** Tratado de edafología de México. Laboratorio de investigación de Edafología, Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México (tomo 1). pp 41-83.
- Alexander M., 1980.** Introducción a la microbiología del suelo. Ed. Editor, México, D.F. pp 244-351.
- Anaya G. M., M. R. Martínez M., A. Trueba C., B. Figueroa S., O. Hernández M., 1977.** Manual de conservación del suelo y agua, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México. pp 365-372.
- Baena P. G. 1984.** Instrumentos de Investigación. Ed. Editores Mexicanos, México, D. F. 134 p.
- Baver L. D., 1980.** Física de los suelos. Ed. Uthea, México, D.F. pp 124-434.
- Bennett H. H., 1965.** Elementos de conservación del suelo Ed. Fondo de Cultura Económica. México D. F. pp 210-221.
- Buckles D. I. Ponce, G. Sain, y G. Medina, 1992.** Tierra cobarde se vuelve valiente; uso y difusión del frijol de abono (*Mucuna deeringianum*) en las laderas del Litoral Atlántico de Honduras. CIMMYT., México, D. F. 1-10 pp.

- Buckles D.I. 1992.** Historia de la difusión del frijol de abono. CIMMYT, Veracruz. 5p.
- Buckman H. O., Brady N. C. 1985.** Naturaleza y propiedades de los suelos. Ed. Montaner y Simon S. Barcelona, España. pp 541-550.
- Bunch R., E. C. Cajas y A. P. Roldan.1985.** Dos Mazorcas de maíz. Ed. World Neighbors, Oklahoma, U.S.A. 268 p.
- Burkart A., 1943.** Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Buenos Aires, Argentina. Pp.
- Campbell R., 1987.** Ecología Microbiana. Ed. Limusa México D.F. pp.77-93.
- Canahua M. A., 1986.** Conceptualización y toma de conciencia de las comunidades de la subcuenca del Río Texcoco respecto a la Conservación de los Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Centro de Estudios del Desarrollo Rural, Montecillos, México. 220 p.
- Cardona de H., F.J. 1980.** El Gandul (Cajanus cajan L.) Leguminosa de grano, nueva fuente de proteínas para el hombre y los animales. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. pp.1-62.
- Claude A., 1986.** Huerto Biológico. Serafín. Ed. Posada. México D.F. 201 p.
- Cooke G. W., 1979.** Fertilizantes y sus usos. Ed. Continental. México, D.F. 170 p.
- Cuevas G.,R., N. M. Nuñez L., E. V. Sánchez y F.J. Santana M., 1991.** Guía para identificación de árboles de la Estación Científica Las Joyas en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Guadalajara, Jal. 35 p.
- Cruz M. S., 1989.** Abonos orgánicos. Colegio de Postgraduados, Chapingo Edo. de México. 129 p.
- Cubero J. I. y M. I. Moreno. 1983.** Leguminosas de grano. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. pp 73-157.
- Curiel B. A. 1983.** Apuntes sobre manejo de suelos y aplicación de fertilizantes. Orientada a Jalisco, Colima y Aguascalientes pp.1-60.

- Donahue R. L., R. W. Miller, J. C. Shickluna 1988.** Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 5a. edición. México D.F. pp.49-170.
- Estrada C. A. J. y S. Marroquín de la F. 1992.** Leguminosas en el Centro Sur de Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales. Linares Nuevo León, México. pp.2-51.
- FAO. 1985.** Fijación del nitrógeno en la explotación de los suelos. Ed. Hamdi, boletín No. 49. 170 p.
- FAO.1982.** Producción y protección vegetal (El cultivo y la utilización del tarwi, *Lupinus mutabilis*). Ed. Naciones Unidas. Roma. pp. 60-75.
- FAO. 1976.** Suelos, materias orgánicas, fertilizante. Boletín No.27. Ed. Naciones Unidas. Roma. 120 p.
- Fitzpatrick E. A. 1986.** Suelos, su formación, clasificación y distribución. Ed. Continental. México, 350 p.
- Flores M. y R. Bunch. 1991.** Noticias sobre el uso de cobertura. Sistemas agrícolas en Países Tropicales (Prácticas de Abonos Verdes). Ed. Acorde/CIDICO, Vecinos Mundiales. Tegucigalpa Honduras. pp.1-18.
- Flores M. J. A. 1986.** Bromatología Animal. Ed. Limusa. México D.F. pp.413-587.
- Foth D. H. 1985.** Fundamentos de la ciencia del suelo. Ed. Continental (CECSA). México D.F. pp 294-322.
- García T. A. 1981.** Experimentos en microbiología. Editorial. Continental. México D. F., 65 p.
- Gros A. y A. Domínguez V. 1992.** Abonos. Guía práctica de fertilización. Ed. Mundi-prensa. España. pp 225-297.
- Guzmán G. 1982.** Suelos, mejoramiento y conservación (Grupo de Estudios Ambientales A.C.) Ed. Arbol. México, D.F. 67 p.
- Graetz H. A. 1982.** Suelos y fertilización, (manual para la educación agropecuaria, área suelos y agua). Ed. SEP/Trillas México D.F. 80 p.

- Heywood V. H. 1985.** Flowering Plants of the World. Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N. J. 149 p.
- Huerta R. R. 1982.** Propiedades físicas y químicas de suelos (Manual de Laboratorio). Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara. Las Agujas mpio. de Zapopan. pp 1-20.
- Jackson M. R. y Raw F. 1974.** La vida en el suelo. Ed. Omega, España. 69 p.
- Jones Jr. S. B. 1988.** Sistemática Vegetal, Ed. Mc Graw-Hill, primera edición en español. México D.F. pp 379-383.
- Krebs Ch. J. 1985.** Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. Ed. Harla, 2da. edición México, D.F. pp 115-120.
- Langer W.R. 1983.** Aprenda a Cultivar. Ed. Diana, México, D.F. 217p.
- Lerena G. A. 1976.** Enciclopedia de la Huerta. Ed. Mundo Técnico. Argentina. pp 80-90.
- Loza Li. J. A. 1988.** Estudio florístico de las Leguminosas en la Estación Científica Las Joyas de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 83 p.
- Martínez R.L.M.; J.J. Sandoval L., A. Aguirre G.** En Prensa. Glosario de la ciencia del suelo. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. Laboratorio de Manejo de Cuencas. Universidad de Guadalajara. Autlán, Jalisco. 103 p.
- McVaugh R. 1987.** Leguminosae Flora Novo-Galiciana. University of Michigan Herb. (5) 786 p.
- Mortvedt J. J., P. M. Giordano, W. L. Lindsay, 1983.** Micronutrientes en la agricultura. Ed. Editor. pp 267-275 Ortiz V. B. y C. A. Ortiz S. 1980. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp, 100-320.
- Parra D.A.A. 1991.** Distribución de leguminosas herbáceas silvestres en Jalisco. Tesis Profesional. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Guadalajara, Jalisco. 110p.

- Parsons M., D. B. 1987.** Manuales para la educación agropecuaria, (frijol y chícharo). Area Producción Vegetal. Ed. SEP/Trillas. México, D.F. 60 p.
- Perales R.H y D.J. Buckles, 1991.** Experimentación campesina con el bejuco *Mucuna* de la Sierra de Santa Marta. Programa de Economía, CIMMYT, El Batán, Texcoco, México. 10 p.
- Rodríguez G. S. 1985.** Hazlo y muéstralo, juego internacional de proyectos conservacionistas del ayuntamiento de Guadalajara. Ed. Patronato de Centros Deportivos Municipales de Guadalajara, Jalisco. pp 1-20.
- Ruiz O. M., D. N. Roaro, I. L. Rodríguez. 1985.** Tratado elemental de Botánica. Ed. C.E.C.S.A. México, D.F. pp 121-623.
- Sánchez S.O. 1968.** La Flora del Valle de México. Ed. Herrero. México D.F. pp 197-225.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). 1975.** Conservación del suelo y agua. México, D.F. pp 83-100.
- Siorli H. et al 1982.** Ecología y protección de la naturaleza. Ed. Blume. Barcelona, España. pp 268-390.
- Sonafibin, 1989.** Resúmenes del II congreso nacional sobre fijación biológica del nitrógeno, del 23 al 25 de julio de 1989. Universidad Autónoma de Guadalajara, Jal.
- Teuscher H. y R. Adler. 1981.** El suelo y su fertilidad. Ed. Continental, México, D.F. pp 291-435.
- Thompson L. M. 1962.** El Suelo y su fertilidad. Ed. Reverté. México, D.F. pp 190-212.
- Tisdale L. S. y W. L. Nelson. 1988.** Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Unión Tipográfica. México, D.F. 115 p.
- Torres R. E. 1981.** Manual de conservación de suelos agrícolas. Ed. Diana. México, D.F. pp 127-140.
- Turk A., J. Turk, J. T. Wittes y R. E. Wittes 1980.** Tratado de Ecología. Ed. Interamericana. México, D.F. pp 48-220.

- USDA. 1985.** Manual de conservación de suelos. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Ed. Limusa. México, D.F. pp 265-300.
- Vázquez G., J. A., R. Cuevas G., T. Cochrane, H. H. Iltis, F. J. Santana M. y L. Guzmán H. 1995.** Flora de Manantlán. Sida Botanical Miscellany. 13: pp 177-194.
- Villarreal E. 1992.** Sistemas de producción y agricultura sostenible. Ponencia presentada en el curso de Agricultura Sostenible en el ITESO en Guadalajara, Jalisco, del 25 al 27 de noviembre de 1992.
- Wild A., 1992.** Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ed. Mundi-prensa, Madrid, España. pp 84-104.
- Willard H., G. 1983.** Manual de fertilizantes. Ed. Limusa. México, D.F. pp 137-150.
- Yagodin B. A., P. J. Asárov, V. Diomin B., P. N. Reshétnikova. 1986.** Agroquímica. Ed. Mir. URSS. pp 149-209.
- Yáñez A., A. 1984.** Técnicas de conservación de suelo y agua (INCA) rural. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario, A.C. Area Técnica 16, México, D.F. pp 56-96.
- Zea J., L. 1991.** Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento de Maíz (*Zea mays*), en nueve localidades de Centroamérica. Síntesis de resultados experimentales, Guatemala. pp 1-10.

8. ANEXOS

Anexo 1 Glosario ¹

Acamado. Doblamiento de ciertas plantas debido al crecimiento excesivo o por el impacto de la lluvia o viento.

Acidez. La actividad del ion hidrógeno en la solución del suelo, expresada como un valor menor que 7.0 en la escala.

Adaxial. (Dorsal), referente a la superficie o lado más cercano al eje principal orientada hacia el ápice.

Aclimación. Adaptación fisiológica y de comportamiento de un organismo en respuesta a cambios en el medio ambiente.

Adherencia. Propiedad de un cuerpo de poder permanecer unido a otro.

Adhesión. Atracción molecular que fija las moléculas de agua a las paredes de los intersticios de un medio poroso.

Aeróbico. Condiciones donde existe un abastecimiento continuo de oxígeno molecular.

Aerobio. Se dice del ser vivo que para subsistir y desarrollarse necesita oxígeno.

Aire. La mezcla de gases, constituido de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 0.035% de dióxido de carbono.

Aireación del suelo. Proceso mediante el cual el aire atmosférico penetra al suelo.

Agregación. Es el proceso mediante el cual las partículas se unen para formar agregados, manifestado por una cementación o agrupamiento de partículas de suelo dentro de una unidad secundaria, agregado o gránulo.

Agregado. Agrupación de las partículas de suelo formando un fragmento.

Agresiva (planta). Que tiene un desarrollo del follaje rápido, que invade mucha superficie produciendo un acamado rápidamente.

Alcalinidad del suelo. Cuando el potencial de hidrógeno de un suelo (pH), es mayor de 7.0 en la escala de medición.

¹ Para la elaboración del presente glosario se consultaron los siguientes trabajos, Cuevas et al., 1991, Estrada y Marroquín, 1992, y Martínez et al., en prensa.

Altitud. Es la distancia vertical sobre un plano (usualmente el nivel del mar), para un objeto ó punto en el espacio.

Amonificación. Proceso bioquímico en el cual el nitrógeno amoniacal es liberado de compuestos orgánicos.

Anaeróbico. Microorganismos que crecen en ausencia de oxígeno.

Androceo. Conjunto de órganos masculinos en la flor, los estambres.

Arvense. Vegetación herbácea que invade los cultivos agrícolas.

Asimilación. En biología, la conversión o incorporación de nutrientes absorbidos dentro del protoplasma.

Autotrófo. Organismos que son capaces de usar el dióxido de carbono o carbonatos como fuente única del carbono y proceso biosintético de energía radiante u oxidación de sustancias inorgánicas.

Avenamiento. Cruzamiento de las raíces.

Axilares. Fondo del ángulo superior que forma una hoja, bráctea, inflorescencia, con el eje caulinar en que se inserta.

Bacteria. Microorganismo unicelular que pertenece al reino vegetal, posee una rígida pared celular que puede ser aeróbica, anaeróbica o facultativa, no contiene clorofila, puede ser esférica, cilíndrica, como bastón o en forma de hélice.

Barbecho. Tratamiento agrícola del terreno, donde se mantiene sin vegetación para preservar la humedad, en el siguiente cultivo.

Bejuco. Planta trepadora que se enreda en otras plantas, casi siempre son leñosas.

Cabezuela. Grupo definido o indefinido de flores densas, generalmente esféricas u ovoides.

Capa arable. El suelo ordinariamente movido en la labranza, generalmente equivale a la superficie del suelo cultivable.

Ciclo. Secuencia natural (repetitiva) de cambios en una sustancia, que puede encontrarse en cualquier estadio.

Ciclo del Nitrógeno. La secuencia de los cambios bioquímicos sufridos por el nitrógeno, cuando es usado por un organismo vivo, liberado después.

Clima. Es la suma de factores atmosférico o metereológicos, como son: la temperatura, humedad, viento, presión y evaporación, los cuales combinados dan características individuales a una región.

Clorosis. Amarillamiento anormal del follaje de las plantas, causado por deficiencia de algún mineral, una infección viral, estrangulación del tallo o raíz o reducción de la luz.

Cobertura. Es una área de la superficie terrestre cubierta de vegetación que provee protección al suelo.

Cohesión. Atracción o afinidad que existe entre partículas de una misma substancia.

Coefficiente. Cantidad que se expresa numéricamente.

Concentración. La cantidad de partículas suspendidas en una unidad de volumen especificada a una temperatura y presión dada.

Control biológico. Proceso mediante el cual se controlan las plagas, con un predador (parásitos u organismos) que atacan a las plagas.

Cultivar. Operación superficial de labranza para crear en el suelo, condiciones conducentes a mejor aireación, infiltración y conservación de agua o control de malezas.

Dehiscencia. El momento de abrirse un órgano, para la dispersión de su contenido.

Demérito. Deficiencia de.

Diadelfo. Con los estambres unidos por los filamentos para formar 2 conjuntos; en las leguminosas, tiene 9 estambres un conjunto y el otro consta de uno solo.

Edáfico. Relativo del suelo, donde se estudia la influencia del suelo en las plantas, incluyendo el uso humano.

Erosión natural. Es desgaste de la superficie de la tierra por el agua, hielo u otro agente.

Erosión eólica. Es el deslizamiento superficial de las partículas del suelo y consiste en el rodamiento o deslizamiento de las partículas gruesas del suelo y a lo largo de la superficie del terreno.

Escardar. Proceso mediante el cual se pasa el arado entre los surcos para formar bordos de tierra a cada lado de la hilera de plantas, con el objeto de cubrir su base y eliminar las malezas.

Escurrimiento superficial. Es la porción de la precipitación que fluye hacia los arroyos, canales, lagos u océanos como corriente superficial.

Estructura del suelo. La combinación o arreglo de partículas secundarias. Estas son caracterizadas y clasificadas con base al tamaño, forma, grado en clases y tipos.

Estiaje. Periodo que le sigue a las lluvias (diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo).

Especificidad. Características que definen a un individuo.

Fertilidad del suelo. Es la cualidad de un suelo que permite proveer de nutrimentos en cantidades apropiadas para el crecimiento de las plantas, considerando otros factores como luz, humedad, temperatura y las condiciones físicas del suelo.

Fertilizante. Cualquier material orgánico o inorgánico de origen natural o sintético que se añade al suelo para suministrar elementos esenciales para el crecimiento de las plantas.

Filtración. Es el proceso por el cual el agua percola a través del suelo. Paso del líquido a través de un sustrato que tiene poros, este fenómeno se efectúa debido a la presión diferencial.

Foliar. Referente a la hoja de una planta.

Fotosíntesis. Síntesis química de sustancias orgánicas (hidratos de carbono) a partir del agua, bióxido de carbono, con la acción de la luz solar como fuente de energía.

Fijar. Significa hacer firme o estable, que puede enlazarse con alguna forma de sólido o líquido.

Género. Unidad de clasificación de los organismos de especies emparentadas.

Glabro. (Lampión), sin ningún tipo de pubescencia.

Herbáceo. Con aspecto de hierba, de consistencia generalmente blanda.

Humus. Materia orgánica que se encuentra en descomposición, cuyo contenido relativo se revela por el color oscuro que imparte al suelo, el suelo negro son generalmente ricos en humus.

Infiltración. Flujo gradual hacia abajo del agua, de la superficie a través del suelo hacia las corrientes subterráneas y manto freático.

Inóculo. Microorganismo colocados en un medio de cultivo, para que se asegure el proceso de simbiosis entre bacterias y la leguminosa.

Labranza. Acción y efecto de labrar. Trabajo de surcar, arar, remover el terreno de siembra con el fin de proveer condiciones favorables para el crecimiento de las plantas.

Labranza de conservación. Cualquier tipo de labranza que reduce pérdidas de suelo o agua.

Leguminosa. Son hierbas, arbustos y árboles de las angiospermas dicotiledóneas, de hojas generalmente alternas y compuestas, flores de corola actinomorfa o zigomorfa, el fruto es una vaina.

Lixiviación. Pérdida del nitrógeno atmosférico (N_2), por estar en estado gaseoso.

Lóculos. Cavidad interior de la antera.

Maleza. Plantas silvestres que se desarrollan con gran rapidez y facilidad en cultivos agrícolas.

Microfauna. Se refiere a los animales diminutos.

Microflora. Plantas pequeñísimas.

Microorganismo. Formas vivas que son muy pequeñas para ser vistas por el ojo humano sin la ayuda de lentes de aumento.

Monadelfo. Con estambres unidos por los filamentos formando un solo conjunto.

Monocarpelar. Compuesto por un solo carpelo.

Mullido. Suelo blando y cómodo.

Nutrimiento disponible. Es la porción disponible de cualquier elemento esencial o compuesto en el suelo, que puede ser realmente absorbido y asimilado por las plantas.

Oxidación. Combinación del oxígeno con otro átomo.

Palmada (hoja). De forma semejante a la palma de la mano abierta.

Paniculas. Son ramificaciones, es utilizado frecuentemente para describir cualquier inflorescencia.

Percolación. Es el movimiento gravitacional lento del agua a través del suelo.

pH. Índice usado para la expresión cuantitativa de la acidez o alcalinidad (cantidad de iones de hidrógeno) en una solución acuosa.

Proteínas. Compuesto nitrogenado complejo (son combinaciones de aminoácidos y sus derivados), forman el principal constituyente del protoplasma celular.

Protoplasma. Suspensión coloidal viscosa, compuesta de varios elementos químicos, la cual constituye sustancia básica de la vida.

Quilla. El conjunto de pétalos inferiores o delanteros de la flor papilionada.

Rastrero. Extendido sobre la superficie del suelo con la formación de raíces en los nudos.

Rhizobio. Bacteria capaz de vivir en relación simbiótica con leguminosas en los nódulos de la raíz, en dicha asociación se fija el nitrógeno atmosférico.

Senescencia. Caída prematura de las hojas.

Sideral. Material leguminoso utilizado para abono verde.

Solubilidad. El grado en el cual una sustancia puede disolverse y entrar en una solución.

Subsuelo. Zona que se encuentra por debajo de las capa arable del suelo, esta parte sufre pocas alteraciones a excepción del avenamiento.

Tactismo. Percepción en base al sentido del tacto, la bacteria y la raíz de la leguminosa.

Temperatura. Intensidad o grado del calor o frío en una sustancia o cuerpo en la atmósfera.

Temporal. Relativo al tiempo, que no es permanente si no ocasional, perturbación atmosférica cuando se presentan las lluvias.

Turba. Carbón en una etapa inicial de formación. Se usa como abono mineral, son restos vegetales descompuestos que se acumulan en lugares pantanosos, en lechos de lagos o en donde abunda el agua.

Trepadora. Que encarama, trepa y se sostiene por medio de zarcillos, peciolos, raíces adventicias u otros medios.

Virulencia. Demasiada actividad por lo cual los microorganismos se transforman en parásitos.

Zigomorfas. Flor con simetría bilateral.

Anexo 2 Lista de figuras

- Figura 1. Morfología de una leguminosa con nódulos (Parsons, 1987).
- Figura 2. Asociación de maíz con abono verde de temporal (Buckles *et al.*, 1992).
- Figura 3. Asociación de frijol abono con maíz dos y un cultivo al año (lluvia durante todo el año, generalmente un sólo cultivo) (Flores, 1991)
- Figura 4. *Mucuna deeringianum* (Buckles *et al.*, 1992).
- Figura 5. Distribución de la familia Leguminosae (Heywood, 1985).
- Figura 6. Tipos y partes de hojas de las leguminosas (Jones, 1988).
- Figura 7. Tipos de inflorescencia (McVaugh, 1987).
- Figura 8. Tipos de flores de la familia leguminosae (Jones, 1988).
- Figura 9. Morfología de la vaina de una leguminosa (Cardona, 1980).
- Figura 10. *Vicia pulchella* H.B.K. (tomado y modificado de McVaugh por Parra 1991).
- Figura 11. *Caesalpinia cacalaco* Humb. & Bonpl. (McVaugh, 1987).
- Figura 12. *Mimosa sicyocarpa* B. L. Rob. (McVaugh, 1987).
- Figura 13. *Pisum sativum* L. (Parsons, 1987).
- Figura 14. Influencia de la reacción del suelo sobre la cantidad de elementos nutritivos asimilables (Thompson, 1962).
- Figura 15. Ciclo del nitrógeno (FAO, 1985).
- Figura 16. Raíces de leguminosas bien noduladas. Izquierda trébol rojo, derecha soya (Cortesía de J. C. Burton, citado por Alexander, 1980).
- Figura 17. Fijación simbiótica del nitrógeno (Parsons, 1987).
- Figura 18. A) *Canavalia villosa* Benth. -B) *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban. - C) *Phaseolus leptostachyus* Benth (figuras tomadas de Sánchez, 1968).
- Figura 19. *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban (tomado y modificado de McVaugh por Parra, 1991).
- Figura 20. -A) *Trifolium repens* L. -B) *Centrosema pubescens* Benth. -C) *Cologania biloba* (Lindl.) Nicholson (Sánchez, 1968).
- Figura 21. -A) *Zornia thymifolia* H.B.K. -B) *Desmodium grahamii* Gray. -C) *Desmodium cordistipulum* hemsl (Sánchez, 1968; McVaugh, 1987).

- Figura 22. -A) *Desmodium neomexicanum* Gray. -B) *Desmodium venustum* Seud. -C) DesMcVaugh, 1987).
- Figura 23. *Melilotus indica* (L.) All(tomado y modificado de McVaugh, por Parra, 1991).
- Figura 24. *Lupinus montanus* H.B.K. (McVaugh, 1987):
- Figura 25. *Dalea sericea* L. (Sánchez, 1968; McVaugh, 1987).
- Figura 26. *Eriosema multiflorum* B. L. Rob. (tomado y modificado de McVaugh por Parra, 1991).
- Figura 27. *Vigna vexillata* (L.) A. Rich. (tomado y modificado de McVaugh por Parra, 1991).
- Figura 28. *Marina grammadenia* Barneby (tomado y modificado de McVaugh, por Parra, 1991).
- Figura 29. *Lotus repens* (G. Don) Standl. & Steyermark (tomado y modificado de McVaugh, por Parra 1991).
- Figura 30. *Cracca berenicea* McVaugh (tomado y modificado de McVaugh por Parra 1991).
- Figura 31. -A) *Medicago lupulina* L. -B) *Trifolium amabile* H.B.K. (Sánchez, 1968).
- Figura 32. *Indigofera suffruticosa* Mill. (McVaugh, 1987).
- Figura 33. *Medicago polymorpha* L. (tomado y modificado de McVaugh, por Parra, 1991).

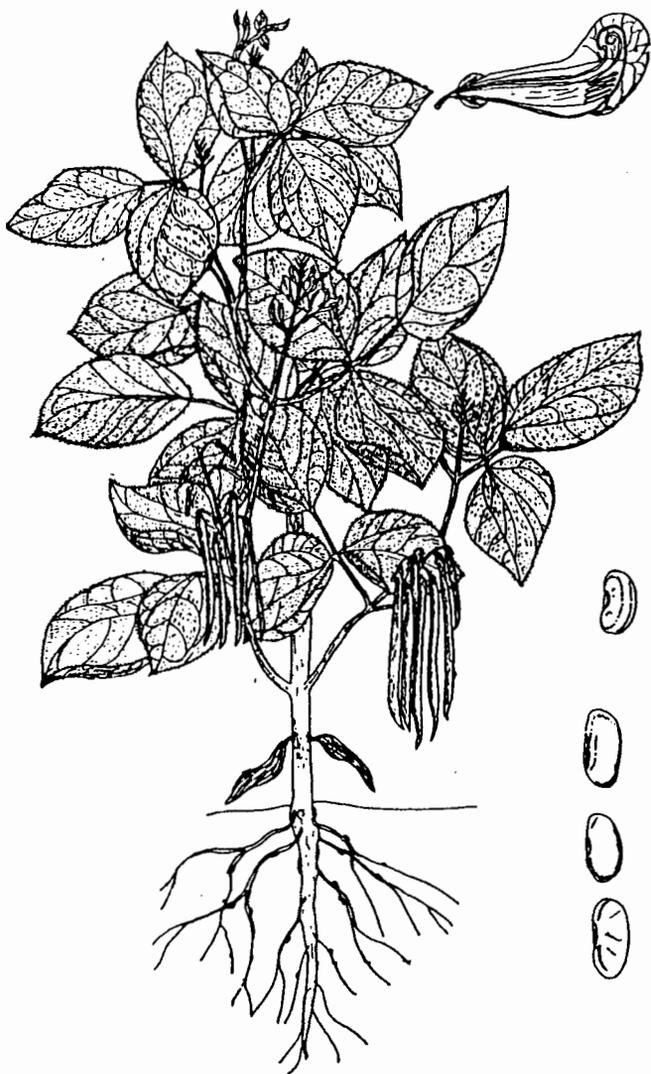
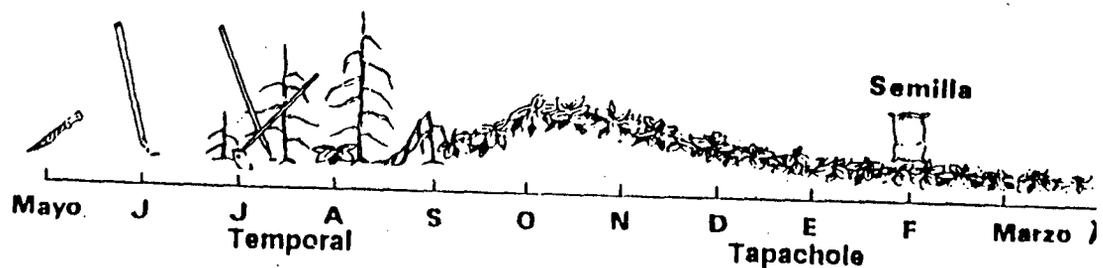
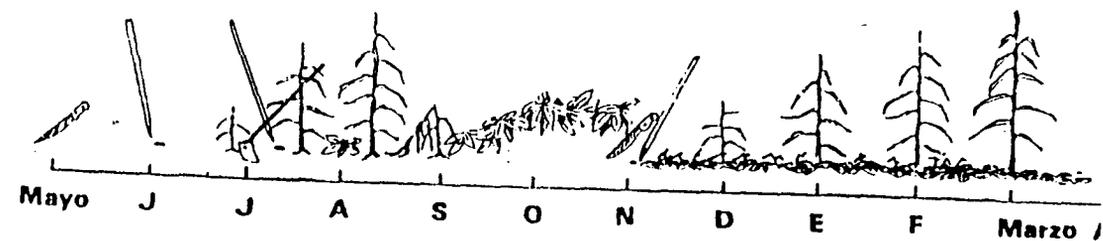


Figura 1. Morfología de una Leguminosa con nódulos (Parsons, 1987).



Hacer picapical o abonera para tapachole

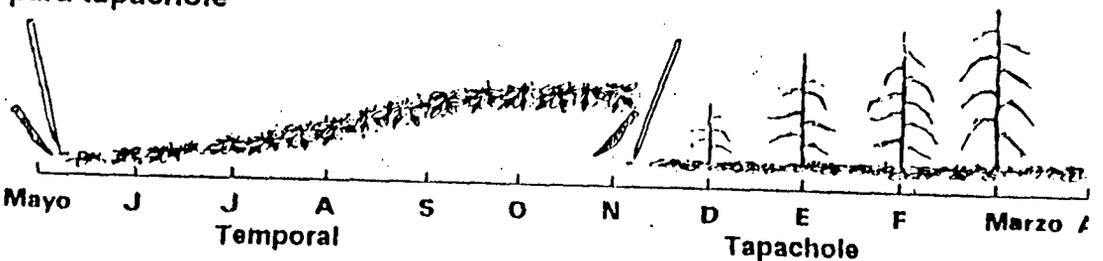
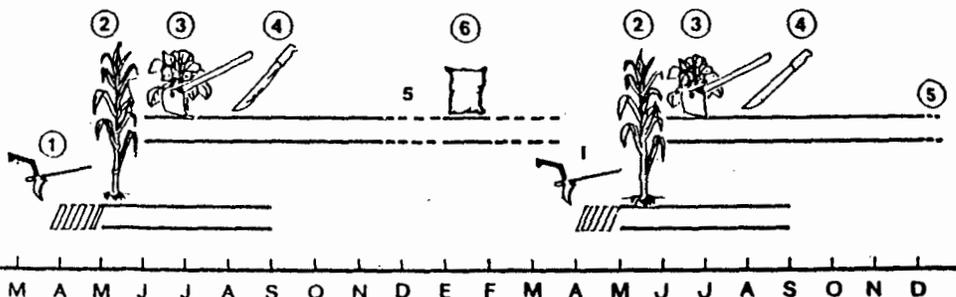


Figura 2. Asociación de maíz con abono verde de temporal (Buckles et al., 1992 .)

**Zona 1: Asociación de Frijol Abono con Maíz
con un solo Cultivo al año
(seis meses de lluvia)**

A. Primer Año

B. Años Posteriores



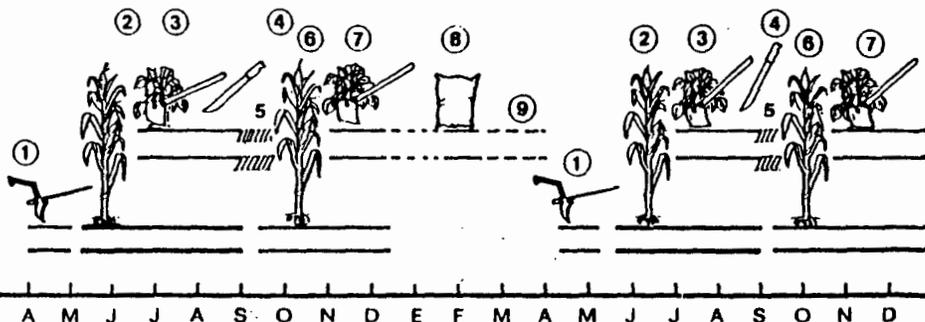
Explicación:

1. Época de preparación de las tierras
2. Siembras de maíz (mayo - junio)
3. Siembra del frijol abono unas dos semanas después de la siembra del maíz o bien al momento de la primera limpia.
4. El frijol abono debe podarse o cortarse unos 40-50 días después de sembrado aproximadamente 12 pulgadas arriba de la superficie.
5. Época en que el frijol abono comienza a secarse
6. Época de recoger semilla de frijol abono

**Zona 1: Asociación de Frijol Abono con Maíz
Dos Cultivos en el año
(seis meses de lluvia)**

A. Primer Año

B. Años Posteriores



Explicación:

1. Época de preparación de las tierras
2. Siembras de maíz (primera) mayo - junio
3. Siembra del frijol abono 15-20 días después del maíz
4. Poda del frijol abono unos 40-50 días después de sembrado a unas 12 pulgadas arriba de la superficie
5. Chapía y picado de follaje de frijol abono para la siembra del 2do. cultivo. (Dependiendo de las prácticas en la zona, puede incorporarse o dejarse como mulch. Una parte del terreno puede dejarse sin chapiar para obtener semilla.
6. Resiembra del frijol abono. (Esto se hace solo cuando se siembra otro cultivo alto como maíz). No se recomienda sembrar frijol terciopelo nuevamente si el segundo cultivo es bajo como frijol soya u otro similar.
7. Cosecha de semilla de frijol abono.

Figura 3. Asociación de Frijol Abono con maíz, dos y un cultivo en el año, (lluvia durante todo el año, generalmente un sólo cultivo). (Flores, 1991).

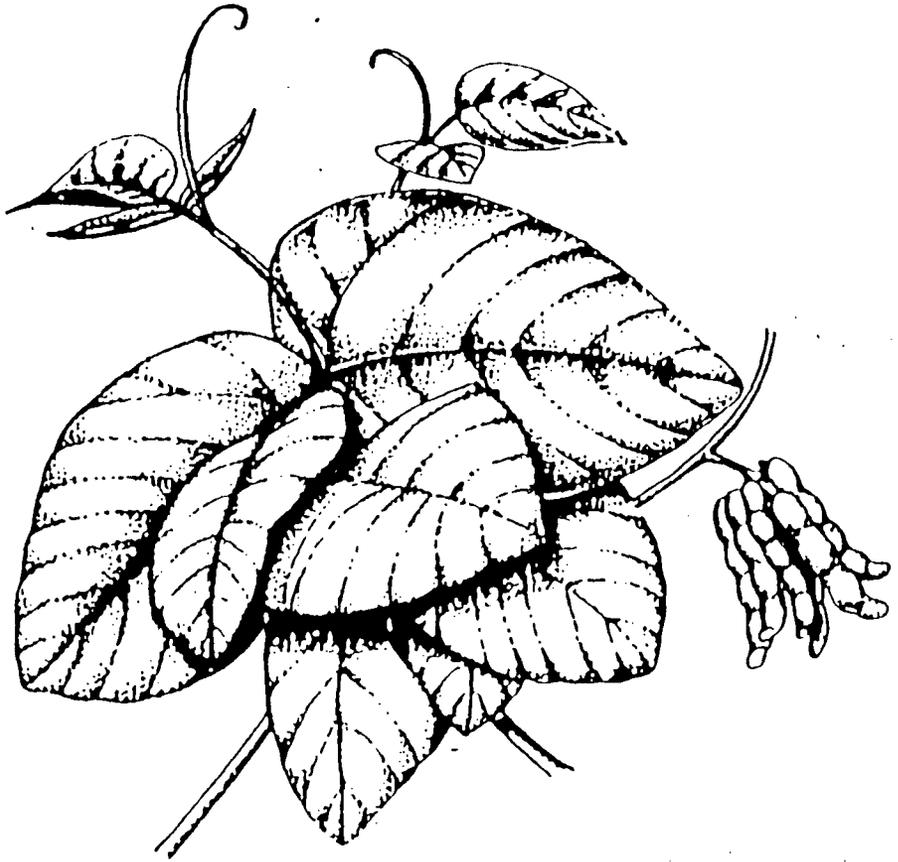


Figura 4. *Mucuna deeringianum* (Buckles et al., 1992).

FABALES

LEGUMINOSAE

Número de géneros : 700
Número de especies : 17,000
Distribución : Cosmopolita

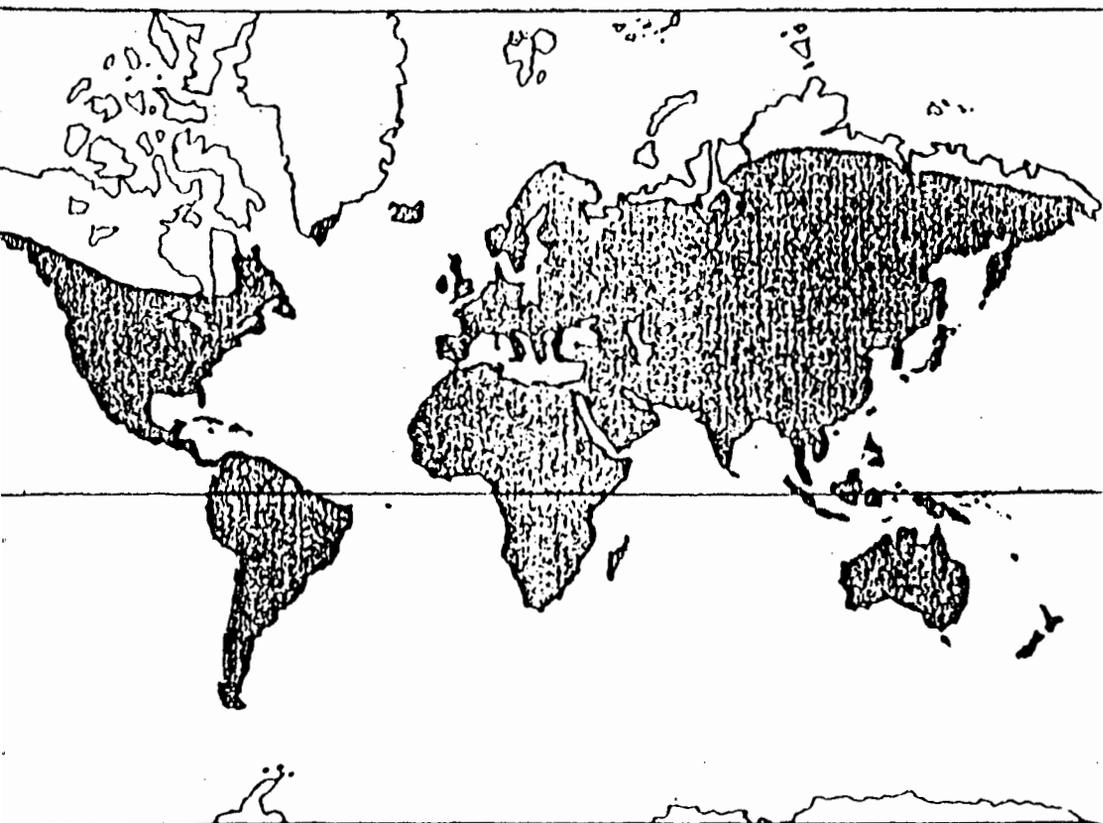


Figura 5. Distribución de la familia Leguminosae (Heywood, 1985).

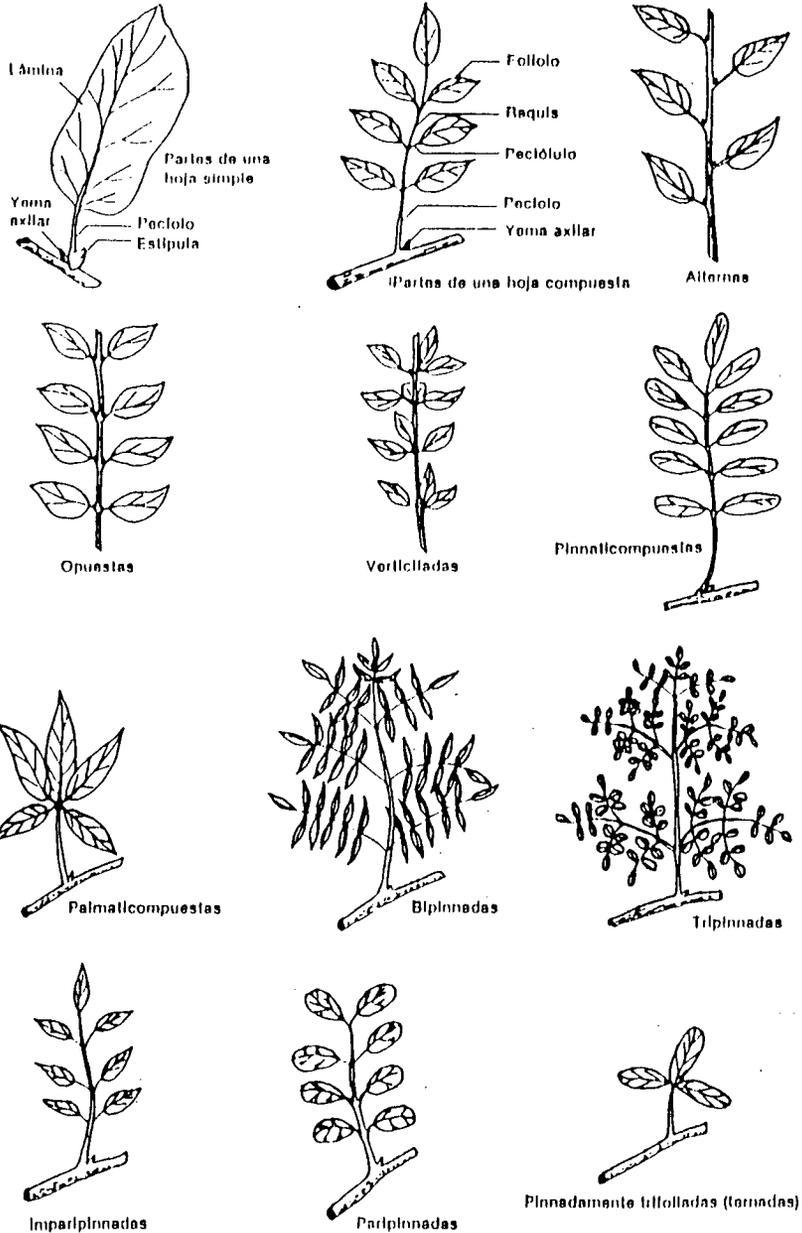


Figura 6. Tipos y partes de hojas de las leguminosas (Jones, 1988).

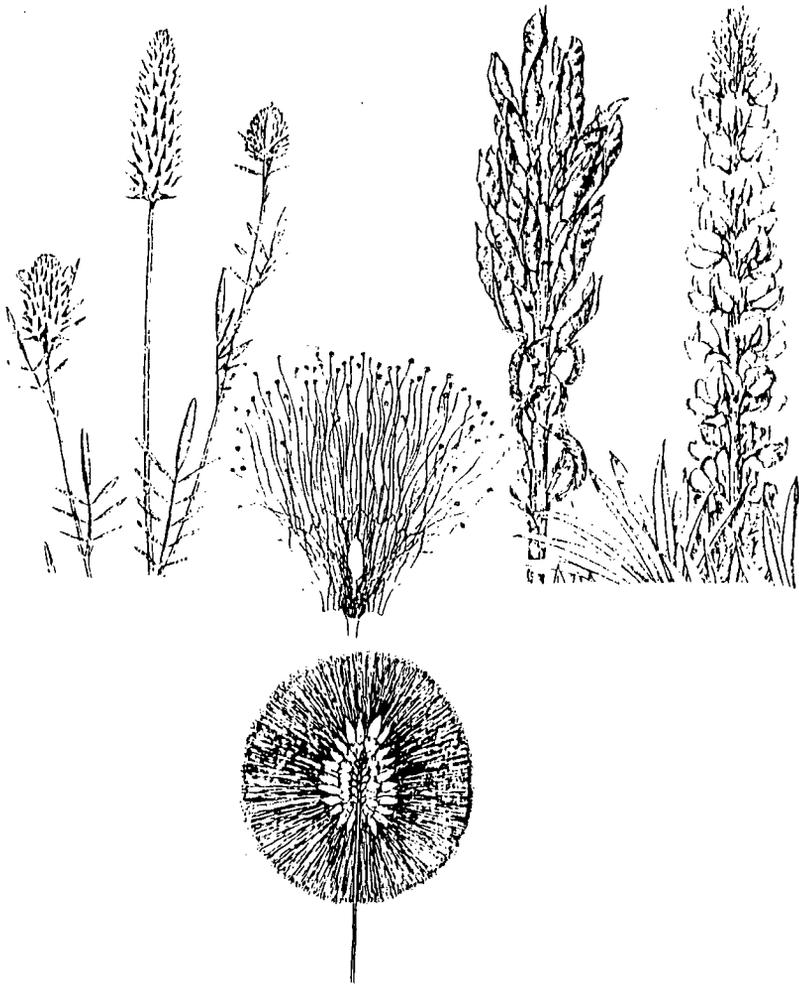
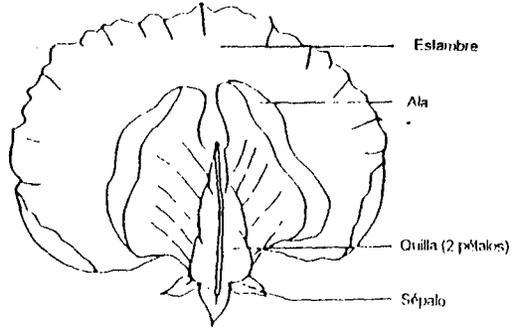


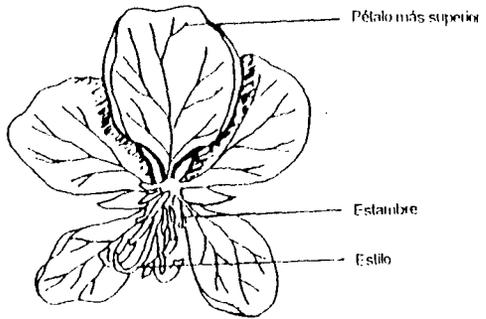
Figura 7. Tipos de inflorescencia (tomado de McVaugh, 1987)

Flor papilionácea de la familia Fabaceae, nótese que el pétalo estandarte se localiza por fuera de los pétalos ala.



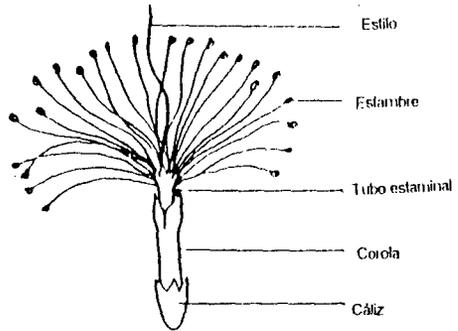
Fabaceae

Flor de Caesalpinaceae nótese que pétalo más superior se localiza entre los dos pétalos laterales adyacentes.



Caesalpinaceae

Flor de Mimosaaceae



Mimosaceae

Figura 8. Tipos de flores de la familia leguminosae (Jones, 1988).

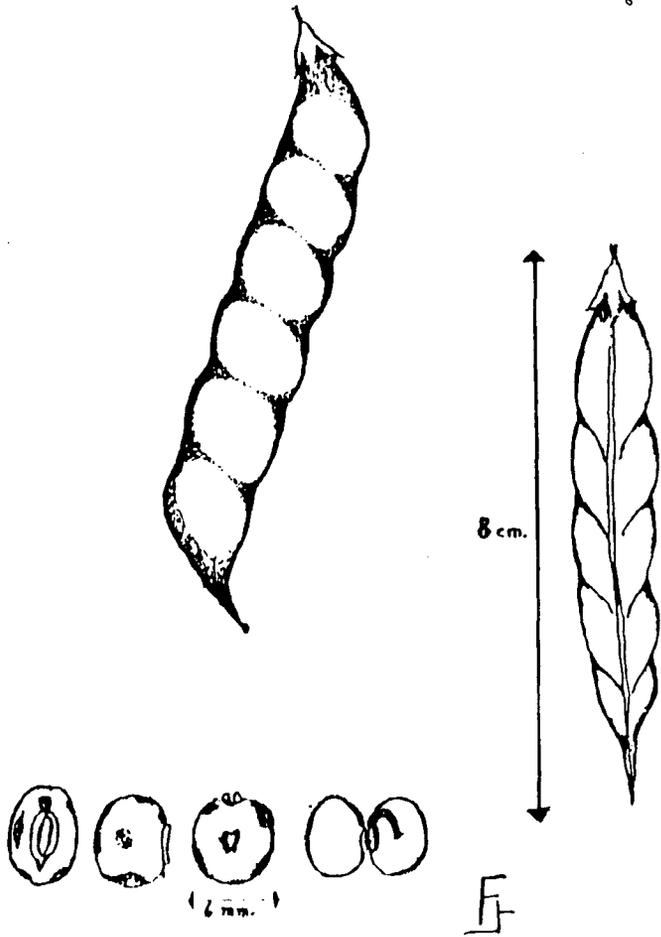


Figura 9. Morfología de la vaina de una leguminosa (Cardona, 1980).

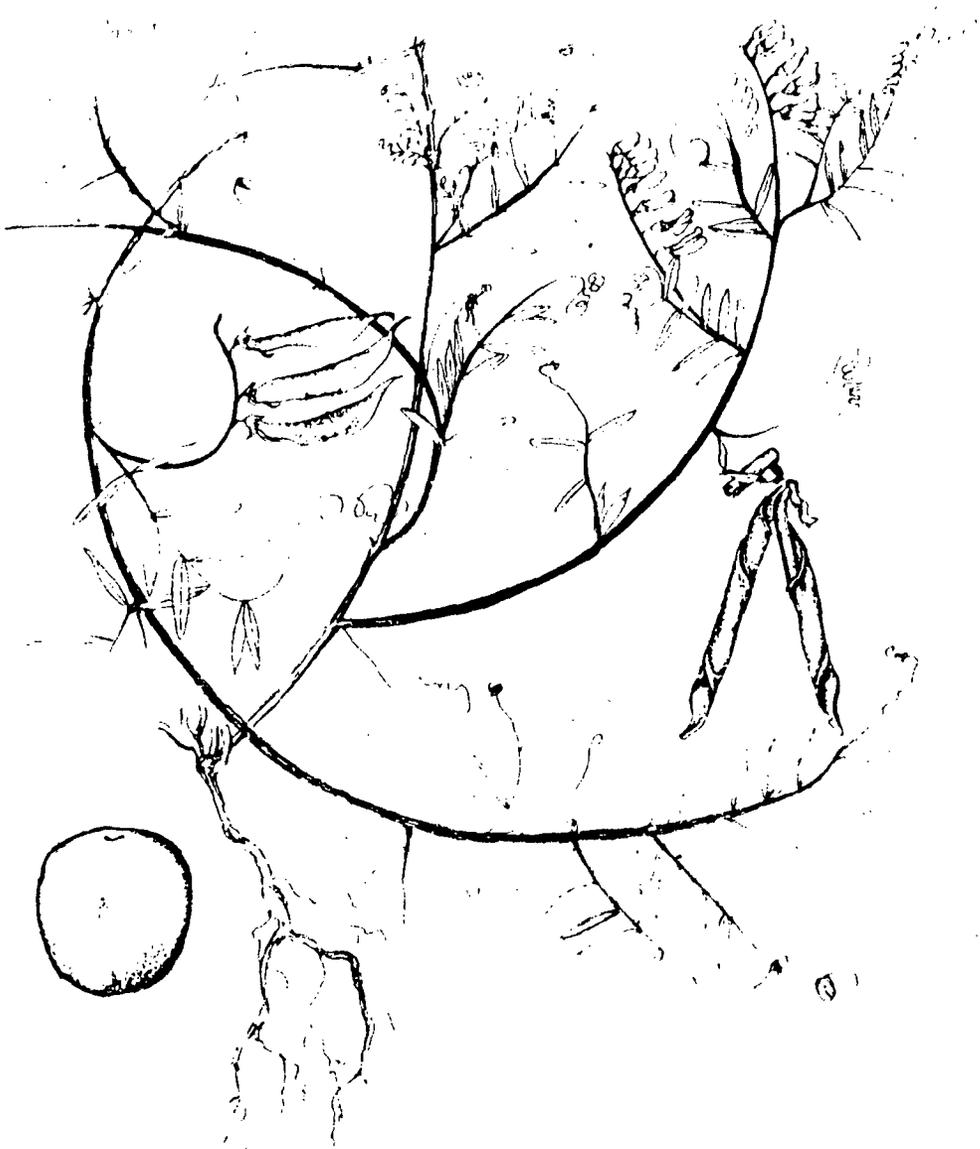


Figura 10. *Vicia pulchella* H.B.K. (tomado y modificado de McVaugh por Parra 1991).



Figura 11. *Caesalpinia cacalaco* Humb. & Bonpl. (McVaugh, 1987).

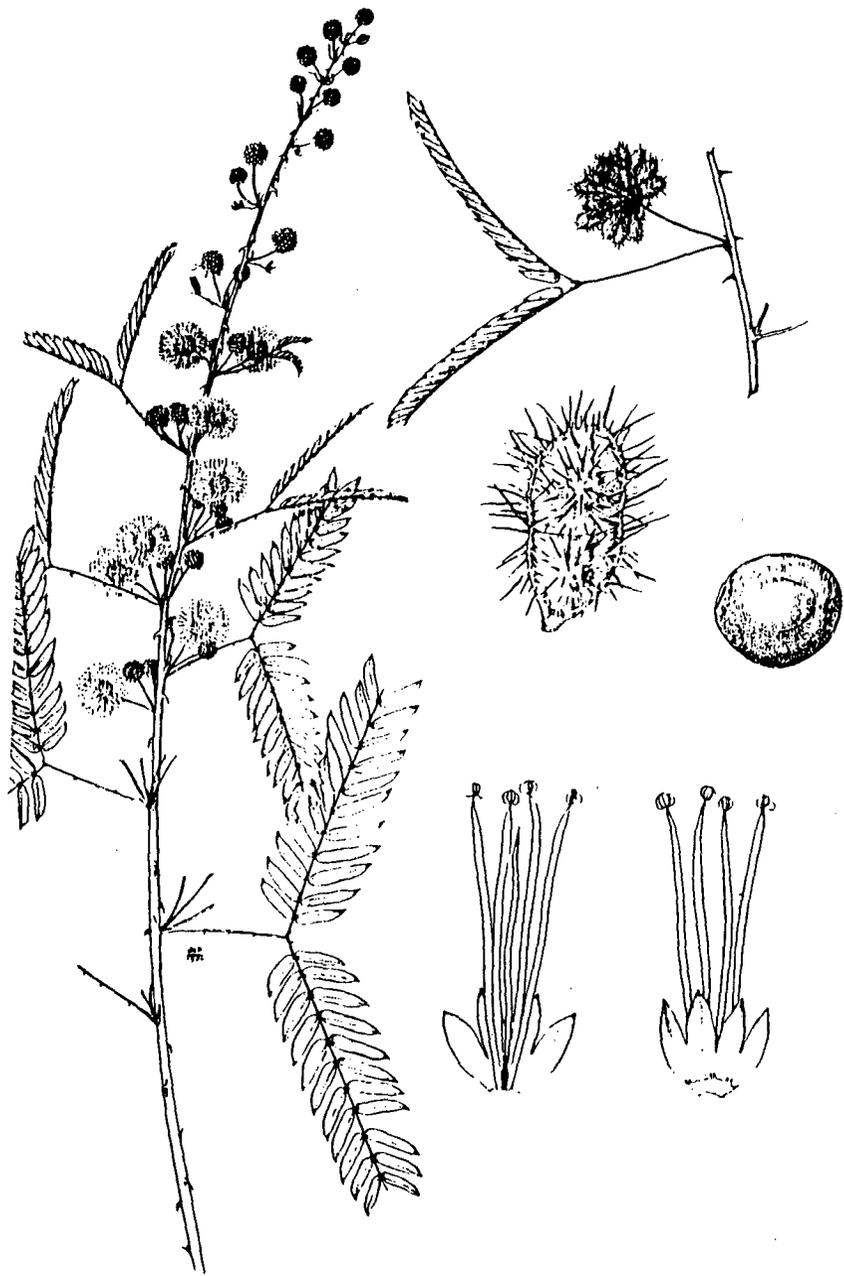


Figura 12. *Mimosa sicyocarpa* B. L. Rob. (McVaugh, 1987).

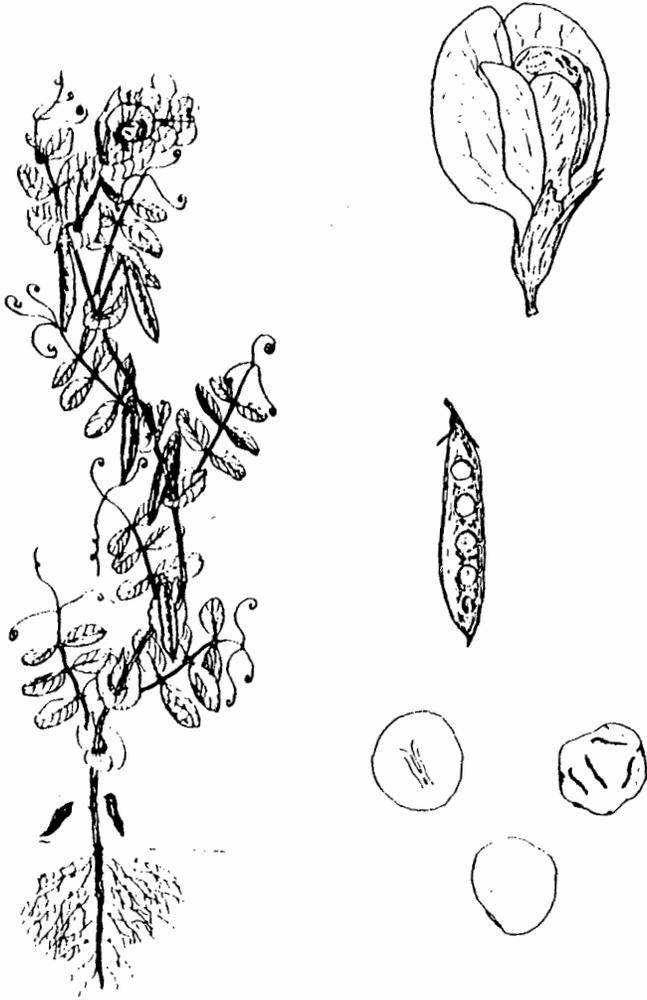
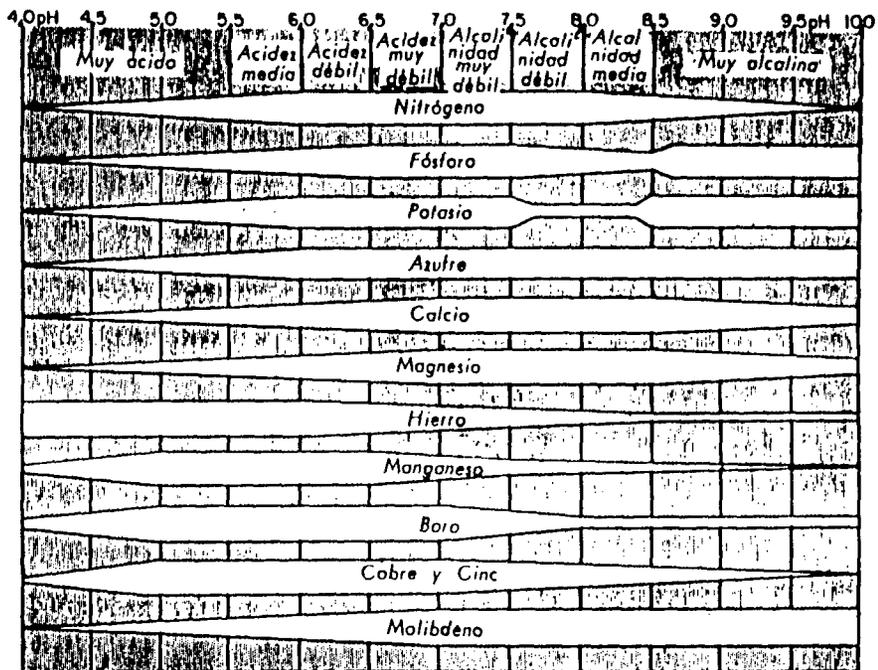


Figura 13. *Pisum sativum* L. (Parsons, 1987).



La cantidad máxima de elemento asimilable viene, indicada por la parte más ancha de la franja

Figura 14. Influencia de la reacción del suelo sobre la cantidad de nutrimentos asimilables (Thompson, 1962).

FIJACION SIMBIOTICA DEL NITROGENO

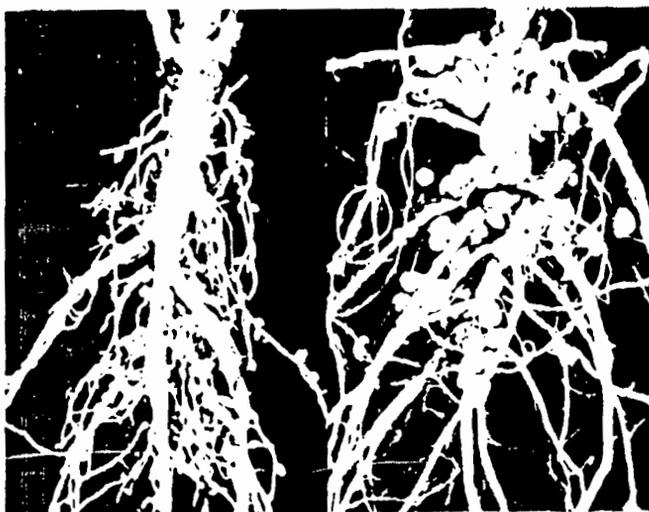


Figura 16. Raíces de leguminosas bien noduladas. Izquierda trébol rojo, derecha, soya (Cortesía de J. C. Burton, citado por Alexander, 1980).

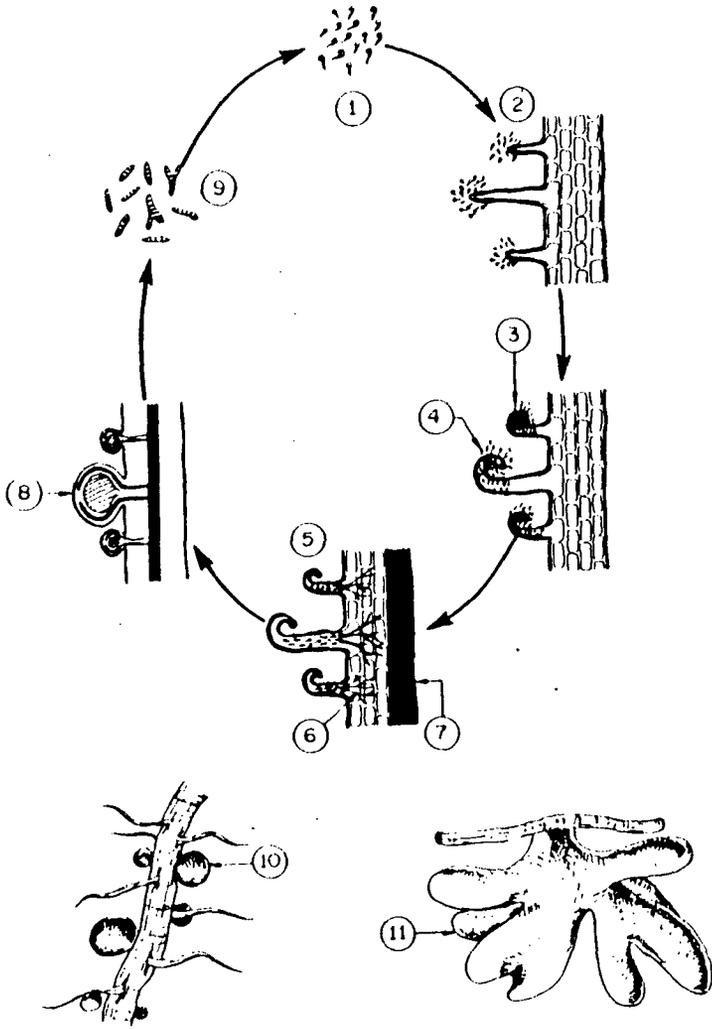


Figura 17. Fijación simbiótica del nitrógeno (Parsons, 1987).



Figura 18. A) *Canavalia villosa* Benth. -B) *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban.
C) *Phaseolus leptostachyus* Benth (figuras tomadas de Sánchez, 1968).

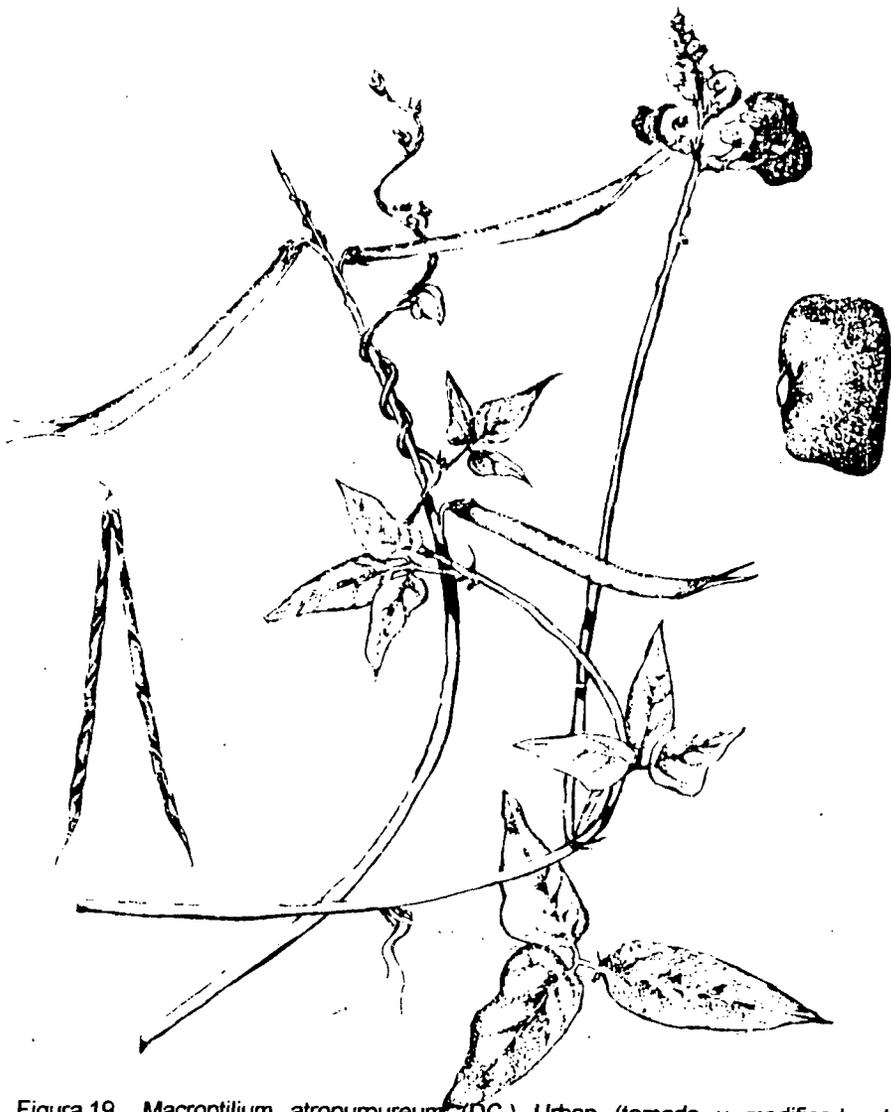


Figura 19. *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban (tomado y modificado de McVaugh por Parra, 1991).



Figura 20. -A) *Trifolium repens* L. -B) *Centrosema pubescens* Benth. -C) *Cologania biloba* (Lindl.) Nicholson (Sánchez, 1968).



Figura 21. -A *Zornia thymifolia* H.B.K. -B) *Desmodium grahamii* Gray. -C) *Desmodium cordistipulum* hemsl (Sánchez, 1968; McVaugh, 1987).



Figura 22. -A) *Desmodium neomexicanum* Gray. -B) *Desmodium intortum* (Mill.) Urban. (Sánchez, 1968; Flores, 1986).



Figura 23. *Melilotus indica* (L.) All (tomado y modificado de McVaugh, por Parra, 1991).

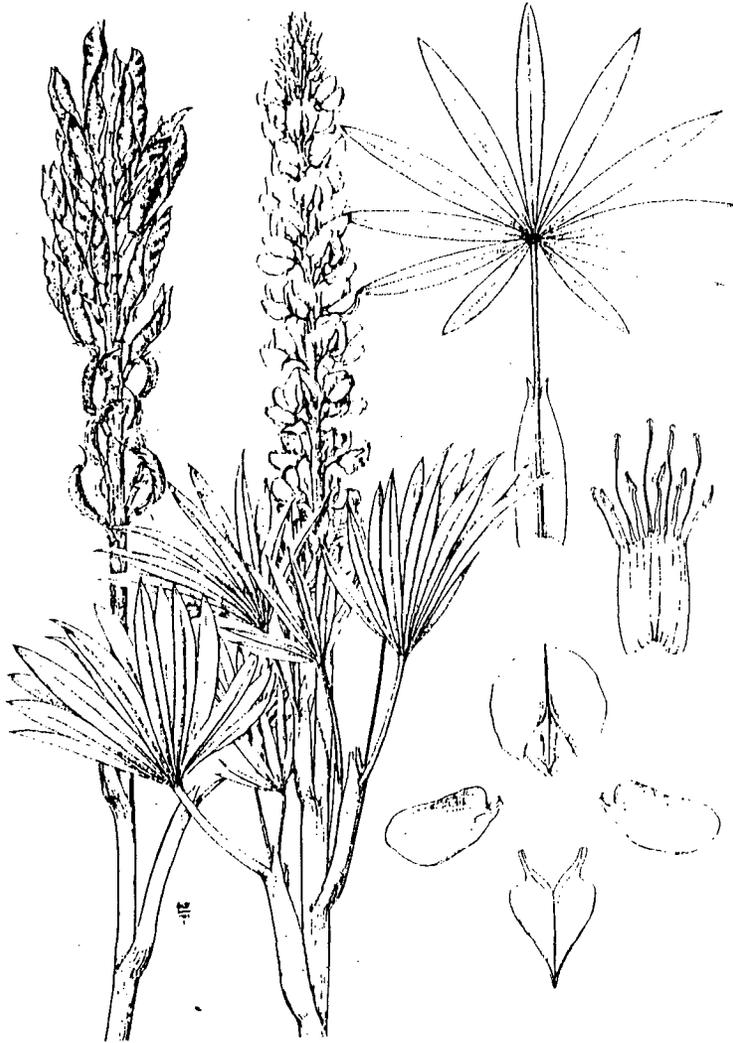


Figura 24. *Lupinus montanus* H.B.K. (McVaugh, 1987).

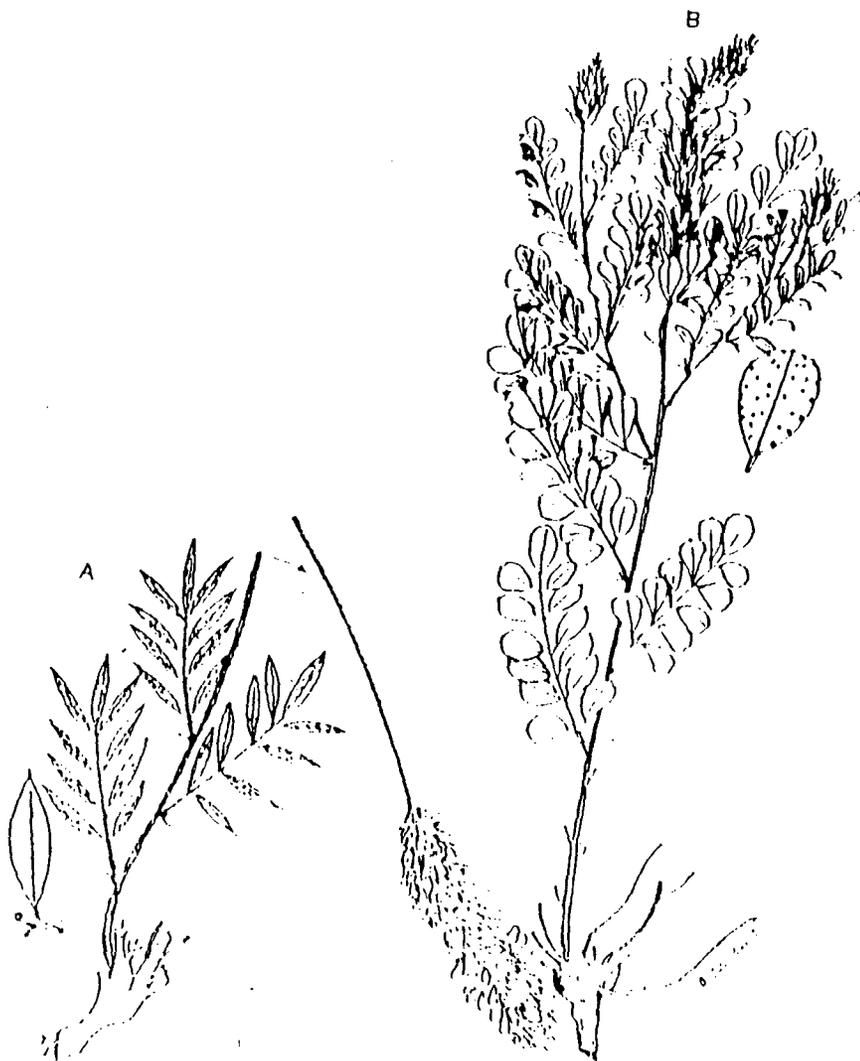


Figura 25. A) *Dalea sericea* L., B) *Dalea mutabilis* Willd. (Sánchez, 1968; McVaugh, 1987).

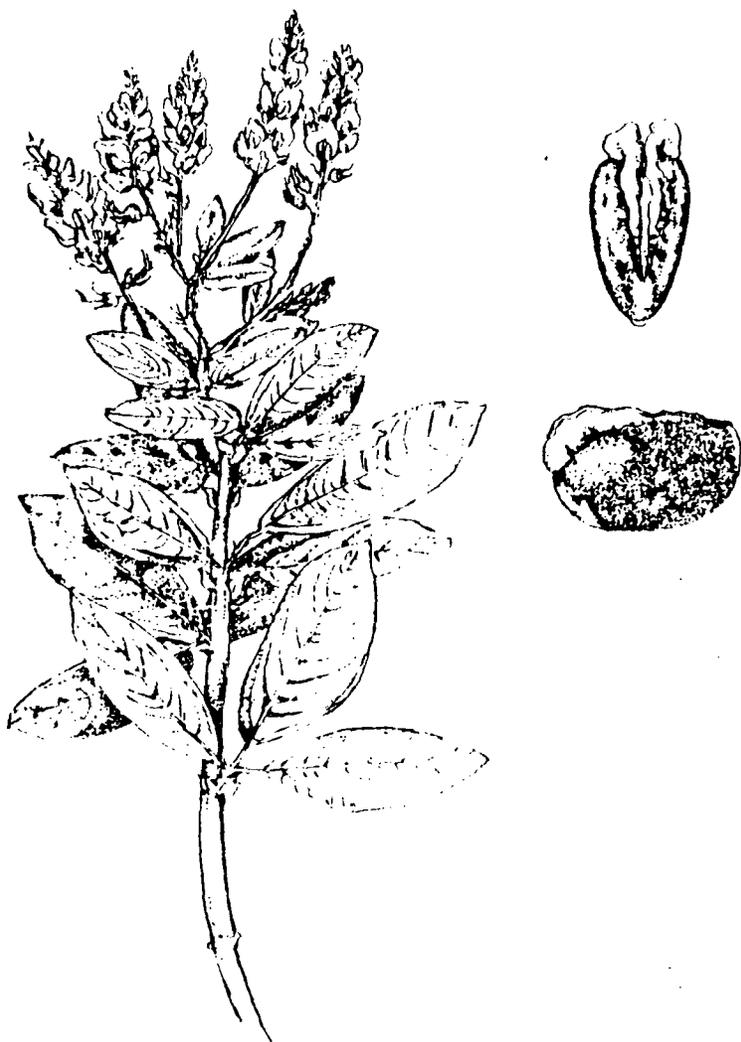


Figura 26. *Eriosema multiflorum* B. L. Rob. (tomado y modificado de McVaugh por Parra, 1991).



Figura 27. *Vigna vexillata* (L.) A. Rich. (tomado y modificado de McVaugh por Parra, 1991).

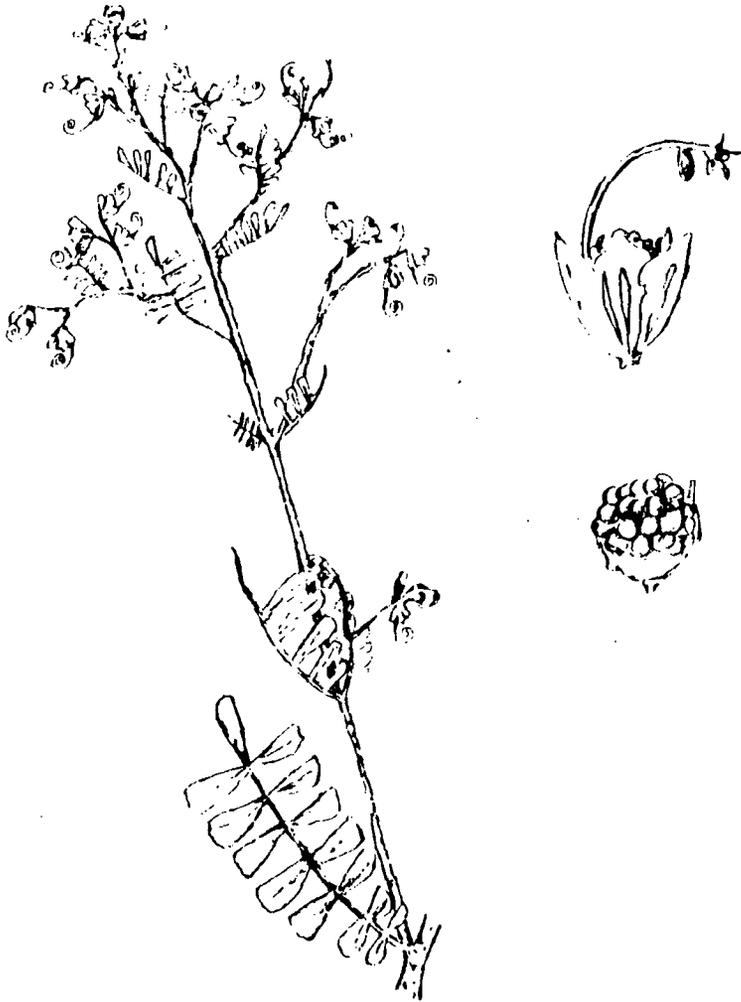


Figura 28. *Marina grammadenia* Barneby (tomado y modificado de McVaugh, por Parra, 1991).

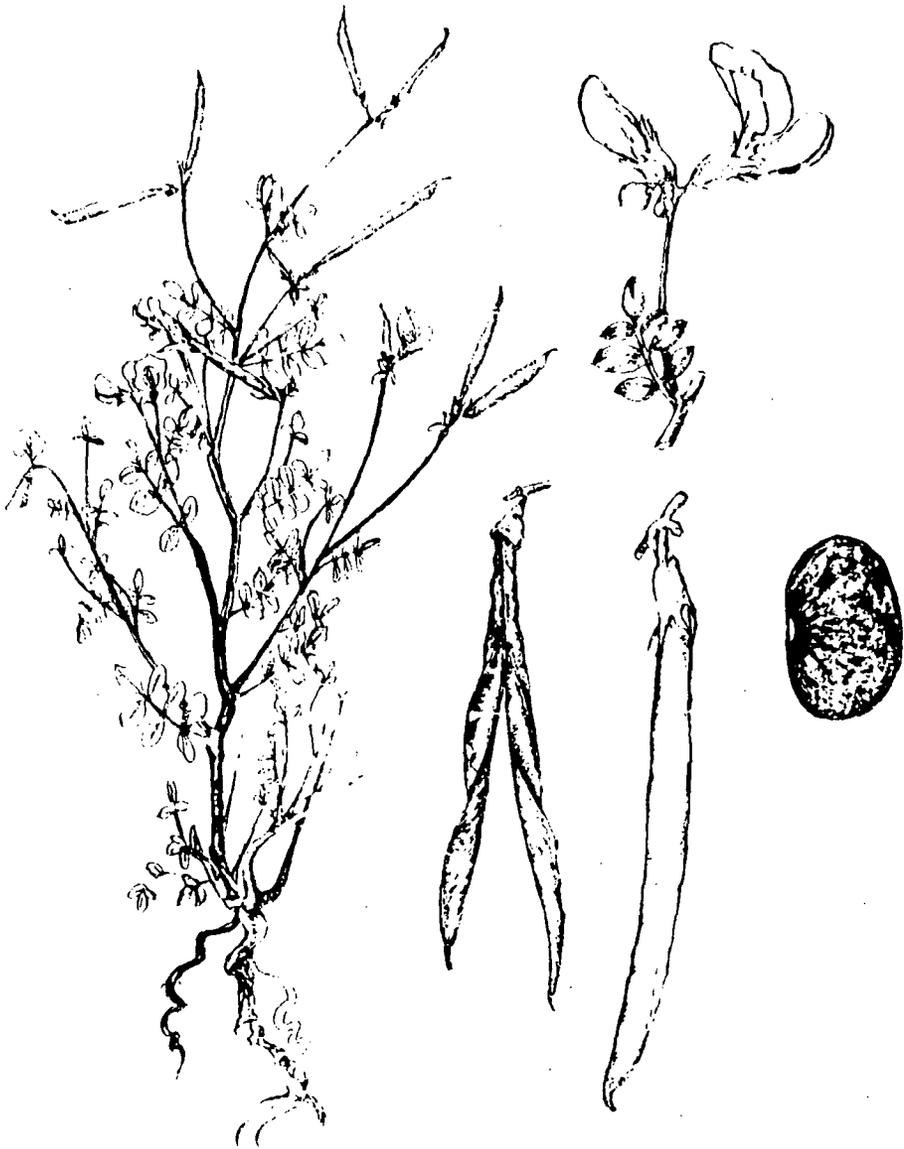


Figura 29. *Lotus repens* (G. Don) Standl. & Steyermark (tomado y modificado de McVaugh, por Parra 1991).

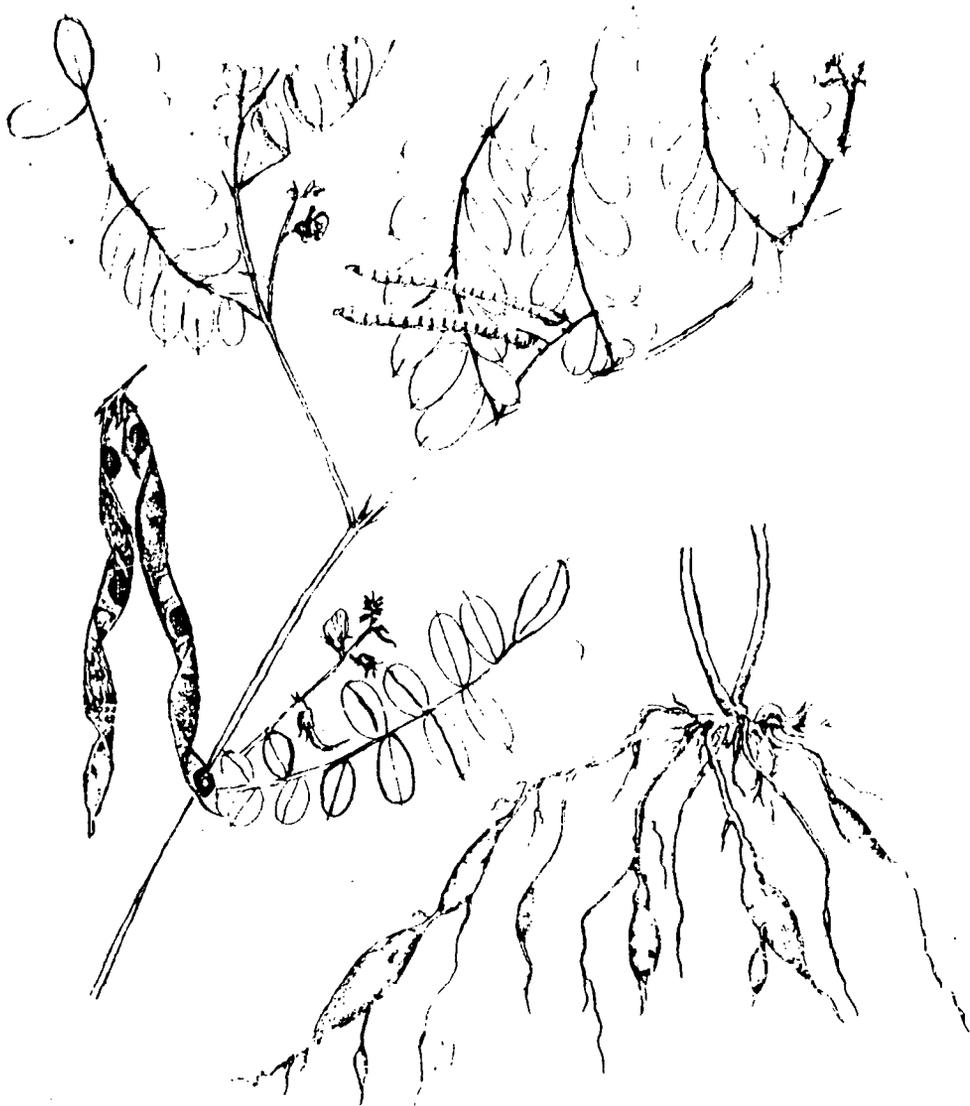


Figura 30. *Cracca berenicea* McVaugh (tomado y modificado de McVaugh por Parra 1991).

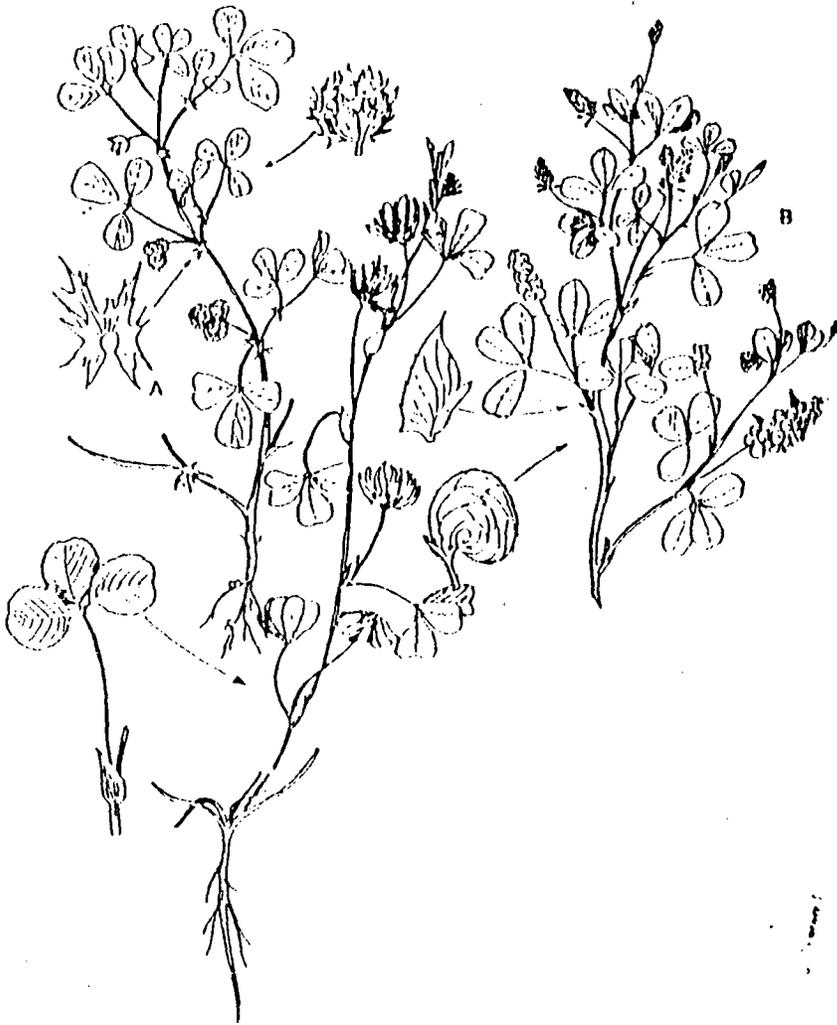


Figura 31. -A) *Medicago lupulina* L. -B) *Trifolium amabile* H.B.K. (Sánchez, 1968).

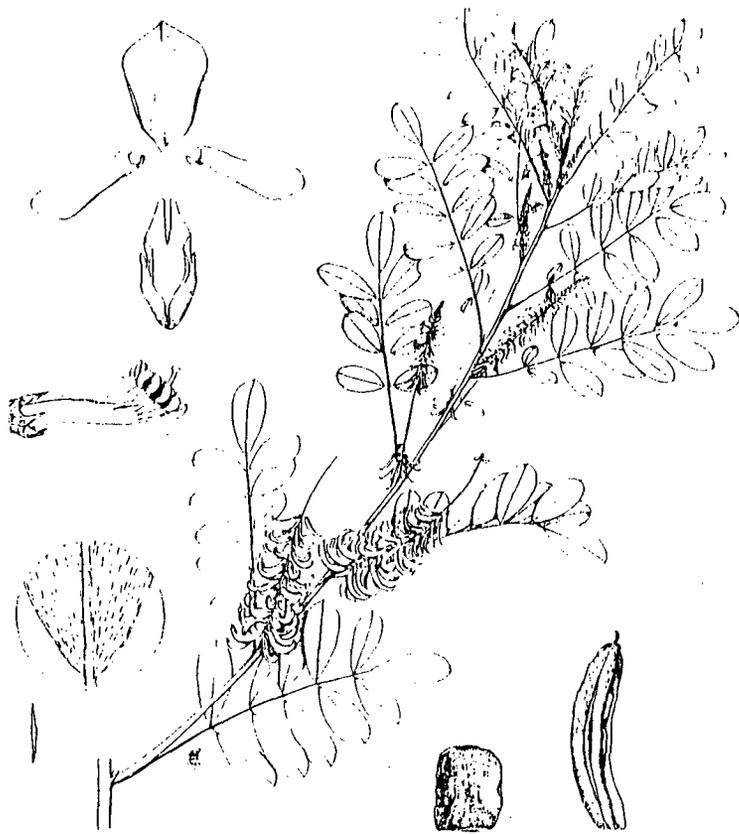


Figura 32. *Indigofera suffruticosa* Mill. (McVaugh, 1987).



Figura 33. *Medicago polymorpha* L. (tomado y modificado de McVaugh, por Parra 1991)

Anexo 3 Lista de cuadros

- No. 1. Extracción de nutrientes por las plantas.
- No. 2. Experiencias sobre la aplicación de abonos verdes.
- No. 3. Géneros representativos de Papilionoideae, utilizados como abonos verdes.
- No. 4. Leguminosas utilizadas como abonos verdes y cantidades de nitrógeno fijado.
- No. 5. Rendimiento de las leguminosas en peso fresco y en grano.
- No. 6. Clasificación de nutrientes.
- No. 7. Fijación del nitrógeno por diferentes sistemas.
- No. 8. Antagonismos y función biológica de los micronutrientes.
- No. 9. Clasificación de los 7 grupos de Rhizobium.

Anexo 4. Listado de leguminosas herbáceas, rastreras y trepadoras reportadas para el estado de Jalisco (McVaugh, 1987; Parra, 1991; y Vázquez et al., 1995).

- Acacia hartwegii* Benth.
Acacia tenuifolia (L.) Willd.
Acacia tequilana S. Wats.
Aeschynomene americana L.
Aeschynomene brasiliana (Poir) DC.
Aeschynomene histrix Poir var. *histrix* Poir.
Aeschynomene paniculata Willd. ex Vogel
Aeschynomene rudis Benth.
Aeschynomene simulans Rose
Aeschynomene villosa Poir. var. *villosa*
Aeschynomene villosa Poir. var. *mexicana* (Rose) Rudd
Amicia zygomeris DC.
Astragalus coriaceus Hemsl.
Astragalus ervoides Hook. & Arn.
Astragalus esperanzae M. E. Jones
Astragalus guatemalensis Hemsl., var. *brevidentatus* (Hemsl.) Barneby
Astragalus hypoleucus Schaver
Astragalus jaliscensis (Rydb.) Barneby
Astragalus mollissimus Torr, var. *irolanus* (M.E.Jones) Barneby
Astragalus parvus Hemsl.
Astragalus scutaneus Barneby
Cajanus cajan (L.) Millsp.
Calopogonium caeruleum (Benth.) Hemsl.
Calopogonium galactioides (H.B.K.) Benth. ex Hemsl.

- Calopogonium mucunoides* Desv.
Calliandra humilis Benth. var. *humilis*
Calliandra humilis var. *reticulata* (A. Gray) L. Benson.
Calliandra palmeri S. Wats.
Canavalia acuminata Rose
Canavalia brasiliensis Mart. ex Benth.
Canavalia hirsutissima Sauer
Canavalia maritima (Aubl.) Thouars
Canavalia septentrionalis Sauer
Canavalia villosa Benth.
Centrosema plumieri (Pers.) Benth.
Centrosema pubescens Benth.
Centrosema sagittatum (Willd.) Brandg. ex Riley
Centrosema virginianum (L.) Benth.
Chamaecrista absus (L.) Irwin & Barneby var. *meonandra* (Irwin & Barneby
Chamaecrista chamaecristoides (Colladon) Greene
Chamaecrista flexuosa (L.) Greene var. *texana* (Buckl.) Irwin & Barneby
Chamaecrista glandulosa (L.) Greene var. *flavicomis* (H.B.K.) Irwin & Barneby
Chamaecrista hispidula (Vahl) Irwin & Barneby
Chamaecrista nictitans Moench var. *jaliscensis* (Greenm.) Irwin & Barneby
Chamaecrista nictitans Moench var. *mensalis* (Greenm.)
Chamaecrista nictitans Moench var. *pilosa* (Benth.) Irwin & Barneby
Chamaecrista punctulata (Hook. & Arn.) Irwin & Barneby
Chamaecrista rotundifolia (Pers.) Greene var. *rotundifolia*
Chamaecrista serpens (L.) Greene var. *wrightii* (A. Gray) Irwin & Barneby
Cicer arietinum L.
Clitoria falcata Lam.
Clitoria mexicana Link
Clitoria polystachya Benth.

Clitoria ternatea L.
Clitoria triflora S. Wats.
Cologonia angustifolia Kunth
Cologonia biloba (Lindl.) Nicholson
Cologonia broussoneti (Balbis) DC.
Cologonia cordata Fearing ex McVaugh
Cologonia jaliscana S. Wats.
Cologonia obovata Schlecht.
Cologonia procumbens Kunth,
Cracca berenicea McVaugh
Cracca pumila (Rose) M.E. Jones
Crotalaria acapulcensis Hook. & Arn.
Crotalaria bupleurifolia Schlecht. & Cham.
Crotalaria cajanifolia H.B.K.
Crotalaria filifolia Rose
Crotalaria incana L.
Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.
Crotalaria mexicana Windler
Crotalaria micans Link
Crotalaria mollicula H.B.K.
Crotalaria nayaritensis Windler,
Crotalaria nitens H.B.K. var. *gracilis* Windler
Crotalaria pumila Ort.
Crotalaria quercetorum Brandg.
Crotalaria retusa L.
Crotalaria rotundifolia J. F. Gmel. var. *vulgaris* Windler
Crotalaria sagittalis L.
Dalea cliffortiana Willd.
Dalea confusa (Rydb.) Bameby var. *hexandra* Bameby

Dalea elata Hook. & Arn.
Dalea escobilla Barneby
Dalea filiciformis B. L. Rob. & Greenm.
Dalea foliolosa (Ait.) Barneby var. *citrina* (Rydb.) Barneby
Dalea foliolosa (Art.) Barneby var. *foliolosa*
Dalea humilis G. Don.
Dalea leporina (Art.) BullocR
Dalea lutea (Cav.) Willd. var. *gigantea* (Rydb.) Barneby
Dalea mexiae Barneby
Dalea mcvaughii Barneby,
Dalea mucronata DC.
Dalea nemaphyllidia Barneby
Dalea obovatifolia Ort. var. *obovatifolia*
Dalea obreniformis (Rydb.) Barneby
Dalea pectinata Kunth
Dalea plantaginoides Barneby
Dalea prostrata Ort.
Dalea pulchella G. Don.
Dalea revoluta S. Wats.
Dalea roseiflora (Rydb.) Ryley
Dalea sericea Lag.
Dalea versicolor Zucc. var. *decipiens* Barneby
Desmanthus bicornutus S. Wats.
Desmanthus pumilus (Schlecht) Macbr.
Desmodium affine Schlecht.
Desmodium ambiguum Hemsl.
Desmodium angustatum (Rose & Standl.) Standl.
Desmodium angustifolium (H.B.K.) DC.
Desmodium aparines (Link) DC.

- Desmodium barbatum* (L.) Benth.
Desmodium cordistipulum Hemsl. f. *cordistipulum*
Desmodium cordistipulum Hemsl. forma *cryptopodum* (Blake) Schubert & McVaugh
Desmodium distortum (Aubl.) Macbr.
Desmodium ghiesbreghtii Hemsl.
Desmodium glabrum (Mill.) DC.
Desmodium grahamii A. Gray.
Desmodium guadalajaranum S. Watson
Desmodium hartwegianum Hemsl. var. *hartwegianum*
Desmodium hartwegianum Hemsl. var. *amans* (S. Watson) Schubert
Desmodium infractum DC.
Desmodium intortum (Mill.) Urban.
Desmodium leptomeris (Blake) Schubert & McVaugh
Desmodium macrostachyum Hemsl.
Desmodium michoacatum Schubert & McVaugh
Desmodium molliculum (H.B.K.) DC.
Desmodium neomexicanum A. Gray.
Desmodium prehensile Schlecht.
Desmodium pringlei S. Wats.
Desmodium procumbens (Mill.) Hitchc. var. *procumbens*
Desmodium procumbens (Mill.) Hitchc. var. *longipes* (Schindl.) Schubert
Desmodium procubens (Mill.) Hitchc. var. *transversum* (B.L. Rob. & Greenm.)
 Schubert
Desmodium scalare Schubert & McVaugh,
Desmodium scorpiurus (Sw.) Desv.
Desmodium sericophyllum Schlecht.
Desmodium strobilaceum Schlecht.
Desmodium tortuosum (Sw.) DC.
Desmodium triflorum (L.) DC.

Desmodium urarioides (Blake) Schubert & McVaugh
Desmodium volubile (Schindl.) Schubert & McVaugh
Desmodium xylopodium Greenm.
Entada patens (Hook. & Arn.) Standl.
Eriosema diffusum (H.B.K.) G. Don
Eriosema longicalyx Grear
Eriosema multiflorum B. L. Rob.
Eriosema palmeri S. Wats.
Eriosema pulchellum (H.B.K.) G. Don
Erythrina leptorhiza DC.
Erythrina montana Rose & Standl.
Galactia acapulcensis Rose
Galactia brachystachys Benth.
Galactia aff. *wrightii*
Galactia incana (Rose) Standl.
Hoffmannsegia montana (Britton) McVaugh.
Indigofera jamaicensis Spreng.
Indigofera miniata Ort.
Indigofera sabulicola Benth.
Indigofera suffruticosa Mill.
Lotus oroboides (H.B.K.) Ottley ex Kearney & Peebles
Lotus repens (G. Don) Standl. & Steyerm.
Lupinus elegans H.B.K.
Lupinus exaltatus Zucc.
Lupinus leptocarpus Benth.
Lupinus madrensis Seem.
Lupinus mexicanus Cerv. ex Lag.
Lupinus montanus H.B.K.
Lupinus rotundiflorus M. E. Jones

Lupinus simulans Rose
Lupinus splendens Rose
Lupinus stipulatus J. Agardh
Lupinus barkeri Lindl.
Machaerium kegelii Meisner
Machaerium salvadorensis (Donn. Sm.) Rudd
Macroptilium atropurpureum (DC.) Urban
Macroptilium gibbosifolium (Ort.) A. Delgado,
Macroptilium lathyroides (L.) Urban.
Marina gracilis Liebm.
Marina gracillima (S. Wats.) Barneby
Marina grammadenia Barneby
Marina nutans (Cav.) Barneby
Marina procumbens (DC.) Barneby
Marina sarodes Barneby
Marina scopa Barneby
Marina spiciformis (Rose) Barneby
Marina unifoliolata (B.L. Rob. & Greenm) Barneby
Medicago lupulina L.
Medicago polymorpha L.
Medicago sativa L.
Melilotus indica (L.) All.
Mimosa affinis B. L. Rob.
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd. s.l. "Serrilla"
Mimosa occidentalis Britt. & Rose
Mimosa invisita Mart.
Mimosa pudica L.
Mimosa sicyocarpa B. L. Rob.
Mimosa sinaloensis Britt. & Rose

- Mimosa tequilana* S. Wats.
Mucuna sloanei Fawc. & Rendle
Neptunia natans (L. F.) Druce
Neptunia plena (L.) Benth.
Neptunia pubescens Benth.
Nissolia fruticosa Jacq.
Nissolia laxior (B. L. Rob.) Rose
Nissolia leiogyne Sandw.
Nissolia microptera Poir.
Nissolia wislizeni (A. Gray) A. Gray.
Nissolia pringlei Rose,
Pachyrhizus erosus (L.) Urb. var. *erosus*
Phaseolus acutifolius A. Gray var. *latifolius* G.F. Freeman.
Phaseolus acutifolius A. Gray var. *tenuifolius* A. Gray.
Phaseolus coccineus L. subsp. *coccineus*
Phaseolus coccineus L. subsp. *formosus* (H.B.K.) Maréchal et al.
Phaseolus jaliscanus Piper.
Phaseolus leptostachyus Benth.
Phaseolus lunatus L. var. *lunatus*
Phaseolus lunatus L. var. *silvester* Baudet
Phaseolus metcalfei Woot. & Standl.
Phaseolus microcarpus Mart.
Phaseolus micranthus Hook. & Arn. var. *micranthus*
Phaseolus nelsonii Maréchal et al.
Phaseolus pauciflorus Sessé & Moc. ex G. Don
Phaseolus perplexus A. Delgado
Phaseolus vulgaris L.
Pithecellobium leptophyllum (Lag.) Daveau
Poiretia punctata (Willd) Desv.

- Psoralea palmeri* OcRedon
Psoralea rhombifolia Tor. & Gray.
Ramirezella crassa (McVaugh) Ochoterena-Booth & A. Delgado
Ramirezella micrantha A. Delgado & Ochoterena-Booth
Ramirezella strobilophora (B.L.Rob.) Rose var. *buseri* (Micheli) Maréchal et al.
Rhynchosia discolor Mart. & Galeotti
Rhynchosia edulis Griseb.
Rhynchosia macrocarpa Benth.
Rhynchosia minima (L.) DC.
Rhynchosia precatória DC.
Rhynchosia reticulata (Sw.) DC. var. *reticulata*
Rhynchosia tarphantha Standl.
Scharankia diffusa Rose
Scharankia distachya DC.
Scharankia jaliscensis (Macbr.) McVaugh
Senna hirsuta (L.) Irwin & Bameby var. *hirta* Irwin & Bameby
Senna obtusifolia (L.) Irwin & Bameby
Senna occidentalis (L.) Link,
Senna pallida (Vahl) Irwin & Bameby s. l.
Senna pilifera (Vogel) Irwin & Bameby var. *subglabra* (S. Moore) Irwin & Bameby
Senna quinquangulata (Rich.) Irwin & Bameby var. *quinquangulata*
Sesbania herbacea (Mill.) McVaugh,
Sphinctospermum constrictum (S. Watson) Rose
Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. var. *dissitiflora* (B.L.Rob. & Seat.) t Mannetje
Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. var. *guianensis*. Aubl.
Stylosanthes humilis H.B.K.
Stylosanthes viscosa Sw.
Tephrosia crassifolia Benth.
Tephrosia langlassei Micheli

- Tephrosia leiocarpa* A. Gray var. *leiocarpa*. A. Gray.
Tephrosia saxicola C. E. Wood.
Tephrosia vicioides Schlecht.
Tephrosia viridiflora Telles
Teramnus uncinatus (L.) Sw.
Trifolium amabile H. B. K.
Trifolium goniocarpum Lojac.
Trifolium repens L.
Vicia faba L.
Vicia humilis H. B. K.
Vicia pulchella H. B. K. subsp. *mexicana* (Hemsl.) C. R. Gunn
Vigna adenantha (G. F. Mey.) Maréchal et al.
Vigna linearis (H. B. K.) Maréchal et al.
Vigna lozanii (Rose) Lackey ex McVaugh,
Vigna luteola (Jacq.) Benth.
Vigna speciosa (H. B. K.) Verdc.
Vigna vexillata (L.) A. Rich.
Zornia reticulata J. E. Smith
Zornia thymifolia H. B. K.

Anexo 5. Índice alfabético de géneros y especies de leguminosas

	Página
Acacia	12, 16, 17, 19, 21, 27.
Acacia berladeri	19
Acacia constricta	19, 21
Acacia farnesiana	19, 20
Acacia glandulifera	19
Acacia gregii	21
Acacia rigidula	19, 21
Acacia schaffneri	19
Aeschynomene	15, 17, 19
Aeschynomene americana	15
Aeschynomene americana var. Flabellata	15,
Aeschynomene amorphoides	15
Aeschynomene histrix	15
Aeschynomene scabra	15
Aeschynomene rudis	15
Aeschynomene villosa	15
Aeschynomene villosa var. Villosa	15
Aeschynomene villosa var. Logifolia	15
Aeschynomene villosa var. Mexicana	15
Albizia	20
Albizia lebbek	20, 21
Alysicarpus	19
Amorpha	20
Arachis	15, 32
Arachis hypogaea	21
Astragalus	14

Baptisia	20, 21
Bauhinia	21
Caesalpinia	15, 20, 21
Caesalpinia cacalaco	20, 21
Caesalpinia guilliesi	21
Caesalpinia pulcherrima	20, 21
Cajanus	17
Cassia	15
Cassia fistula	15
Canavalia	10, 17, 21
Centrosema	12, 17
Cercidium	17
Ceratonia	17
Ceratonia silicua	19, 20
Cercis canadensis	21
Cicer	32
Cicer arietinum	21
Clitoria	15, 17, 21
Coronilla	19
Crotalaria	12, 15, 17, 19, 21
Crotalaria longirostrata	21
Crotalaria ochroleuca	10, 19
Chamaecrista	15, 17
Chamaecrista absus	15
Chamaecrista glandulosa	15
Chamaecrista nictitans	15
Chamaecrista nictitans var. Jaliscensis	15
Chamaecrista punctulata	15
Chamaecrista rotundifolia	15

<i>Chamaecrista rotundifolia</i> var. <i>Rotundifolia</i>	15
<i>Chamaecrista serpens</i>	15
<i>Chamaecrista serpens</i> var. <i>Wrightii</i>	15
<i>Dalea</i>	15, 17
<i>Delonix regia</i>	21
<i>Desmodium</i>	17, 21, 32
<i>Desmanthus</i>	21
<i>Diphysa</i>	20
<i>Diphysa robinoides</i>	10, 15, 17, 19
<i>Dolichos lablab</i>	15, 24
<i>Enterolobium</i>	15, 20
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	20
<i>Eriosema</i>	17
<i>Eysenhardtia</i>	17
<i>Haematoxylum</i>	20
<i>Haematoxylum campechianum</i>	20, 21
<i>Hoffmannseggia</i>	21
<i>Indigofera</i>	15, 17, 19, 20
<i>Indigofera suffruticosa</i>	21
<i>Galactia</i>	12, 17, 21
<i>Gleditsia</i>	21
<i>Glycine</i>	15, 20, 32
<i>Glycine max</i>	20
<i>Lathyrus</i>	17, 32
<i>Lens</i>	32
<i>Lens esculenta</i>	21
<i>Leucaena</i>	16, 17, 20
<i>Lespedeza</i>	16, 19, 32
<i>Lonchocarpus</i>	20

Lotonis	16
Lotonis wigthii	10, 19
Lotus	15
Lupinus	12, 15, 16, 17, 27, 32
Lysiloma bahamensis	20
Macroptilium	15, 17
Medicago	15, 16, 17, 19, 21
Medicago sativa	21, 27
Marina	17
Melilotus	17, 19, 21, 32
Mimosa	12, 16, 17, 21
Mucuna	17
Mucuna deeringianum	10
Mucuna pruriens	19
Mucuna pruriens var. Utilis	10
Ornithopus	32
Olneya	17, 20
Olneya tesota	19
Pachyrhizus erosus	21
Parkinsonia	20
Pithecellobium	17
Pithecellobium dulce	20
Phaseolus	15, 21, 32
Phaseolus vulgaris	21
Pisum	15, 32
Pisum sativum	17, 21
Platymiscium	20
Prosopis	16, 17, 20, 21
Prosopis glandulosa var. Torreyana	21

Prosopis laevigata	21
Pueraria	19
Pueraria phaseoloides	10
Robinia	17, 19
Schrankia	21
Senna	15, 17, 21
Senna obtusifolia	21
Sesbania	19
Sorghum (no leguminosa)	17
Stizolobium	17, 19, 32
Stylosanthes guayanensis	19
Tamarindus	20
Tephrosia	15, 17
Trifolium	12, 15, 17, 19, 21, 27, 32
Vicia	14, 17, 32
Vicia faba	12, 13, 14, 21
Vicia sativa	16
Vicia villosa	21
Vigna	17, 19, 32
Vigna unguiculata	19
Vigna umbellata	17, 19
Zornia	17