

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



El Gandul (*Cajanus cajan* -L-) Leguminosa de Grano
Nueva Fuente de proteínas para el Hombre y los Animales

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

FRANCISCO JAVIER CARDONA DE HIJAR

GUADALAJARA, JAL., 1980.

QUE OTRAS INVESTIGACIONES O TRABAJOS
HABRIA MAS FATIGOSOS Y DUROS QUE LOS REFE
RENTES AL ESTUDIO DE LA BOTANICA. SINO
FUERA PORQUE UN EXTRAÑO DELEITE QUE NO SE
EXPLICAR, NOS IMPULSA A SU ESTUDIO; AL EXE
TREMOS DE QUE EL AMOR A LAS PLANTAS SUPERA
AL AMOR QUE NOS DEBEMOS A NOSOTROS MISMOS.

Carl von Linne

DEDICO LA PRESENTE TESIS:

A LA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA
AL INSTITUTO DE BOTANICA
A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
A MIS PADRES
AL HONORABLE JURADO

Al director de mi tesis Maestro Dr. Enrique Estrada Faudon, a los Asesores Profs. Ing. Bonifacio Zarazua Cabrera e Ing. José Fernando Sánchez Santana mis mejores reconocimientos porque sin su valiosa colaboración no hubiera sido posible el presente estudio; al igual que al Sr. Ing. José Luis Pérez Castillo. A mis Hermanos, Familiares y Amigos que de una u otra forma me hay ayudado, a todos Ellos mi más sincera y perenne gratitud.

"El Gandul (Cajanus cajan -L-) leguminosa
de grano. Nueva fuente de proteínas para el Hombre y
los animales".

INDICE

		PAG.
	INTRODUCCION.	2
CAPITULO	I	
	OBJETIVOS	5
CAPITULO	II	
	GENERALIDADES	
	a) Ubicación y forma del territorio mexicano	8
	b) Relieve.	9
	c) Geología	11
	d) Hidrografia.	12
	e) Clima.	13
	f) Radiación Solar.	13
	g) Temperatura.	14
	h) Precipitación.	15
	i) Vientos.	15
CAPITULO	III	
	ORIGEN DEL GANDUL	
	a) Historia del Gandul.	16
	b) Centros de Origen del Gandul Cajanus cajan -L-)	18
	c) Historia del Cultivo	21
CAPITULO	IV	
	DESCRIPCION BOTANICA	
	a) De la Familia Leguminosae.	22
	b) De la Subfamilia Papilionaceae	29
	c) De la Tribu Faseoleas.	31
	d) Del Género Cajanus	32
	e) Variedades del Cajanus cajan	35
CAPITULO	V	
	CULTIVO DEL GANDUL	
	a) Adaptación.	37
	b) Suelos	39
	c) Siembra.	42
	d) Labores culturales	44
CAPITULO	VI	
	COSECHA DEL GANDUL.	45
CAPITULO	VII	
	PROPIEDADES Y APROVECHAMIENTOS DEL GANDUL .	47

CAPITULO	VIII	
	CONTROL FITOSANITARIO	
	a) Plagas.	56
	b) Enfermedades.	56
CAPITULO	IX	
	FERTILIZACION.	57
CAPITULO	X	
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
CAPITULO	XI	
	BIBLIOGRAFIA	64

INDICE DE GRABADOS

Foto No. 1	El autor y la planta del Gandul	1
Diagrama o Arbol	genealógico del Gandul.	25
Foto No. 2	Acercamiento fotograf. de una rama junto con vainas y semillas	26
Diagramas florales	de las Leguminosas.	28
Esquema de la flor	en detalle y fórmula florar	33
Dibujo en detalle	de una rama de Gandul.	36
Dibujo en detalle	de la Vaina y semilla del Gandul	46
Cuadro No. 1	Composición bromatológica de las semillas del Gandul.	48
Cuadro No. 2	Análisis a la semilla en base húmeda.	49
Cuadro No. 3	Análisis a cada parte de la planta del Gandul en base húmeda	49
Cuadro No. 4	Comparación del Gandul con las Unidades Forrajeras (U.F.)	50
Cuadro No. 5	Plantas que superan el valor del gandul en el contenido bromatológico	52
Foto No. 3	Vaina y comparación de tamaño de las semillas del Gandul con el Frijol	55
Dibujo en detalle	de los nódulos nitrobacterianos de la raíz del Gandul, del Frijol y de las Habas.	60
Presentación, Dedicaciones,	Reconocimientos y Agradecimientos.....	



Foto No. 1 El autor junto con plantas de Gandul (Cajanus cajan -L-) en plena producción. Las plantas alcanzan una altura de 2.25 mts. aprox.

INTRODUCCION

El alimento es un factor esencial y definitivo en la existencia de la vida en la Tierra, ya se trate de la vida Vegetal o de la vida Animal. El método para obtener los alimentos es muy distinto, puesto que, los vegetales extraen los alimentos minerales del aire y del suelo disueltos en el agua para luego elaborarlos dentro de su organismo con la ayuda de la Energía Solar. De esta manera, las plantas fabrican sus propios alimentos; no así los animales que tienen que comer alimentos ya fabricados por las plantas, completando la dieta devorando a otros animales como es el caso de los omnívoros que se alimentan de las plantas y de otros animales, por eso desde la prehistoria, la actividad principal de los Hombres es la búsqueda y explotación de las plantas y animales que contengan los alimentos necesarios, estos alimentos en ese tiempo eran fáciles de conseguir, pues la Naturaleza los provee en abundancia, alcanzando para todos. Hoy en día, la Madre Naturaleza los sigue prodigando con la misma abundancia, pero ya no alcanza para todos los Hombres, menos para los demás animales incluyendo a las Plagas pues éstas, al igual que el hombre, se han multiplicado en una forma alarmante de tal suerte que ya de todos es conocida esta escasez a nivel mundial, muriendo diario cientos de animales y seres Humanos de inanición.

La población mundial día con día crece más y más, y de seguir este ritmo para el año 2,000 de nuestra era; seremos más de --- 6,900'000,000 de habitantes en el mundo y para América Latina le corresponden 624'000,000 de habitantes, según datos proporcionados por el "Chase Manhattan Bank" y por un estudio realizado por la "N.N.U.U."

A esta creciente problemática hay que agregarle una depresión en la producción de satisfactores, especialmente de los alimentos que ha afectado a todas las Naciones de la Tierra agravando más la caótica situación de las naciones más pobres que no pueden ofrecer mejores precios en los mercados internacionales por los alimentos. Aquí en México, el Centro de Estudios Económicos del Sector Privado

publicó en un diario matutino un informe en el que indican que la industria alimenticia ha adquirido perfiles dramáticos, pues la población ha crecido un 3.5 % mientras que la industria sólo creció un 1.5 %. Además señala que en el período comprendido entre 1976 y 1979, el índice de crecimiento anual en el sector de Aceites y Grasas vegetales decreció en un 2.2 %; en Pastas y Galletas en un 4.9% negativo, la matanza de ganado sólo creció un 1.6 %; la molienda de Trigo en un 2.3 % y la Pasteurización en un 2.9 %, haciendo notar que todos estos valores están por debajo del crecimiento de la población, y aunque en la publicación culpan al gobierno federal por la mala administración en el manejo de la libre Oferta y la Demanda de los productos básicos; en la realidad son varias las causas que afectan al desarrollo de la Industria de la Alimentación; creo que la primera causa es la falta de fondos canalizados a la Agricultura que es la base de estas industrias. Otro factor consiste en la misma explotación de los suelos agrícolas y otro más que señala el mismo estudio, es la sobrepoblación.

México, como país sub-desarrollado, forma parte de los países pobres del mundo denominados Tercermundistas y como tales, el desarrollo de su potencial económico lo forma la Agricultura más carente de tecnología, por lo que la explotación de los suelos es muy deficiente y empobrecedora del suelo ya que se tiene la costumbre de sembrar un monocultivo hasta que ya no produce, entonces se le abandona dejándolo a la intemperie que lo erosiona convirtiendo los suelos agrícolas en verdaderos eriales que con el paso del tiempo dan oportunidad al desierto para que se extienda más y más. Así pues, la práctica de un monocultivo no es recomendable por las razones antes mencionadas y porque una sola planta no puede proporcionar al cuerpo todas las sustancias nutritivas de que requiere para su completo desarrollo, tanto a los animales como al Hombre mismo. Por esta razón; el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara ha encaminado sus estudios a la investigación de los recursos --silvícolas que puedan proporcionar alimento, ya sea directos o indirectos al Hombre, además de enseñar a los alumnos de la Escuela de Agricultura de la misma Universidad de Guadalajara por medio de publicaciones. El presente estudio se debe a este interés nacido en

el Instituto que encontró al gandul como un posible alimento rico en proteínas, el cual me fué encomendado para que investigara su origen, su contenido bromatológico y su adaptación al cultivo en México, además, me dieron la oportunidad de presentar el trabajo como tema de tesis profesional, de ésta manera realicé el estudio del cual estoy muy agradecido con el Director del Instituto, Doctor Enrique Estrada Faudon y con la Secretaria Profa. Luz María Villarreal de Puga.

Los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos son muy satisfactorios y muy prometedores, puesto que la planta del Gandul (*Cajanus cajan* -L-) es una leguminosa muy noble y con una capacidad de adaptación asombrosa por lo que creo que va a interesar bastante a los campesinos y en especial a los ganaderos y a todos los interesados en la Alimentación de la Humanidad.

CAPITULO I OBJETIVOS.

Los objetivos de esta tesis son varios, pero sobresalen en importancia tres, dado que solucionan en gran medida tres problemas - que afectan grandemente a México y a los pueblos sub-desarrollados. El primer problema es el Hambre que castiga a la mayoría de la población que no alcanza a pagar el precio de las proteínas que contienen los alimentos como la leche, los huevos, la carne, las verduras y legumbres, los cereales, etc. El objetivo de esta tesis es atacar el problema con una planta que ofrezca proteínas de buena calidad y de fácil obtención, así el Gandul (*Cajanus cajan* -L-) ofrece proteínas de buena calidad para el Hombre y también de buena calidad y muy completa para los animales domesticados para la alimentación Humana.

El segundo problema consiste en el abandono de la tierra cultivable por parte de sus dueños o poseedores que casi siempre son de escasos recursos económicos por no decir nulos. El objetivo es encontrar una planta que requiera la más mínima inversión y que ofrezca buenos alimentos, ya sea para el Hombre o para el ganado y el Gandul ofrece estas cualidades pues pertenece a la familia leguminosa y por lo tanto, sus necesidades en nutrientes son mínimos y las labores de cultivo son reducidas y en algunos casos no las hay, por lo que abarata el cultivo.

El tercer problema que se presenta en forma alarmante en México y en la mayoría de los pueblos tropicales y sub-tropicales del tercer mundo o sub-desarrollado es la erosión de los suelos agrícolas debido al abandono o al mal uso y abuso de los mismos, este problema se ataca con plantas con sistemas radiculares muy desarrollado y con resistencia a las sequías y el Gandul es una planta con un sistema radicular muy desarrollado pues pertenece a las Leguminosas que se caracterizan por tener este órgano sumamente desarrollado, - además el Gandul aventaja a sus parientes en que es más resistente a las sequías, aparte de estas características tiene otras más que viene a solucionar otros muchos problemas como son la infertilidad

de los suelos, la conservación de la humedad, el aumento de la capa arable, etc. etc. Pero con que cubra los tres objetivos antes mencionados con eso se recomienda ampliamente la planta sola; como lo hace en la realidad.

CAPITULO II GENERALIDADES

A).- Ubicación y forma del territorio Mexicano.

México forma parte de la masa continental norte de América, pero a la vez sirve de enlace o unión natural con la parte sur del continente, junto con la porción central que empieza aproximadamente en el paralelo 20°N. y que corresponde a la parte más angosta de México localizada en el Istmo de Tehuantepec cuya longitud entre costa y costa es de apenas 215 Km.

La forma caprichosa del territorio se debe principalmente a la diferencia de intensidades en el desplazamiento de los dos grandes bloques continentales que forman la plataforma de América.

México se localiza en el mundo con las siguientes coordenadas: Latitudes extremas 14° 32' 27" en la parte más meridional y 32° - 43' 06" en la parte más septentrional de Latitud Norte; y con una longitud de 86° 42' 30" y 118° 23' 30" de Longitud Oeste, incluyendo a las Islas Mujeres y Guadalupe.

Por fronteras o límites, México tiene tres políticos y 2 naturales; al Norte, limita con los Estados Unidos Norteamericanos y al sur con Guatemala y Belice, los límites naturales son: al Este y Sureste con el Golfo de México y el mar Caribe y al Oeste y Suroeste con el Océano Pacífico y el Golfo de Tehuantepec. La frontera con los E.U.A. se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México y tiene una longitud de 3,114.7 Km. y los límites con Guatemala que empieza en la desembocadura del río Suchiate en el Pacífico hasta el mar Caribe en la desembocadura del río Hondo entre México y Belice con una longitud de más de 1,200 Km. correspondiendo para con Guatemala 962 y para Belice 259.2 Kms. Los litorales ocupan una longitud de más de 9,000 Km, de los cuales al litoral del Pacífico le corresponden más de 6,000 Km.

La superficie territorial de México es de aproximadamente 1'972,546 Km² de los cuales corresponden para la porción continental 1'967,183 Km² y a las Islas 5,363 Km². A la plataforma continental le corresponde una superficie marina de 431,051 Km², esto se

debe a que gran parte de las costas del Pacífico son profundas así también las del Mar Caribe; además esta superficie no incluye a los zócalos de las islas y los arrecifes. Casi la mayoría de las islas del golfo y del mar Caribe son de origen arrecifal, mientras que -- las del Pacífico son de origen volcánico como las Islas de Revillagigedo que emergen desde una profundidad de más de 3,000 m. b/n/m/ y otras más son del mismo material de la plataforma.

B).- Relieve.

El territorio mexicano se encuentra sentado en una zona geológicamente inmadura con zonas asísmicas, penesísmicas y altamente -- sísmicas, las zonas altamente sísmicas localizadas en las costas de los estados de Guerrero, Oaxaca y parte de Chiapas, forma parte del anillo de fuego del Pacífico donde se producen el 80 de los sismos de la Tierra y coincide también con el Eje Volcánico que atravieza los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, México, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, en donde se presentan los volcanes más conocidos; algunos apagados y otros aún activos. Estas características o propiedades hacen que el relieve sea muy accidentado. Aparte del Eje Volcánico, se encuentran varios sistemas montañosos, los principales son: La Sierra Madre Occidental que es el sistema montañoso más largo y continuo de México, recorre desde un poco más adentro de la frontera Norte hasta Jalisco en donde se confunde con el Eje Volcánico, corre en forma paralela a la costa del Pacífico, separando la Planicie Costera Occidental de la Meseta del Altiplano Mexicano; La Sierra Madre Oriental que se inicia en el -- centro del estado de Nuevo León siguiendo hacia el Sureste hasta -- juntarse con el Eje Volcánico; separa la zona costera del Golfo de la Meseta del Altiplano Mexicano; el mismo Eje Volcánico donde se localizan las altitudes más sobresalientes de México; éste se inicia en el centro del estado de Nayarit en el Volcán Sanganguey y Ceboruco hasta el estado de Veracruz en el Volcán Pico de Orizaba y Cofre de Perote que corre dentro del país por los paralelos 19° y 20°N. La Sierra Madre del Sur, que es continuación de la Sierra Madre Occidental, se inicia en Jalisco y recorre los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca junto al Istmo de Tehuantepec; Sierra --

Montañosa del Norte de Oaxaca y Sierra Madre de Chiapas.

De las planicies o mesetas principales están: la Zona Costera Noroccidental o del Pacífico que se extiende desde Mexicali hasta la parte central de Nayarit, la máxima anchura se encuentra en el litoral del estado de Sonora; el Altiplano Mexicano o Meseta Central Mexicana, esta zona se encuentra desde el río Bravo, hasta el Eje Volcánico y desde la Sierra Madre Occidental hasta la Sierra Madre Oriental y con una superficie algo menor del 25 % del territorio nacional. Planicie costera Nororiental o zona costera del Golfo, porción de tierras bajas que se prolongan más allá del río Bravo en los E.U. y se continúa hasta el centro de Veracruz; Planicie Costera Suroriental que se inicia después del Eje Volcánico en Veracruz extendiéndose por el Istmo de Tehuantepec, Tabasco, Chiapas y la Península de Yucatán, siendo la más importante desde el punto de vista de los Hidrocarburos.

C) Geología.

Para describir un poco el Territorio de México se tiene que -- considerar a todo el Continente Americano ya que la formación se pierde al querer separarla, pero en forma resumida es como sigue: Período Precámbrico.- La Tierra aún se encuentra en estado de fusión donde apenas empieza a formarse una corteza muy delgada en la superficie pero no se puede definir todavía. Período Cámbrico. Los mares son poco profundos, cubren extensas zonas de los continentes, en especial de América del Norte; en este período se formaron las rocas del fondo del Gran Cañón del Colorado. Siluriano casi no hay cambios sólo una intensa actividad volcánica, al igual que en el Devoniano y en el Carbonífero. Período Permiano.- En este período, los tres continentes de la era Paleozoica se unen o soldan formando un solo continente denominado Pangea, en el Triásico, los continentes son poblados por matorrales tipo desértico, no hay cambios en la superficie. Período Jurásico.- Gran parte de Europa y Asia quedan sumergidas en los mares, en Sudamérica, en las áreas que forman la cadena andina, son senos marinos cada vez más profundos. Período Cretáceo.- Este período se caracteriza porque el continente Pangea empieza a dividirse, un brazo del mar surge entre América del -

Norte y Africa y al final de este período empiezan a surgir las --
Montañas Rocosas y los Andes. Períodos Eoceno y Paleoceno.- Con-
tinúan creciendo las cadenas montañosas, la actividad volcánica --
conduce a la formación de los océanos Atlántico e Indico, en el -
Oligoceno, siguen creciendo los continentes a espensas del fondo -
marino. Período Mioceno.- Se caracteriza por poderosos movimien-
tos en la corteza terrestre que tienen como consecuencia la retira-
da de los mares. El Mediterráneo que encerrado, quedan constituí-
das las cadenas andinas. Plioceno.- Los continentes y océanos co-
mienzan a adoptar sus conformaciones actuales. Hundimientos regio-
nales tienen como consecuencia la formación de los mares como el -
del Norte, Caspio, etc. Continúa la formación de las cadenas mon-
tañosas por plegamiento. El clima es muy parecido al actual pero
predomina el clima templado. En el Pleistoceno; se producen las -
grandes glaciaciones que cubrieron gran parte de América y Europa,
causando depresiones en la superficie por el enorme peso de los --
hielos. El mar sufrió muchas modificaciones en el nivel pues mien-
tras aumentaba el hielo en los continentes, el nivel bajaba y en -
los deshielos volvía a subir. El clima también se vió afectado, -
pues en este período predominó el glacial. Los vegetales se ven
muy reducidos; cediendo terreno a los hielos y los animales tienen
que emigrar a las zonas tropicales del globo como la parte tropi-
cal de México y Centro América así como de Africa y Asia. El Holo-
ceno que comenzó hace apenas 10,000 años son muy pocos los cambios
experimentados por la superficie de la tierra, pues el panorama --
prácticamente es el mismo. Solo la Gran Bretaña quedó separada --
del continente debido al aumento del nivel del mar causado por la
desglaciación, ya que los hielos se van retirando hacia los polos.
El clima es el actual predominando el templado y acentuándose más
una zona tórrida principalmente al norte de México, Africa y Medio
Oriente. La vegetación se extiende más hacia los polos ganando --
más superficie. Dentro de este tema, lo más importante es la Lito-
logía, especialmente el estudio de las capas superficiales de la -
corteza terrestre, es decir, las capas que forman el "Solum" o sue-
lo agrícola; desde su génesis hasta su más avanzada madurez y ero-

sión; pero para el caso de México es muy difícil esclarecer este estudio, debido a que no hay estudios concientados; pero a grandes rasgos, se podría describir de la siguiente manera: La mayor parte del suelo mexicano está constituido por rocas volcánicas del Cenozoico y del Pleistoceno, en un segundo término lo forman las rocas Sedimentarias marinas del Mesozoico y del Cenozoico y además algunas extensiones en donde afloran las rocas metamórficas del Precámbrico y del Paleoceno. Como ya se dijo anteriormente, las rocas volcánicas son las más frecuentes en el territorio a excepción de la Península de Yucatán; de estas rocas, las principales son las Basálticas, Riolíticas y las Andesíticas con sus respectivas variaciones. Las rocas sedimentarias se encuentran principalmente en la Sierra Madre Oriental, y parte de la Meseta Mexicana y en algunos manchones en los estados de Zacatecas, Jalisco, Colima, Baja California Sur, así como la Península de Yucatán, las principales rocas son calcáreas, que generalmente se presentan con más frecuencia en la Sierra Madre del Sur y la de Chiapas y en menor cantidad en los estados de Oaxaca y Guerrero y manchas muy pequeñas en el estado de México; casi siempre se trata de pizarras, esquistos y gneis. Los sedimentos aluviales cubren grandes extensiones de la zona costera del Pacífico y Chiapas, además de manchones considerables en la Meseta Mexicana. Las rocas Intrusivas se encuentran en Baja California Norte y en manchones a lo largo del litoral del Pacífico, desde Sonora hasta Oaxaca, casi siempre se trata de granitos y otras de la misma clase. Los depósitos continentales del Mesozoico y del Cenozoico se localizan en el Altiplano de México y en el Sur de México, pero en ningún caso abarcan extensiones considerables, generalmente forman conglomerados de Areniscas, Lutitas, Arenas y Arcillas y en algunos casos en forma de Evaporitas o Calizas dulceacuicolas.

D).- Hidrografía.

La cantidad de cuencas hidrográficas es muy grande debido a la extensión de los litorales; por la vertiente del Pacífico se encuentran los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma Santiago y Balsas y una serie de ríos de menor importancia. Por la vertiente --

del Golfo se encuentran los ríos Bravo, Pánuco, Papaloapan, Grijalva y Usumacinta principalmente. Entre los ríos endorreicos sólo se encuentran los ríos Nazas, Aguanaval, Sonora, Carmen, Santa María, Casas Grandes y otros de menor importancia. Todos estos ríos forman cuencas endorreicas dulces pero en la Meseta Mexicana y en especial en las zonas áridas como el Bolsón de Mapimí y el Bolsón del Salado, en donde las corrientes superficiales son intermitentes y sólo llegan a formar pequeños embalses de aguas saladas o alcalinas debido a que la evaporación excede a la precipitación. En la Península de Yucatán la hidrografía es diferente, no hay corrientes superficiales debido al tipo de suelo, pero el abasto de agua lo obtienen de las corrientes subterráneas que con el suelo forma los cenotes que se forman al hundirse parte de la bóveda del túnel por donde corre.

E).- Clima.

El Trópico de Cáncer, línea imaginaria que indica la zona de transición entre los climas Cálido y Templado en el Hemisferio Norte. Esta línea divide a México en dos partes más o menos iguales, por lo que existe una zona de transición encontrándose los climas templado al Norte y cálido al Sur, pero esta situación no influye de manera determinante en los climas; más bien, lo que determina el clima son los 9,000 Km. de litorales y también los accidentes topográficos o de relieve que impide el paso de las masas de aire hacia el centro del territorio dándole una fisonomía propia. Así pues, la accidentada topografía da por resultado un cuadro climático muy complejo; siguiendo la clasificación de Koeppen, a México le corresponden cuatro de los cinco climas fundamentales que forman la clasificación. 3 climas generales identificados con las letras (A), (B) y (C) y un clima para las partes altas (E). Entre los climas del tipo (A) o calientes húmedos los que más se presentan son (Aw) con un período largo de sequías, éste se encuentra principalmente en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas. El tipo (Am) con un período corto de sequías, se le encuentra en el centro y sur de Veracruz. El clima tipo (B) o secos son los dominantes sobre todo el Altiplano Mexicano, cubriendo los

estados de Chihuahua, mitad de Sonora, Baja California, Durango y Zacatecas donde el clima es seco desértico. El tipo (Bs) o seco estepario se le encuentra mal distribuido pero principalmente al Norte de Jalisco, parte de Zacatecas, Guanajuato y en algunas otras partes. El clima (C) o templados húmedos se les encuentra en las zonas montañosas como las Sierras y el Eje Volcánico. El clima del tipo (E) o frío sólo se localiza en las cumbres más altas del país.

F).- Radiación Solar.

Por la situación geográfica de México, es uno de los países que reciben una iluminación solar de las mejores durante todo el año, esto favorece el cultivo de plantas de día largo como son la mayoría de los granos y cereales entre ellas el "Gandul" que requiere de día largo.

G).- Temperatura.

La gran diversidad de condiciones térmicas en México se deben principalmente a la Topografía más que por la Altitud, esto permite que México cuente con temperaturas extremas, pues hay zonas desérticas y también nieves eternas. Para la mayor parte del Altiplano, la temperatura media anual oscila entre los 10° y 20° grados Centígrados, en cambio en casi todas las zonas costeras de la vertiente del Pacífico (zonas de baja elevación) y las zonas montañosas inferiores adyacentes, los valores promedio son entre 20° C. y 28°C.

En cuanto a las estaciones térmicas del año, son moderadamente acentuadas, en especial en el extremo Septentrional del país, pues más o menos, a partir del paralelo 27° es donde las diferencias entre las temperaturas medias del mes más caliente y el mes más frío del año son de 15°C. Al sur del Paralelo 24, o mejor dicho, al sur del Trópico de Cáncer, en casi todas las zonas, estas diferencias son menores de 12°C. La marcha anual de la temperatura muestra que el mes más frío es Enero prácticamente en todo el País, en cambio la incidencia de la época más caliente varía de unos lugares a otros. En la mayor parte del Centro, Sur y Sureste del Territorio, Mayo es el mes más caluroso, en el Norte esta épo-

ca se retrasa hasta los meses de Julio, Agosto y en algunos lugares hasta Septiembre.

H).- Precipitación.

Uno de los principales problemas para la Agricultura es la -- abundancia o escasés de agua. México tiene un cuadro de precipitación semejante al del clima, pues se tienen los extremos; existen zonas donde la precipitación apenas es de 50 mm. y hay zonas donde pasa de los 5,500 mm. La parte más húmeda y continua se encuentra desde el sureste de San Luis Potosí hasta la parte norte de Chiapas, pasando por los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y parte de la Península de Yucatán, y de los Estados de Puebla, Oaxaca, Hidalgo y Guerrero, en esta parte del territorio, las mayores precipitaciones se registran en declives de barlovento de la Sierra Madre Oriental, de las Sierras de Oaxaca y Chiapas donde alcanzan más de 4,000 mm. de pp. En la Península de Yucatán, las precipitaciones son alrededor de 1,000 y 1,400 mm. anuales. En la Sierra Madre de Chiapas, las precipitaciones son apenas menores de los -- 6,000 mm. anuales, sobre todo al Norte de Tapachula. En ciertas partes de la Sierra Occidental del Sur, así como del Eje Volcánico la precipitación es mayor de 1,600 mm. anuales. En México se presentan dos zonas áridas; la primera corresponde a la mayor parte del Altiplano, se extiende desde el Oeste de Hidalgo, Norte de Guajalajara y Aguascalientes hasta más allá de la frontera con Estados Unidos, metiéndose un poco a la planicie costera Nororiental y partes de Tamaulipas y Nuevo León, a esta región árida se le conoce como "zona árida Chihuahuense" cuya precipitación varía de 200 a 500 mm. anuales. La segunda zona árida que incluye la planicie -- costera de Sonora y parte de la Baja California, denominada "zona árida Sonorense" es más castigada por las sequías, especialmente la parte más peninsular de la Baja California en donde las precipitaciones son menores de 200 mm. y en ciertas áreas no llegan a 50 mm. anuales.

La distribución de las lluvias durante el año es de suma importancia para la Agricultura; ésto se nota mucho en el tipo de vegetación y especialmente en el tipo de raíces de las plantas. Las

plantas del desierto tienen un sistema radicular más desarrollado - pues deben de captar al máximo el agua, pues en una sola precipitación cae más del 70 % total formando grandes avenidas que no alcanzan a filtrarse por lo repentino de éstas. Así pues, en México los meses más propios para las lluvias son los de Junio, Julio, Agosto y Septiembre que coinciden con los meses más calurosos a excepción de algunos lugares como en la Baja California en que la precipitación ocurre en el período más frío. En la vertiente del Golfo y en zonas del norte de México se presenta un porcentaje del 5 al 18% de lluvia "invernal", en cambio; en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas, los meses de Noviembre a Abril son casi secos.

I).- Vientos.

En México los vientos predominantes son los vientos Alisios, - que cargados de humedad penetran desde el Este y Norte, pero en el invierno ceden su paso a los vientos secos del Noroeste y del Oeste que son los que dominan en el norte, occidente y centro del territorio. En el litoral del Pacífico, en la parte comprendida entre Nayarit y Chiapas, hay cierta dominancia de los vientos Monzónicos -- con corrientes de aire húmedo hacia la tierra durante la mitad del año, y su recíproco pero en seco de la tierra hacia el mar en la -- otra mitad del año. Sin embargo, la dirección del viento no es uniforme debido al relieve tan accidentado del territorio, esto causa que el aire se encajone y salga por el Istmo de Tehuantepec que sufre casi durante todo el año estas corrientes con más o menos intensidad. Todo el litoral, tanto del Pacífico como del Golfo, a excepción de las costas de Sonora y parte de la Baja California, se encuentran sometidos al paso de los ciclones tropicales que se forman en altamar en los meses de Junio a Octubre, que se desplazan a grandes distancias y que de cuando en cuando penetran al continente -- afectando sobre todo a las montañas próximas a la costa. Además de su efecto directo los ciclones llenos de humedad se precipitan en - fuertes aguaceros en zonas tan grandes que llegan a precipitarse en extensiones grandes del interior del Altiplano Mexicano surtiendo - con lluvias esporádicas pero fuertes a estas zonas.

CAPITULO III
CENTRO DE ORIGEN DEL GANDUL
(Cajanus cajan. -L-)
HISTORIA DEL CULTIVO

El conocimiento sobre los centros de origen de las plantas, en especial las de cultivo, ha sido de gran interés, ya desde la antigüedad; los naturalistas se habían preocupado por el estudio de estos centros, sólo que no alcanzaron esta meta y tuvieron que conformarse con describir algunas de las plantas que se cultivaban en su región, Plinio (el viejo) en su enciclopedia describió en forma muy vaga algunos centros de origen de algunas plantas cultivadas por -- los Romanos, y desde esa época hasta 1882 en que Alfonso P. D'Candolle publicó su libro "L'Origine des Plantes Cultivees" en donde comienza verdaderamente el estudio en forma más científica, pero el - libro todavía no contaba con las bases auxiliares como son: la Ci- tología, Genética, Botánica, Ecología, etc., y sólo se basó en la - Arqueología, Historia y la Lingüística. Para Alfonso D'Candolle, - el centro de origen era el país en donde la planta aparecía en estado salvaje. Después de D'Candolle, en 1926, Nicolás I. Vavilov comprobó que las áreas de los progenitores raras veces coinciden con - los verdaderos centros de origen como lo afirmaba D.Candolle. La localización del centro donde se han originado las formas de una especie determinada, debe basarse en un método diferencial que establezca la composición racial de la especie y su distribución geográfica en países y regiones.

El método diferencial de Vavilov a la vez sistemático y geográ- fico consiste en:

- a).- La diferenciación de cada planta en especies linneanas y grupos genéticos, auxiliándose además en la Morfología, la Taxono-- mía, la Citología, la Ecología entre otras.
- b).- La determinación de las zonas que habitan las especies, siguiendo un orden de los sucesos o su historia a través del tiempo.
- c) La catacterización de los grupos dentro de cada especie.
- d) La distribución de los diversos grupos obtenidos por la va-

riación, para tener en cuenta que aquellas zonas donde la diversidad sea máxima, suelen ser los centros de origen de formas.

e).- El hecho de que las especies estrechamente emparentadas suelen tener áreas contiguas y muchas veces superpuestas.

f).- Que los centros de origen de las plantas cultivadas es tán caracterizados por la presencia de muchos parásitos típicos -- del grupo o la especie.

La teoría de Nicolás I. Vavilov, concluye que muchas de las especies cultivadas de las llamadas primarias tienen un origen diverso más que uno único. Y las plantas de interés secundario, serían originalmente plantas espontáneas, pero que con el tiempo, -- aventajaron a las primarias pasando de malezas o espontáneas a -- principales como es el caso de la planta que se trata; es decir: del Gandul.

Vavilov encontró 8 centros de origen para las leguminosas de grano. El sureste asiático que incluye a los países de Afganistán, Bokhara, Turquestán y el occidente de la India, se les considera -- el centro de origen de las variedades, razas y tipos de tallos, ho jas, flores y frutos pequeños; en la región del Mediterráneo donde proceden la mayoría de las leguminosas incluye a los países al nor te de Africa y sur de Europa como centros de origen de las plantas con los órganos ya citados, de mayor tamaño. Y para América que -- incluye a la América central, Perú, Ecuador, Bolivia y el sur de -- México, le corresponde las plantas con flores, frutos, semillas y estípulas grandes.

Los ocho centros de origen de las leguminosas más cultivadas son como muestra la siguiente tabla; de acuerdo con el orden establecido por el estudio de Nicolás I. Vavilov.

Siguiendo los estudios de Nicolás I. Vavilov sobre los centros de origen donde primeramente fueron cultivadas las especies - son como sigue:

- I CHINA (Regiones montañosas del centro y oeste de China y tierras adyacentes):
- Soja.- *Glycine soja* -(L)- Sieb. y Zucc
 - Judía adzuki.- *Phaseolus angularis* -(Willd)- Wight.
 - Judía común.- *Phaseolus vulgaris* -(L)- (formas recesivas)
 - Judía espárrago.- *Vigna sesquipedalis* -(L)- Wight
 - Judía aterciopelada.- *Stizolobium deeringianum* -(Bort)- (Asia oriental y Japón)
- II INDIA (Noroeste de la India, Punjab, Assam y Birmania)
- Garbanzo.- *Cicer arietinum* -(L)-
 - Gandul.- *Cajanus cajan* -(L)- Millsp
 - Judía Moth.- *Phaseolus aconitifolius* -(Jacq.)-
 - Judía de Urd.- *Phaseolus mungo* -(L)-
 - Judía Mung.- *Phaseolus aureus* -(Roxb.)-
 - Judía arroz.- *Phaseolus calcaratus* -(Roxb.)-
 - Judía de Egipto.- *Dolichos lablab* -(L)-
 - Caupí.- *Vigna sinensis* -(Endl.)-
- III ASIA CENTRAL (Kasmir, Afganistán, Tadadjikistán, Uzbekistán y oeste de Tián-Shan)
- Guisante.- *Pisum sativum* -(L)-
 - Lenteja.- *Lens esculenta*-(Moench.)-
 - Haba.- *Vicia faba* -(L)-
 - Almortas.- *Lathyrus sativus* -(L)-
 - Garbanzo.- *Cicer arietinum* -(L)-
 - Judía Mung.- *Phaseolus aureus* -(Roxb.)-
 - Judía de Urd.- *Phaseolus mungo* -(L)-
- IV CERCANO ORIENTE (Asia Menor, Transcaucasia, Irán y las - tierras altas de Turkmenistán)
- Yeros.- *Vicia ervilia* -(L)- Willd.
 - Altramus blanco.- *Lupinus albus* -(L)-
 - Altramus azul.- *Lupinus angustifolius* -(L)-
 - Garbanzo.- *Cicer arietinum* -(L)-

Lenteja.- *Lens esculenta*-(Moench.)-
Guisante.- *Pisum sativum* -(L)-
Veza.- *Vicia sativum* -(L)-
Galgana.- *Lathyrus cicera* -(L)-
Veza vellosa.- *Vicia villosa* -(Roth)-
Vicia húngara.- *Vicia pannonica* -(Crantz)-

V MEDITERRANEO (incluye a los países del norte de Africa y
y los del sur de Europa)

Algarroba.- *Vicia monanthos* -(Desf)-
Lenteja.- *Lens esculenta*-(Moench.)- (subsp. *macrosperma*
(Bar.)
Yeros.- *Vicia ervilia* -(L)- Willd. (Mediterráneo Oriental,
Chipre y Creta
Almorta.- *Lathyrus sativus* -(L)-
Guisante.- *Pisum sativum* -(L)- (variedades de semillas -
grandes)
Haba.- *Vicia faba* -(L)- variedad mayor (Crantz)
Altramus.- *Lupinus albus* -(L)-
Altramus azul.- *Lupinus angustifolius* -(L)-
Altramus.- *Lupinus luteus* -(L)-
Garbanzo.- *Cicer arietinum* -(L)- (grupos de semillas ---
grandes)

VI ABISINIA (Abisinia, Somalia y Eritrea)

Garbanzo.- *Cicer arietinum* -(L)-
Lenteja.- *Lens esculenta* -(Moench)-
Guisante.- *Pisum sativum* -(L)-
Haba.- *Vicia faba* -(L)-
Almortas.- *Lathyrus sativus* -(L)-
Caupí.- *Vigna sinensis* -(Endl)-
Judía Catjang.- *Vigna catjang* -(Walp.)-

VII AMERICA CENTRAL (Incluye a el sur de México y las Antillas)

Judía común.- *Phaseolus vulgaris* -(L)-
Judía de Lima.- *Phaseolus lunatus* -(L)-
Judía teparí.- *Phaseolus acutifolius* -(Gray)-
Judía Jack.- *Canavalia ensiformis* -(D.C.)-

VIII AMERICA DEL SUR (Perú, Ecuador y Bolivia)

Judía de Lima.- *Phaseolus lunatus* -(L)-

Judía común.- *Phaseolus vulgaris* -(L)-

Historia del Cultivo.

Sobre la Historia del cultivo del Gandul (*Cajanus cajan* - (L)) es tan poco por no decir que no hay nada sobre este punto, la historia se remonta hasta la India de donde es originario según Vavilov. Probablemente sea muy poca su historia debido a que se le consideró como planta secundaria o maleza por los Indus, y también gran parte de la ignorancia sobre esta planta se debe a que la religión de la India prohíbe la explotación de todo tipo de ganado, pero principalmente del vacuno que es el que mejor aprovecha las propiedades de la planta, por lo que queda prácticamente en el olvido durante muchos siglos y es hasta finales del siglo pasado cuando se le conoció como planta de granos para la alimentación del Hombre en la India; pero nadie es profeta en su propia tierra y es hasta ahora, en el presente y fuera de la India donde empieza a tomarse en cuenta, tanto en Hawaii como en Puerto Rico y en Africa. Esta importancia se debe a la nobleza o adaptabilidad de la planta al cultivo y sobre todo por el contenido bromatológico rico en proteínas para el consumo de ganado en general y para el consumo humano pero como complemento debido a que tiene poco contenido de Triptofano (necesario para el desarrollo y funcionalidad del cerebro humano). La planta tiene una adaptabilidad a gran variedad de suelos y una duración de 4 años explotando el grano o 7 o 8 años como planta forrajera, por esto, está ganando importancia en esos países y aquí en México el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara en su programa encaminado a buscar nuevas fuentes de alimento en las plantas silvestres encontró muy interesante el Gandul que no se conoce en México, pero que comparando las condiciones Ecológicas de la India de donde es originario, y las condiciones Ecológicas de México, casi no hay variación lo que hace posible el cultivo. Con los pocos conocimientos que hay sobre la planta, y con los análisis bromatológicos, así como con los conocimientos sobre la región de donde procede y las condiciones ecológicas de México, se tratará de dar a conocer un estudio lo más completo posible del Gandul y el aprovechamiento de todas sus cualidades o características para nuestro provecho.

CAPITULO IV

DESCRIPCION BOTANICA

- a) de la Familia Leguminosae
- b) de la Subfamilia Papilionaceae
- c) de la Tribu Faseolas
- d) del Género Cajanus
- e) variedades del Cajanus

Para describir taxonómicamente a la Familia Leguminosae, es necesario hacer un breve bosquejo a la división del reino vegetal.

La división del reino vegetal se compone de siete ramas filogenéticas, a manera de un gran árbol genealógico con el fin de estudiar a cada rama y sus integrantes por separado. Estos Taxones son los siguientes:

Bacteriophyta
Cyanophyta
Phycophyta
Mycophyta
Bryophyta
Pteridophyta

Spermatophyta.... Es la rama más importante desde el punto de vista agrícola, dado que sus integrantes forman casi la mayoría de las plantas cultivadas en que se basa nuestra cultura, incluye a la familia que pertenece el Gandul, es decir, a la familia Leguminosae.

Este Taxón se subdivide en dos grupos con sus respectivas clases, y son:

Primer grupo Grupo Gymnospermae
 Clase 1- Pteridospermae
 Clase 2- Cycadinae
 Clase 3- Bennettitinae
 Clase 4- Cordaitinae
 Clase 5- Ginkgoinae
 Clase 6- Coniferae
 Clase 7- Gnetinae

Segundo grupo Grupo Angiospermae

Clase 1- Monocotyledoneae

- Orden I..... Helobiae
- Orden II..... Liliiflorae
- Orden III.... Cyperales
- Orden IV..... Farinosae
- Orden V..... Glumiflorae
- Orden VI..... Scitaminae
- Orden VII.... Gynandrae
- Orden VIII... Spadiciflorae
- Orden IX..... Pandanales

Clase 2- Dicotyledoneae

Subclase-Dialypetalae

- Orden I..... Polycarpicae
- Orden II..... Rosales
- Orden III.... Leguminosae
- Orden IV..... Myrtales
- Orden V..... Rhoeadales
- Orden VI..... Parietales
- Orden VII.... Guttiferales
- Orden VIII... Columniferae
- Orden IX..... Gruinales
- Orden X..... Terebinthales
- Orden XI..... Celastrales
- Orden XII.... Rhamnales
- Orden XIII... Umbelliflorae

Subclase Monochlamydeae

- Orden XIV.... Fagales
- Orden XV..... Myricales
- Orden XVI.... Juglandales
- Orden XVII... Salicales
- Orden XVIII.. Piperales
- Orden XIX.... Urticales
- Orden XX..... Tricoccae
- Orden XXI.... Proteales

Orden XXII... Santalales
Orden XXIII.. Polygonales
Orden XXIV... Centrospermae

Subclase Sympetalae A)- Pentacyclicae

Orden XXV.... Bicornes
Orden XXVI... Primulales
Orden XXVII.. Plumbaginales
Orden XXVIII. Diospyrales

Subclase Sympetalae B)- Tetracyclicae

Orden XXIX... Ligustrales
Orden XXX.... Contortae
Orden XXXI... Tubiflorae
Orden XXXII.. Personatae
Orden XXXIII. Rubiales
Orden XXXIV.. Cucurbitales
Orden XXXV... Synandrae



Foto No. 2 Detalle o acercamiento fotográfico a una rama junto con vainas verdes y maduras, flores y semillas nuevas.

DESCRIPCION BOTANICA

A)- de la Familia Leguminosae

Se trata de plantas herbáceas, arbustivas o leñosas. Tienen los tallos generalmente cilíndricos, pero también se presentan angulosos (como los guisantes y el Gandul); con yemas axilares que parten de la unión del peciolo con el tallo, y casi siempre son yemas florales. La mayoría de los tallos herbáceos tienen órganos trepadores a manera de zarcillos, o son volubles con un determinado grado de irritabilidad contractil para sujetarse a cuerpos extraños. Con hojas generalmente alternas, paripinnadas, palmitocompuestas o pinnaticompuestas (generalmente trifoliadas), a excepción de las paripinnadas, los folíolos están colocados en forma opuesta sobre el peciolo o nervio principal, generalmente con estípelas que protegen a las yemas. El raquis tiene una longitud variable según el número de folíolos que tenga. Las flores se agrupan por lo general en inflorescencias recemosas, con simetría bilateral o radial, pentámeras con cinco verticilos; tálamo o receptáculo, en algunas, en forma de tubo o embudo compuesto en los bordes por los cinco sépalos; Corola dialipétala en las Cesalpinoideas, generalmente gamopétala en las Mimosoideas y papilionada en las Papilionoideas; Androceo por lo general con diez estambres, dispuestos en dos verticilos (flores diplostémonas), diadelfos (soldados por los filamentos en dos grupos, uno con nueve estambres soldados en su base formados en un semicírculo cerrado por el estambre libre pero sin soldarse). Con gineceo carpelar con una sola cavidad u ovario por lo que es monocular; ovario súpero (flores hipóginas o períginas), de diversa forma con rudimentos seminales colocados sobre la sutura ventral de los bordes carpelares. Fruto en legumbre (de donde procede el nombre de la familia "Leguminosae"), poliformo por lo que experimenta transformaciones que lo convierten en folículos. Semillas por lo general exalbuminosas, con tegumento formado por testa y endopleura; hilo característico para cada especie, por lo general con un arilo o apéndice fonicular; con rafe manifiesto o muy notable al igual que el arilo calazal y el micrópilo; cálaza a manera de abultamiento o de mancha sobre el tegumento.

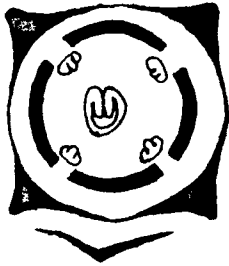


Figura 1

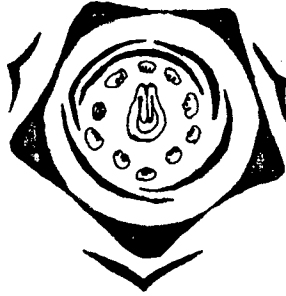


Figura 2

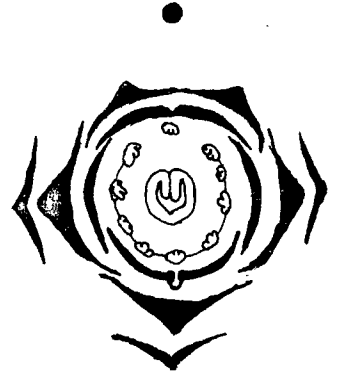


Figura 3

F

Diagramas florales de las Leguminosas:

Figura 1-. Diagrama floral de las Mimosoideas.

Figura 2-. Diagrama floral de las Cesalpinoideas.

Figura 3-. Diagrama floral de las Papilionoideas.

DESCRIPCION BOTANICA

B)- de la Subfamilia Papilionoideae

Para facilitar el estudio de la familia Leguminosae, se han dividido en tres grupos o Subfamilias con sus características diferenciales ya establecidas en la forma de la flor principalmente, estas diferencias que han servido para agruparlas son las siguientes:

Para las Mimosoideas.- Flores de simetría radiada o actinomorfa y - disposición valvar de las hojas en las yemas florales.

Para las Cesalpinoideas.- Flores de simetría bilateral o zigomorfas más o menos irregulares y en forma imbricada de las hojas en la yema floral.
Corola casi regular, con pétalo superior o - estandarte cubierto por los pétalos contiguos.

Para las Papilionoideas.- Corola típicamente papilionácea, con el - pétalo superior o estandarte que cubre los pétalos contiguos, y los pétalos inferiores soldados para formar la "quilla".

De estas tres Subfamilias, la que importa al presente estudio, y en general a la Agricultura, es la Papilionoideae, por estar incluidas en ella, la mayoría de las leguminosas cultivadas entre ellas el Gandul.

Las plantas pertenecientes a la subfamilia Papilionidae, se diferencian principalmente porque tiene prefloración vexilar de la corola. Las flores dispuestas generalmente en inflorescencias racemosas, marcadamente dorsiventrales y poseen aparte el cáliz, formado por cinco sépalos concrecentes, la corola pentámera, con el pétalo superior envolvente denominado estandarte, dos laterales que reciben el nombre de alas, los dos restantes por lo general, concrecentes en los bordes constituyen la quilla. Dentro de la corola se hallan encerrados los diez estambres y éstos a la vez, encierran el pistilo, pues por lo general son concrecentes en la parte inferior de los filamentos, pueden estar soldados los diez o bien, nueve soldados a manera de semicírculo y el otro, tapando la abertura, pero sin llegar a soldarse y en algunos casos excepcionales están libres los diez estambres.

La subfamilia de las papilionadas está integrada por 10 grupos denominados tribus, de las cuales sólo cuatro son las de mayor interés agronómico, éstas son:

- Tribu Vicieas.. plantas con hojas pinnadas y co
tiledones hipógeos, fruto dehisce
cente.
- Tribu Genisteas..plantas con hojas dígitas y co
tiledones muy gruesos epigeos,
fruto dehiscente.
- Tribu Hedisareas..plantas con hojas pinnadas co
tiledones pseudoepígeos y fruto
indehiscente.
- Tribu Faseoleas..plantas con hojas pinnatitrifo
liadas, cotiledones hipógeos y
epígeos, ovario con disco basal
y fruto dehiscente. (a esta --
tribu pertenece el género Caja-
nus).

DESCRIPCION BOTANICA
C)- de la Tribu Faseoleas

Las especies que forman esta tribu, son de la región tropical y subtropical del Planeta. Son plantas con tallos un poco sensibles que les permite trepar enrollándose a los tallos o troncos de otras plantas, por lo general anuales, hojas pinnatitri-foliadas con folíolos de borde entero y con estípelas, flores de estambres dial-felfos, fruto dehiscente, vaina bivalva y ovario con disco basal. Las plantulas con los cotiledones epígeo y/o hipógeos, generalmente mesotermas, poco resistentes a las heladas.

Dentro de las Faseoleas, los géneros más conocidos por su importancia agrícola son las siguientes:

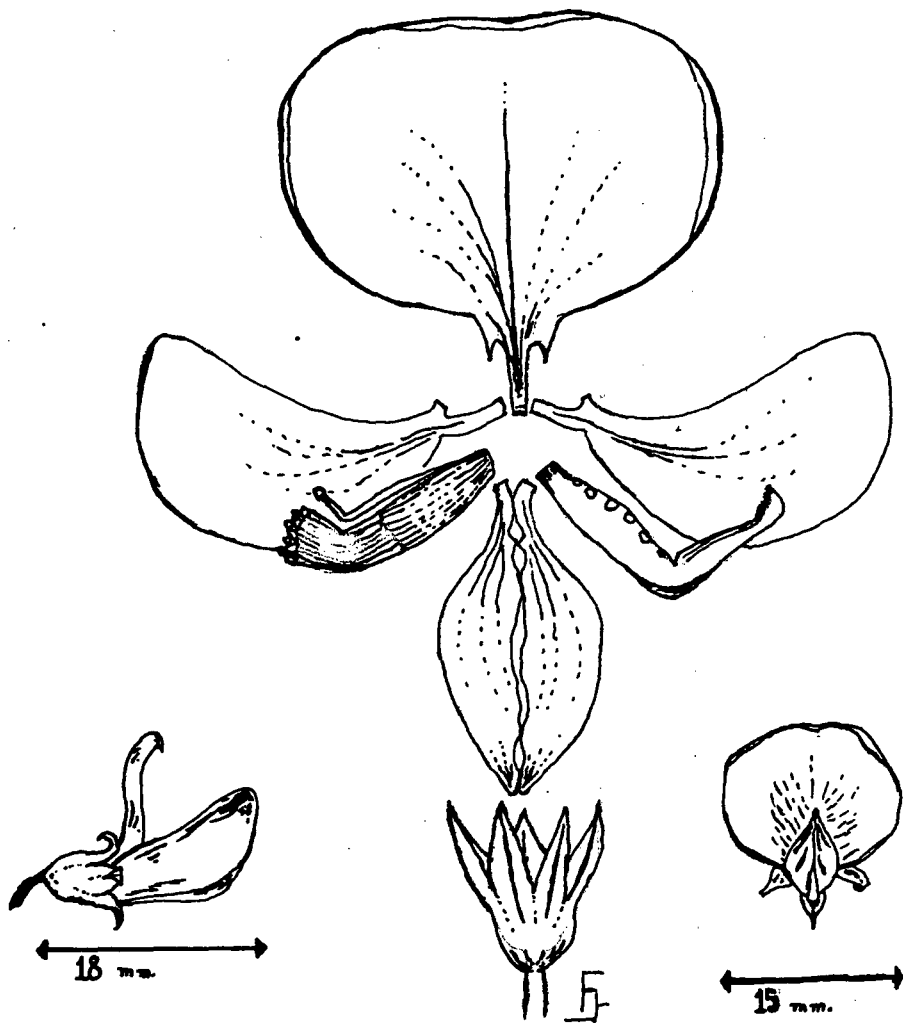
- Género Vuandzú
- Género Kerstingiella
- Género Psophocarpus
- Género Glycine
- Género Canavalia
- Género Vigna
- Género Phaseolus
- Género Stizolobium
- Género Pachyrhizus
- Género Dolichos
- Género Cajanus

DESCRIPCION BOTANICA
D)- del Género *Cajanus*

El Género *Cajanus* pertenece a la Familia Legminosae, por lo -- tanto, pertenece a las plantas Angiospermas, a la clase de las Dico-- tiledóneas y a la Subclase de las Dialipétalas, parientes muy cerca-- nos de los Rosales y de las Myrtáceas. Forma parte de las Papilio-- nadas y de la tribu de las Faseolas.

El género *Cajanus* tiene una sola especie; *Cajanus cajan*, aun-- que algunos otros filogenetistas afirman que hay otra especie, *Caja-- nus Kerstiggi* incluso, afirman que el centro de origen de esta legu-- minosa es la zona tropical de Africa y no como lo señala Nicolás I. Vavilov, en el segundo centro de origen, en la India.

Cajanus cajan; se trata de una planta arbustiva o arborea, sub-- perennifolia, con tallos angulosos con venas o aristas muy sobresa-- lientes, vellosos, de color verde oscuro y con las aristas más -- claras o amarilletas, de porte erguido; hojas alternas pinnatitri-- fioladas con los foliolos oblongo-elípticos y con estipelas puntiagu-- das; foliolo terminal ligeramente peciolado, los foliolos laterales son sésiles, las hojas son pubescentes de color verde oscuro en el haz y verde grisáceo en el envés, provistas de pequeñas glándulas -- secretoras, inflorescencias pequeñas formando panículas sobre pedúnculos erguidos ligeramente pubescentes; flores de color amarillo--- anaranjado y en algunos casos con rayas pardo-rojizas y con el cá-- liz tetralobulado a simple vista, pero se trata de flores pentalobu-- ladas, confundiendo porque los dos lóbulos superiores están solda-- dos; pétalos de forma regular, con el estandarte vuelto hacia la ba-- se y con las alas englobadas formando la quilla; androceo con los estambres diadelfos, nueve soldados y uno vexilar libre; gineceo -- con el ovario pubescente y súpero; fruto típicamente legumbre o vai-- na, densamente pubescente y con abundantes glándulas secretoras de un líquido gomoso o resinoso como el garbanzo y de sabor agrio, es monocarpelar, seco y dehiscente, se abre por la sutura ventral y el nervio medio del capelo, vainas algo aplanadas con una depresión en diagonal, de color verde grisáceo cuando están tiernas, tornándose a



$K_5 C_5 A(9) + \underline{1} \underline{G} \underline{1}$

Figura que muestra el esquema y el tamaño de la flor y la fórmula floral del *Cajanus cajan* -L-

18 mm.

15 mm.

marfil en la madurez y después a un color marrón oscuro después de la cosecha y antes de la dehiscencia; las semillas son semiesféricas, aplanadas por los cotiledones y ligeramente comprimidas por el hilo, de color lechoso o amarfilado acabadas de cosechar y con manchas pardo-rojizas unos meses después de cosechadas; un kilogramo de semillas tiene aproximadamente de 6,500 a 7,000 granos; la raíz simbiótica en la que se desarrollan las bacterias del género *Rhizobium radícicola*, pivotante con infinidad de raíces secundarias, contiene los nódulos nitrificantes mejor desarrollados dentro de las leguminosas más conocidas en nuestro medio.

SINONIMIAS DEL GENERO CAJANUS

Cajanus cajan -L- (Millsp)

Cajanus indicus -Spreng-

Cytisus cajan -L-

Cajanus flavus -Green-

Cajanus flavus -DC-

Cajanus bicolor -DC-

Cajanus cajan -Druce-

Se le conoce en las enciclopedias de diferentes lenguas con los nombres de:

Español.- Quinchoncho, frijol de árbol, gandul, guandur.

Francés.- Cajan, cajan de l'Indie y pois cajan.

Italiano.- Pisello arboreo.

Inglés.- Cajan pea, Angola pea, Yellow dhal y Grandull.

Alemán.- Taubenerbse y Erbsenbohne.

DESCRIPCION BOTANICA

E)- Variedades del Cajanus Cajan

Como se trata de un cultivo que apenas traspasó la frontera de la India, es todavía un cultivo exótico en los países donde ya se - cultiva por lo que la investigación y el mejoramiento genético apenas empieza. Sin embargo en la India, estos estudios ya tienen un poco más de tiempo y reporta más de 80 variedades con características diferentes, pero se busca principalmente resistencia a las sequías y plagas, además de rendimiento. Este estudio se realizó en el Estado de Punjab India; pero por la barrera del idioma sólo se - logró lo siguiente:

7 variedades son las más sobresalientes en producción en un estudio con variedades acamadas y variedades erguidas.

VARIETADES ERGUIDAS

- No. 15.- flores amarillas, vainas pequeñas
rayas verde y negro..... 2,000 Kg./Ha
- No. 16.- flores amarillas, vainas en rosario..... 1,500 Kg./Ha
- No. 51.- flores amarillas veteadas de rojo
vaina lisa verde y roja..... 2,200 Kg./Ha

VARIETADES ACAMADAS

- No. 24.- flores amarillas, vainas en rosario..... 2,000 Kg./Ha
- No. 64.- flores de tipo natural..... 2,200 Kg./Ha
- No. 80.- flores amarillas con manchas rojas..... 1,500 Kg./Ha
- No. 82.- flores del tipo 80..... 1,700 Kg./Ha

En la Isala Mauricio se levantan cosechas de más de 2,500 Kg./ Ha. y en Hawai se recogen rendimientos superiores a los 3,500 Kg./- Ha. en granos y en forraje hasta 50,000 Kg./Ha. en verde

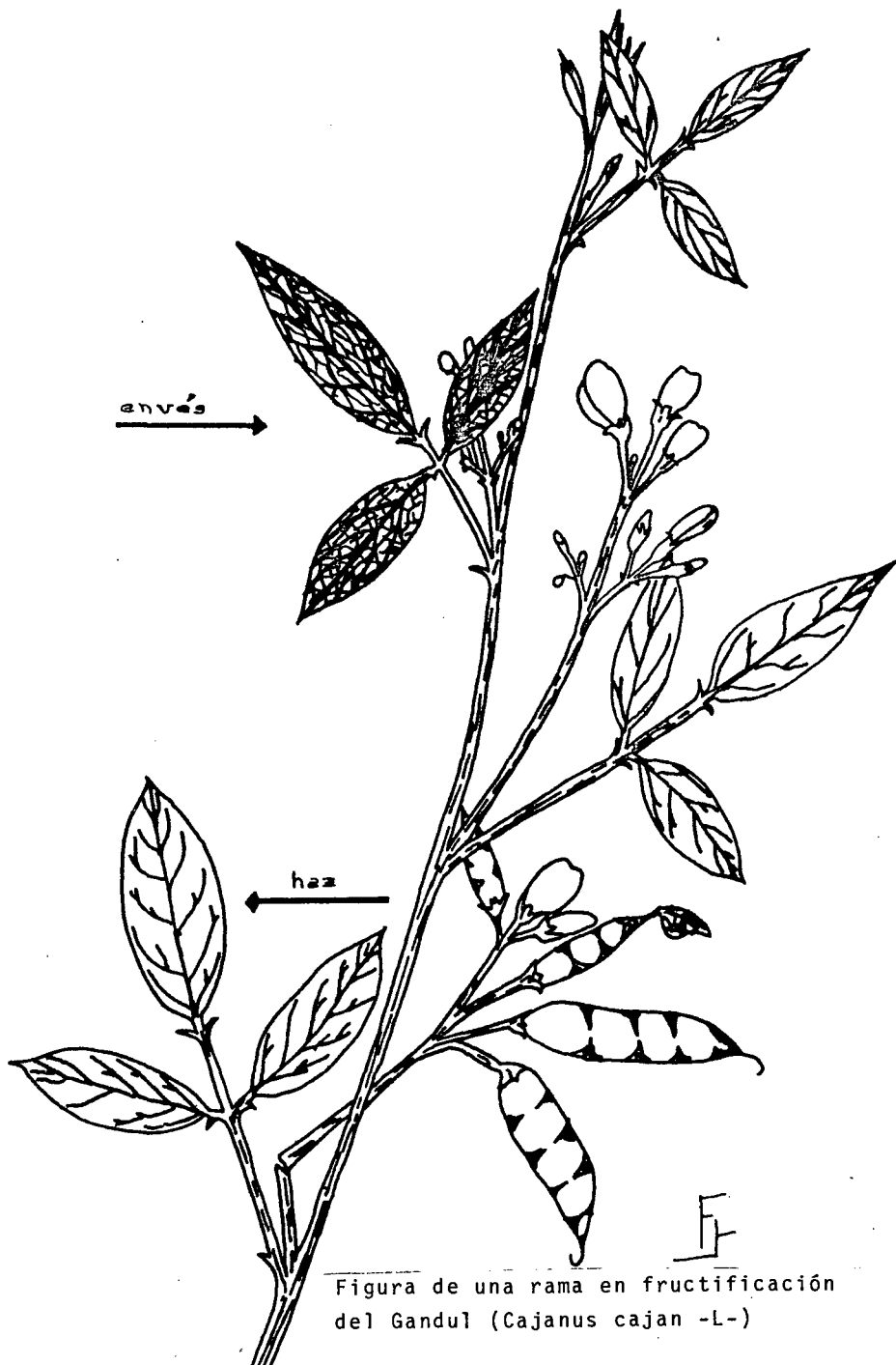


Figura de una rama en fructificación
del Gandul (*Cajanus cajan* -L-)

envés

haz

CAPITULO V

CULTIVO DEL GANDUL

- a)- adaptación
- b)- suelos
- c)- siembre
- d)- labores culturales

A).- Adaptación.- Considerando la situación ecológica de la - India, país al sur de Asia, el segundo en extensión territorial del continente y del Mundo en población; lo forma la península de Dak-shin, de forma triangular penetrante en el Océano Indico y por buena parte de las llanuras Indogangéticas y del Himalaya. La estructura física de la India es la siguiente: al norte del país está el Hima laya que forma un enorme muro de montañas altas y jóvenes, al pie - de estas montañas se extiende una gran llanura aluvial, formada por el material acarreado por los ríos Himalayos drenando luego por los ríos Indo y Ganges. Esta región es la más rica y poblada del país. La India peninsular, propiamente dicha, es una penillanura de rocas precámbricas con extensas afloraciones basálticas (afloramiento de roca madre muy parecido a la mayoría de los suelos Mexicanos).

El clima es en conjunto cálido y lluvioso. Las lluvias provo-cadas por el Monzón, son uno de los fenómenos más característicos y decisivos del país. No obstante, el clima monzónico no afecta por igual a todo el territorio, pues mientras que al NO. la depresión - del Bajo Indo (desierto del Thar) región muy árida, tiene precipita-ciones de menos de 250 mm., en las regiones peninsulares apenas si son medianas, es decir; entre 500 y 750 mm. Tanto el Indo como el Golfo de Bengala, y la depresión gangética reciben de lleno las llu-vias monzónicas, alcanzando precipitaciones superiores a los 1,250 mm. concentradas en la estación estival, en algunos puntos especial-mente los situados en las laderas del Himalaya sudoriental, donde - el aire húmedo monzónico precipita por enfriamiento, las mayores -- precipitaciones del mundo, en Cherapunji (Assam) caen al año un pro-medio de 10,000 mm. (en el año 1861 se precipitaron 22.625 mm. de - los cuales 9,150 mm. se registraron en sólo un mes, en Julio). El monzón húmedo llega a principios de Junio y se retira al iniciarse

el Otoño, el resto del año es seco, sobre todo la primavera. Si la llegada del Monzón se retarda, las sequías se tornan catastróficas para el país.

Estas situaciones ecológicas se presentan más favorables en México, pero en general el clima, los suelos y el potencial económico de los poseedores de las tierras de cultivo, son muy similares. El gandul, como parte de las leguminosas, tiene también las mismas características; como lo son: la de adaptarse con facilidad a diversos tipos de suelos, requieren menos manejo, son muy resistentes al ataque de plagas y resisten mejor las sequías, requieren de una mínima inversión y su contenido protéico es de buena calidad al igual que variado; pero aún dentro de las leguminosas, el gandul es de -- las plantas más nobles requiriendo una inversión en tiempo y dinero mínimas y a cambio de un poco de atención, compensa su cultivo por ser un cultivo trianual o perenne como forrajera. Por todas estas ventajas que tiene se adapta muy bien a la Ecología y a la Socioeconomía del pueblo mexicano.

Los requerimientos de agua por parte de la planta, son pocos -- por lo que se puede clasificar como planta Zerofita, prosperando -- bien en suelos difíciles y climas secos, pues le basta un poco de -- agua pero distribuída durante el estio para que prospere con buenos resultados.

CULTIVO DEL GANDUL

b)- suelos

Exigencias edáficas del Gandul.- Suelos; las exigencias de suelo se pueden clasificar en dos partes, la que corresponde a la estructura física del suelo y la que corresponde a la composición química de los mismos. Las propiedades físicas son las siguientes:

I).- Propiedades Físicas.

- a)- Textura y consistencia; requiere de suelos franco--arenosos, arcillo-arenosos o en su defecto, se adapta a suelos con afloramiento de roca madre o arenosos pero de suma importancia es que estén bien drenados (no enlagnados, no resiste la excesiva humedad aunque ya se están probando nuevas variedades con -- más resistencia).
- b)- Humedad; el Gandul, al igual que la mayoría de las leguminosas de grano no soportan el exceso de humedad - en sus raíces, prefiriendo los suelos bien drenados. Requiere para su desarrollo una época de lluvias bien definida o agua de riego convenientemente distribuída se adapta muy bien a lugares con precipitaciones de - 500 mm. con tal de que estén bien distribuídas durante la época de lluvias; responde con óptimos resultados en lugares de precipitaciones mayores.
- c)- Temperatura; el Gandul es una planta que requiere de climas elevados sin llegar a tórridos ni extremosos. Se adapta bien a regiones con temperatura media anual no inferior a 16°C. pero prospera con buenos resultados donde la temperatura media anual es de alrededor de los 22° no resiste heladas y menos en suelos encharcados.

II).- Propiedades Químicas.

- a)- Principios nutritivos; La composición química de las leguminosas en general y sobre todo, la simbiosis de

las raíces con las colonias de las nitrobacterias -- (Rhizobium sp.) que contribuyen de manera especial en la adaptación de las leguminosas a la mayoría de los suelos; esto se manifiesta en el hecho de que las leguminosas son calcícolas y un tanto calcófilas, por lo que concierne al Nitrógeno; en cuanto al fósforo y al potasio, estos elementos entran en forma activa en la composición de la planta por lo que requiere de -- una aportación extra cuando no se encuentra en el suelo, pero casi en todos los suelos calcáreos o calizos se encuentran estos dos elementos.

b)- Reacción del Suelo (pH); el comportamiento de las leguminosas respecto al potencial Hidrógeno (pH) del -- suelo, es muy variable, pero la mayoría de las espe--cies de las leguminosas requieren, o mejor dicho, son calcícolas o de reacción neutra, pero también las hay calcífugas como los Altramuses y las vezas. (Véase - tabla de preferencias en relación al pH. del suelo -- por las Leguminosas).

Tabla de preferencias en relación al pH por algunas especies - leguminosas.

ESPECIE	Potencial Hidrógeno. LIMITE DE TOLERANCIA (pH)	REACCION pH
Cajanus cajan (gandul)	7.5 - 9.0	M A1
Medicago sativa (alfalfa)	7.5 - 8.5	M A1
Vicia faba (haba)	6.5 - 8.0	L A1
Cicer arietinum (garbanzo).	6.5 - 8.0	L A1
Lens esculenta (lenteja).	6.5 - 8.0	L A1
Trifolium sp. (trébol).	6.5 - 8.0	L A1
Pachyrhizus tuberosus (jícama).	6.5 - 7.5	N
Pisum sativum (chícharo).	6.0 - 7.5	N
Phaseolus vulgaris (frijol)	6.0 - 7.5	N
Glycine soja (soya)	6.0 - 7.0	L Ac

Lupinus albus (altramus)	6.0 - 7.0	L Ac
Phaseolus lunatus (judia de Lima) . . .	6.0 - 7.0	L Ac
Phaseolus multiflorus (judia escarlata)	6.0 - 7.0	L Ac
Stizolobium Deeringianum (judia atercio pelada) . . .	5.5 - 7.5	M Ac
Arachis hypogaea (cacahuate)	5.5 - 7.5	M Ac
Vigna sinensis (caupí)	5.5 - 7.0	M Ac
Lupinus angustifolius (altramuz azul) .	5.0 - 6.5	A Ac
Lupinus leteus (altramus amarillo) . . .	4.5 - 6.0	A Ac

CLAVES USADAS

Reacción (pH) Al = Alcalina
N = Neutro
C = Acido
M = Medianamente
L = Ligeramente
A = Altamente

CULTIVO DEL GANDUL

c).- Siembra

Siembra del Gandul; El método para siembra es muy variado, todo depende del fin que se persiga con el cultivo; los fines pueden ser para obtener semilla para el consumo Humano o para los animales otro fin puede ser para planta forrajera, para sombra o nodriza del cafeto, como cortina rompe-vientos o como simple protección contra la erosión de los suelos, etc. Si el aprovechamiento de la planta es por sus granos, la manera de sembrarse es como sigue: Después de las debidas labores culturales necesarias y de las que permita el terreno a utilizar, se preparan surcos separados por 1.30 a 1.60 mts. de distancia y a un metro entre planta y planta, enterrando de dos o tres semillas en cada pozo que no debe ser mayor de 5 cm. de profundidad. Si la finalidad del cultivo es para aprovecharse como planta forrajera, la siembra deberá hacerse al voleo sobre un terreno ya preparado como para garbanzo (*Cicer arietinum*) o como se prepara para el sorgo y se siembra al voleo o a chorrillo ralo.

La época de siembra es a principios de la época de lluvias, o en cualquier época del año en climas tropicales si se tiene riego, o bien, en los meses de Marzo a Abril en los climas templados. Los primeros brotes aparecen después de los 10 a 15 días de la siembra con un 95% de germinación cuando la semilla es del ciclo pasado y de buena calidad, aunque tiene una longevidad grande como leguminosa que es; además el gandul se puede reproducir por medio de partes vegetativas con las que se forman almasigos como ocurre en los viveros cuando se usa como cortina rompe-vientos o como nodriza o simplemente de adorno en parques y camellones. En el campo, después de la cosecha, se cortan las plantas a la mitad más o menos, y el extremo cortado se echa al suelo entre las plantas para formar de esta manera una plantación espontánea.

El gandul se puede sembrar asociado a otros cultivos como el maíz u otros cereales, frutales o pastizales; como es el caso de -- Africa del Sur donde se asocia al pasto *Pennisetum purpureum* con muy buenos resultados, o bien; en rotación con otros cultivos como

acontece en Hawai que se intercambia con la piña (*Ananas sativus*), o intercalado con la palma de coco (*Cocos nucifera*).

CULTIVO DEL GANDUL
d)- labores culturales

Las labores culturales para el gandul son las mismas que se recomiendan para el cultivo del maíz (*Zea mays*), del garbanzo (*Cicer arietinum*), del trigo (*Triticum vulgare*), del trébol (*Trifolium* sp) del cacahuete (*Arachis hypogaea*), etc. etc. La preparación del terreno deberá hacerse primero un barbecho con el fin de reincorporar la materia verde y los restos de las cosechas anteriores a la vez - que se logra retrazar el crecimiento de las malezas. Después es -- aconsejable una rastreada con el fin de desterronar y muyir más la tierra para que quede más suelta y pasar después una niveladora sobre todo cuando se tenga riego. Por último, hacer los surcos y sembrar a las distancias ya mencionadas o al voleo.

Estas labores culturales son aconsejables en terrenos de primera calidad, es decir, suelos maduros agrícolas, pero la mayoría de los suelos tropicales de México son suelos clasificados dentro de - las 6 últimas categorías; para estos suelos, las labores culturales se determinan por las condiciones del suelo y puede llegar incluso hasta el uso de la coa para sembrar en suelos con afloramiento de - la roca madre o con pendientes pronunciadas donde no es posible --- otro tipo de herramientas de labranza. Después de estas operacio--nes, bastará con mantener libre de malezas hasta que la planta alcance una altura mayor que la maleza si no es posible el control absoluto y poco antes de cosechar a fin de facilitar la recolección - de las vainas.

CAPITULO VI COSECHA DEL GANDUL

El gandum se siembra por sus granos o semillas y por el forraje, pero nunca por los beneficios que proporciona al suelo, que al final son los más importantes desde el punto de vista agrícola y -- económico, pues al sembrar el gandum, se logra una fertilidad mayor del suelo gracias a la simbiosis de las raíces del gandum con las bacterias *Rhizobium* que sintetiza nitrógeno que luego queda en el suelo enriqueciéndolo gradualmente, aparte de la protección contra la erosión y el aumento de la capa arable por la materia orgánica de la misma planta que año con año tira las hojas. Pero cuando la finalidad del cultivo es por los granos; esta cosecha debe de empezar a los seis o siete meses después de la siembra, prolongándose hasta dos meses y logrando así dos cortes al año. Esta recolección debe de hacerse cuando las vainas han tomado una coloración lechosa o amarfilada, ya que si se deja más tiempo, se corre el riesgo de que haga dehiscencia antes o al momento de cortar la vaina, lo que mermaría los rendimientos. Cuando la finalidad del cultivo es por forraje, entonces la cosecha se inicia cuando las plantas han alcanzado una altura de 75 cm. más o menos, pues a esta altura los tallos todavía están tiernos y son agradables al ganado vacuno, se puede cosechar para henificarlo o se puede dar acceso al ganado para que lo coma como pasto.

Los rendimientos en granos o semillas es muy variable, pues -- mientras que en la India sólo logran 900 Kg/Ha al año, en la Isla Mauricio (cerca de la India) logran 2,400 Kg/Ha. y en Hawai recogen cosechas de 3,500 kg/Ha en promedio. Y para forraje se recogen rendimientos variables; en Hawai se logran cosechas de hasta 75 tns/Ha en Puerto Rico logran apenas las 35 tns/Ha. Como pasto es resistente y aguanta al pastoreo intensivo, recuperándose rápidamente durante 7 años sin tener que resembrarse.

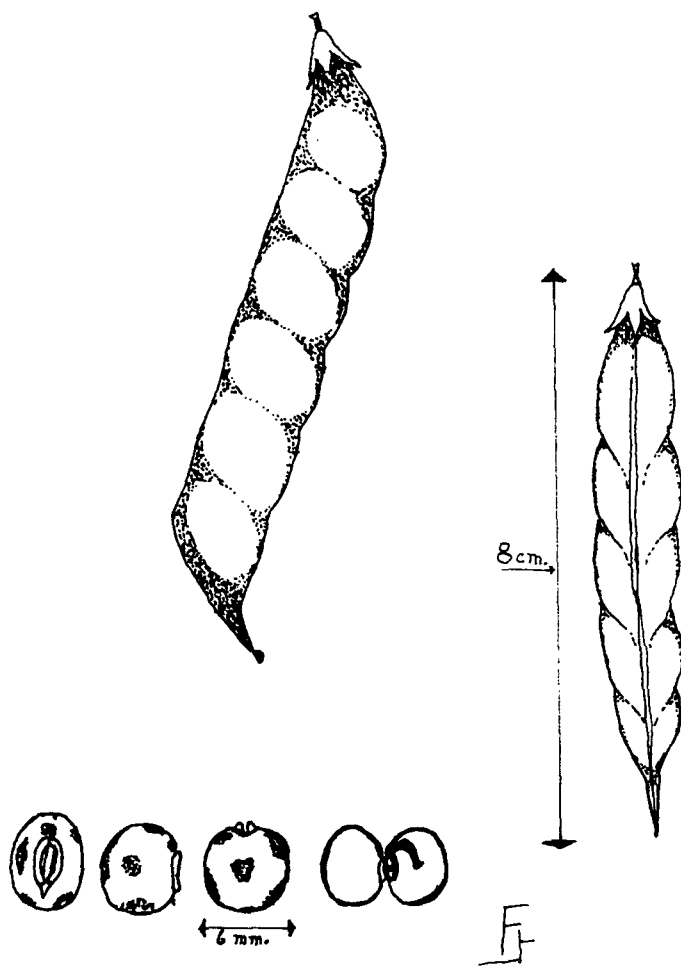


Figura que muestra el tamaño de las vainas y granos del Gandul (Cajanus cajan -L-) Los granos toman esas manchas después de un tiempo de colectadas.

6 mm.

8 cm.

CAPITULO VII PROPIEDADES Y APROVECHAMIENTOS DEL GANDUL

Es de suma importancia conocer las propiedades de la planta para obtener el máximo aprovechamiento del cultivo. Estas propiedades pueden considerarse en Físicas y Químicas.

Las propiedades físicas son las características innerentes a la fisonomía de la planta que ya anteriormente se describieron taxonómicamente. Para enumerarlas, sólo se describen las más importantes como: El tallo erguido y a la vez flexible que le da resistencia contra el acame y por su forma de arbusto puede servir como nodriza del Cafeto y Cacao. Por lo vistoso de sus flores y su porte puede aprovecharse como de ornato en los camellones o parques y jardines sin perjudicar los pavimentos ni las banquetas sobre todo en zonas urbanas donde no se tenga presupuesto para el cuidado de las zonas verdes. El tipo de follaje permite una superficie sombreada y protege al suelo de los impactos de las gotas de lluvia que escarban y arrastran el material, a la vez que protege a los microorganismos del suelo de los rayos directos del sol. Las raíces que son muy desarrolladas en el gandul le permite adaptarse a suelos con afloraciones de roca y a lugares con pendiente muy pronunciada aprisionando así a las rocas y protegiendo al suelo de la erosión eólica y pluvial; además, por la simbiosidad de las raíces con las Nitrobacterias aumentan la fertilidad del suelo con un gran número de nódulos de buen tamaño por lo que sirve para recuperar los suelos. El gandul se recupera pronto de las podas pudiendo servir también de cortinas rompe-vientos, cercas verdes o setos.

Las propiedades químicas son las referentes al contenido Bromatológico de la planta, especialmente de la semilla. La cantidad y la variedad de sus componentes la hacen ser mejor que otras plantas cultivadas con el mismo fin, incluso a varias leguminosas.

El siguiente cuadro muestra la composición bromatológica de la semilla del Gandul (*Cajanus cajan* -L-) en algunos minerales, vitaminas y aminoácidos fundamentales, proporcionado por la F.A.O. (Cuadro # 1).

(Cuadro # 1)

MINERALES	VALOR	REFERENCIAS (ver pie de gravado).
Calcio	129.0	(1)
Hierro	5.8	(2)
VITAMINAS		
A	130.0	(3)
Tiamina	0.5	(4)
Riboflavina	0.14	(5)
Acido nicotínico	2.3	(6)
Acido ascórbico	4.0	(7)
AMINOACIDOS		
Isoleucina	380.0	(8)
Leucina	490.0	(9)
Lisina	450.0	(10)
Fenilalanina	540.0	(11)
Tirosina	210.0	(12)
S. con. Total	160.0	(13)
Metionina	70.0	(14)
Cistina	90.0	(15)
Treonina	240.0	(16)
Triptófano	30.0	(17)
Valina	330.0	(18)
Indice proteico	38.0	(19)
Coef. de utilización proteica (C.U.P.)	54.0	(20)
Valor proteico de la ración (V.P.N.)	12.4	(21)
Calorías	343.0	(22)

PIE DE GRAVADO.- Hileras (1), (2), (4), (5), (6) y (7) el valor es miligramos por 100 gramos de parte comestible.

Para la Hilera (3) el valor es en Unidades internacionales.

Para las Hileras (8) hasta la (18) los valores son en miligramos por gramo de Nitrógeno.

Para la (19) el valor está en relación entre el valor del aminoácido limitante y el valor del mismo dado en la combinación provisional de la F.A.O. por 100.

Para la (20) el valor es igual al valor biológico por la digestibilidad sobre 100.

Para el 21 el valor es C.U.P. X proteína bruta sobre 100.

Otro análisis practicado a la semilla, indican los siguientes resultados en base húmeda. (Tec. Monterrey. Mateo Box) (Cuadro # 2)

(Cuadro # 2)

ELEMENTOS	(%)
HUMEDAD	11.0
PROTEINAS TOTALES	21.2
PROTEINAS DIGESTIBLES	18.1
EXTRACTOS NO NITROGENADOS	54.3
GRASAS	0.8
FIBRAS	9.5
CENIZA	3.7

El siguiente análisis se practicó a toda la planta para ver su capacidad bromatológica como pastura para ganado. También está en base Húmeda y las cantidades se expresan en por ciento % (Cuadro#3)

ALIMENTO	AGUA	MINERAL	PROTEINAS	CARBOHIDRATOS	FIBRA	GRASA
Forraje verde	70.0	2.6	7.1	7.9	10.7	1.6
Heno molido	11.2	3.5	14.8	39.9	28.9	1.7
Harina de semilla y vaina	11.4	3.8	17.6	34.5	30.7	1.5
Semilla molida	12.2	3.5	22.7	54.0	6.4	1.4
Harina de vaina	13.3	2.6	8.7	39.2	35.4	1.0
Harina de la planta	12.0	2.9	9.2	34.5	38.7	2.6
Hojas de la planta	65.9	1.5	7.5	16.4	6.9	1.4

Este cuadro siguiente, muestra la cantidad que se necesita de parte comestible de la planta para proporcionar el alimento que su ministra un kilogramo de arroz palay (Oriza sativa -L-) al ganado. (Havard - Duclos) en la que el arroz palay (arroz con cáscara) su ministra 2,330 calorías de valor energético (Cuadro # 4).

UNIDAD FORRAJERA (U.F.) (Unidades forrajeras) U.F.	ALIMENTO (parte de la planta)		
	Forraje verde	Semillas o granos	Vainas verdes
Kg. de palay equivalente a un Kg. de alimento	0.240	1.190	0.670
Kg. de alimento equivalente a un Kg. de palay	4.200	0.840	1.500
Gramos de Prótidos por un kilo de alimento	50.0	192.5	154.0

Gramos de Lípidos por un kilo de alimento	10.2	13.0	22.0
Gramos de Materia seca por un kilo de alimento	280.0	895.0	860.0

Según este último cuadro, un kilo de semillas del gandul proporciona más calorías que un kilo de arroz con caşcarilla.

Conociendo el contenido bromatológico del gandul, se puede usar más adecuadamente en la alimentación, tanto del Hombre como del ganado, pues queda demostrado su contenido en proteínas, vitaminas y minerales y es muy variado y con buenas cantidades. Con estos resultados ya se puede pensar en raciones para los diferentes ganados.

En Puerto Rico conocen estas propiedades y las están aprovechando al máximo y se usa para combatir la anemia en el ganado causada por una deficiencia alimenticia, gracias a que el gandul tiene suficiente Leucina y de buena calidad que se puede comparar con la Caseina de la leche de los Mamíferos.

Al ganado lechero se le permite el acceso a las praderas cuando los gandules tienen vainas tiernas; agrada al ganado y es más balanceado en este estado para la producción de leche de buena calidad, pudiéndose comparar con la alfalfa verde.

Para ganado de matanza, se usa una ración del 27% de miel de caña, 36.5% de heno de gandul molido y 36.5% de mazorcas de maíz molidas obteniendo hasta 2.5 libras diario con carne de buena calidad. También se puede dar acceso a la pradera a los novillos superando de esta manera a otras plantas cultivadas con el mismo fin.

Para cebar cerdos se usa una ración de partes iguales de mazorcas de maíz molido, heno de maní (cacahuate), miel de caña y heno de gandul. Para la cría de los cerdos se usa la misma ración sustituyendo un 5% de miel de caña y otro 5% de mazorca de maíz molido por un 10% más de heno de gandul.

A las aves de corral (gallinas, patos, cónos, etc.) les gustan las vainas tiernas y las semillas partidas. Las semillas del

gandul pueden sustituir al maíz, al garbanzo y a otros granos. Una ración balanceada es a base de semillas de gandul, maíz y garbanzo suplementada con soja o cacahuete quebrados, sirve tanto para ponedoras como para la engorda de las aves.

Para el consumo Humano, las semillas de gandul se pueden coe-- ser como los frijoles (*Phaseolus vulgaris*) pero se tienen que par-- tir los granos y dejarse remojando durante un día porque tiene una consistencia dura. O también se puede consumir en forma de harina, como acontese con la soja (*Glycine soja*).

Comparando el Gandul con una serie de 100 plantas diferentes, cultivadas como plantas forrajeras, demostró tener más ventajas que desventajas, inclusive se está utilizando hasta un 25% en raciones para ganado vacuno y caballar en Hawaii dejando de importar otro ti po de granos ya que ha demostrado ser mejor que estos, tanto por su menor costo como por la condición física de los animales. El si--- guiente cuadro es una comparación del gandul con 14 plantas legumi- nosas de grano diferentes, incluyendo las más usadas en la alimenta ción Humana. Se toman los valores del cuadro #1 proporcionando por la F.A.O. (en este caso solo se indican las plantas que superan al gandul en cada uno de los componentes) (cuadro # 5)

(cuadro # 5)

<u>ELEMENTO.</u>	<u>VALOR DEL GANDUL.</u>	<u>PLANTAS QUE SUPERARON EL VALOR.</u>
CALCIO	129.0	Cicer arietinum (200.0) Glycine soja (208.0) Phaseolus mungo (145.0)
HIERRO	5.8	Cicer arietinum (9.0) Glycine so- ja (6.5) Lens esculenta (7.0) Pha seolus lunatus (6), mungo (7.8) y vulgaris (8.0).
VITAMINA "A"	130.0	Cicer arietinum (300) Glycine so- ja (140) Dlichos sp. (250) Lens -

		esculenta (200) Phaseolus mungo (300) Pisum sativum (200)
TIAMINA	0.5	Arachis hypogaea (0.9) Dolichos sp (0.63) Glycine soja (1.3) Lens escu- lenta (0.65) Phaseolus lunatus (0.53) y mungo (0.56) Vicia faba (0.54) Vig- na sp. (0.92)
RIBOFLAVINA	0.14	Dolichos sp. (0.16) Glycine soja (0. 30) Lens esculenta (0.18) Phaseolus mungo (0.17) y vulgaris (0.34) Pisum sativum (0.18) Vicia faba (0.29) - Vigna (0.18)
AC. NICOTINICO	2.3	Arachis hypogaea (17.4) Lens esculen- ta (2.8) Pisum sativum (2.8)
AC. ASCORBICO	4.0	Cicer arietinum (12) Phaseolus mungo (5)
ISOLEUCINA	380.0	Vicia faba (390.0)
LEUCINA	490.0	Canavalia ensiformis (510) Dolicho - sp. (530) Phaseolus lunatus (520) y vulgaris (540) Pisum sativum (520) - Vicia faba (540) Voandzeia subterrâ- nea (500)
LISINA	450.0	Phaseolus mungo (460) y vulgaris - (460) Pisum sativum (460)
FENILALANINA	540.0	(ninguna planta superó el valor)

REPOSICION ESCUELA DE AGRICULTORES

TIROSINA	210.0	Arachis hypogaea (220) Canavalia <u>esi</u> formis (240) Dolichos sp. (240) Pha- seolus vulgaris (240) Pisum sativum (250) Voandzeia subterrânea (240)
S. CON TOTAL	160.0	Canavalia ensiformis (180) Cicer arie- tinum (170) Glycine soja (200) Pha-- seolus lunatus (190) Vigna sp. (180) Voandzeia subterrânea (190)
METIONINA	70.0	Canavalia ensiformis (110) Glycine so- ja (80) Cicer arietinum (80) Phaseo- lus lunatus (100) y mungo (90) Pisum sativum (80) Vigna sp. (100) Voandzeia subterrânea (120)
CISTINA	90.0	Glycine soja (110)
TREONINA	240.0	Canavalia ensiformis (310) Glycine - soja (250) Phaseolus lunatus (300) y vulgaris (270) Vigna sp. (250)
TRIPTOFANO	30.0	Arachis hypogaea (70) Cicer arieti-- num (50) Glycine soja (90) Lens escu- lenta (50) Phaseolus vulgaris (60) y lunatus (60) Pisum sativum (70) Vicia faba (60) Vigna sp. (60).
VALINA	330.0	Dolichos sp. (340) Lens esculenta - (340) Phaseolus lunatus (390), mungo (370) y vulgaris (380) Pisum sativum (350) Vigna sp. (350) Voandzeia sub- terrânea (340).
CALORIAS	343.0	Arachis hypogaea (555) Canavalia en- siformis (391) Cicer arietinum (353)

Vicia faba (344) Voandzeias subterr^á
nea (365)

INDICE PROTEICO 38

Arachis hypogaea (55) Cicer arietinum
(57) Glycine soja (72) Phaseolus lu-
natus (66) Phaseolus vulgaris (46) -
Pisum sativum (58) Vigna sp. (66)

La interpretación para los valores son los mismos que para el
cuadro número 1 de este mismo capítulo.

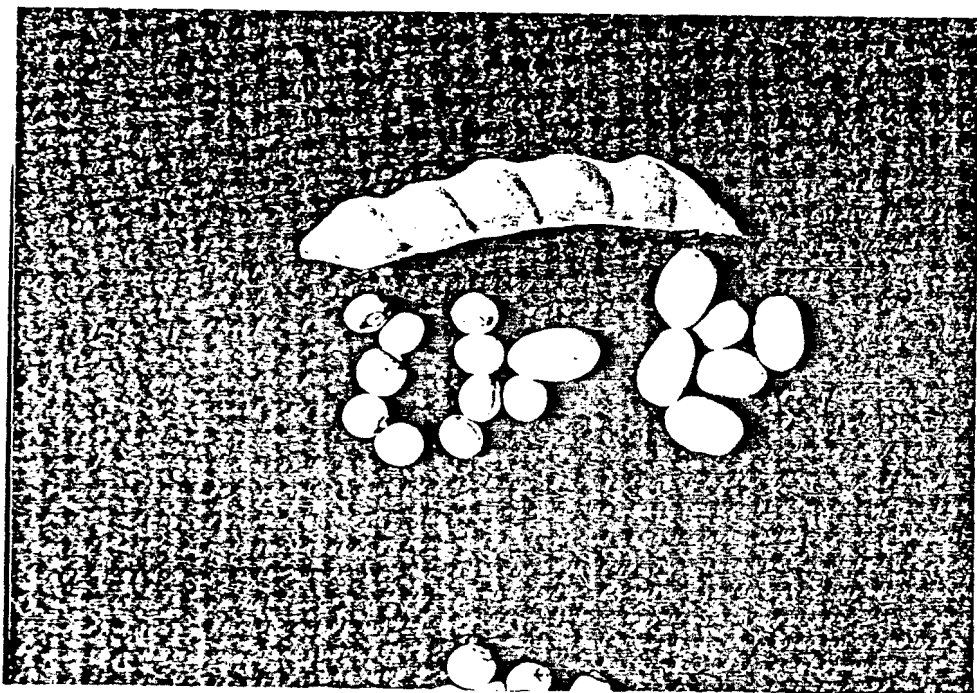


Foto No. 3 Vaina madura, poco antes de la dehiscencia. A la izquierda los granos de Gandul (Cacajus cajan) esféricos y de menor tamaño. A la derecha y para comparar el tamaño, semilla de -- Frijol (Phaseolus vulgaris var. Vallarta o Azufrado).

CAPITULO VIII
CONTROL FITOSANITARIO

- a) plagas
- b) enfermedades

Es una ventaja muy grande que tiene todo cultivo exótico por-- que al importar un cultivo de una región a otra, no se importa los insectos propios del cultivo ni las enfermedades. Es por eso que para nuestro caso; el gandul, de momento no tenga plagas o enfermedades propias de su especie y sólo algunas especies de insectos se presentaron por un corto tiempo, probablemente mientras que la planta hospedera se reponía del ataque de los mismos; se trató de *Plagiode inclusa* (Stal), fam Chrysomelidae pero como que no fue muy -- del agrado porque pronto dejó la planta y no fue necesario combatir la. Otra plaga que se presentó, fue la hormiga defoliadora *Atta texana* (Buckley) que causó graves daños debido a que se presentó de -- imprevisto y no dio tiempo de combatirla; acabó por completo con la floración y algunas vainas tiernas, por lo que retrasó en casi un -- año el presente estudio, esta plaga se combatió con espolveraciones de Paratión Metílico al 2%, aplicado alrededor de la planta y sobre los hormigueros que también se desbarataron; después no se ha vuelto a presentar.

En cuanto a enfermedades no se ha presentado ninguna, debido a que donde se plantó, no se había sembrado ninguna otra leguminosa -- principalmente y también por ser una planta nueva en nuestro medio.

CAPITULO IX FERTILIZACION

Es un error muy arraigado en la gente del campo y de algunos agrónomos creer que las plantas leguminosas no requieren de las aportaciones de fertilizantes; esta creencia, tal vez se deba a que las raíces de la planta está en simbiosis con las bacterias fijadoras del nitrógeno. Pero la realidad y la experiencia indican lo contrario pues; mientras más sean las atenciones para la planta, éstas responden con un abundante rendimiento.

El Nitrógeno, aunque la planta lo sintetiza por medio de la simbiosis con las bacterias *Rhizobium*, ocupa de pequeñas aportaciones al principio de la siembra, cuando las bacterias son parásitos de la plántula que todavía se alimenta del material de reserva de los cotiledones; es en ésta parte del crecimiento, cuando la planta ocupa de que el nitrógeno se encuentre en el suelo y en forma asimilable, después de esta etapa crítica del crecimiento, la planta ya no ocupa aportaciones, puesto que las bacterias ya empiezan a sintetizar el nitrógeno atmosférico que toma la planta. Esta simbiosis se realiza por las raíces de las leguminosas y las bacterias *Rhizobium*, pero hay un grupo de bacterias para cada especie de leguminosas porque no todas las bacterias pueden parasitar a todas las especies leguminosas; para el gandul, las bacterias específicas son *Anthyllis vulneraria* -L-, *Lotus uliginosus* -L- y *Lotus corniculatus* -L-; bacterias en forma de bastoncitos cortos que infectan el caupí y a los géneros *Vigna*, *Lespedeza*, *Cortalaria*, *Desmodium*, *Pueraria*, *Cajanus*, *Cyamopsis*, *Canavalia*, *Arachis*; algunas especies del género *Phaseolus* (*lunatus*, *aconitifolius*, *aureus*, *angularis*, *acutifolius*, etc.) y otros géneros de menor interés, y al género *Glycine*.

Para el fertilizante que proporcione el fósforo al cultivo del Gandul, debe preferirse el uso de escorias Thomas o los fosfatos naturales al igual que para el Potasio deberá preferirse el cloruro de potasio. Y cuando se tienen que hacer enmiendas de caliza, se recomienda el uso de cal hidratada, en especial en los suelos donde es escasa o que tienen una reacción ácida puesto que la mayoría de

las Leguminosas son calcícolas y el Gandul es de este grupo, pero también es un tanto calcófilo, pues no sólo vive en suelos calizos, sino que los prefiere.

No es posible dar una fórmula para fertilizar, porque no bastaría una ni dos ni cien fórmulas debido a que no existe un suelo estándar ni las variantes son las mismas para todos los suelos, lo más recomendable es seguir las instrucciones que indican los análisis de suelo, ya que en los análisis se conocen las propiedades del suelo, pero no basta con el análisis de suelo, es más correcto hacer dos análisis; el ya mencionado y uno foliar, ya que el de suelo sólo indica las cantidades de los elementos nutritivos del suelo y el foliar indica qué elemento le falta a la planta porque no hay en el suelo o porque no están en forma asimilable; de esta manera, evitamos caer en el error de creer que el suelo tiene todos los elementos necesarios.

Pero en general se puede decir: Para aplicar Nitrógeno en suelos de moderada alcalinidad, se use el Sulfato de Amonio al 20% en una cantidad de 100 Kg/Ha. Para el fósforo debe de usar el Superfosfato al 20% y para el Potasio el cloruro de potasio o sulfato de potasio al 50%.

Sulfato de Amonio 20%	100kg/Ha
Superfosfato 20%	350 " "
Sulfato de Potasio 50%	120 " "

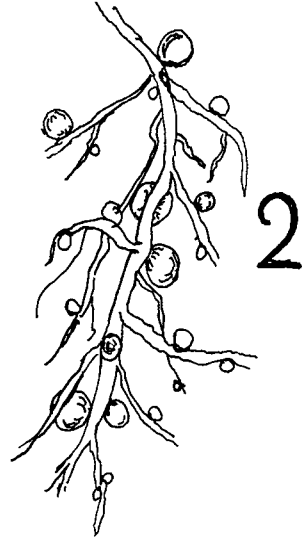
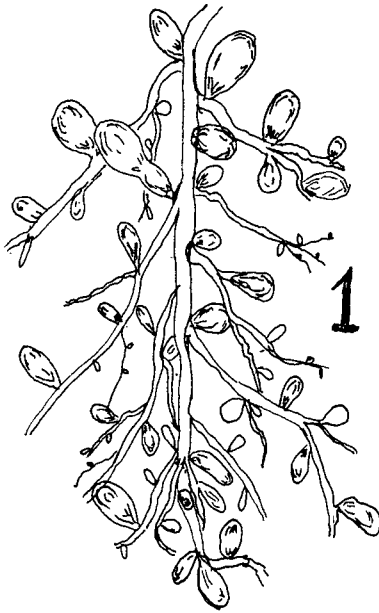
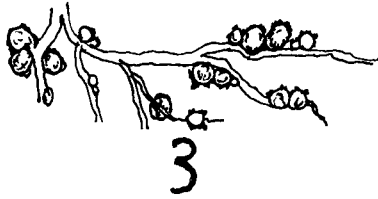
Para aplicaciones en suelo muy alcalinos, los fertilizantes para aplicar son los siguientes:

Para el Nitrógeno se recomienda usar el Nitrosulfato de Amonio al 26% 125 Kg/Ha. Aplicar 50 Kg. antes de sembrar y el resto antes de la floración. Para el Fósforo se recomienda el Superfosfato al 20% 300 kg/Ha y para el Potasio se recomienda el Sulfato de Potasio al 50% 150 kg/Ha.

Nitrosulfato de amonio 26%	125kg/Ha
Superfosfato 20%	300 " "
Sulfato de Potasio 50%	150 " "

No hay que olvidar que después de la siembra, la parte más crítica

tica del cultivo es la germinación y brotación de las plántulas por que solamente tienen nitrógeno en pequeñas cantidades que generalmente son insuficientes para la plántula y para las bacterias, por lo que es de suma importancia aportar un poco de nitrógeno, sobre todo cuando se va a cultivar por primera vez o después de haber rolado con cereales o con otros cultivos. También no hay que olvidar que el Gandul y este estudio va encaminado hacia la gente pobre que tiene tierras por medio del ejido o pequeña propiedad y que no puede aprovecharlos por falta de recursos económicos con otros cultivos de mayores exigencias y mayores inversiones; además, se trata de sembrar el gandul donde no es posible otro cultivo más remunerador que se adapte mejor que el gandul para recuperar suelos en esta dos diferentes de erosión.



FF

Ejemplo de los nódulos de las Bacterias Nitro fijadoras
Figura 1-. Raíz y nódulos nitrobacterianos de *Cajanus cajan*
Figura 2-. Raíz y nódulos nitrobacterianos de *Phaseolus vulgaris*
Figura 3-. Raíz y nódulos nitrobacterianos de *Vicia faba*.

CAPITULO X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber hecho tantos estudios y análisis de la planta del Gandul (*Cajanus cajan* -L-), se llega a la conclusión de que es una planta muy útil y con un futuro muy brillante como planta para forraje y para la alimentación directa del Hombre, pues la Naturaleza la ha dotado de una adaptabilidad muy grande y con una nobleza más marcada que a cualquier otra leguminosa de las que se cultivan con el mismo fin; además, tiene la ventaja de ser una planta perene con muy buenos rendimientos en los primeros 4 años como planta para granos o semillas y hasta 8 años como planta forrajera o perenne en el caso de protección o cobertura para los suelos en erosión o como planta de ornato y de sombra. Además es caducifolia aunque no que da completamente desnuda por lo que año con año aumenta la Materia Orgánica (M.O.) del suelo alimentando la flora microbiana y conservando la humedad. El sistema radicular de la planta le permite --- adaptarse a suelos con mucha pedregosidad o con afloramiento de la roca madre aferrándose al poco suelo que se va formando, protegiéndolo de la erosión eólica y pluvial a la vez que lo fertiliza con los nódulos de la raíz.

El Gandul es una planta muy adaptable, como ya se dijo anteriormente; pero aún así, comparando las condiciones Ecológicas que tiene la India para con la planta, con las condiciones ecológicas que ofrece México, son mejores y con más ventajas que el propio centro de origen que es la India; estas mismas condiciones, aunadas a la longevidad de la planta, la hacen ser de más fácil cultivo y como no hay que sembrar año con año, como sucede con la soya (*Glycine soja*) o como el garbanzo (*Cicer arietinum*) o como muchas otras más que tienen que sembrarse año con año, lo que aumenta la inversión que muchas veces no están al alcance de los campesinos que en su mayoría son gentes de muy escasos recursos económicos y no pueden invertir en cultivos más costosos y sofisticados, que ocupan de suelos de primera y de infinidad de labores culturales para que puedan ser rentables; o también porque en los suelos que se tienen no es -

posible otro tipo de cultivo más que aquellos que se adapten al uso de la coa.

En resumen: el Gandul es una planta perenne con 4 años de producción de semillas o hasta 8 como planta forrajera, se adapta a todo tipo de suelo pero prefiere los Alcalinos (que otras plantas rehuyen), resistente a la sequía (se adapta hasta precipitaciones de 450 mm. con tal de que estén más o menos distribuídas durante el año), posee un sistema radicular desarrollado (ésto le permite aferrarse y aprisionar más tierra) y con muchos nódulos nitrobacterianos (que dentro de las Leguminosas es la que tiene los nódulos más grandes) que beneficia al suelo en fertilidad, el contenido bromatológico es muy variado y completo (contiene la mayoría de los minerales, vitaminas y aminoácidos fundamentales), es muy resistente al corte o pastoreo (puede servir como praderas artificiales para el ganado), tiene un 95% de germinación en la semilla (esto permite que con menos cantidad de semilla se siembre más superficie y esto se debe a que tiene el tegumento muy duro que le protege de los golpes a la vez que hace más fácil su manejo en los graneros y se puede conservar mejor y durante más tiempo), tiene una explotación rentable de 4 años para semilla y 8 para forraje (es una planta ideal para los campesinos de escasos recursos económicos, pues no necesitan una inversión fuerte al principio del cultivo, ni tiene que hacer más gastos de labores culturales costosas cada año), tiene una longevidad muy grande (esto permite no tener que remover la tierra evitando que sea arrastrada por el aire o por la lluvia) estas son las características y ventajas más notables, tiene otras más, pero con éstas llena los requisitos como para aceptarla en nuestros cultivos.

Recomendaciones: Creo que la planta ya no ocupa de recomendaciones, puesto que sus características o propiedades la recomiendan por sí sola; pero cabe la última recomendación y es la siguiente:

El Gandul es una planta que apenas está despertando a la agricultura de un letargo en que lo mantuvo durante muchos siglos, la cultura de la India, y más específicamente la cultura Hinduista. Pero ahora empieza a conocerse en el mundo y ha empezado con mucho interés por parte de los ganaderos que ven en el gandul una fuente ri

ca bromatológicamente y barata, por lo mismo es una planta con mucho futuro y al que hay que estudiar y mejorar genéticamente para que sea más redituable y más alimenticia, por lo que recomiendo que de esta planta se sigan haciendo más estudios en la Escuela por los compañeros, futuros agrónomos; como temas de tesis profesionales, porque conforme avance el tiempo, también la experimentación y mejoramiento genético de la planta así como la demanda por los alimentos y la aceptación de la planta en el mercado nacional e internacional queda abierto un nuevo cultivo para la experimentación por parte de los compañeros interesados en la alimentación de los pueblos y de la nación.

CAPITULO XI
BIBLIOGRAFIA

- 1.- LA BOTANICA Y SUS APLICACIONES
AGRICOLAS por P. JEAN PROST. Edic. MUNDI-PRENSA
- 2.- TRATADO DE BOTANICA
Por STRASBURGER Edic, MARIN (5a. Edición)
- 3.- ATLAS DE BOTANICA
por UBERTO TOSCO Edic. TEIDE
- 4.- Boletín Informativo del INSTI
TUTO DE BOTANICA DE LA UNIVER
SIDAD DE GUADALAJARA por Dr.
ENRIQUE ESTRADA FAUDON Y Profa.
LUZ MA. VILLARREAL DE PUGA Edic. IMPRENTA DE LA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
- 5.- FORAGES THE SCIENSE OF GRASS
LAND AGRICULTURE por:
MAURICE E. HEAT
DARREL S. METCALFE y
ROBERT F. BARNES Edic. IOWA STATE UNIVERSITY
PRESS (Terecera edición)
- 6.- LAS PLANTAS FORRAJERAS TROPI
CALES por B. HAVARD - DUCLOS Edic. BLUME
- 7.- AVANCES EN PASTURAS CULTIVA
DAS Y NATURALES por A. T.
SEMPLÉ Edic. HEMISFERIO SUR
- 8.- CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE PLAN
TAS TROPICALES Y SUBTROPICALES
por OCHSE SOULE, JR. DIJKMAN -
WEHLBURG Edic. LIMUSA
- 9.- INTRODUCCION AL CULTIVO DE LOS
PASTOS TROPICALES por J. R. --
McILROY Edic. LIMUSA
- 10.- APUNTES PARA LA CATEDRA DE ECO
LOGIA VEGETAL por Dr. ENRIQUE
ESTRADA FAUDON Edic. Mimeógrafo de la es--
cuela de Agricultura de la
Universidad de Guadalajara)
- 11.- ATLAS OF THE WORLD
por NATIONAL GEOGRAPHY Edic. NATIONAL GEOGRAPHY
- 12.- ENCICLOPEDIA SALVAT DICCIONA
RIO por SALVAT EDITORES Edic. SALVAT

- 13.- VEGETACION DE MEXICO
Por JERZY RZEDOWSKI Edic. LIMUSA
- 14.- ENCICLOPEDIA DE MEXICO
por J. ROGELIO ALVAREZ Edic. E.M. (Encicl. de Mex)
- 15.- DICCIONARIO DE BOTANICA
por P. FONT QUER Edic. LABOR
- 16.- LEGUMINOSAS DE GRANO
por J. MATEO BOX Edic. SALVAT
- 17.- ALIMENTACION DE ANIMALES
EN LOS TROPICOS por CAR
LOS GAZTAMBIDE ARRIAGA Edic. DIANA
- 18.- AGRICULTURAL INSECT PESTS
OF THE TROPICS AND THEIR -
CONTROL por DENNIS HILL. Edic. CAMBRIDGE UNIVERSITY
PRESS
- 19.- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE
por N.P.F.I. (Manual de fertilizantes)
Edic. LIMUSA
- 20.- FERTILIDAD DE LOS SUELOS
por B. ORTIZ VILLANUEVA Edic. U.A.CH. (Chapingo Méx)
- 21.- CLASIFICACION DE LOS SUELOS
por F.A.O. y U.N.E.S.C.O. Edic. C.E.T.E.N.A.L. (1970)
- 22.- TABLAS BROMATOLOGICAS DE ALGUNAS
LEGUMINOSAS DE GRANO Por F.A.O. Edic. F.A.O.
- 23.- NUTRICION ANIMAL
Por MAYNARD Y LOOSLI Edic. UTEHA.
- 24.- ALIMENTOS PARA USO ANIMAL
Por AURELIO REVILLA R. Edic. EAP. (Esc. Agric.
Panamericana).