

Universidad de Guadalajara

Facultad de Agronomía



Digestibilidad "In situ" de las Diferentes Partes
que Componen el Garbanzo (*Vicer arietinum*).

Tesis Profesional

Que Para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo

Presenta:

Daniel González Armenta

Guadalajara, Jal., 1989.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Junio 6 de 1988

C. PROFESORES:

ING. M.C. ~~JUAN RUIZ MONTES~~, DIRECTOR
ING. M.C. ~~LEONEL GONZALEZ JAUREGUI~~, ASESOR
M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" DIGESTIBILIDAD "In situ" DE LAS DIFERENTES PARTES QUE COMPONEN EL GARBANZO (Cicer arietinum) ".

presentado por el (los) PASANTE (ES) DANIEL GONZALEZ ARMENTA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Junio 6 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

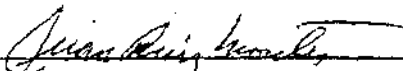
Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
DANIEL GONZALEZ ARMENTA

titulada:

" DIGESTIBILIDAD "In situ" DE LAS DIFERENTES PARTES QUE COMPONEN
EL GARBANZO (Cicer arietinum) ".

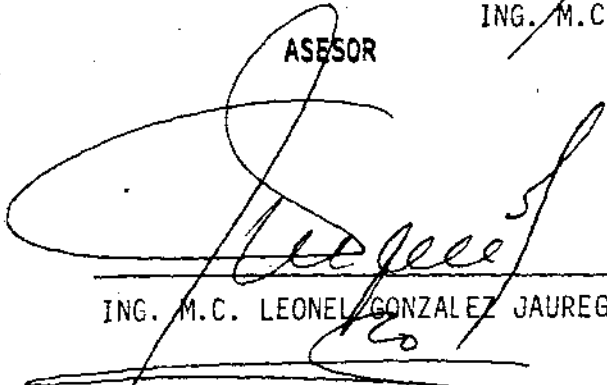
Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

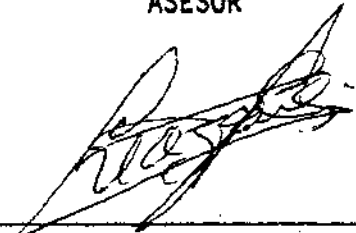
DIRECTOR


ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES

ASESOR

ASESOR


ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
srd'


M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

A G R A D E C I M I E N T O

Al ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES, por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo, como Director de la misma, por su enseñanza y amistad que siempre me ha brindado.

Agradezco al ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI, por su participación en la realización de este trabajo, por su enseñanza, sus consejos y su amistad. Mi reconocimiento. Muchas gracias.

Agradezco al M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS, por sus enseñanzas y colaboración en la realización del presente trabajo. Muchas gracias.

Al INSTITUTO DE CELULOSA Y PAPEL, de la U. de G., por la facilidad otorgada para el desarrollo del presente trabajo.

A la FACULTAD DE AGRONOMIA, por su valiosa participación en mi formación y superación académica. Gracias.

A la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, que hizo posible mi formación como Ingeniero Agrónomo, a la cual nunca defraudaré y siempre trataré de poner su nombre en alto.

A TODOS MIS MAESTROS, que influyeron en mi formación y superación. Por sus consejos y amistad, muchas gracias.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS, por su amistad, ayuda y compañerismo.-
Muchas gracias, y en especial a los Ings:

Nicolás Bravo García

Timoteo Corona Herrera

Tereso Padilla Muñoz

Javier de la Torre Andrade

Pedro A. Aguayo Olivares

José de Jesús Jiménez

José Alberto Pérez Burgos

DEDICATORIA

A mis padres:

Dr. Daniel González Cuevas y
Ma. Paz Armenta de González,
por ser el estímulo de mi su-
peración y por su bondad, - -
amor y comprensión.

A mis hermanos:

Juan Fernando, Ma. de la Paz,
Ana Araceli, Manuel Enrique,-
José Héctor y Sergio Alejan--
dro, por su gran apoyo moral,
cariño y porque siempre este-
mos unidos.

A mis primos:

Por el respeto y amistad
que me han brindado.

A Ernesto Gutiérrez Armenta
José de Jesús Gutiérrez Ar-
menta, Ramiro Gutiérrez Ar-
menta, por el ejemplo de su
peración.

A mis tíos:

Enrique González Cuevas,
por su confianza y cariño
que siempre me ha mostra-
do.

A Ernesto Gutiérrez Guerrero,
por enseñarme el camino,
demostrarme su amistad y
cariño.

A la Prfra. Bertha Morales, por haberme
enseñado las primeras letras en-
mi vida y su amistad.

CONTENIDO

INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS	I
INDICE DE CUADROS	II
RESUMEN	III
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISION DE LITERATURA	5
3.1 Importancia del cultivo del garbanzo	5
3.2 Antecedentes históricos del garbanzo	6
3.3 Clasificación botánica del garbanzo.	8
3.4 Descripción botánica del garbanzo	9
3.4.1 Variedades	9
3.4.2 Origen	10
3.4.3 Genomios	11
3.4.4 Suelo	12
3.4.5 Clima	16
3.4.6 Epoca, método y densidad de siembra	20
3.5 Labores culturales	24
3.6 Cosecha	24
3.7 Usos del garbanzo	25
3.7.1 Aspecto agronómico	27
3.7.2 Aspecto nutricional	28
3.7.3 Aspecto forrajero	33
3.7.4 Aspecto económico	34
3.8 Consideraciones generales.	34
3.9 Técnica de la digestibilidad <u>In situ</u> de la bolsa de nylon o dacrón.	35
3.10 Factores de variación de la técnica de la bolsa de nylon	36
3.10.1 Proceso y tamaño de la muestra	37
3.10.2 Material y tamaño de la bolsa	37
3.10.3 Tiempo de incubación	38
3.11 Factores que afectan la digestibilidad.	39
3.11.1 Nivel de nutrición.	39
3.11.2 Cantidad de fibra o lignina en los alimentos	39
3.11.3 Diferencia entre las distintas especies	40
3.11.4 Deficiencias nutritivas	41
3.11.5 Factores que afectan el apetito.	41
3.11.6 Frecuencia de la alimentación	42
3.11.7 Preparación del alimento.	42
3.11.8 Efecto asociativo de los alimentos.	42
3.11.9 Adaptación a las modificaciones de la ración	42

3.12	Efecto del procesamiento de los alimentos sobre la digestibilidad	43
3.13	Influencia del nivel de ingesta sobre la digestibilidad.	45
3.14	Importancia de los datos obtenidos en ensayos de digestibilidad.	47
IV.	MATERIALES Y METODOS	50
4.1	Localización del experimento.	50
4.2	Tratamiento	50
4.3	Diseño experimental.	51
4.4	Desarrollo del experimento	51
4.5	Variables a medir	53
V.	RESULTADOS.	55
VI.	CONCLUSIONES	65
VII.	BIBLIOGRAFIA	66

INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

Figuras	Pág.
1. Diagrama de flujo de la metodología de trabajo para la determinación de la digestibilidad.	54
Gráficas	
1. Climograma de la zona de influencia del material recolectado.	19
2. Digestibilidad de la materia seca de la Paja de Garbanzo a diferentes horas de exposición.	59
3. Digestibilidad de la materia seca de la Planta Integral de Garbanzo a diferentes horas de exposición.	60
4. Digestibilidad de la materia seca del Palillo de la planta de Garbanzo a diferentes horas de exposición.	61
5. Digestibilidad de la materia seca del Grano de Garbanzo a diferentes horas de exposición.	62

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Información climatológica de la zona de influencia - del material recolectado.	18
2. Datos de producción ciclo Otoño-Invierno de Garbanzo forrajero y Garbanzo para grano del Estado de Jalisco.	26
3. Análisis químico de tres variedades de Garbanzo, sembradas en El Bajío.	31
4. Efecto del nivel de ingesta sobre la digestibilidad de raciones en vacas lecheras.	46
5. Análisis de varianza de la digestibilidad de las diferentes partes de la planta de Garbanzo.	55
6. Porcentaje de digestibilidad de las diferentes partes de la planta de Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>).	57
7. Análisis Bromatológico de las diferentes partes que componen la planta de Garbanzo.	58

RESUMEN

La alimentación ha sido sin duda uno de los principales factores que ha frenado el desarrollo productivo ganadero, debido a la falta de alimentos en cantidad y calidad; además del desaprovechamiento de los esquilmos agrícolas, así como los subproductos agroindustriales.

El conocimiento de la composición química y digestibilidad de los alimentos, nos permite saber su utilización en forma racional, así como incorporar como alimento, productos desconocidos y de baja calidad que mediante ciertos procesos pueden ser usados. El análisis también nos indica qué y cuáles requerimientos nutricionales llenan en los animales, con los que se puede evitar deficiencias o excesos de nutrimentos perjudiciales para los mismos.

El análisis bromatológico de los alimentos es indispensable para establecer los programas de alimentación adecuados.

Desde hace tiempo el hombre se ha preocupado por analizar los alimentos para conocer sus características nutritivas, éstos están publicados en todo el mundo; sin embargo, tienen limitaciones, ya que indican únicamente promedios y existen variaciones en la composición química, debidas a diferencias entre especies, localización geográfica, sistemas de recolección, procesos industriales, sistemas agrícolas y adulteraciones, por lo cual el error puede ser importante. El uso del laboratorio para constatar la pureza de los alimentos es importante, aquí se debe buscar el método más adecuado para

cumplir este propósito, ya que se encuentra el método, se debe juzgar objetivamente si son lo suficientemente sensibles para sus necesidades, si es posible realizarlos en su laboratorio, si el costo está dentro de sus posibilidades y si el material o aparatos utilizados son accesibles; los métodos de análisis pueden ser característicos de un tipo de alimento, hay por supuesto determinaciones que son comunes a varias clases de alimentos.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1.- Determinar la calidad bromatológica de las diferentes partes de la planta de garbanzo; 2.- Conocer la digestibilidad de cada una de las partes del garbanzo (hoja, tallo, planta integral y grano) en diferentes tiempos de exposición (24, 48, 72 hrs.).

El experimento se desarrolló en el laboratorio de Bioingeniería del Instituto de Celulosa y Papel, de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jalisco.

Se evaluaron cuatro materiales (paja, integral, palillo y grano) de garbanzo forrajero, los cuales se sometieron a 3 tiempos diferentes, con 3 repeticiones.

Se utilizó el diseño experimental "completamente al azar" en donde el arreglo de tratamientos fue un factorial 4 x 3.

El desarrollo del experimento fue de la siguiente manera: se tomaron muestras de la planta de garbanzo forrajero, se pusieron a secar en una estufa durante 24 hrs. a una temperatura a 80°C. Una vez secados los materiales, se procedió a-

moler cada una de ellas en un molino de cuchillas Willey, con una criba de 1 mm de porosidad; posteriormente cada muestra fue guardada en una bolsa de plástico sellada para mantener su humedad constante. Las bolsas, al igual que los materiales, también se secaron durante 24 hrs. a 80°C y posteriormente se metieron a un desecador durante 10 minutos; posteriormente se pesaron en una balanza analítica, anotando su peso, en seguida se pesó un gramo de muestra, se introdujo en la bolsa dándonos un peso inicial, se hicieron 3 repeticiones por muestra, después se ataron de la jareta con un nudo. Las bolsas se ataron a 2 hilos nylon de un metro de largo con un contrapeso de un pedazo de tubo de acero inoxidable, se ataron 6 bolsas a cada hilo, introduciendo 12 bolsas en cada ocasión. Se procedió a introducir las bolsas al rumen, sujetando los hilos nylon a la fístula ruminal para facilitar la maniobra al extraer las bolsas, se utilizó un animal de aproximadamente 350 a 400 kilogramos, propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara, alimentada con ensilaje de maíz y concentrado, proporcionado por el establo de la Facultad de Agronomía de la misma Universidad. Se mantuvieron las bolsas dentro del rumen a diferentes tiempos de exposición 24, 48 y 72 hrs. Pasados los periodos de tiempo establecidos de incubación se extrajeron las bolsas del rumen y se lavaron perfectamente, hasta desaparecer el color del líquido ruminal; una vez lavadas las bolsas, se pusieron a secar en la estufa a una temperatura de 80°C durante 24 hrs., después se sacaron y se metieron a un desecador durante

10 minutos, posteriormente se pesaron cada una de las muestras dándonos un peso final, en donde por diferencia de pesos da el porcentaje (%) de digestibilidad.

La variable a medir fue la digestibilidad In situ de las diferentes partes que componen la planta de garbanzo, así como un análisis bromatológico de cada uno de los materiales.

Los resultados de digestibilidad para Paja fueron: 72.91, 76.73 y 83.84 para 24, 48 y 72 hrs., respectivamente; para la planta Entera: 63.77, 70.98 y 76.92 para los mismos tiempos; en el caso del Palillo disminuyeron a 56.32, 57.61 y 62.20, mientras que para el Grano fue de 77.31, 95.13 y 99.84.

El nivel de digestibilidad fue afectado principalmente por la composición de cada uno de los materiales, existiendo una relación inversa con el % de fibra cruda y el % de digestibilidad.

Los resultados en cuanto a calidad de los alimentos estudiados presenta variación en cuanto a % de proteínas, siendo el mayor para el Grano (19.90%, así también este producto presentó el menor % de fibra cruda.

I. INTRODUCCION

Uno de los principales factores que ha frenado el desarrollo productivo ganadero, sin duda, ha sido la falta de alimentos en calidad y cantidad; además, de desaprovechar la utilización de los esquilmos agrícolas, así como la de subproductos agroindustriales.

El conocimiento de la composición química y digestibilidad de los alimentos, nos permite saber su utilización en forma racional; así como incorporar como alimento, productos desconocidos y de baja calidad, pero que mediante ciertos procesos pueden ser usados con confianza. El análisis también indica qué y cuáles requerimientos nutricionales de los animales, con los que se puede evitar deficiencias o excesos de nutrimentos perjudiciales para los mismos.

El análisis de los alimentos es indispensable para establecer programas de alimentación de la ganadería, que sean adecuados para los animales, así como al hombre que los alimenta.

La tendencia de usar granos de cereales y leguminosas para la producción animal es el factor más importante que reduce la disponibilidad de alimento para la producción humana e incrementa su costo, particularmente naciones en desarrollo donde la producción de granos de cereales es considerada como alimento básico, como es el caso del maíz en nuestro País.

Desde hace tiempo, el hombre se ha preocupado por anali--

zar los alimentos para conocer sus características nutritivas y digestibles. Diferentes cuadros de composición de alimentos se encuentran publicados en todo el mundo, los cuales indican la composición proximal de los alimentos. Sin embargo, el empleo de cuadros de composición tiene limitaciones, ya que se indican únicamente promedios; además, hay variaciones en la composición química debidas a diferencias entre especies, localización geográfica, sistemas de recolección, procesos industriales, sistemas agrícolas y, por supuesto, adulteraciones. Todo lo cual origina errores, que en ocasiones pueden ser importantes. Por todo ésto, debe hacerse siempre uso del laboratorio como un instrumento esencial para constatar la pureza de los alimentos empleados en un determinado lugar.

En virtud de que la evaluación de un alimento involucra el empleo de una serie de análisis químicos y biológicos, el analista debe buscar los métodos adecuados para cumplir este propósito. Una vez que los encuentra, debe juzgarlos objetivamente. Debe considerar si son lo suficientemente sensibles para sus necesidades; si es posible realizarlos en las condiciones de su laboratorio; si el costo que involucra está dentro de su presupuesto, y si los reactivos y aparatos que utiliza el método son accesibles, etc.

Los alimentos según su composición química, se pueden clasificar en grupos diferentes, por lo tanto, los métodos para analizarlos también pueden ser característicos de un tipo de alimento.

Hay por supuesto determinaciones que son comunes a varias

clases de alimentos, como la determinación de proteína cruda o de minerales; sin embargo, algunos métodos para determinar calidad de proteína se aplican de preferencia a concentrados proteícos, como algunas pastas de oleaginosas y harinas de carne o pescado.

Por lo anterior, se plantea el conocer la calidad bromatológica de las diferentes partes de la planta de garbanzo (Cicer arietinum), así como su digestibilidad In situ.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

II. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1.- Determinar la calidad bromatológica de las diferentes partes de la planta del garbanzo.
- 2.- Conocer la digestibilidad de cada una de las partes - del garbanzo (hoja, tallo, planta integral y grano) - en diferentes tiempos de exposición (24, 48 y 72 horas).

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia del cultivo del garbanzo

Si se toma en cuenta el actual índice de crecimiento demográfico de México y el mejoramiento cultural de su población, es lógico pensar que próximamente habrá una demanda mucho mayor que la actual por los alimentos proteínicos, particularmente los de origen animal. Y si bien es cierto que en la alimentación de los humanos la proteína animal es más importante que la de origen vegetal, también es cierto que ambas pueden consumirse combinadas para aliviar la relativa escasez de la proteína animal, la cual tiende a ser cada vez más cara que la de origen vegetal. Por otra parte, las proteínas vegetales de baja calidad, para los seres humanos, pueden utilizarse como alimentos para las aves y el ganado, y de este modo convertirse en proteínas animales de elevada calidad. Finalmente la producción de proteínas vegetales también pueden asegurar el desarrollo de industrias químicas, que dependen actualmente del suministro de proteínas animales. En suma, como afirma Ellison (1958), la importancia de las leguminosas está en razón directa de la búsqueda constante que hace el hombre por el nitrógeno digerido.

Actualmente el garbanzo es un cultivo de suma importancia en algunos estados de la República Mexicana, pues representa una fuente de proteínas en la alimentación animal y humana y ahorra divisas cuando la producción se dedica a la exportación. Quizás la mayor importancia del cultivo estribe en el

beneficio social que aporta al medio rural mexicano, pues de las 150 mil hectáreas que se siembran al año en el País -con garbanzo-, aproximadamente 135 mil son cultivadas por familias de escasos recursos.

Las numerosas ventajas de este cultivo se pueden resumir en los siguientes puntos: a) El garbanzo, como alimento directo para el ser humano, tiene aceptables porcentajes de proteínas de fácil digestión y de carbohidratos; b) Puede usarse como cultivo de invierno, sin interferir con los cultivos más importantes de verano o primavera como son: maíz, papa, frijol, etc.; c) Es una planta con la cual la familia rural mexicana está ampliamente familiarizada, lo mismo como alimento que como cultivo; d) Puede usarse durante el invierno en rotación con cereales de verano si se cosecha correctamente, y proporcionar grano para el consumo directo del hombre o de los animales y forraje para la alimentación del ganado en invierno, que es la época de escasez; e) Aparentemente el garbanzo es capaz de completar su ciclo vegetativo y producir cosecha aún en condiciones de poca humedad en el suelo, y además es pequeño el daño causado por las plagas al garbanzo, el costo de producción es bajo comparado con otros cultivos; f) Finalmente, con un manejo eficiente del suelo y el empleo de variedades mejoradas, los rendimientos del garbanzo y las ganancias pueden ser mayores.

3.2 Antecedentes históricos

Los dos grupos de plantas de mayor importancia en la agri

cultura pertenecen a las familias de las gramíneas y las leguminosas.

Whyte et al (1955), mencionan que las leguminosas se cultivan desde hace aproximadamente 6 000 años. En las poblaciones lacustres de Suiza, desde 5 000 a 4 000 años A.C. ya se cultivaban chícharos, y en la edad de bronce se cultivaba un frijol enano. En la literatura China se menciona el cultivo de soya entre el año 3 000 y 2 000 A.C. En Egipto las leguminosas figuraban entre los cultivos de las primeras dinastías. En la época del Imperio Romano, varios autores realizaron su valor como alimento y como enriquecedoras del suelo. Los indios americanos cultivaban frijol entre las plantas de maíz desde las épocas más remotas.

León Garré (1954), señala que Colón introdujo el garbanzo a América en su segundo viaje. Los españoles hicieron los primeros cultivos en Las Antillas, pero éstos no prosperaron debido a diversas condiciones desfavorables. En cambio, cuando se hicieron en México las primeras siembras de garbanzo, y debido a que en muchas regiones de este País las condiciones ecológicas eran muy favorables a tal cultivo, éste prosperó en España por su alta calidad y buenos rendimientos.

Laumont y Chevassus (1956), indican que el *Cicer arietinum* es conocido desde la más remota antigüedad en la agricultura de la cuenca del Mediterráneo, en el sureste de Asia y en la India.

3.3 Clasificación botánica del garbanzo

Según Mateo-Box (1961) y Tutin (1958), las leguminosas se clasifican en tres subfamilias: Mimosoideas, Cesalpinoideas y Papilinoideas.

La subfamilia de las Papilinoideas se subdividen en diez tribus. Entre las que comprenden a las especies cuyos granos se utilizan, están: tribu Viciaeae (garbanzo, lenteja, chícharo, veza, etc.); tribu Hedisareae (cacahuate), y tribu Genisteae (lupinus o altramu).

La tribu Viciaeae comprende los siguientes géneros de importancia agrícola: Cicer L., Pisum L., Vicia L., Lens tur y Lathyrus L., de los cuales el género Cicer L. es la única de importancia económica y agronómica.

Los frutos, vainas o legumbres de las plantas de la tribu Viciaeae son, de acuerdo con Tutin, "comparativamente pequeños y de paredes delgadas, y las valvas con frecuencia se retuercen después de la dehiscencia arrojando la semilla, aunque no con gran violencia". A este respecto es interesante señalar que en México ninguno de los tipos de garbanzo estudiados son dehiscentes.

Según Tutin la mayoría de las especies de la tribu Viciaeae crece en la región del Mediterráneo y en las partes templadas del Asia Occidental, aunque se han encontrado unas cuantas especies en climas tropicales. Esa tribu, junto con la Genisteae y la Trifolieae, representa el desarrollo más avanzado de las leguminosas en las regiones templadas.

Según Tutin el garbanzo es una sola de las casi 14 000 - especies conocidas entre la familia Leguminosae, la cual es la más grande de las fenerógamas y es la segunda entre las dico- tiledóneas, después de las compuestas.

3.4 Descripción botánica del garbanzo

Es una planta anual, que alcanza de 30 a 50 cm de altura, velluda y glandulosa, de hojas imparipinadas sin zarci- llos y uniformemente epulvinadas, con foliolos dentados típi- cos, y estípulas lanceoladas y dentadas. Las flores, en raci- mos axilares unifloros con los pedúnculos más cortos que las- hojas, son pequeñas de color blanco y azul, normalmente fér- til y autofecundables; el cáliz tiene cinco dientes largos; - el estandarte es redondeado y con alas libres; filamentos en- tubo más largo que el ovario, arriba libres y dilatados; ante- ras elípticas uniformes; ovarios sésiles con dos o más semi- llas; estilo filiforme y glabro; vaina oval inflada, bivalva- velluda; las semillas son generalmente globosas y ligeramente aplastadas y lobuladas por un lado. Hilio en el ápice, puntia- gudo con la cálaza en medio; el otro extremo de la semilla es redondeado; superficie de tegumento ligeramente rugosa; los - colores de la semilla, según la variedad, puede ser blanco ma- te, crema, café, rojizo y negro.

3.4.1 Variedades

Burkart (1952), dice que las variedades botánicas de gar- banzo pueden clasificarse de la siguiente forma:

- A. Flores violáceas o rosadas.
- B. Semillas de color negro: var. Vulgare jaub. et. sp.
- BB. Semillas castaño rojizas: var. Fuscum álef.
- BBB. Semillas de color rojo sangre: var. Rythidospermum -- jaub.
- AA. Flores blancas.
- B. Semillas castaño claras: var. Macrocarpum. red.
- BB. Semillas amarillo naranja: var. Globosum álef.

Tomando en cuenta las características botánicas antes -- descritas, los garbanzos porqueros que se siembran en México -- podrían clasificarse como *Cicer arietinum* var. *Fuscum* o var. *Vulgare*. El -- garbanzo blanco debe clasificarse como *Cicer arietinum* var. *Macrocarpum*.

Las flores de garbanzo son de color rosado, violáceo y -- blanco, aunque según Singh y Shyam (1959), existe un mutante -- de floración azul que es recesivo en las plantas, con flores -- rosadas, y un carácter ligado a otro monogénico, recesivo y -- hereditario: la esterilidad del óvulo.

Por otra parte, de acuerdo con Bhide (1959), las dos ho -- jas cotiledonarias de las plántulas de garbanzo se pueden -- usar para la identificación de variedades, ya que las hojas -- superiores difieren en el número de foliolos, de acuerdo con -- la variedad de que se trate.

3.4.2 Origen

De acuerdo con Vavilov (1951), los centros de origen del -- garbanzo son: el norte de la India y Afganistán para algunas -- variedades, y para otras Asia Menor. Las variedades de semi--

llas blancas y grandes parecen originarias de la región mediterránea. El mismo autor señala que otro centro de origen es Abisinia.

Rao et al. (1959), considera que el *Cicer arietinum* L. se originó en la región comprendida entre el Cáucaso y el Himalaya, de donde se ha difundido a Persia, Egipto, India y el sur de Europa, y de aquí al Continente Americano.

Norris (1958), sin mencionar específicamente al *Cicer arietinum* L. discute el origen de las leguminosas, describiendo al género *Cicer* como un orden de origen tropical que inició su evolución desde los tiempos del cretáceo superior. Una clasificación más avanzada por el mismo autor, identifica a la subfamilia papilionácea como una subdivisión de este orden y le asigna nueve tribus, entre las cuales, según él, "Viciaeae y Trifolieae -- son de gran importancia, ya que agrupan a un gran número de las leguminosas usadas para grano y forraje en las regiones agrícolas templadas".

El mismo Norris enfatiza que, de hecho, Viciaeae es un grupo reciente que se originó y multiplicó totalmente en las regiones templadas y sugiere que de acuerdo con las relaciones serológicas de los *Rhizobia*, Viciaeae pueden bien haber provenido de la tribu Trifolieae.

3.4.3 Genomios

Darlington y Wylie (1955), consignan los siguientes datos: *Cicer arietinum* L. tiene un número básico de cromosomas de $n = 7$ y 8 , aunque algunos tipos presentan $n = 16$.

En México, los estudios citológicos preliminares llevados a cabo por los técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas sobre el genomio de los principales tipos de garbanzo que se siembran en el País, muestra que el garbanzo blanco y los tipos de garbanzo porquero (negro y café) tienen el mismo número cromosómico, esto es $n=8$. No obstante esta similitud numérica de cromosomas existen ciertas dificultades de cruzar con éxito el garbanzo porquero café y el garbanzo comestible; sin embargo, también debe anotarse como relevante el hecho de que el garbanzo negro se cruza con relativa facilidad con el garbanzo blanco. Por esta razón y por sus buenas características (precosidad y resistencia a pudriciones radiculares), el garbanzo negro debe constituir uno de los principales progenitores en programas de mejoramiento.

3.4.4 Suelo

Aún cuando se carece de información específica, se pueden derivar algunos principios importantes de literatura general relativa a las leguminosas.

De acuerdo con Norris (1958), Viciae y Trifolieae están perfectamente separadas del resto de las Papilionáceas debido a que, en su mayoría, se han adaptado a suelos de alta fertilidad y en particular han llegado a desarrollar un hábito calcícola. Estos son los cultivos "hambrientos de cal" en los que la propaganda de "cal para leguminosas", ha encontrado su principal apoyo.

Por una parte, y para suelos tropicales, Norris (1958) --

menciona que a consecuencia de investigaciones experimentales hechas por Andrew y Bryan, quienes trabajaron con leguminosas de zonas tropicales y templadas en un suelo gley subtropical con bajo contenido de humus (capacidad total de intercambio de 3:1 meg. 100 gm.) una aplicación de 300 a 400 kilogramos de CaCO_3 por hectárea es suficiente para una nodulación máxima, y de 600 a 800 kg/ha son suficientes, aún para los requerimientos de crecimiento de la alfalfa, que es muy sensitiva al calcio. Si fuera necesario, en México no habría dificultad en aplicar tales cantidades a cultivos de garbanzo en las regiones tropicales o subtropicales. Por otra parte, Norris puntualizó que la necesidad de añadir grandes cantidades de cal al suelo de regiones húmedas y templadas, con la finalidad de que las leguminosas se desarrollen bien, se debe no sólo al posible bajo pH de esos suelos, sino también al nivel más elevado de la energía de absorción de bases en las arcillas illíticas y montmoriloníticas de regiones templadas, respecto al nivel de energía de absorción en los suelos caoliniticos de regiones tropicales.

Sin embargo, estos dos extremos (suelos tropicales con bajo contenido de cal -lateríticos- y suelos templados altamente necesitados de cal -tipo podzol-) pueden carecer de importancia en los suelos de las zonas que se cultivan con garbanzo en México, porque aunque ricos en el tipo 2:1 de material arcilloso, tienen una amplia reserva de CaCO_3 que alcanza varios miles de kilogramos por hectárea, lo cual da por resultado un suelo con pH ligeramente alcalino.

Según Hewitt (1958), el molibdeno puede convertirse en un elemento en la nutrición mineral de las leguminosas en general, de acuerdo con las cantidades considerables de molibdeno que requieren las especies de bacterias fijadoras de nitrógeno, para fijarlo simbióticamente.

El mismo autor afirma que los suelos ácidos o los que contienen compuestos de hierro, frecuentemente reducen la disponibilidad del molibdeno a las leguminosas. Es posible que éste no sea el caso del garbanzo en México, por el hecho de que esta leguminosa se cultiva generalmente en áreas con suelos de alto contenido de cal, por lo que el valor del pH se eleva y la solubilidad del hierro disminuye, lo cual a su vez resultará en una mayor disponibilidad del molibdeno para las bacterias fijadoras de nitrógeno en los nódulos de las raíces del garbanzo.

Sin embargo, puesto que los síntomas de la deficiencia de molibdeno en las leguminosas dependen en gran parte del régimen del nitrógeno, resulta que si un cultivo de garbanzo que para su abastecimiento de nitrógeno depende de la fijación simbiótica muestra síntomas de deficiencia nitrogenada en el follaje (especialmente si las hojas inferiores tienen color verde pálido o amarilleno, y las plantas se quedan enanas), entonces es lógico deducir que el proceso de la fijación simbiótica del nitrógeno es ineficaz, debido a una probable deficiencia de molibdeno en el suelo. Bajo condiciones de campo, esta respuesta del garbanzo al molibdeno puede eliminarse prácticamente, tanto por la aplicación de este elemento

como por medio de la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

En el caso del fósforo, ha quedado demostrado por Anderson y Thomas, mencionado por Hewitt (1958) que el efecto del molibdeno sobre la abundancia de nodulación radicular está asociado también con la inclusión de fósforo en la fertilización de leguminosas bajo condiciones de fijación simbiótica de nitrógeno. Ludecke, como menciona Van Schereven (1958), de mostró que el grado de fijación por nitrógeno por gramo de nó dulo también aumenta grandemente por efecto del fósforo.

En la India, Sen y Jana (1960), encontraron que la aplicación de superfosfato simple de calcio en siembra de garbanzo (200-400 kg/ha) estimulan el crecimiento vegetativo, la producción de semilla y el tamaño de la planta, y no se afecta el tiempo de la floración ni el de la madurez.

Con respecto al potasio, este elemento puede ser que no constituya un factor limitante en el caso de los suelos mexicanos que se dediquen al cultivo del garbanzo, por el hecho de que generalmente están bien provistos de este elemento como es de esperarse de sus orígenes volcánicos.

La inoculación con cepas específicas de *Rhizobium leguminosarum*, según Jensen (1958), ayudará también a mejorar la cantidad y la velocidad de nodulación y, del mismo modo, las posibilidades de una mayor cantidad de nitrógeno atmosférico fijado por el garbanzo, aumentando su contenido de proteínas o mejorando el nivel de nitrógeno en el suelo. Según Ivanov, como lo mencionan Rao y asociados (1959), entre el garbanzo y otras legu

minosas existen una notable diferencia en el contenido de proteínas, la cual se atribuye a la fertilidad del suelo y a las condiciones ecológicas. El mismo autor también menciona el hecho de que en una viariación del 12.3 al 31.5% en el contenido proteínico, la cifra más baja fue debido a la ausencia de la bacteria fijadora de nitrógeno y, consecuentemente de nódulos.

En México no se han encontrado aún respuestas del garbanzo a la adición de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, - ni a las aplicaciones de zinc o de inoculantes específicos. - Esto último probablemente se debe a que como el garbanzo se - ha venido sembrando desde hace cientos de años, los suelos están bien provistos de la bacteria específica, por lo cual no - hay respuesta notable cuando se añaden inoculantes. Sin embargo, en regiones en donde se siembra por primera vez garbanzo - se recomienda la inoculación de la semilla con un inoculante - específico, Natragín, Nitrobacter, etcétera.

3.4.5 Clima

La semiaridez y las temperaturas que van desde la media - a la caliente, son las principales condiciones climáticas que se requieren para una buena producción de garbanzo. Aunque - Gray (1959), no hace referencia específica al garbanzo, las - aseveraciones siguientes hechas por él se pueden aplicar al - garbanzo, respecto a la influencia climática sobre la calidad del grano:

"El contenido proteico es más elevado en climas calien--

tes y secos, y más bajo en climas húmedos y templados. El nivel de nitrógeno en el suelo es más elevado en regiones calientes y secas en donde, por otra parte, el grado de lixiviación del nitrógeno es menor que en las regiones húmedas y templadas. Un suministro restringido de humedad significa al cultivo un desarrollo vegetativo menor, y simultáneamente habrá una mayor disponibilidad de nitrógeno para la producción de grano. Los granos con mayor contenido de proteína se producen en los años secos, y los de menor porcentaje de proteína en los años húmedos". Según Gustafson, mencionado por Gray (1959), la concentración de tiamina es mayor en las plantas que están expuestas a una mayor intensidad de luz solar.

La misma relación existe para la riboflavina, pero el efecto es mucho menor pronunciado. Por otra parte, el mismo autor menciona que los mayores niveles de luz solar están íntimamente ligados a menores cantidades de fierro en las plantas.

Analizando las influencias del medio ambiente sobre las plantas, Gray también indica que la temperatura juega un papel dominante porque influye en la composición orgánica, pero que el nivel de fertilidad del suelo es más importante porque afecta la composición inorgánica de las plantas.

Del párrafo anterior, se puede deducir que muchas otras áreas en México, además de los estados de Sinaloa y de El Bajío, son adecuadas para el cultivo del garbanzo en cuanto concierne a intensidad luminosa, calor y clima seco, entre ellas parte de los estados de Morelos, Guerrero, Nayarit, Baja Cali

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE GEOGRAFIA
LABORATORIO DE SUELOS

Cuadro No. 1 INFORMACION CLIMATOLOGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL MATERIAL RECOLECTADO

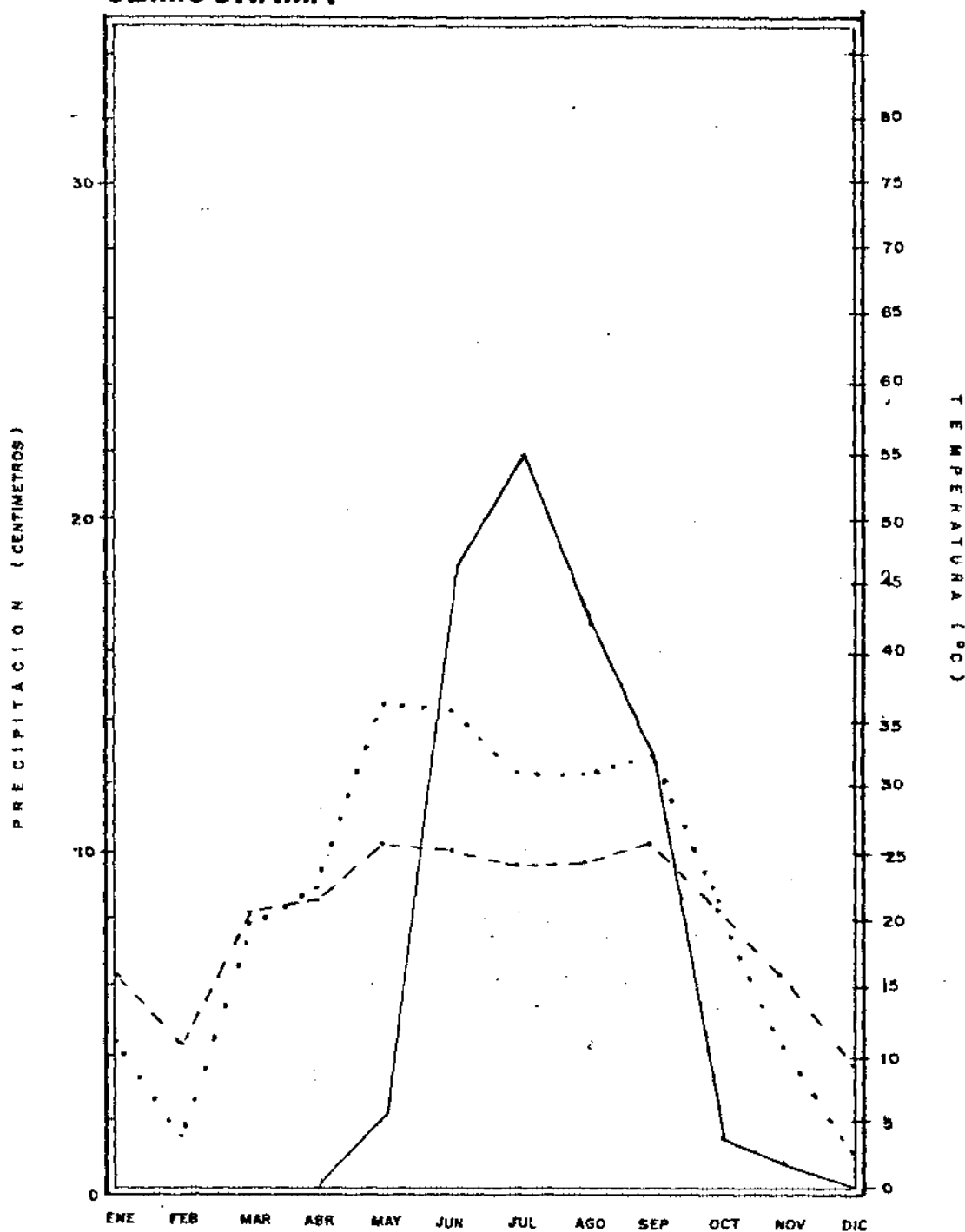
Estación: Tala, Jal.
 Latitud: 20° 38' 0"
 Longitud: 103° 42' 0"
 Altitud: 1350 msnm
 Período: 3 años

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	M May	E Jun	S Jul	E Ago	S Sep	S Oct	Nov	Dic	Clave	Valor
TE (C)	16.6	11.1	20.8	21.7	26	25.4	24.1	24.5	25.9	21.9	16.7	9.6	TEA	20.36
PR (CM)	0	0	0	0	2.3	18.8	22	17.3	12.7	1.5	.8	.08	PRA	75.48
ICM	6.15	3.34	8.66	9.23	12.13	11.71	10.82	11.09	12.06	9.36	6.21	2.68	ICA	103.45
EV (CM)	4.68	1.88	7.8	8.59	12.94	12.28	10.9	11.31	12.83	8.77	4.74	1.35		
FC	.94	.9	1.03	1.05	1.13	1.11	1.15	1.11	1.02	1	.92	.94		
EP (CM)	4.4	1.69	8.04	9.02	14.63	13.63	12.53	12.55	13.09	8.77	4.36	1.27	EPA	103.96
MH (CM)	0	0	0	0	0	5.17	4.83	0	-3.9	-7.27	-2.34	0		
HA (CM)	0	0	0	0	0	5.17	10	10	9.61	2.34	0	0		
DA (CM)	0	0	0	0	0	0	4.64	4.75	0	0	0	0	DAA	9.39
DE (CM)	4.4	1.69	6.04	9.02	12.33	0	0	0	0	0	1.22	1.19	DEA	37.87
ER (CM)	0	0	0	0	2.3	13.63	12.53	12.55	13.09	8.77	3.14	.08		
ES (CM)	0	0	0	0	0	0	2.32	3.53	1.19	0	0	0		
RP	-1	-1	-1	-1	-.84	.38	.76	.38	-.03	-.83	-.82	-.94		

		<u>Fórmula de Clima</u>	
		<u>Concepto</u>	<u>Clave Descripción</u>
IH = 100 x DAA/EPA =	9 %	CATEGORIA DE HUMEDAD	C1 SUBHUMEDO SECO
IA = 100 x DEA/EPA =	36.4 %	REGIMEN DE HUMEDAD	SA PEQUEÑA O NULA DEMASIA DE AGUA ESTIVAL
IP = IH - 0.6 (IA) =	-12.8 %	CATEGORIA DE TEMPERATURA	B4' SEMI-CALIDO
CY = 100 x SUM (EPN)/EPA =	39.2 %	REGIMEN DE TEMPERATURA	A* MUY BAJA CONC. DE CALOR EN VERANO

ESTACION: Tala, Jal.
 LATITUD: 20° 38' 0"
 LONGITUD: 103° 42' 0"
 ALTITUD: 1350 msnm

CLIMOGRAMA



Gráfica No. 1 Climograma de la zona de influencia del material recolectado

California, Tamaulipas, San Luis Potosí, Oaxaca y Yucatán, que se pueden considerar como las más importantes, siempre que se pueda suministrar agua al cultivo para sus requerimientos normales.

Con respecto a la temperatura, debe añadirse que las plantas de garbanzo no se dañan fácilmente por las bajas temperaturas de invierno comunes en las áreas verdaderamente garbanceras de México, comparadas con algunas otras legumbres de primavera como el jitomate. Sin embargo, puede sufrir el efecto de heladas tardías cuando el cultivo está en completa floración, o cuando los frutos en las vainas están todavía en los estados iniciales de maduración. (Cuadro No. 1, Gráfica 1)

3.4.6 Epoca, método y densidad de siembra

En gran parte, un programa de mejoramiento varietal debe estar basado en las necesidades de los agricultores de una región en particular; sin embargo, existen ocasiones en que la tradición es un obstáculo para que el agricultor acepte una determinada variedad mejorada, la cual solamente puede expresar su bondad cuando va acompañada de prácticas de cultivo adecuadas, tal como en el caso del garbanzo.

México, como en la India, el garbanzo normalmente se siembra como cultivo de invierno. Las fechas de siembra dependen de la variedad, pero para los estados de Sinaloa y Sonora se sugiere que las variedades Inmunizado y Blanco Español se siembren del 15 de octubre al 15 de noviembre, en tanto que las variedades Breve y Garbanzo sean sembradas del 15 de octubre al 31

de diciembre. En El Bajío se recomienda que la variedad de garbanzo porquero Cal Grande se siembre durante todo el mes de noviembre.

Casi siempre el garbanzo se siembra en El Bajío inmediatamente después de que ha pasado la época de lluvias, para aprovechar la humedad residual que queda en los suelos. En los estados de Sinaloa y Sonora, así como en las áreas de riego de El Bajío, los agricultores acostumbran almacenar aguas en represas o "cajas", y cuando esta agua ha sido aprovechada en otros cultivos y las condiciones de humedad del suelo son adecuadas, la tierra se surca y la semilla se deposita y cubre, ya sea mecánicamente o a mano.

También es común sembrar el garbanzo al voleo, sólo que este medio de siembra no facilita las labores culturales ni la aplicación de riego, si se cuenta con agua.

En los últimos años se han encontrado, tanto en Sinaloa como en El Bajío, que la mejor densidad resulta cuando se siembran 45 kilogramos de semilla por hectárea, espaciando los surcos a 76 cm. Este espaciamiento permite la utilización de maquinaria en la cosecha.

El espaciamiento y la profundidad de siembra son de considerable importancia, ya que están íntimamente relacionados con la nutrición, crecimiento y rendimiento del cultivo. En relación con esto, es interesante el informe de Raheja y Das (1957), sobre el efecto de las fechas de siembra, el espaciamiento entre los surcos y la profundidad de la semilla, tanto

en la germinación como en el aspecto del cultivo, su vigor, la producción de flor y la incidencia de la marchitez causada por el hongo *Fusarium* spp. Sus conclusiones fueron las siguientes:

a) La germinación del cultivo se retrasó, pero mejoró la población de plantas en siembras tardías.

b) El crecimiento acumulativo, tanto en longitud como en rapidez inicial de crecimiento, fue mayor en las siembras tempranas.

c) Cuando se compararon surcos distanciados entre sí 25, 37.5 y 50 cm., se encontró una diferencia estadística significativa en el número de plantas por parcela, habiéndose encontrado las mayores poblaciones para el espaciamiento de 25 cm. En cambio, las diferencias de altura de la planta no fueron estadísticamente significativas para los mismos espaciamientos estudiados.

d) La producción total de flor por planta aumentó cuando fue mayor el espaciamiento entre los surcos.

e) Cuando se comparó el efecto de las profundidades de siembra (6.5 y 14 cm.), se encontró que la semilla depositada a mayor profundidad germinó significativamente más que aquella sembrada superficialmente. Sin embargo, las plantas provenientes de la siembra más superficial tuvieron una mayor producción de flores, que las provenientes de la siembra más profunda.

f) La susceptibilidad a la marchitez estuvo directamente correlacionada con la siembra profunda y también con la siembra temprana.

Raheja y Das (1957), revisaron el trabajo de varios investigadores, los cuales indican otras causas que contribuyen a la marchitez del cultivo del garbanzo, tales como: a) la inhibición de las reservas del aire en los nódulos y el sistema radicular como consecuencia de la costra que se forma en los suelos después de la lluvia; b) la asociación del patógeno *Fusarium orthoceras* con una especie de *Rhizoctonio*; y c) el efecto fisiológico de las elevadas temperaturas durante las etapas de germinación y crecimiento inicial de las plántulas de garbanzo.

Sen y Jana (1960), también estudiaron el espaciamiento en el crecimiento general y rendimiento del garbanzo. De un experimento de 2 años consignaron que el máximo rendimiento para el mejor tratamiento (30 cm. entre surcos) fue de 1 188 kg/ha. Las distancias entre surcos en este experimento fueron 7.5, 15, 22, 30, 37.5 y 45 cm. Los resultados indican que el espaciamiento tuvo muy poco efecto en la altura de las plantas; pero que el número de ramas, vainas y semillas, así como el peso y rendimiento por planta aumentó a medida que el espaciamiento fue mayor, ya que la superficie por planta aumentó y la competencia por los nutrientes del suelo y por agua y luz, disminuyó. Los mismos investigadores concluyeron que la mejor distancia era de 30 cm. entre surcos y 15 cm. entre plantas cuando no se aplicaba estiércol al terreno, y de 30 cm. entre surcos y plantas cuando se estercolaba.

3.5 Labores culturales

En términos generales, el garbanzo recibe muy pocas labores de cultivo en México. Sin embargo, principalmente mediante las investigaciones llevadas a cabo por el INIA, se han determinado los requerimientos específicos en este aspecto. Por ejemplo, el agricultor que siembra garbanzo por lo general no le proporciona riego, por temor de que las plantas sufran daños; sin embargo, se ha demostrado que dos riegos ligeros de auxilio, uno a los 30-40 días después de la siembra y el otro en plena floración, se reflejan en una producción de altos rendimientos.

Al comparar tratamientos donde se incluyen riegos con los métodos de siembra seguidos tradicionalmente por el agricultor de El Bajío, se encontró que mientras las parcelas testigo arrojaban un rendimiento experimental de 1 800 kg/ha, con el tratamiento de dos riegos de auxilio aplicados en la periodicidad mencionada, se obtenía un rendimiento experimental de 3 000 kg/ha. Debe hacerse notar que cuando los riegos son pesados, las plantas se amarillean y tiran flores; ésto se refleja negativamente en la producción.

3.6 Cosecha

En México la cosecha se hace a mano; las plantas se cortan a mano, con una hoz o con machete. Sin embargo, Bátiz (1926), demostró en Sinaloa que la cosecha mecanizada es simple y económicamente factible. Este método sería deseable no únicamente por lo eficiente del trabajo, sino también como

una práctica agronómica recomendable, ya que algo del nitrógeno fijado por la leguminosa no se perdería al arrancar la planta entera, en la época de cosecha.

Es oportuno señalar con respecto a esta cuestión, que las variedades usadas tanto en Sinaloa y Sonora como en la región de El Bajío son de crecimiento erecto, lo cual permite la cosecha mecanizada; por otra parte, el grano del garbanzo no se quiebra fácilmente, por lo que soporta bien las revoluciones de las máquinas combinadas que se usan para trigo. (Cuadro No. 2)

3.7 Usos del garbanzo

El uso principal del garbanzo es el de la alimentación humana, lo cual se justifica por su valor nutritivo y su delicado sabor. En los últimos años el garbanzo se ha convertido en un sustituto del café, pues más de un 60% del garbanzo "reza go" se emplea para mezclas que posteriormente se venden como café popular. El garbanzo inadecuado para la alimentación humana se usa como forraje concentrado para animales de todas clases. En general, esta leguminosa puede ser útil en los siguientes aspectos:

- Agronómico.- Ayuda a mantener la fertilidad del suelo bajo cultivo.
- Nutritivo.- Proporciona un alimento de fácil digestión para el hombre.
- Forrajero.- Proporciona valioso forraje en la época de invierno, cuando los productos verdes son escasos.

Cuadro No. 2 DATOS DE PRODUCCION CICLO OTOÑO-INVIerno 87/88 DE
 GARBANZO FORRAJERO Y GARBANZO PARA GRANO.
 ESTADO DE JALISCO

G A R B A N Z O F O R R A J E R O					
Sistema	Sup. Sembrada (A) Ha	Sup. Cosechada (B) Ha	% B/A	Rend/Ha kg	Prod. Total TON.
Riego	1803	1542	85.5	2549	3931
Temporal	5630	4504	80.0	959	4320

G A R B A N Z O P A R A G R A N O					
Sistema	Sup. Sembrada (A) Ha	Sup. Cosechada (B) Ha	% B/A	Rend/Ha kg	Prod. Total TON.
Riego	2965	2558	86.27	1858	4754
Temporal	28811	16431	57.0	780	12816

FUENTE:
 SARH 1989

- Económico.- Mejora la economía nacional mediante la exportación.

3.7.1 Aspecto agronómico

En muchas áreas bajo condiciones de "temporal" en las regiones de El Bajío y en algunas otras aptas para el cultivo, - la humedad residual en el suelo, después de que la época de - lluvia ha pasado, se puede utilizar para el cultivo del gar--banzo y por lo menos proporcionar al subsuelo un cultivo de - invierno para evitar que la tierra sea erosionada.

Bajo condiciones de humedad más favorables, el suelo no-fertilizado puede recibir los beneficios generales de una le-guminosa en rotación con maíz, en lugar de continuar con el - sistema de monocultivo: maíz-barbecho-maíz, sin usar la tie--rra cuando está barbechado o la rotación agotadora: maíz-cebada-maíz. Para beneficiar el suelo de una manera más efectiva, especialmente la que se obtiene de la fijación simbiótica del nitrógeno y del combate de insectos invernantes mediante el - cultivo del suelo, se podría investigar mejores prácticas de-manejo del suelo, de las cuales las más importantes son la - preparación del suelo para la siembra, las labores de cultivo y el método de cosecha.

Otros beneficios al suelo que posiblemente se obtendrían mediante la introducción de esta leguminosa en una rotación - con cereales serían: aumento de materia orgánica, con la con-secuente influencia sobre el grado de nutrientes liberados pa-rra la siguiente cosecha (especialmente nitrógeno) y la reduc-

ción de patógenos en el suelo; tales beneficios han sido explicados, entre otros, por Bradfiel (1954) y Norman (1953). Este aumento en materia orgánica se podría obtener directamente por el cultivo, mediante los residuos después de la cosecha, o volteando éstos como un bono verde, o bien indirectamente mediante el estiércol del ganado a los puercos que se alimentan con el producto de la cosecha.

3.7.2 Aspecto nutricional

El garbanzo es utilizado en la alimentación humana por un gran porcentaje de la población mundial; su fruto es una fuente potencial de proteína de buena calidad concentrada, según González del Cueto y colaboradores (1960). Estos autores describen que los granos de garbanzo se caracterizan por su bajo contenido de aceite (generalmente de 4 a 7%), una proporción relativamente alta de almidón, aproximadamente 55%, y un nivel proteico de 20 a 30%, según la variedad y las condiciones ecológicas prevalentes.

Los mismos autores aportaron los resultados de una investigación encausada a medir los cambios inducidos por el calor, en las propiedades químicas y en los aminoácidos esenciales de las proteínas de dos tipos de grano de garbanzo: una variedad de semilla blanca y grande (garbanza), usada para el consumo humano en las áreas del suroeste de Estados Unidos, México, India, Pakistán y varios países europeos; y una variedad de garbanzo forrajero (porquero), de semilla pequeña y usada en El Bajío, principalmente para alimentar puercos. De-

bido al hecho de que la lisina, el aminoácido limitante en la mayoría de las raciones en las cuales los cereales son la - - fuente de energía, se encuentran en una proporción relativa- - mente elevada en los granos de garbanzo (6.5 a 6.7%), de - - acuerdo con los datos de González del Cueto y colaboradores, - éstos autores también compararon los efectos del calor sobre la calidad nutritiva de las proteínas del garbanzo en comparación con semillas típicamente oleaginosas.

Debido a la importancia del trabajo realizado por González del Cueto y colaboradores (1960), la mayor parte de sus - conclusiones se transcriben a continuación:

- La proteína, el aceite y el contenido total de azúcar de la harina procedente de la variedad con semilla grande son aproximadamente 20% más que aquellas del garbanzo porquero. - El contenido amiláceo de ambas variedades es aproximadamente 42% del peso de la semilla. El contenido de fibra cruda de la variedad forrajera, sin embargo, es como 3 veces más que el - de variedad semilla grande.

- El nitrógeno en la proteína cruda procedente de la variedad de semilla grande fue de 10%, y el contenido total de azúcar como el 20% más que el de la variedad forrajera. La - glucosa calculada fue 25% mayor en la proteína cruda de la variedad forrajera que en la variedad de semilla grande.

- La proteína cruda de la variedad con semilla grande representó el 42% de la semilla y contuvo 94% del nitrógeno total. La proteína cruda de la variedad forrajera representó - únicamente el 36% de la semilla y contuvo 93% del nitrógeno -

total.

- La proteína purificada de las variedades de semilla grande representó el 22% de la semilla y contuvo 75% del nitrógeno total. La proteína purificada de la variedad forrajera representó alrededor del 20% de la harina y contuvo el 80% del nitrógeno total.

- Los contenidos de lisina e histidina fueron aproximadamente los mismos en ambas variedades (6.5 y 3 gramos de aminoácido por 16 gramos de nitrógeno, respectivamente).

- La destrucción de la lisina, al someter en autoclave los productos del garbanzo durante una hora a 121°C , no pasó del 14% en las proteínas purificadas con 10% de humedad, y 6% para las muestras húmedas en un 50%.

Análisis complementarios hechos sobre los principales tipos de garbanzo con los cuales se trabaja, arrojan los resultados del Cuadro No. 3, los cuales corroboran, en cierto grado, los obtenidos por González del Cueto.

Comprobando dichos datos con los de otros alimentos, se encuentra que el garbanzo es ventajoso desde el punto de vista del contenido proteico, aunque cabe señalar que no se sabe hasta qué grado es digerible esta proteína.

Conkerton y colaboradores, mencionados por González del Cueto, encontraron una reducción de 37% en el contenido de lisina al someter en autoclave la harina de semilla de algodón durante 2 horas, mientras que según Bensabat, también mencionado por González del Cueto, la reducción del contenido de lisina en cacahuates cocidos durante 2 horas a 125°C , fue de -

Cuadro No. 3 Análisis químico de tres variedades de garbanzo sembradas en El Bajío*

Determinación	Var. fuscum porquero		Var. Macrocarpum blanco		Var. vulgare negro	
	% materia seca	% materia húmeda	% materia seca	% materia húmeda	% materia seca	% materia húmeda
Humedad	7.50	----	7.60	----	8.60	----
Prótidos (N x 6.25)	22.75	24.06	22.70	24.65	16.80	18.35
Estracto etéreo	9.52	10.30	8.40	9.20	4.64	5.07
Estracto no nitrogenado (por dif.)	52.80	57.07	50.38	54.52	53.37	58.39
Fibra cruda	4.60	5.01	8.86	9.70	13.25	14.49
Cenizas	2.83	3.06	2.75	2.98	3.34	3.65

* Análisis efectuados en el Laboratorio Químico de Tecnología Pesquera, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, SIC, 1965.

15%. Por tanto, la destrucción de la lisina por medio del calor fue más efectiva en semilla de algodón que en cacahuate o garbanzo.

Reuner mencionado en el trabajo de González del Cueto y colaboradores (1960), encontró una pérdida del 15% de lisina en el girasol.

Rao y Colaboradores (1959), manifiestan que las proteínas del garbanzo, de acuerdo con diferentes análisis, son buenas fuentes de todos los aminoácidos esenciales con excepción hecha de triptófano y la metionina, y las comparan muy favorablemente con los aminoácidos de las proteínas de la soya. También indican que el garbanzo es rico en fósforo, potasio y magnesio, pero que es deficiente en calcio y, por tanto, no puede proporcionar una dieta completa.

Rao y colaboradores, en su revisión bibliográfica, hacen notar que en las investigaciones sobre el valor nutritivo total de diferentes leguminosas, el garbanzo quedó en primer lugar, basando esta jerarquización en el contenido de proteína-digerible, tiamina, niacina y riboflavina. El garbanzo es deficiente en metionina, pero éste es el aminoácido limitante en todas las demás leguminosas.

Basu y asociados, según Rao y colaboradores (1959), estudiaron su valor biológico y la digestibilidad de la proteína del garbanzo, alimentando ratas con diferentes niveles: 5, 10 y 15%. Las diferencias biológicas de la proteína del garbanzo fueron 60, 52 y 46, respectivamente. Sin embargo, Nikiog y co

laboradores, mencionados por los mismos autores, consignaron una cifra mayor de 78 para el valor biológico de la proteína de garbanzo, cuando el nivel ingerido por los animales fue de 10%.

De acuerdo con los párrafos anteriores, el valor nutritivo del garbanzo puede estar colocado entre los mejores de los cultivos alimenticios. Su uso como alimento para los humanos, es conocido por mucha gente del medio rural en México. Tal uso podría incrementarse mediante un proyecto apropiado de extensión, basado en la investigación específica conducida bajo condiciones locales. Ejemplos de diferentes maneras de incorporar su valor en la dieta de la gente serían los siguientes: sopas, harina mezclada con harina de trigo para pan, harina mezclada con la masa de maíz para hacer tortillas, verduras, etcétera.

3.7.3 Aspecto forrajero

En la alimentación de animales, el garbanzo puede proporcionar grano para alimento y forraje. De hecho, en algunos estados de México, la variedad de garbanzo porquero Cal grande se usa ampliamente en la alimentación de puercos. Aproximadamente el 80% de la producción total mexicana del garbanzo es de variedades utilizadas para la alimentación del ganado.

En México ya se han hecho investigaciones relacionadas con la potencialidad del garbanzo en la alimentación de animales domésticos. Tal es el caso del estudio presentado por Pino y colaboradores (1959), quienes encontraron, por ejemplo:-

que el peso de pollos para rostizar, los cuales recibieron -- una dieta a base de 79.5% de garbanzo y 12.5% de harina de - ajonjolí como la fuente de proteína y energía, fue significativamente mayor que el peso de los que recibieron una dieta si- milar de maíz y soya.

Además, las plantas del garbanzo sirven como forraje verde, pues se cortan cuando empiezan a florecer y alimentar al- ganado, especialmente al vacuno.

3.7.4 Aspecto económico

La mayor parte de la producción de garbanzo blanco que - se obtiene en el País, sirve para fines de exportación. Para- esto el garbanzo necesita llenar los requisitos de exporta-- ción en lo que se refiere al tamaño, rugosidad y color del - grano. Bajo condiciones adecuadas de clima y suelo y el uso - de variedades mejoradas, en México se ha producido garbanzo - de calidad comercial inmejorable, tal como se produce en paí- ses eminentemente especializados en la producción del garban- zo para el consumo humano.

3.8 Consideraciones generales

En México existen zonas apropiadas para la producción de garbanzo de exportación, como las de Guamúchil, Guasave, An-- gostura y Mocorito, en el estado de Sinaloa; y el Valle del - Mayo, en el estado de Sonora. Sin embargo, tomando en cuenta- las condiciones ecológicas, es probable que puedan dedicarse- a producir este tipo de garbanzo algunas áreas de los estados

de Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, Oaxaca y Jalisco, - en donde hasta la fecha se siembra exclusivamente garbanzo - porquero.

Por otra parte, los productores de garbanzo de exporta-- ción de México se enfrentaron a problemas serios en el merca-- do internacional, pues como mezclaron las variedades, no lle-- naban los requisitos exigidos por los compradores. Sin embar-- go, las investigaciones conducidas en Sinaloa sobre la depura-- ción varietal han permitido obtener las variedades Breve inmuni-- zado, Breve blanco y Breve español, morfológicamente uniformes, aho-- ra el problema no estriba en depurar las variedades, sino en-- conservarlas en ese estado.

Además, las producciones radiculares han hecho que algu-- nos agricultores cambien a otros cultivos. Sobre este aspecto debe decirse que la "rabia" dentro de la variedad conocida no representa un problema universal sino local, pues la distribu-- ción del patógeno es deficiente y por ende muy localizada, de manera que solamente en terrenos muy infestados o sembrados - con garbanzo durante varios años consecutivos, se sufren pér-- didas considerables por esta enfermedad. El problema más im-- portante a resolver en el futuro lo representan las enfermeda-- des del follaje, como el chahuixtle.

3.9 Técnica de la digestibilidad In situ de la bolsa de nylon o dacrón

Esta técnica mide la calidad nutritiva de los forrajes, - mediante su digestibilidad a nivel ruminal. La muestra se co-- loca en pequeñas bolsas de nylon o dacrón que contiene el fo--

rraje por evaluar, las cuales se suspenden en el rumen de animales fistulados con cánulas permanentes. La separación de la materia se interpreta como materia digestible.

El uso de la bolsa de nylon para la evaluación de forrajes, se desarrolló hace aproximadamente 48 años (Quinn et al. 1938). Desde entonces se le han hecho diferentes modificaciones, con el objeto de disminuir algunos factores que la limitan: tamaño de la partícula del forraje (Harris, 1962; Rodríguez, 1968; Figroid et al., 1972), el período de incubación (Harris, 1967; Rodríguez, 1968), variación entre animales (Rodríguez, 1968; Figroid et al., 1972), tamaño de la muestra (Van Dyne, 1962; Rodríguez, 1968; Figroid et al., 1972; Mehrez y Ørskov, 1977), interacción del tamaño de la bolsa con el tamaño de la muestra (Rodríguez, 1968; Mehrez y Ørskov, 1977), la porosidad de la tela usada para la bolsa y la manera de hacerlas. Se ha mencionado el peso del lastre para mantener la bolsa dentro del rumen (Van Dyne, 1962; Rodríguez, 1968), el lugar en que se colocan dentro del rumen (Figroid et al., 1972).

3.10 Factores de variación de la técnica de la bolsa nylon

Animales experimentales.

Los animales que van a usarse (novillos, borregos o cabras), deberán estar sanos y tener fístulas ruminales con cánulas permanentes, las cuales deberán de revisarse con frecuencia para asegurarse de que están bien colocadas, que la tapa funcione bien para que no haya escurrimiento, etc.

Al utilizar una determinada especie animal para llevar a cabo la prueba, es necesario tener en cuenta que hay variaciones en la respuesta digestiva entre especies animales consumiendo el mismo forraje. Van Dyne y Weir (1966), encontraron que bovinos, consumiendo alfalfa, digirieron menos celulosa que los ovinos.

3.10.1 Proceso y tamaño de la muestra

El alimento deberá secarse a no más de 50°C en estufa de aire forzado, para evitar la formación de complejos por reacciones de oxidación no enzimática (Goerin y Van Soest, 1975; Y, 1977). El molido del forraje deberá de hacerse en molino de cuchillas tipo Willey utilizando cribas adecuadas; Harris et al. (1967), sugieren cribas de 2 mm, mientras que Neathery (1968), sugiere 1 mm, Figroid et al. (1972) encontraron que el tamaño de partícula de 0.6-0.8 mm es el más adecuado para grano. Rodríguez (1968), encontró que de 0.42-0.48 mm no había diferencias.

El tamaño de la muestra sugerido es de 10 gr de muestra seca, (Figroid et al. 1972); Mehrez y Ørskov (1977) usaron 4.3 gr de materia seca; Rodríguez (1968) usó 5 gr de materia seca; Van Dyne (1962) probó muestras de 2-10 gr de materia seca. Este autor encontró que la digestión de la celulosa en la bolsa nylon estaba inversamente relacionada al tamaño de la muestra.

3.10.2 Material y tamaño de la bolsa

Hoflund et al. en 1948 utilizaron bolsa de seda con apa-

rente buen éxito; sin embargo, el desarrollo de nuevas fibras textiles y el costo de la seda obligaron a considerar otros materiales, como el nylon o dacrón. La porosidad de la tela es un factor importante en el éxito de la prueba. Rodríguez (1968), probó 1 980, 2 303 y 2 550 perforaciones por cm^2 , dependiendo la diferencia del grosor del hilo y no del tamaño de la perforación; Neathery (1968), usó nylon para paracaídas con aproximadamente 120 hilos/pulg²; Mehrez y Ørskov (1977), usaron tela para paracaídas con 1 936 perforaciones por cm^2 con un diámetro del hilo de la tela de 180 milimicras y un área de apertura de 2 250 milimicras²; Figroid et al. (1972), emplearon nylon común y corriente sin medir las perforaciones y telas para paracaídas con 40 hilos/ cm^2 , obteniendo buenos resultados con el paracaídas.

El tamaño de la bolsa deberá estar de acuerdo al tamaño de la muestra que se va a tomar, el número de la bolsa que se suspenderá, lo cual dependerá de la especie animal que se utilice. En novillos, Van Dyne (1962) ha puesto hasta 25 bolsas de 5 a 10 cm.

3.10.3 Tiempo de incubación

El tiempo de incubación de la bolsa está relacionado con la composición y tamaño de la muestra. Neathery (1968) estudió 24, 48, 72 y 96 horas y encontró que la incubación de la muestra por 72 horas se relacionaba bien con los nutrientes digestibles totales (NTD) calculados.

Van Dyne (1962) comparó 24, 36, 48, 60 y 72 horas de in-

cubación de la muestra y encontró que la digestión de la celulosa de los forrajes está directamente relacionada con el tiempo de fermentación. Con borregos se obtenía un máximo de digestión a las 60 horas de incubación y con novillos desde las 24 horas ya no hubo cambio significativo. Harris et al. (1967) recomienda 48 horas de incubación.

3.11 Factores que afectan la digestibilidad

Hay numerosos factores que influyen sobre la digestibilidad de los rumiantes en distintos grados. Consideramos brevemente algunos de ellos.

3.11.1 Nivel de nutrición

Forbes et al. (1928) y Mitchell et al. (1932), demostraron ya bastante tiempo que un aumento en el nivel de nutrición produce una disminución en la digestibilidad de los alimentos energéticos, aunque el efecto es menos claro sobre otros nutrientes si se miden en términos de digestibilidad aparente. La digestibilidad verdadera para los alimentos orgánicos, probablemente disminuye a medida que aumenta el aporte debido a su paso más rápido a través del tubo digestivo.

3.11.2 Cantidad de fibra o lignina en los alimentos

Como norma general disminuye la digestibilidad de los alimentos a medida que aumenta el porcentaje de fibra. Sin embargo, el contenido en lignina está altamente relacionado con el contenido de fibra, por lo que es muy difícil separar am--

bos aspectos. El efecto de enmascaramiento físico y químico de la lignina, aparentemente impide la acción de las células-microbianas sobre la fibra, en tales casos. En un caso citado por Blaxter (1962), la energía digestible disminuyó de un 83% en un primer corte del raigrás hasta el 63% en el cuarto corte. Al menos en una parte de esta disminución se debe al aumento en fibra y lignina. En los forrajes, el factor fibra - lignina es uno de los principales factores que producen el descenso.

3.11.3 Diferencia entre las distintas especies

Hay muchos estudios comparativos entre las distintas razas de ganado vacuno europeo y de ovejas, aunque los resultados son poco concluyentes. En un estudio comparativo de los datos publicados, Cipalloni et al. (1951), encontraron que el ganado vacuno digería mejor los alimentos groseros que las ovejas, mientras que ésta última digería más eficazmente los concentrados, particularmente las fracciones del extracto etéreo. Swift y Bratzler (1959), copilaron datos procedentes de muchas estaciones experimentales sobre 28 clases de forrajes, encontrando que no había diferencia significativa entre ambas especies, en cuanto a la digestibilidad de materia seca, proteína bruta o energía digestible. Alexander et al. (1962) publicaron también resultados comparables.

La digestibilidad de gran variedad de henos y ensilados era muy similar, pero la oveja tendía a digerir el heno de hierbas de baja calidad o bajo contenido en proteína mejor

que el ganado vacuno.

Hungate et al. (1960), realizaron estudios sobre la digestibilidad en rumen, indicando que el cebú produce fermentaciones más rápidas que las razas europeas. Ichhponani et al. (1962) encontraron que la celulosa digerida por el cebú acuático lo es más rápidamente en el rumen que en el cebú. Pant et al. (1963) sitúan al búfalo, oveja y cabra en este orden, respecto a la eficacia de la utilización ruminal. En consecuencia, basándonos en los estudios sobre fermentación en el rumen, podemos concluir que hay diferencias entre las distintas especies.

3.11.4 Deficiencias nutritivas

Muchos experimentos indican que una deficiencia absoluta o relativa de proteína produce una marcada reducción en la energía digestible. En los rumiantes se debe probablemente, en su mayor parte, al efecto depresor de esta carencia sobre la actividad microbiana. Otra deficiencia como la vitamina A, ejerce su efecto por la diarrea que provoca. A veces se ha achacado también al fósforo como causa de deficiencia, pero su efecto parece ser relativamente pequeño.

3.11.5 Factores que afectan el apetito

Cualquier cosa que modifique significativamente la toma de alimentos, cabe esperar que produzca algún defecto. Esto podría incluir la naturaleza física de la ración, así como la presencia o ausencia de factores nutritivos o apetitosos.

3.11.6 Frecuencia de la alimentación

El aumento de la frecuencia de la alimentación incrementa la digestibilidad, como han demostrado Gordon Tribe (1953), Campbell y Merilan (1961) y Clark y Kecner (1962). Además, los datos presentados por Gordon y Tribe (1952), Rakes et al. (1961) y Graham (1967), indican que hay menos pérdidas de calor y mejor retención de N, aunque piensan que puede haber es casa diferencia en cuanto a la digestibilidad.

3.11.7 Preparación del alimento

Se ha escrito mucho acerca de este tema. Los resultados indican, en general, que el molido, rotura o troceado de los granos, aumenta su digestibilidad. El granulado se ha demostrado que tiene escaso efecto sobre los granos y produce un descenso en la digestibilidad de los forrajes, aunque aumenta significativamente el consumo de los mismos. El calor puede mejorar algunas protefinas, pero un exceso llega a reducir la digestibilidad. El macerado o tratamiento con vapor, mejora la utilización de los hidratos de carbono de los granos.

3.11.8 Efecto asociativo de los alimentos

Hemos hablado previamente a propósito de este hecho, pero por desgracia la información acerca de su importancia es muy escasa. Los pocos ejemplos que conocemos indican que pueden ejercer un efecto muy sustancial sobre la digestibilidad.

3.11.9 Adaptación a las modificaciones de la ración

Al contrario de lo que sucede en los monogástricos, los-

rumiantes no crecen bien si se les administran dietas muy variables, ya que producen variaciones en la población microbiana del rumen, que requieren cierto tiempo para ajustarse al nuevo alimento. Una consecuencia de las variaciones de la ración puede ser el descenso de la digestibilidad hasta que ocurre tal adaptación. Datos procedentes de diferentes autores indican que los animales necesitan de 2 a 3 semanas, para poder ajustarse a estas variaciones cuando se van a hacer ensayos de digestión, con el fin de conseguir una estimulación razonablemente buena de la digestibilidad. Naturalmente, el tiempo que requiere dependerá de la magnitud del cambio que introduzcamos.

3.12 Efecto del procesamiento de los alimentos sobre la digestibilidad

Moler los granos, por lo general, no aumenta la digestibilidad en aquellos animales que mastican por completo su alimento, pero las semillas que escapan a la masticación pueden permanecer sin digerirse en su paso a través del tracto. Esto se debe más, a que los tegumentos de las semillas que no fueron desintegradas resisten la acción de las enzimas digestivas, que al tamaño de las partículas. Las ovejas mastican su alimento en forma tan efectiva, que moler los granos para ellas no representa ningún beneficio, excepto en el caso de semillas muy pequeñas y duras. Los bovinos mastican menos a fondo los granos y por lo tanto, son mejor digeridos cuando se encuentran molidos, tanto que el 20% de las semillas de maíz de cutícula dura que se ingieren pueden pasar directamente a las heces.

Moler los granos ayuda a los animales jóvenes, antes de que sus dientes se hayan desarrollado, así como para los animales viejos que tienen mala dentadura. En cerdos en desarrollo, la digestibilidad aumenta muy poco cuando el alimento es molido, pero este efecto es más marcado en animales mayores.

A diferencia del caso de los granos, el forraje es masticado en forma suficiente por todos los animales, a modo de fraccionarlo de manera que los jugos digestivos pueden penetrar a él. Para un nivel de ingesta determinada no hay ventajas cuando se muele o se pica heno de buena calidad y palatabilidad para que sea consumido en forma completa sin moler. Los forrajes cosechados en la misma etapa de madurez y almacenados en igual forma, son digeridos de manera similar por los rumiantes, ya sean enteros o picados. Muchos estudios han demostrado que la molienda fina del heno disminuye su digestibilidad, debido a que el heno molido pasará más rápido por el tracto digestivo. La influencia que ejerce la molienda sobre la ingesta voluntaria y la digestibilidad, dependerá de qué tanto modifique ésta el tiempo de retención y la tasa de degradación de los alimentos en el tracto digestivo. El heno en forma de pellets también puede reducir la digestión de la fibra, porque se aumenta su velocidad de tránsito. Cocer los alimentos no ayuda a la digestibilidad de animales adultos, excepto de unos cuantos productos empleados para cerdos y aves, tales como: frijol soya, frijol blanco y papas.

Los becerros recién nacidos desarrollan muy rápido su capacidad para digerir almidón crudo. Se han informado coefi---

cientes de digestibilidad de 90% a las cuatro semanas de edad. Ninguno de los métodos que se han explotado para obtener mayor valor nutricional de los forrajes y otros alimentos fibrosos como la fermentación, "predigestión" y malteado, han demostrado tener ventajas cuando se han sometido a pruebas críticas.

Un caso especial en el que la preparación del alimento incluye sobre el metabolismo animal y su desempeño, está representado por los cambios en la concentración de ácido acético y propiónico en el rumen y la consecuente disminución del porcentaje de grasa en la leche, que se deriva de la alimentación con forraje molido y ciertos concentrados.

3.13 Influencia del nivel de ingesta sobre la digestibilidad

Muchas investigaciones se han realizado sobre la influencia del nivel de nutrición en la digestibilidad de los alimentos en diversas especies animales. Cuando se reduce la ingestión de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes en la digestión de alimentos y en el aprovechamiento de nutrientes. Los cambios pueden tener mayores efectos metabólicos que sobre la capacidad digestiva por sí sola. Durante el período de crecimiento rápido, los rumiantes pueden consumir tres veces el nivel de mantenimiento, pero esta ingestión elevada de alimento sólo ejerce un pequeño depresor sobre la digestibilidad de la ración. Cuando los rumiantes son alimentados sólo a base de forrajes, el nivel de ingesta tiene poca influencia sobre la digestibi-

lidad, pero la influencia se hace mayor conforme se aumenta la proporción de concentrados en la ración total. (Cuadro No. 4)

Cuadro No. 4 EFECTO DEL NIVEL DE INGESTA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE RACIONES EN VACAS LECHERAS

Relación heno:grano %	Nivel de ingesta ^a	Coeficiente de digestión %				NDT
		Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Carbo- hidratos	
75:25	1.0	69.3	74.7	75.1	75.2	61.3
	2.8	68.7	72.8	72.3	69.7	59.9
50:50	1.0	73.7	75.0	79.9	76.1	64.9
	3.3	70.2	71.7	77.9	71.1	61.5
25:75	1.0	79.9	78.8	86.8	82.7	70.4
	4.0	70.0	68.3	74.5	72.1	61.2

a = Veces del NDT para mantenimiento

Las cifras de la tabla muestran que cuando vacas lecheras se alimentaron con una ración compuesta por el 75% de heno de alfalfa y 25% de una mezcla de concentrado con igual contenido de proteína cruda, había poco cambio en los coeficientes de digestión, de cuando el nivel de ingesta se aumentó de 1.0 a 2.8 veces el nivel de mantenimiento. Esta reducción se hizo mayor cuando la ración contenía proporciones iguales de heno y concentrados. En estas vacas, conforme el nivel de ingesta-

alcanzaba 4.0 veces el de mantenimiento, siendo el concentrado el 75% de la ración; los coeficientes de digestión declinaron por lo menos 10.0 unidades porcentuales y el contenido de nutrientes digestibles totales (NDT), de la ración mixta bajó de 70.4 a 61.2, es decir, un decremento del 12%. Depresiones más severas han sido observadas cuando se suministra de 5.0 a 6.0 veces el nivel de mantenimiento.

3.14 Importancia de los datos obtenidos en ensayos de digestibilidad

La discusión previa ha indicado que una amplia variedad de factores influye en la naturaleza de los resultados obtenidos en un ensayo de digestión. Este hecho debe tenerse en mente cuando se interpretan los datos, así como en su aplicación práctica. Los datos más útiles para su aplicación práctica, se obtienen cuando las relaciones se administran al nivel requerido para una producción satisfactoria. Esto quiere decir, tanto un consumo total, como un contenido proteico apropiado. También es deseable un suministro adecuado de otros nutrientes, porque la deficiencia de algunos de ellos pueden afectar los procesos digestivos, si bien no hay efectos evidentes en la producción durante el corto período de prueba. Estas diversas consideraciones se pueden observar en el caso de raciones mixtas, pero no en el caso de diversos alimentos en forma individual. La alternativa en este último caso es emplear el método indirecto, el cual sin embargo, puede traer otros posibles errores, como se ha estado observando.

La digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto, debido a la absorción. En el caso de los rumiantes, particularmente los coeficientes de carbohidratos complejos, son simples, demasiado elevados como una medida de nutrientes absorbidos, debido a las pérdidas gaseosas en el tracto libre de nitrógeno. El coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda está sujeto a controversias, porque una parte de los residuos no digeridos de este componente alimenticio puede ser desdoblado en forma suficiente como para aparecer en el extracto libre de nitrógeno de las heces, en vez de aparecer en la porción de fibra cruda. En caso de raciones comunes para los herbívoros, los coeficientes de digestión de grasas están sujetos a errores, debido a causas que se pueden atribuir en forma primordial al método de extracto etéreo. Estos errores no son de gran importancia en términos de digestibilidad de la ración total, ya que la fracción extracto etéreo representa sólo una pequeña parte del total.

A pesar de estas diversas limitaciones, los coeficientes de digestibilidad siguen siendo muy útiles. Considerar estas limitaciones sirve para enfatizar la importancia de un planteamiento adecuado de las pruebas de digestión y de los factores que se deben tener en mente, cuando se interpretan los resultados. En relación a estos últimos, valiosa información se puede encontrar en las obras de Mitchell. Esta publicación también contiene una revisión sobre la relación que existe entre la composición química y la digestibilidad, y además, con

sidera la utilidad del uso de fórmulas, para el cálculo de di
gestibilidad, basadas en el contenido de fibra cruda y protef
nas.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización del experimento

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Bioingeniería del Instituto de Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco. Con una latitud de 20°14' Norte y 103°20' Oeste. A una altitud de 1 500 msnm. Con una temperatura de 30°C como máxima y una mínima de 3.5°C, con una media de 18°C,

4.2 Tratamiento

Se evaluaron cuatro materiales (paja, integral, palillo y grano) de garbanzo forrajero, los cuales se sometieron a 3- tratamientos, con 3 repeticiones esquematizadas en el siguiente cuadro.

Repeticiones	M U E S T R A S											
	PAJA			INTEGRAL			PALILLO			GRANO		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72	24	48	72
R ₁	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
R ₂	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
R ₃	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D

24, 48, 72 hrs. (tratamientos) = Número de horas de exposición de material al rumen del animal.

Las muestras se prepararon de la siguiente manera: se molieron con una criba de 0.5 mm y los pesos de cada muestra fueron 1 gr.

4.3 Diseño experimental

El arreglo de tratamiento fue un factorial 4 x 3 en un diseño completamente al azar.

$$Y_{ij} = u + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable dependiente

u = Media general

A = Efecto de los materiales de garbanzo

B = Efecto del tiempo

AB = Error experimental

4.4 Desarrollo del experimento

Digestibilidad In situ.

Se tomaron muestras de la planta de garbanzo forrajero - *Cicer arietinum*, grano, hoja, tallo y planta integral, las cuales se pusieron a secar en una estufa de aire forzado a 80°C durante 24 horas. Una vez secadas las muestras, se procedió a moler cada una de ellas en un molino de cuchillas Willey, con una criba de 1 mm de porosidad, Neathery (1968), posteriormente fueron guardadas en bolsas de plástico selladas, manteniendo la humedad constante de cada una de las muestras.

Las bolsas para la prueba de digestibilidad se hicieron con tela de nylon 100%, de 40-35 hilos/cm², con un tamaño de 10.5 cm (Tejada, 1983). Para la confección de las bolsas todos los autores consultados coinciden en que se use doble costura e hilo de nylon para evitar pérdida de material a través

de las perforaciones dejadas por la aguja al hacer las bolsitas, redondear las esquinas para evitar acumulaciones de las muestras y facilitar la remoción de los residuos. En la parte superior en forma de jareta se asegura con hilo nylon número 2 (Hilomex M.R.). Estas bolsas se secaron en estufa de aire forzado a una temperatura de 80°C durante 24 horas, se secaron y se pusieron en un desecador durante 10 minutos; posteriormente se pesaron en una balanza granataria anotando su peso. En seguida se pesó 1 gramo de muestra (González, A., 1988), dándonos un peso inicial. Se hicieron 3 repeticiones por muestra, después se ataron con el hilo de la jareta con un nudo.

Las bolsas se ataron a 2 hilos de nylon del número 2, de 1 mt de largo, con un contrapeso de un pedazo de tubo de acero inoxidable de 10 cm de largo por 2 cm de diámetro; se ataron 6 bolsas en cada hilo, introduciendo 12 bolsas cada vez y el hilo nylon con las bolsas se ataron a la fístula del animal para facilitar la maniobra de sacarlas. Se utilizó una vaca de 350 a 400 kg de peso, propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara, alimentada con ensilaje de maíz y concentrado, proporcionado por la Facultad de Agronomía de la misma Universidad. Se mantuvieron las bolsas en incubación dentro del rumen por un lapso de 24, 48 y 72 horas, de acuerdo con el estudio realizado por Neathery (1968).

Pasados los períodos de tiempo establecidos de incubación, se extrajeron las bolsas del rumen del animal, jalando los hilos de nylon; ya en el laboratorio se soltaron las bol-

sas de los hilos de nylon y se lavaron con agua de la llave - hasta no observar el color del líquido ruminal.

Una vez lavadas las bolsas, se metieron a secar a la estufa a una temperatura de 80°C durante 24 horas. Se sacaron de la estufa y se metieron a un desecador durante 10 minutos. Posteriormente se pesaron cada una de las muestras, dándonos un peso final.

Así la fórmula para la obtención del % de digestibilidad es la siguiente:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{P_i - P_f}{P_{\text{muestra}}} \cdot 100$$

Donde:

Pi = Peso inicial o peso de la muestra antes de la incubación.

Pf = Peso final o peso de la muestra después de la incubación.

P muestra = Peso de la muestra sin tomar en cuenta el peso de la bolsa.

En la Figura No. 2 se presenta el diagrama de flujo de la metodología del trabajo.

4.5 VARIABLES A MEDIR

Se midió la digestibilidad In situ de las distintas partes que componen la planta de garbanzo forrajero (Paja, Integral, Palillo y Grano).

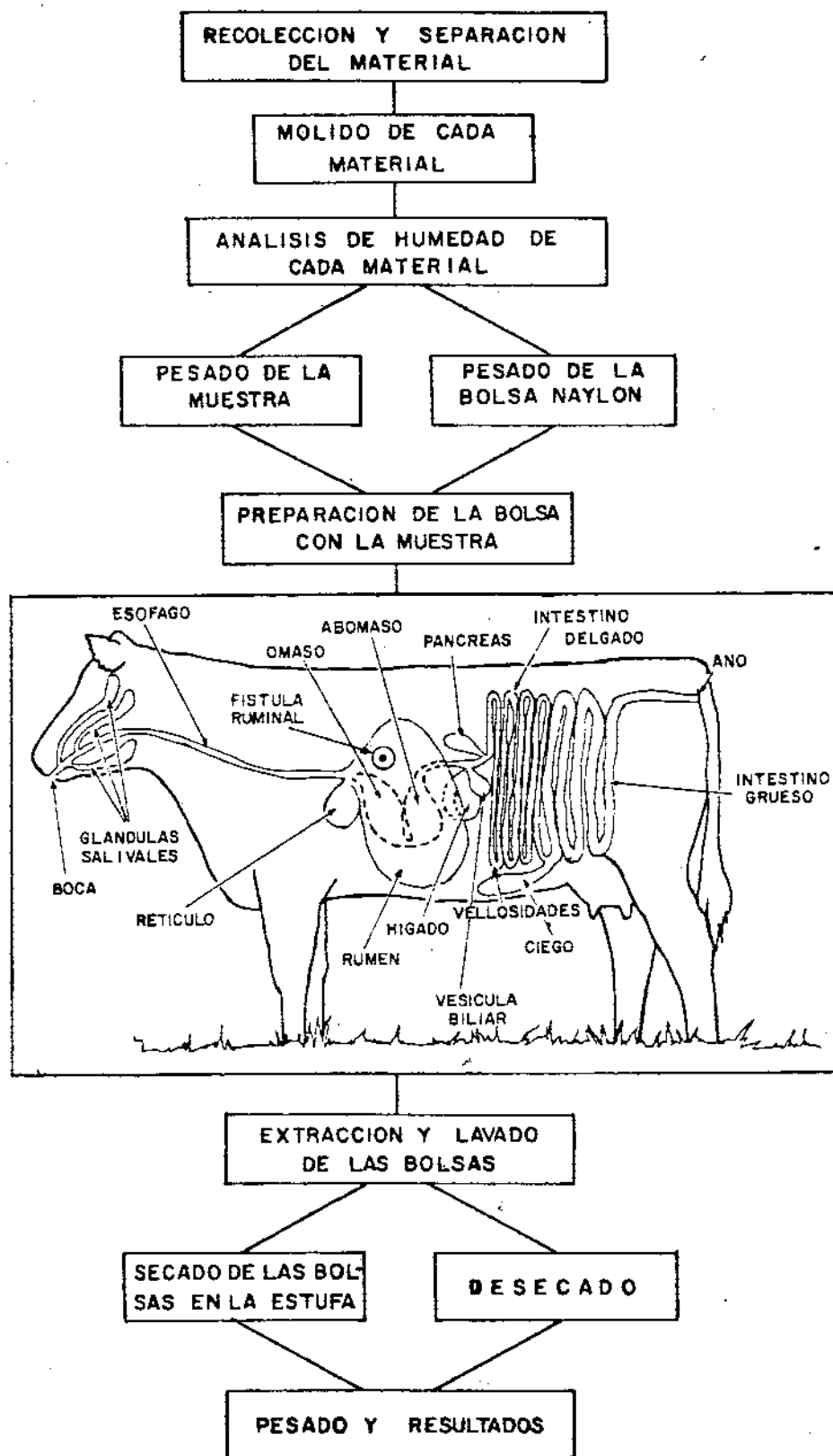


Figura No. 2 Diagrama de flujo de la metodología del trabajo para la determinación de la digestibilidad

V. RESULTADOS

Digestibilidad In situ

En el Cuadro No. 5 se presentan los resultados del análisis de varianza de la digestibilidad de los distintos materiales utilizados, encontrándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.001$), por lo que se procedió a descomponerlos, para conocer el efecto de los materiales, indicándonos que el % de digestibilidad es distinto entre ellos ($P < 0.01$).

El tiempo de fermentación también influyó, ya que el % de digestibilidad fue distinto ($P < 0.001$), también existe relación entre el material y el tiempo de fermentación, ya que se encontró diferencia significativa.

Cuadro No. 5 ANALISIS DE VARIANZA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA DE GARBANZO

FU	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	11	6166.5	560.75	7437.33	***2.63
A	3	4901.26	1633.75	7103.26	** 3.41
B	2	1092.23	546.115	2374.41	***3.80
AB	6	173.01	28.83	125.35	** 2.02
Error	13	2.99	0.23		
Total	35	6163.51	176.1		

*** ($P < 0.001$)

** ($P < 0.01$)

En el Cuadro No. 6 se presenta la información referente a la digestibilidad de las diferentes partes de la planta de garbanzo (Paja, Integral, Palillo, Grano), los cuales se sometieron a distintos periodos de tiempo (24, 48, 72 hrs.), repitiéndolo en tres ocasiones. De los materiales utilizados, el de mayor porcentaje de digestibilidad fue el Grano, con un promedio de 77.31, 95.17, 99.84, en 24, 48, 72 hrs., respectivamente.

La alta digestibilidad del Grano, se atribuye a su bajo contenido de fibra y el alto contenido de extracto no nitrogenado, a la superioridad en TND.



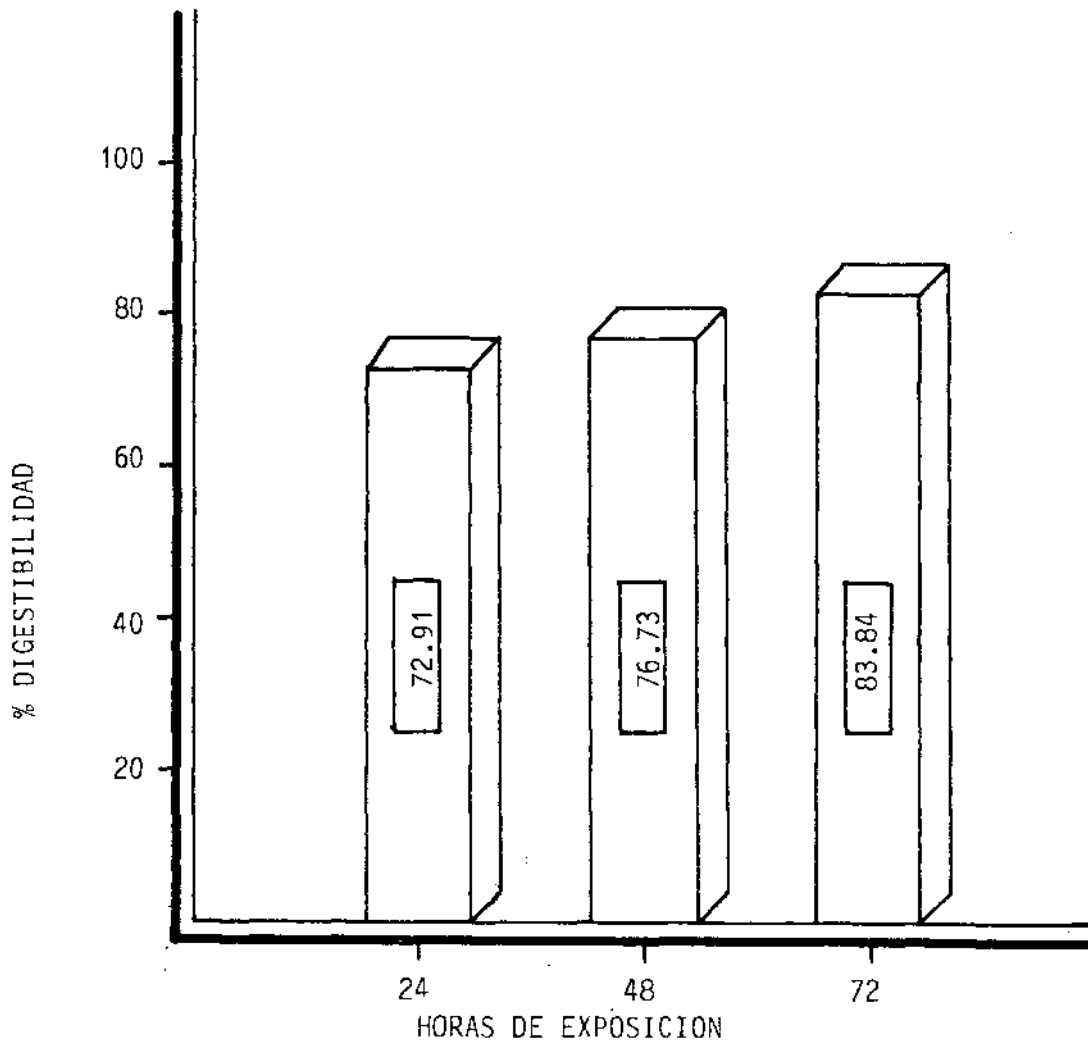
Cuadro No. 6 PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA DE GARBANZO (*Cicer arietinum*)

MATERIAL	P A J A			I N T E G R A L			P A L I L L O			G R A N O		
	24 HRS	48 HRS	72 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS	24 HRS	48 HRS	72 HRS
R ₁	74.60	76.58	85.80	65.22	71.30	76.10	55.90	57.82	60.80	75.15	96.11	100.00
R ₂	73.23	78.50	82.32	62.80	72.10	78.27	55.54	56.81	62.34	79.45	94.05	99.75
R ₃	70.92	75.13	83.40	63.30	69.34	76.40	57.53	58.22	63.47	77.34	95.37	99.77
Σx	218.75	230.21	251.52	191.32	212.94	230.77	168.97	172.85	186.61	231.94	285.53	299.52
\bar{x}	72.91	76.73	83.84	63.77	70.98	76.92	56.32	57.61	62.20	77.31	95.17	99.84

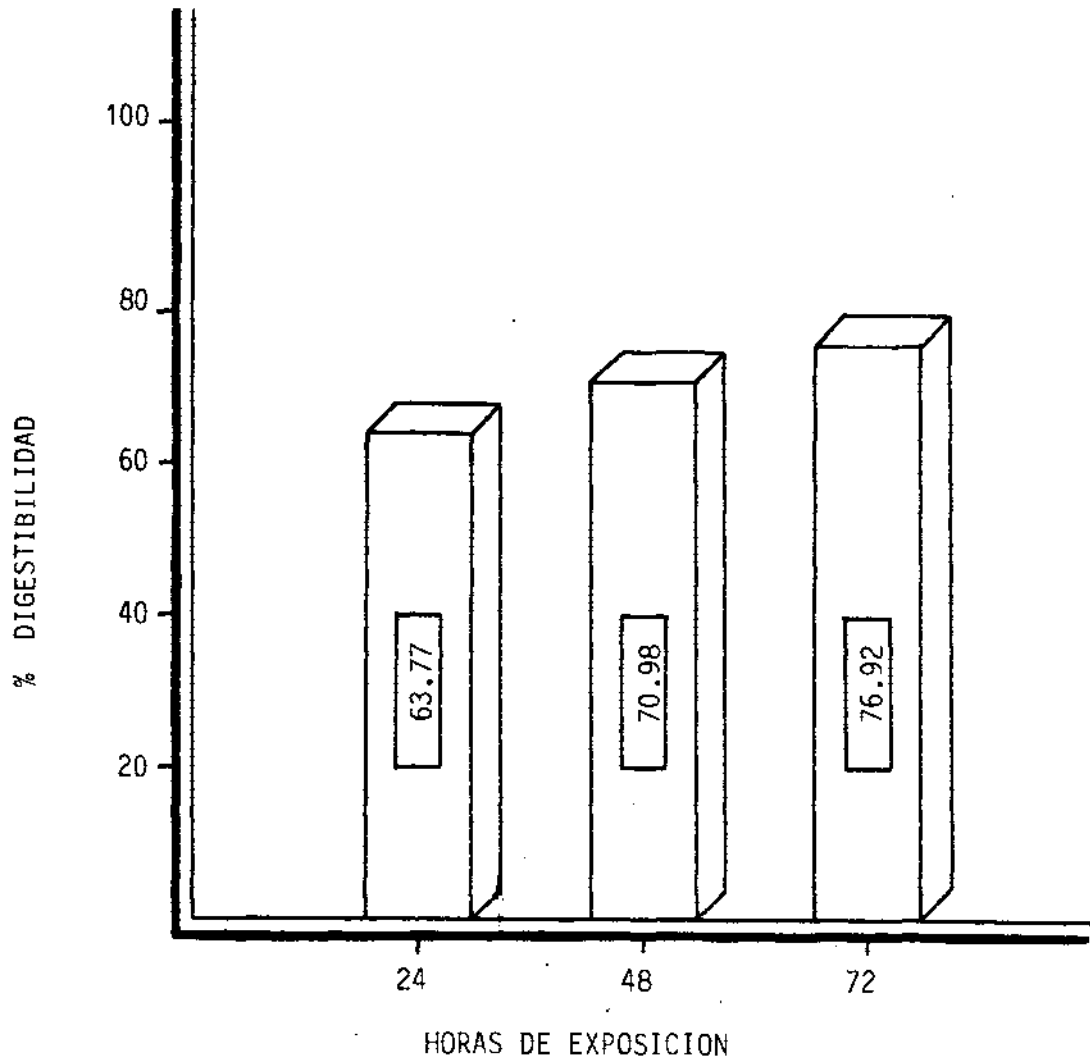
En el Cuadro No. 7 se presentan los resultados del análisis bromatológico de los diferentes materiales estudiados (Palillo, Paja, Integral, Grano), el valor más alto en cuanto a TND, corresponde al Grano con 93.27%. El material con mayor cantidad de fibra es el Palillo, con 95.20%; los materiales presentan muy poca variación en lo que respecta a la ED, resultando un poco superior únicamente el Grano. La cantidad de proteína cruda contenida en los materiales, resulta lógica, siendo mayor para el Grano y menor para el Palillo, los cuales contienen 19.90% y 12.90%, respectivamente.

Cuadro No. 7 ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS DIFERENTES PARTES QUE COMPONEN LA PLANTA DE GARBANZO (*Cicer arietinum*)

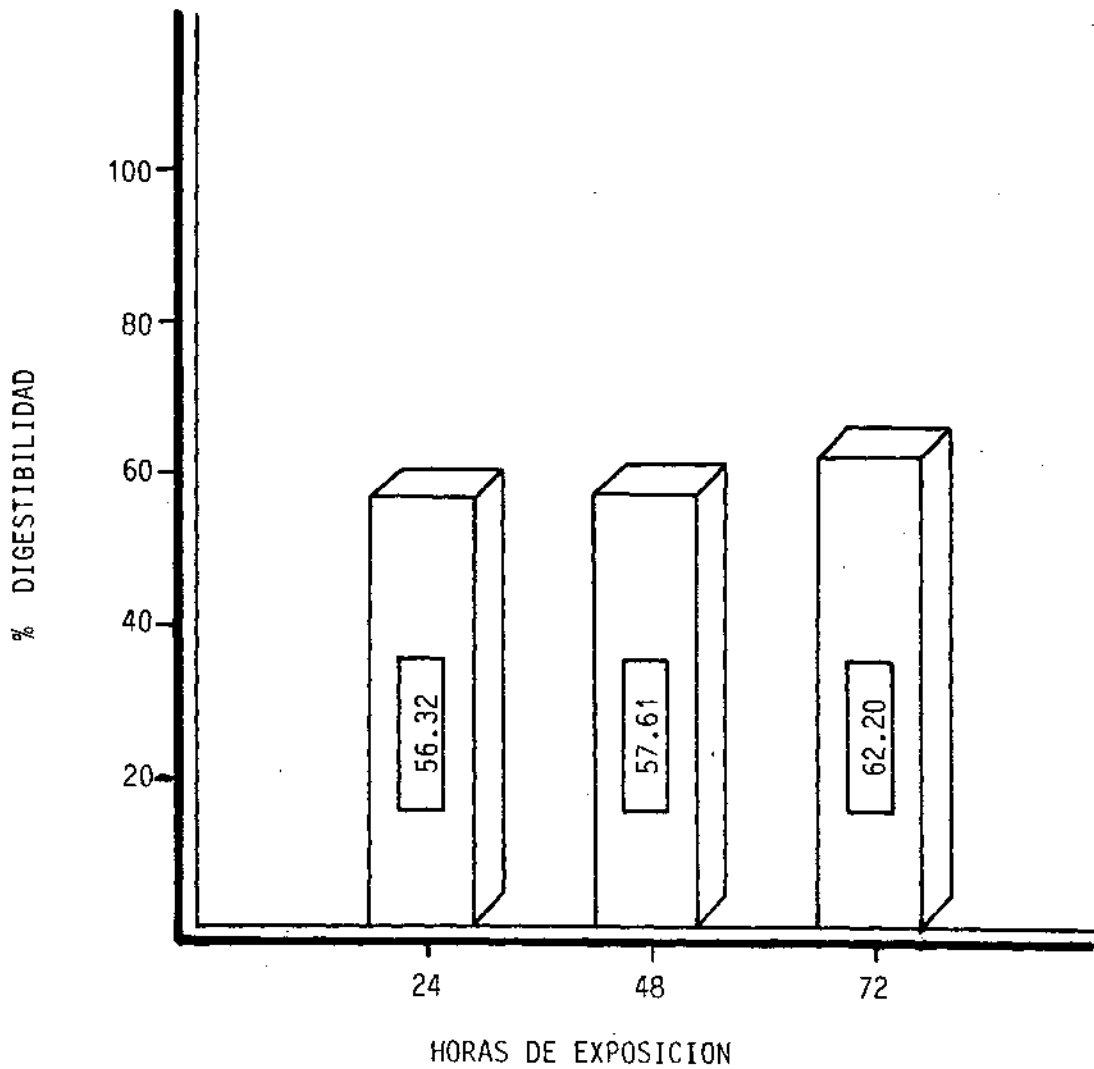
CONCEPTO	M U E S T R A S			
	PALILLO	PAJA	INTEGRAL	GRANO
Humedad %	4.80	7.80	4.90	5.20
Cenizas %	5.90	11.30	11.60	2.90
Proteína cruda %	12.90	15.00	13.60	19.90
Fibra cruda %	34.90	17.20	23.00	8.40
Extracto etéreo %	2.50	6.40	3.00	1.10
Extracto no nitrogenado %	34.20	42.30	43.90	62.50
Materia seca %	95.20	92.20	95.10	94.80
TND %	87.42	88.90	87.25	93.27
Energía digestible %	3.85	3.91	3.84	4.112
Energía metabolizable %	3.157	3.206	3.148	3.37



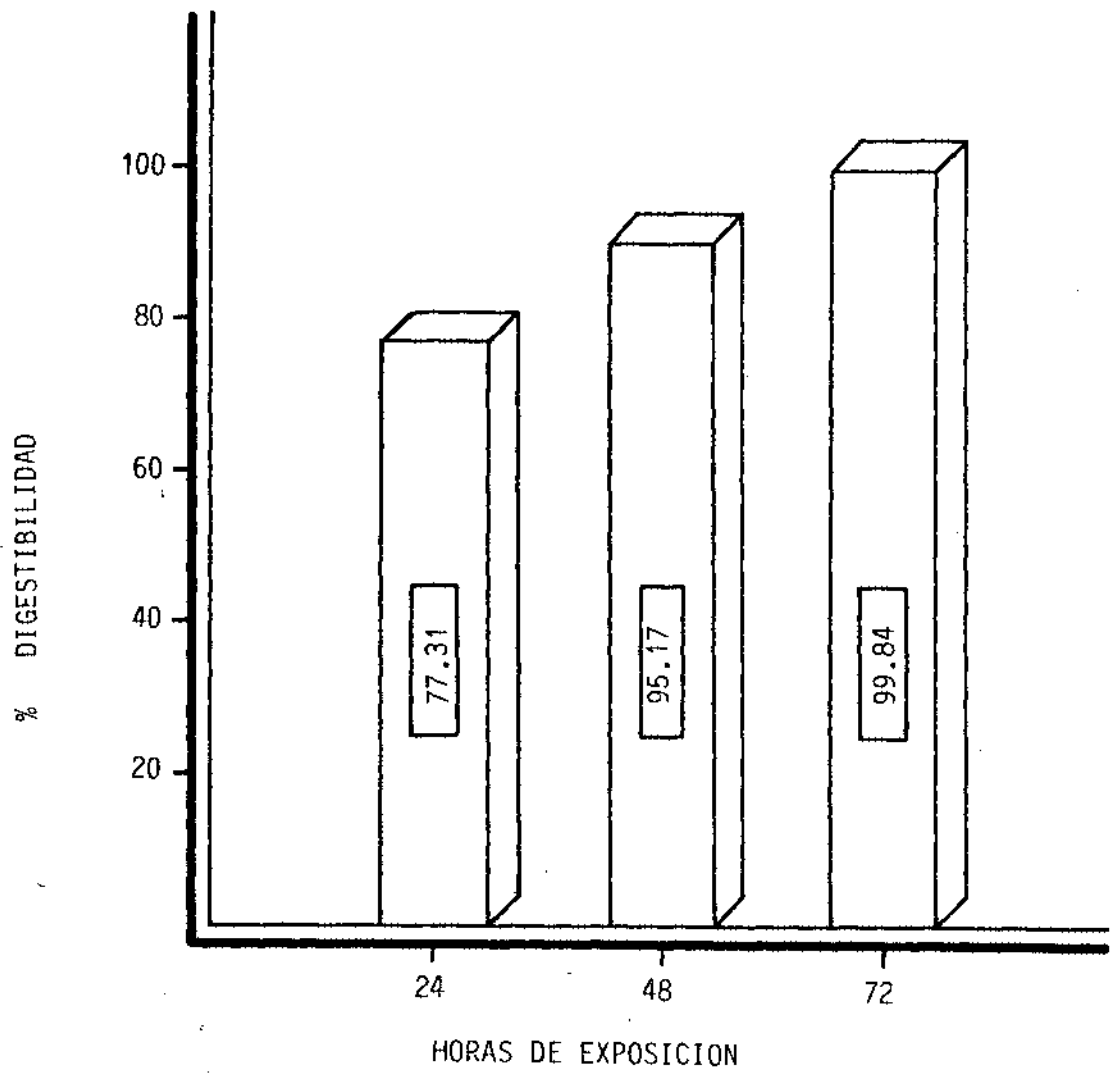
Gráfica No. 2 Digestibilidad de la materia seca de la Paja de Garbanzo a diferente hora de exposición



Gráfica No. 3 Digestibilidad de la materia seca de la planta Integral de Garbanzo a diferente hora de exposición



Gráfica No. 4 Digestibilidad de la materia seca del Palillo de la planta de Garbanzo a diferente hora de exposición



Gráfica No. 5 Digestibilidad de la materia seca del Grano de Garbanzo a diferente hora de exposición

PAJA

En la Gráfica No. 2 se presentan los resultados sobre la digestibilidad de Paja de Garbanzo, la cual a las 24 hrs. fue de 72.91%, a las 48 hrs. de 76.73% y a las 72 hrs. de exposición de 83.84%.

INTEGRAL

En la Gráfica No. 3 se presenta el comportamiento sobre digestibilidad de la parte integral, durante los distintos tiempos a que fue sometido este material, el cual a las 24 hrs. tuvo una digestibilidad de 63.77%. Se observó un aumento en la digestibilidad a las 48 hrs. de únicamente 7.21%, para las 72 hrs. de exposición se observó una digestibilidad de 76.92%.

PALILLO

La Gráfica No. 4 muestra el porcentaje de digestibilidad del Palillo, el cual a las 24 hrs. de exposición arrojó el 56.32%, resultando a las 48 hrs. el 57.61% y para las 72 hrs. el 62.20%. Los resultados presentados demuestran una baja digestibilidad, lo cual se atribuye a la gran cantidad de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa, lignina), contenidos en este material.

GRANO

En la Gráfica No. 5 se muestran los resultados sobre digestibilidad del Grano, el cual es el material más digestible de los amateriales tratados. La digestibilidad a las 24 hrs. -

fue de 77.31%, aumentando considerablemente a las 48 hrs., resultando 95.17%; este material a las 72 hrs. es totalmente digerido, ya que a este periodo la digestibilidad resultó de - 99.84%.



VI. CONCLUSIONES

1. El material con mayor digestibilidad es el Grano, resultando el % para 24 hrs. mucho más alto sobre los demás materiales, aún con 72 hrs. de exposición de estos últimos.
2. La alta digestibilidad del Grano, es debida a su bajo contenido de fibra cruda, que es 8.4%, en contraposición de materiales que tienen un porcentaje mayor de fibra cruda.
3. En el paso normal de la ingesta a través del tracto digestivo, que es en promedio de 48 hrs., el Grano tendría una digestibilidad de 95.17%, valor superior a todos los materiales tratados.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ARTHUR E. Cullison. 1983. Alimentos y Alimentación de Animales. Primera - Edición. Ed. Diana, México, D. F.
- BATIZ, P. Rafael. 1926. Cultivo del garbanzo en Sinaloa. Boletín de la Se cretaría de Agricultura y Desarrollo (México).
- BHIDE, V. S. 1959. A preliminary note on varietal difference in the scale leaves in gram (*Cicer arietinum*). Science and Cult. 25-202-202 (India).
- BRADFIELD, R. 1954. Organic matter maintenance: Desirable or feasible? -- Soil Microbiol. Conference University Purdue. June 21-24. (Mimo re- leased by Cornell Univ.).
- BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas, -- 2a. Ed. ACME Agency, Soc. de Resp. Ltd. Buenos Aires, Argentina. -- 569 pp.
- DARLINGTON, C. D. y A. P. Wylie. 1955. Chromosome atlas of flowering - - plants. George Allen and Unwin, Ltd. London.
- ELLISON, W. 1958. "The role of legumes in farm ecology" in nutrition of - the legumes proceedings of the Univ. of Nottingham. Butterworths - Sci. Publ. London. Ed. E. G. Hallsworth pp. 308-321.
- GIL, S. H. 1987 Digestibilidad in vitro de la materia seca del rastrojo - de maíz y bagazo de caña con diferentes niveles (0, 20, 40, 60, 80- y 100%) de cerdaza y 2 tamaños de partícula. Tesis, Escuela de Agri- cultura, U. de G.
- GONZALEZ delCueto, A., H. W. Martínez y U. L. Frampton. 1960. Heat effects on peas: effect of autoclaving on basic aminoacids and proteins of- the chick pea. Our. Agr. and Food. Chem. 3: 331-332.
- GRAY, L. F. 1959. Factors that affect the nutrients in plants. The USDA - Yearbook of Agriculture: 389-395.
- HERNANDEZ, B. I. 1980. Manual de Nutrición y Alimentación del Ganado. Mi- nisterio de Agricultura. Publicaciones de Extensión Agrícola. Prime

ra Edición. Madrid, España.

- HEWITT, E. J. 1958. Some aspects of mineral nutrition in legumes. Nutrition of the legumes. 15-42.
- JENSEN, H. L. 1958. The classification of the Rhizoba. Nutrition of Legumes. 75-86.
- LAUMONT, P. y A. Chevassus. 1956. Note sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Institut Agrícola D'Algérie.
- LEON Garré, A. 1954. Manual de agricultura. Técnica de la producción vegetal. Salvat Editores, S. A. Barcelona-Madrid.
- LEONARD, A. y John K. L. 1981. Nutrición Animal. Cuarta Edición en español. Mc Graw Hill. México, D. F.
- LICONSA. 1987. Información para productores lecheros. Programa de fomento a la producción lechera. Publicado por Liconsa, México, D. F.
- MATEO-BOX, J. M. 1961. Leguminosas de grano. 1a.Ed. Salvat Editores, S.A. Barcelona-Madrid. 550 pp.
- MERCADO, R. G. 1987. Comparación de las Técnicas de Digestibilidad In situ (bolsa nylon) e in vitro de materia seca del Rastrojo de Maíz y Bagozo de Caña con diferentes niveles de Cerdaza. Tesis. Escuela de Agricultura, U. de G.
- NORMAN, A. G. 1953. Role of soil microorganism in nutrient availability.- The University of Wisconsin Press. Edited by Emil. Troug.
- NORRIS, D. O. 1958. Lime in relation to the nodulation of tropical legumes. Nutrition of the Legumes: 164-182.
- P. Mc Donald. 1979. Nutrición Animal. Segunda Edición. Ed. Acriba. Zaragoza, España y R. A. Edwards.
- PINO, J. A., A. Aguilera y J. Meginnis. 1959. Chickpeas (*Cicer arietinum* L.)- as a source of protein and energy in chick diets. Abstracts Poultry Sci. 38: 1236-1237.

- RAHEJA, P. C. y G. P. Das. 1957. Development studies in corp plants. II - Effect of cultural treatments on the incidence of gram wilt (caused by *Fusarium orthoceras*), Indian Journal of Agric. Sci. 27: 237-250.
- RAO, M. N. et al. 1959. The chemical composition and nutritive value of --- Bengal gram (*Cicer arietinum*). Food Science 8: 391-395. (India).
- ROBLES, S. S. 1981. Producción de Granos y Forrajes. Segunda Edición. Ed. Limusa. México, D. F.
- SARH-INIFAP. 1986. Actualización sobre producción de forrajes en la Costa del Pacífico. Memoria. Dpto. de Divulgación del INIFAP-SARH. Guadalajara, Jal.
- SEN, N. K. y M. K. Jana. 1960. Effect of spacing on gram. Indian Jour, - of Agronomy 4: 148-153.
- SINGG. D. y R. Shyam. 1959. Ovule sterility in gram, *Cicer arietinum*. Current Sci. 28: 294-295. (India).
- TEJADA de Hdez, Irma. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la Alimentación Animal. Primera reimpresión.- Edición Irma Tejada de Hdez. México, D. F.
- TUTIN, T. G. 1958. Classification of the legumes. Nutrition of legumes -- (3-14).
- WHYTE, R. O. et al. 1955. Las leguminosas en la agricultura. FAO Roma.
- VAN Schereven, D. A. 1958. Some factors affecting the uptake of nitrogen- by legumes. Nutrition of the legumes: 137-163.
- VAVILOV, N. I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica, Waltham, Mass.