

129  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO BROMATOLOGICO Y DETERMINACION DE FACTORES ANTINUTRICIOS EN Vigna unguiculata (L.) Walp. (HOJAS Y VAINAS INMADURAS), COMO UN POSIBLE RECURSO FORRAJERO EN MEXICO

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PRESENTA  
ITALIA MERCADO SOTELO  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	Pág .
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCION .....	2
I.1. Aspectos generales de las leguminosas .....	2
I.2. Características generales de <u>Vigna un-</u> <u>guiculata</u> (L.) Walp. ....	4
I.3. Antecedentes .....	16
I.4. Justificación .....	17
I.5. Objetivos .....	19
II. MATERIALES Y METODOS .....	20
III. RESULTADOS Y DISCUSION .....	27
IV. CONCLUSIONES .....	38
V. SUGERENCIAS .....	39
VI. LITERATURA CITADA .....	40

## R E S U M E N

Vigna unguiculata (L.) Walp., es una leguminosa herbácea, anual, difundida principalmente en los trópicos y subtrópicos - del planeta.

En la actualidad esta especie posee una gran variación - morfológica, en México existen algunas de estas variaciones. - Esta planta es utilizada principalmente por grupos indígenas de nuestro país y normalmente su producción está destinada al auto consumo. Por lo cual este trabajo es un estudio preliminar para dar a conocer la importancia que Vigna unguiculata (L.) Walp. puede representar en la nutrición animal.

Para ésto se determinó la composición química, la presencia de factores antinutricios y la digestibilidad in vitro de - la materia seca en hojas y vainas inmaduras de Vigna unguicula-ta (L.) Walp.

Encontrándose un considerable porcentaje de proteína cruda, (16.7% y 20.2%), un alto contenido de fibra cruda (20.2% y 26.5%). Además los factores antinutricios no representan un - impedimento para el consumo de esta planta, debido a que se pre sentan en bajas concentraciones (en lo que respecta al ácido - tánico (471.4 mg/100g y 275.3 mg/100g), inhibidor de Tripsina (2191.3 UIT/g y 2893.8 UIT/g) y los alcaloides que se presentan en proporción escasa y moderada) o son inexistentes.

El porcentaje de digestibilidad in vitro de materia seca (60% y 61%), se encuentra en el rango (50% - 70%) de digestibi- lidad de un forraje.

## I. INTRODUCCION

### I.I. Aspectos generales de las leguminosas.

Este grupo de plantas es uno de los más numerosos y distribuidos en el planeta, pues con excepción de las zonas glaciales en donde no se ha comprobado su existencia, se les encuentra en regiones de todo clima y condiciones ecológicas, especialmente aquéllas comprendidas entre el nivel del mar y hasta una altura de 3,000 m.s.n.m., siendo abundantes en los trópicos, donde crecen la mayoría de las leguminosas arbóreas, Bermudez (1973).

Algunas de las especies que pertenecen a la subfamilia -- Papilionoideae, representan un gran interés en la alimentación humana y en la animal, FAO (1977).

De 600 géneros, con más de 13,000 especies que abarca la familia, solamente 8 géneros son los más comunes por su importancia nutricional y económica ya que son utilizados en cantidades considerables, Chávez et al (1979):

- |    |                                     |              |
|----|-------------------------------------|--------------|
| 1) | <u>Arachis hypogaea</u> L.          | Cacahuate    |
| 2) | <u>Cajanus cajan</u> (L.) Millsp.   | Gandul       |
| 3) | <u>Glycine max</u> L.               | Soya         |
| 4) | <u>Cicer arietinum</u> L.           | Garbanzo     |
| 5) | <u>Phaseolus vulgaris</u> L.        | Frijol común |
| 6) | <u>Pisum sativum</u> L.             | Chicharo     |
| 7) | <u>Vicia faba</u> L.                | Haba         |
| 8) | <u>Vigna unguiculata</u> (L.) Walp. | Caupí        |

Dentro de la familia botánica de leguminosas se encuentran algunas de las especies comestibles, que constituyeron los primeros cultivos practicados por la humanidad, FAO (1977). Actualmente y desde hace muchos años, éstos ocupan un lugar muy importante en la alimentación mundial, principalmente en Africa, en la India, Arteaga (1976), Asia y en América Latina, Pérez-Gil (1979).

Laurena et al(1984) citan a Hoshia, en donde éste menciona que entre 1972 y 1974 hubo un aporte mundial total de 94.7 millones de toneladas de proteína, de las cuales 61.9 millones son de origen vegetal y de éstas 6.4 millones de toneladas fueron de semillas de leguminosas. Su importancia se atribuye a su alto contenido proteínico, a su gran aportación calórica y a su bajo costo en relación a las proteínas de origen animal, Arteaga (1976).

En América Latina se ha dicho que el consumo de legumino--sas alcanza su mayor porcentaje entre los 60 y 70 gramos dia--rios. Estas cantidades proporcionan para algunas personas, un 30% de la cantidad de proteína ingerida diariamente, Pérez-Gil (1979).

Además es importante mencionar que algunas leguminosas desempeñan un importante papel en la alimentación del ganado, tanto por su riqueza de proteínas de mayor y mejor calidad que las de gramíneas y además porque al fijar el Nitrógeno atmosférico, enriquecen los suelos y permiten cosechas más abundantes de pastos y cereales, Flores (1986).

En las zonas tropicales de América Latina, los rumiantes -obtienen del 90% al 100% de sus nutrimentos a partir de forrajes para la producción de leche y carne. Actualmente se realizan esfuerzos en los trópicos para obtener una mayor productividad ani

mal, mediante la introducción de nuevas especies forrajeras, en lugar de la utilización de las especies nativas, Sandoval - -- (1987).

## 1.2. Características generales de *Vigna unguiculata* (L.) Walp

### 1.2.1 Sinonimia.

*Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Sin. *Vigna sinensis*), caupí, chícharo de vaca, chícharo del sur, frijol chino, frijol carita, ejote zirón, frijol de vaca, frijol mulato, frijol de caña, frijol de maíz.

### 1.2.2 Diversificación.

Steele, citado por Simmonds, (1976) menciona que *Vigna unguiculata* (L.) Walp. fue probablemente domesticada en Etiopía, - teniendo dos centros de diversificación; uno en el Oeste de África y el otro en la India. A partir de su amplia adaptación biológica, ésta especie presenta una gran variación morfológica.

Se piensa que *Vigna* fue introducida al continente americano en el siglo XV con el comercio de esclavos del Oeste de África, o en el siglo XVI por los Españoles, Herrera et al (1987).

En México fue introducida por la Dirección General de Agricultura hacia 1921; pero lamentablemente, tanto esta planta como otras, no han sido aprovechadas debidamente, Alarcón (1979).

### 1.2.3 Distribución.

El género Vigna está ampliamente distribuido en México - en la región tropical y se encuentra representado por unas 13 - especies, de las cuales 3 tienen considerable importancia como alimento en poblaciones indígenas de los Estados de Chiapas, -- Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Estas - especies son: Vigna unguiculata (L.) Walp., V. sesquipedalis - (L.) Fruwirth, V. umbellata (Thunb.) Ohwi and Ohashi. Para el caso de V. unguiculata (L.) Walp. las ramas y vainas tiernas se encuentran disponibles en Mayo y Junio; en lo que respecta a -- las semillas tiernas están disponibles en Julio y Agosto y es de Septiembre a Octubre cuando las semillas ya han madurado, Herrera (1986).

### 1.2.4 Taxonomía.

División: Embryophyta Siphonogama

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoideae

Género: Vigna

Especie: unguiculata

Citada por Lawrence (1951)

Existe un complejo patrón de variación morfológica, dependiente de factores ambientales. Dado que no existen barreras - al intercambio de genes, se pueden encontrar formas intermedias. Por lo que no es posible distinguirlas con una clave de determinación, Herrera et al (1987).



### I.2.5 Características botánicas.

Esta es una planta herbácea, anual, semitrepadora, Alarcón (1979). Es de raíz pivotante. Las hojas son de color verde obscuro, trifoliadas con largos peciolo subtendidos, por estípulas.

Las inflorescencias son axiales con pedúnculos muy largos. Las flores varían de color. El cáliz forma un tubo con dientes iguales y puntiagudos. La corola consta de un estandarte grande rodeado de dos alas ovaladas y la quilla encorvada, los estambres en dos grupos. De cada inflorescencia, sólo de dos a cuatro flores se convierten en fruto.

Las vainas son largas, estrechas, colgantes comprimidas sobre las semillas y están muy próximas entre sí, con curvatura mas o menos acentuada, dehiscentes, Jolibois (1983). La semilla es reniforme, tiene los tegumentos de un color variable, Hughes (1970).

En este trabajo la planta que se analizó, se caracteriza por tener flores de color morado y semillas negras.

### I.2.6 Características ecológicas.

Vigna unguiculata (L.) Walp. está mas adaptada a regiones cálidas o semicálidas. En general crece bien en climas con temperaturas de 20° a 25°C, Saez (1955). Es tolerante a altas temperaturas y condiciones de sequía, ya que puede crecer en rangos de precipitación bajos y en condiciones más adversas que Phaseolus vulgaris L. o Phaseolus lunatus L. Soporta la estación seca tomando aspecto de un matorral, Bernard et al (1978); en este -

caso el rendimiento en heno o forraje verde será sólo moderado y producirá poca o ninguna semilla. El exceso de humedad en terreno fértil, dificulta igualmente la producción de grano; pero en cambio producirá más forraje, Flores (1986). La precipitación anual que tolera es de 280 a 4100 mm. El Caupí es sensitivo al frío y por otro lado no resiste las heladas, Schery (1956). Algunas plantas indeterminadas en condiciones favorables continúan creciendo, floreciendo y produciendo semillas hasta que son interrumpidas por condiciones ambientales desfavorables, Jolibois (1983).

Vigna unguiculata (L.) Walp. prospera en muchas clases de suelo, que van desde los ligeramente ácidos a neutros y está menos adaptada a los alcalinos. Se puede desarrollar en niveles de fertilidad relativamente bajos, Duke (1981). Los suelos que le son los más favorables son los arcillo-arenosos; no se adapta a suelos con mal drenaje, Hughes (1970). En suelos pobres en nutrimentos, V. unguiculata (L.) Walp. se da mejor que la soya; sin embargo en suelos más fértiles, siempre éste último produce más tonelaje, Saez (1955).

#### I.2.7 Rendimiento.

El rendimiento de esta leguminosa en Africa se ha reportado de 340 a 640 Kg. de semilla/ha. cuando se cultiva sola; - si se intercala con otro cultivo, los rendimientos varían de 199 a 454 kg. de semilla/ha., Alarcón (1979).

Sin embargo es importante señalar, que la producción varía en relación a la región geográfica y cultura. Por ejemplo - la producción en los trópicos va de 400 a 600 kg. de semilla/ha.

En el caso de el SE de los Estados Unidos se recogen de 1,000 a 1,500 kg./ha., de la cual está destinada principalmente a la obtención de vainas y semillas verdes, en cambio en California existe preferencia por la producción de semilla madura, 3,000 kg./ha..

En Asia en el año de 1975 se obtuvieron 629 Kg./ha., en Europa 803 kg./ha., Oceanía 633 Kg./ha., todo esto en semilla madura, Duke (1981).

En México la producción está destinada al autoconsumo y los excedentes son comercializados en ciertas regiones del país, Herrera et al (1987).

#### I.2.8 Cultivo..

Para el cultivo de Caupí se siguen recomendaciones muy similares a las empleadas para el frijol (Phaseolus spp.); generalmente se siembra en primavera, una vez desaparecido el período de frío, Alarcón (1979). Se recomienda los suelos fértiles; conviene barbechar a 20 cm. de profundidad, rastreando y nivelando el terreno hasta donde sea posible para evitar encharcamiento o falta de humedad.

Las semillas permanecen viables por algunos años. La germinación es epigeal. El método de siembra es de acuerdo a la finalidad perseguida, es decir, si se desea obtener forraje verde, heno o abono verde, para este caso se recomienda sembrar por el método de voleo. En cambio si se desea producir únicamente semilla se debe de utilizar el método de surcos, Flores (1986).

En el sistema de voleo, se necesitan de 70 a 100 kg. de semilla/ha. Y en el procedimiento de surcos de 10 a 40 kg. de semilla/ha., Duke (1981).

La floración tiene lugar entre los 60-90 días después de la siembra, Bernard et al (1968). También puede asociarse con otros cultivos entre los que se puede mencionar maíz, sorgo, -- cacahuete, soya, zacate sudan o zacate johnson, Saez (1955).

En general V. unguiculata (L.) Walp. es un cultivo poco exigente en lo que se refiere a fertilización, el elemento necesario es el fósforo, ya que responde hasta niveles de 120 kg/ha. Jolibois (1983). En lo referente al nitrógeno, la necesidad de fertilizar no es crítica, ya que la planta puede satisfacer sus exigencias mediante una simbiosis con las bacterias del género - Rhizobium spp., fijadoras del nitrógeno, existentes en el suelo.

Responde ligeramente a la aplicación de Potasio, Jolibois (1983). Las recomendaciones de molibdeno son de 20-45 gr./ha; - el manganeso, cobre, zinc y el boro son esenciales en pequeñas cantidades para efectuarse la nodulación e incrementar la producción de semilla, Duke (1981).

Cuando se va a utilizar como forraje, se recoge la planta antes de que madure la semilla. En cambio cuando se van a utilizar las semillas, las vainas deben secarse durante 2 a 3 días en secadoras con temperatura de 40° a 50°C, o bien durante 2 a 3 días al sol. Después del secado se desvaina de inmediato, ya sea manual o mecánicamente, Alarcón (1979); o bien la planta - puede dejarse secar en el terreno para recoger la semilla después, Flores (1986).

### I.2.9 Composición química.

Akpapunam et al (1981 (a)) reportan los siguientes resultados del Análisis Químico Proximal, para las semillas de Vigna unguiculata (L.) Walp.: Humedad 4.5%, Proteína (N X 6.25) 27.9%. Extracto etéreo 2.1%, Ceniza 3.9%, Fibra cruda 1.8%, Carbohidratos por diferencia 59.8%.

En lo que respecta a la testa de las semillas maduras, se determinó un contenido de 14.0% de proteína cruda, 31.0% de fibra cruda y 0.73% de extracto etéreo, Adebawale (1981).

Para las hojas de Vigna unguiculata (L.) Walp., Martin et al (1977) determinaron un contenido de 29.8% de proteína en muestras que fueron colectadas en Puerto Rico.

Se podría considerar, que la composición química de las vainas (testas y semillas) y hojas representan una considerable fuente proteínica, ya que los elementos nutritivos se concentran especialmente en estas estructuras León (1968).

Es importante mencionar que la semilla es deficiente en metionina y cistina, comparado con las proteínas animales, pero es rica en lisina y triptofano comparada con los cereales, los cuales son característicamente deficientes en estos aminoácidos, Alarcón (1979).

Las semillas inmaduras tienen un gran contenido vitamínico; aunque las semillas maduras no son tan ricas en vitaminas Alarcón (1979). FAO (1977) reporta el contenido de las siguientes vitaminas en semillas maduras: Tiamina 0.92 mg./100 g., Ri-

boflavina 0.18 mg./100 g., Niacina 1.9 mg./100 g.

#### I.2.10 Factores antinutricios

Las semillas de V. unguiculata (L.) Walp. poseen algunas desventajas como son la presencia de factores antinutricios. Price et al (1980) y Laureana et al (1984) detectaron la presencia de taninos para algunos cultivos muestreados, en semillas maduras. Estos son compuestos que disminuyen la disponibilidad de los nutrimentos, ya que enzimáticamente los destruyen.

Ikegwuonu et al (1976 detectaron la presencia de fitohe maglutininas en las semillas maduras de V. unguiculata (L.) --- Walp. El mismo autor en el año de 1977, reportó la presencia - de este factor en las semillas inmaduras.

Martin (1977) realizó algunas pruebas toxicológicas en las hojas de V. unguiculata (L.) Walp. para detectar la presencia de glucósidos cianogénicos, alcaloides y ácido oxálico. -- Los resultados fueron negativos para las tres pruebas.

#### I.2.II Vigna unguiculata (L.) Walp. como forraje.

Algunos investigadores se han preocupado en conocer -- las propiedades de V. unguiculata como un posible recurso forrajero o como complemento de éste. Martin et al (1977) a partir del estudio de 34 especies de plantas tropicales ricas en proteínas que se encuentran en Puerto Rico, detectaron que seis de estas especies combinan la riqueza proteínica y las características agronómicas deseables. V. unguiculata se encuentra dentro de este pequeño grupo, considerada como un recurso no sólo para Puerto Rico, sino también para la región tropical.

En los países donde se cultiva extensamente (Estados Unidos principalmente), a partir de los tallos, hojas y vainas secas se preparan harinas que son muy bien acogidas por los dueños dedicados a la crianza y explotación de ganado productor de leche, Flores (1986).

Adebowale (1981) trabajó con un grupo de 30 cabras de Maradi, que fueron alimentadas con raciones en las cuales las cáscaras de las semillas de V. unguiculata reemplazaron al maíz p/p en niveles de 0, 15, 30, 45 y 60%. Se encontró que las cabras - pueden ser convenientemente alimentadas con niveles del 30% al 45% de cáscaras de Vigna unguiculata (L.) Walp. Sin que ello - afecte adversamente la tasa de crecimiento, ya que además proporciona mayores beneficios económicos al reducir los costos de -- alimentación.

#### I.2.12 Otros.

Vigna unguiculata (L.) Walp., es una leguminosa cuyas semillas se utilizan como alimento humano en muchos países tropicales y subtropicales (Kenya, Etiopía, Estados Unidos e India - entre otros), Akapapunam et al (1981 (b))

Gogrey-Sam-Aggrey et al (1976) emplearon las semillas de V. unguiculata (L.) Walp. junto con las de Sesamum indicum L., para añadir las a un alimento infantil basado en arroz y superar - las deficiencias en aminoácidos de cada uno de éstos.

Las vainas al igual que las hojas son consumidas como -- hortalizas en la India y China, Hughes (1970). Las hojas pueden ser hervidas, secadas al sol y almacenadas para mas tarde -

ser usadas. En los Estados Unidos las semillas verdes son tostadas de manera semejante a los cacahuates y consumidas como éstos. Las raíces se consumen en Sudán y en Etiopía. En ocasiones las semillas son quemadas para ser empleadas como sustituto de café. Por otro lado los pedúnculos son humedecidos en agua para una posible maceración y puedan ser utilizados como fibras, esto en Nigeria Septentrional, Duke (1981).

El mismo autor menciona que V. unguiculata (L.) Walp. es "sagrada" para las Tribus Hausa y Yoruba, pues la utilizan "para pacificar los espíritus enfermizos de los niños". Las tribus Hausa y Edo la utilizan medicinalmente (la semilla).

En varias regiones de México se consume, como por ejemplo en el Estado de Guerrero como frijol común, en el Estado de Oaxaca para tamales y en el Estado de Yucatán como ejotes (vainas - tiernas), Alarcón (1979). Aunque las formas de preparación dependen de la región y de las preferencias ya que también puede ser guisada con carne, Herrera et al (1987).

Sirve como abono en los frutales, al igual que en los cultivos de café y plátano, ya que puede soportar una sombra relativa; además de modificar la estructura del suelo y aumentar el poder de retención del agua, Flores (1986).

Castilleja et al (1983) trabajó con 17 cultivos de Vigna unguiculata (L.) Walp., demostrando que todas las plantas estudiadas mostraron actividad fijadora de nitrógeno atmosférico.

En el cuadro 1 y 2 se hacen comparaciones de Vigna spp. con otros cultivos, en lo que respecta a su composición química y rendimiento.



CUADRO 1  
 COMPOSICION QUIMICA DE LAS SEMILLAS DE CULTIVOS DE LEGUMINOSAS Y  
 CEREALES EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA <sup>1/</sup>

C U L T I V O	PROTEINA CRUDA	FIBRA CRUDA	EXTRACTO ETEREO	CENIZAS	E.L.N.
<u>Glycine max</u> L. (Soya)	39.2	4.4	17.5	4.7	30.2
<u>Cicer arietinum</u> L. (Garbanzo)	18.6	4.5	5.3	3.3	55.6
<u>Vigna</u> spp. (Caupí)	21.9	6.8	1.4	3.2	58.7
<u>Cajanus cajan</u> (L.) Millsp (Gandul)	20.4	6.9	1.4	3.4	58.8
<u>Oryza Sativa</u> L. (Arroz)	7.7	11.8	2.2	5.9	72.5
<u>Pennisetum glaucum</u> (L.) R. (Mijo)	12.1	9.2	4.5	9.2	69.8
<u>Zea mayz</u> L. (Maíz)	11.6	2.6	5.3	2.6	78.9

<sup>1/</sup> TOMADO DE USTIMENKO-BAKUMOVSKI (1982).

CUADRO 2

RENDIMIENTO PROMEDIO POR HECTAREA DE ALGUNOS CULTIVOS DE  
CEREALES <sup>1/</sup> Y DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp. <sup>2/</sup>

C U L T I V O	Kg/ha.
<u>Triticum aestivum</u> L. (Trigo)	1958
<u>Oryza Sativa</u> L. (Arroz)	1343
<u>Zea mayz</u> L. (Maiz)	2025
<u>Hordeum vulgare</u> L. (Cebada)	1421
<u>Pennisetum glaucum</u> (L.) R. (Mijo)	469
<u>Vigna unguiculata</u> (L.) Walp.	
S.E. De los Estados Unidos	1 000 - 1 500
Africa	340 - 640
Asia	629
Europa	803
Oceania	633

<sup>1/</sup> RENDIMIENTO MUNDIAL, TOMADO ROBLES, S.R. (1985)

<sup>2/</sup> TOMADO DE DUKE (1981)

### I.3. Antecedentes.

El presente trabajo forma parte de un proyecto que ha venido funcionando desde 1976 "Evaluación de la utilidad de alimentos no convencionales en la alimentación humana y animal", - que se desarrolla en el Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, - del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán".

En otras instituciones del país como el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas y el Instituto Mexicano del Seguro Social, se realizan estudios de fuentes proteínicas no convencionales en semillas de leguminosas, con el fin de promover y ampliar su uso en el futuro, Morales et al (1979). También en la División de Postgrado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, se realizan estudios en leguminosas en base a su composición química, digestibilidad y toxicología, antes de proponerlas como alimento humano o animal, Sotelo (1981).

En la Unidad de Investigaciones de Recursos Genéticos del Jardín Botánico Exterior de la Universidad Nacional Autónoma de México, existe un proyecto cuyo objetivo es la detección, estudio, evaluación y caracterización de plantas mexicanas que tienen un claro potencial para ser utilizadas como alimento de poblaciones campesinas. Todo esto en relación con factores de carácter ecológico, etnobotánico y socioeconómico. Vigna unguiculata (L.) Walp. es una de las plantas que se encuentra dentro de este proyecto, Herrera et al (1987).

#### I.4. Justificación.

El desarrollo tecnológico actual ha dotado al hombre de un gran número de elementos para aumentar la producción de alimentos a niveles suficientes. Las nuevas variedades de plantas y animales, los implementos mecanizados para las tareas agrícolas, los fertilizantes y las obras de irrigación, las técnicas de transporte, almacenamiento y conservación, son recursos incomparablemente superiores a los que disponían las generaciones anteriores. Pese a ello la mayor parte de la población del planeta está hoy en día mal nutrida, Kumate et al (1977). Esto se presenta principalmente en los países en vías de desarrollo, ya que no se dispone de los recursos económicos suficientes para hacer producir las tierras que poseen. Además, que en ocasiones se ven en la necesidad de exportar parte de la producción, con el fin de obtener divisas para equilibrar su economía. Así pues se limita más el consumo de alimentos de buena calidad, Kumate et al (1977).

Las fluctuaciones en la producción pecuaria se originan en general, en la producción agrícola, puesto que dependiendo de la producción de un determinado cultivo forrajero en un ciclo agrícola, se obtendrán o no los recursos necesarios para mantener un buen nivel de la producción pecuaria; por ésto la importancia de los cultivos agrícolas.

Son las proteínas de origen animal las de mejor calidad y la forma indirecta de obtener éstas, es incrementando la producción agrícola, considerando que se incluyan componentes vegetales en la nutrición animal.

En México, como en muchos otros países, existe la especialización de cultivos como son, el algodón, el café, el cacao, la caña de azúcar, el jitomate y la fresa, todos productos orientados a la exportación. Esta especialización ha contribuido en parte para que el país, en los últimos años, se dirija a un proceso de bajos rendimientos agrícolas y económicos que se refleja directamente en la disponibilidad de alimento y a un proceso inflacionario que se puede pensar es irreversible, Aguilar S. - - (1978).

En la actualidad, es ampliamente reconocida la necesidad de explorar y desarrollar nuevos recursos alimenticios de origen vegetal para enfrentar las necesidades presentes y futuras del país. En este sentido, se acepta que una fuente fundamental de información para la búsqueda de esos nuevos recursos, es el conocimiento tradicional que la población rural de países como México, tiene acerca de las características, las propiedades y las formas de aprovechamiento de los elementos de su entorno vegetal, Herrera et al (1987).

En el país, este planteamiento cobra una especial relevancia debido a la enorme riqueza biológica y cultural. El territorio mexicano es una de las áreas del planeta donde principalmente se concentra la mayor diversidad florística y uno de los países donde el conocimiento empírico y la utilización tradicional de las plantas alcanza niveles sorprendentes, Herrera et al (1987).

Yigna unguiculata (L.) Walp. es una especie que posee una gran variación morfológica, en México existen algunas de estas variaciones. Esta planta es utilizada principalmente por grupos

indígenas de nuestro país y normalmente su producción está destinada al autoconsumo. Por lo cual este trabajo es un estudio -- preliminar, para dar a conocer la importancia que Vigna unguiculata (L.) Walp. puede representar en la nutrición animal.

#### I.5. Objetivo.

Estudio de la composición química, presencia de factores antinutricios y digestibilidad in vitro de la materia seca de - Vigna unguiculata (L.) Walp., como un posible recurso forrajero del trópico mexicano.

## II. MATERIAL Y METODOS

### II.1 Obtención de la muestra.

La materia prima constituida por las hojas y vainas inmaduras (que incluye la testa y la semilla) de Vigna unguiculata - (L.) Walp., fue proporcionada por personal del Jardín Botánico Exterior del Instituto de Biología de la Universidad Nacional -- Autónoma de México y analizada en el Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán".

Fue colectada en la localidad de Axochío, en el municipio de San Andrés Tuxtla en el Estado de Veracruz. Se colectaron aproximadamente 10 Kg. de vainas inmaduras (testa y semilla) y 18 Kg. de hojas frescas por separado.

El valor real de humedad de la materia prima no fue registrado, debido a que fue ligeramente secada para poder ser -- transportada.

### II.2. Limpieza.

En el laboratorio se eliminó manualmente el material ajeno al estudio, quedando sólo las hojas y las vainas inmaduras - (testa y semilla). La razón por la que se trabajaron estas -- dos muestras fue que existen antecedentes en esta región, de -- que son las estructuras más consumidas por los animales, Herrera (1986).

### II.3. Secado de la muestra.

Posteriormente se secaron totalmente las muestras (hojas y vainas inmaduras) por separado en una estufa a temperatura de 40°C, con el fin de que se conservaran sus propiedades durante el estudio, Carranco (1984).

### II.4. Molienda.

Con el objeto de poder practicar los análisis de laboratorio, las muestras fueron molidas por separado, en los siguientes tipos de molinos: molino de martillos Bicor, molino de cu-chillas con malla de 1 mm, molino "Cyclone Sample Mill U.D. Co".

### II.5. Métodos de análisis.

Se utilizaron las siguientes técnicas de análisis, ya que éstas han sido estandarizadas en el laboratorio y por tanto los resultados son confiables, además de contar con el material y aparatos necesarios.

#### II.5.1. Análisis químico proximal.

a) Determinación de humedad por el método 14.004, - - A.O.A.C. (1975).

Esta técnica se basa en la evaporación total de agua, a una temperatura de 110-115°C hasta peso constante, se considera el peso perdido, quedando exclusivamente sólidos totales.

Nota.- Se hizo una modificación en la temperatura (a 40°C) debido a las condiciones de la muestra.



b) Determinación de proteína cruda por el método Kjeldahl 2.049, A.O.A.C. (1975).

Las proteínas y demás materia orgánica son oxidados por el  $H_2SO_4$ , fijándose en el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica como sulfato de amonio ( $NH_4SO_4$ ). Se enfría esta mezcla, se diluye con agua y neutraliza con NaOH que transforma al nitrógeno en una forma de amoníaco ionizado que se destila y recibe en un volumen conocido de ácido bórico.

Por titulación del ácido se calcula la cantidad de amoníaco desprendido; multiplicada por un factor (6.25) que nos da la cantidad de proteína cruda.

c) Determinación de fibra cruda por hidrólisis ácida y alcalina por el método 7.054, A.O.A.C. (1975).

Se determina por hidrólisis controlada ácido-alcalina sucesivamente quedando un residuo insoluble formado principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

d) Determinación de extracto etéreo por extracción con solventes método 7.045, A.O.A.C. (1975).

Este método se fundamenta en la extracción de grasa y otras sustancias liposolubles, por medio de un solvente orgánico (en este caso fue éter químicamente puro).

e) Determinación de cenizas por incineración por el método 14.006, A.O.A.C. (1975).

Cuando los alimentos y sus derivados se calientan a temperaturas superiores a 500°C, los compuestos orgánicos al calcinarse en presencia de aire dan óxidos de carbono y nitrógeno que se eliminan.

Si la muestra es deficiente en azufre y fósforo se pierden por volatilización.

El residuo mineral, depende de la composición de la muestra y de las condiciones de calcinación y generalmente está formada por: óxidos, sulfatos y cloruros de potasio, sodio y calcio; en menor cantidad de aluminio, hierro, cobre, manganeso y zinc, Carranco (1984).

f) Extracto libre de nitrógeno.

Se suman los resultados de las determinaciones anteriores y a 100 se le resta esta sumatoria, considerándose esta diferencia como los carbohidratos asimilables contenidos en la muestra.

## II.5.2 Minerales.

a) Calcio y fósforo por absorción atómica, Pro (1979).

La solución pasa a través de una flama que sirve para dispersar las moléculas en átomos individuales. La radiación de una lampara catódica pasa a través de la flama y los átomos absorben parte de esta radiación en unas longitudes específicas de onda para cada elemento.

b) Hierro, por alfa-alfa dipirilo método 14.013, A.O.A.C. (1975).

Se determina por fotocolorimetría.

### II.5.3 Factores antinutricios.

a) Factores que alteran la digestión.

- Saponinas método cualitativo, Monroe (1952).

Presentan acción hemolítica. La formación de espuma en soluciones acuosas se utiliza para detectar su presencia.

- Acido tánico método 9.098, A.O.A.C. (1975).

Interfiere con la acción digestiva de la tripsina y de la alfa amilasa. Su determinación se basa en la formación de un compuesto colorido que se produce por reacción de los taninos con el reactivo de Folín-Denis.

b) Factores tóxicos.

- Glucósidos Cianogénicos método cualitativo 26.134, A.O.A.C. (1975).

Su determinación se basa en la estimación visual del cambio de color en tiras de papel tratadas con ácido picrico; esta variación de tonalidad va del anaranjado al rojo ladrillo, esto producido por el desprendimiento de ácido cianhídrico que se presenta en algunas plantas.

- Alcaloides método cualitativo, Weebb(1949).

Su determinación se basa en la reacción de algunos alcaloides presentes con los reactivos de Mayer, Dragendorf y Wagner; formando precipitados que pueden ser considerados como pruebas de su existencia.

- c) Factores antifisiológicos.

- Hemaglutininas método cualitativo, Jaffé et al (1974).

Su determinación se basa en el efecto que tienen las hemaglutininas presentes en algunas plantas sobre los eritrocitos de algunas especies animales (humano, conejo y vaca), provocando aglutinación de éstos.

- Inhibidor de Tripsina, Kakade et al (1974).

El fundamento de la determinación de Inhibidor de Tripsina, es una cantidad conocida de tripsina que se pone en contacto con un extracto de esta muestra durante un corto tiempo después del cual, se hace reaccionar la tripsina que aún queda libre con Benzoil-Arginin  $\alpha$ -Nitro Anilida (BAPA), para obtener un compuesto colorido que es proporcional a la cantidad de tripsina no inhibida.

#### II.5.4 Fracciones de fibra, método de Van Soest.

- a) Fibra neutro detergente, Tejada (1983).

Consiste en hervir a reflujo con un detergente neutro, una muestra del forraje secado a una temperatura inferior a los 55°C; al residuo obtenido se le llama paredes celulares.

b) Fibra ácido detergente, Tejada (1983).

La muestra se somete a reflujo con solución detergente - en medio ácido. Este disuelve todo el contenido celular y además a la hemicelulosa.

c) Lignina, Celulosa, Tejada (1983).

Este método se basa en la disolución de la lignina contenida en la fibra ácido detergente con una solución de permanganato de potasio. La pérdida en peso es considerada como el contenido de lignina. El residuo contiene celulosa y sílice, las cuales se separan por incineración.

#### II.5.5 Digestibilidad.

Digestibilidad in vitro de materia seca por el método Tilley and Terry, Tejada (1983).

El método consiste en someter a la muestra a una fermentación anaerobia con líquido ruminal y posteriormente a una digestión con pepsina.

A los resultados se les calculó la media y la desviación estándar.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del Análisis Químico Proximal, tanto de -- las hojas como de las vainas inmaduras de Vigna unguiculata (L.) Walp., se presentan en el cuadro 3.

El contenido de humedad es de 8% para ambas muestras, encontrándose en el rango de 5-12% que es el que corresponde para harinas en base seca, Carranco (1984).

El valor que se obtuvo de proteína cruda para las hojas -- fue de 16.7%, siendo más alto en las vainas inmaduras de 20.2%, por lo que podría considerarse que el porcentaje de proteína -- cruda de V. unguiculata (L.) Walp., se encuentra en un rango -- aceptable como fuente proteínica, ya que si se compara con la -- alfalfa (Medicago sativa), planta forrajera muy apreciada en -- nuestro país principalmente por su alto contenido de proteína -- cruda (17.5%), observamos que V. unguiculata (L.) Walp. no se -- encuentra muy alejada de este valor.

Los rumiantes poseen gran habilidad para convertir las -- formas simples nitrogenadas en proteínas verdaderas, Castro -- (1986), por lo que podría representar una mayor ventaja la uti -- lización de V. unguiculata (L.) en estos animales.

Sin embargo es importante mencionar que estos resultados no coinciden con los reportados por Akapapunam et al (1981 (a)) y Martín et al (1977), en lo que se refiere al porcentaje de pro -- teína cruda, ya que reportan valores mas altos (para las semi -- llas maduras 27.9% y 29.8% para las hojas); pero ésto puede -- atribuirse a un conjunto de factores, entre los que se destacan: el tipo de cultivo, la edad del mismo, el tipo de suelo, a la --

fertilidad del suelo en donde fueron sembradas las plantas y otros.

En lo que respecta al contenido de fibra cruda en las -- hojas y vainas inmaduras, se determinó 20.2% y 26.5% respectivamente.

Akapapunam et al (1981 (a)) reportan 1.8% de fibra cruda en semillas maduras, por lo que podría pensarse que el alto contenido de fibra cruda de las vainas inmaduras está determinada por la fibra cruda que se localiza en las cáscaras (testas), ya que por ejemplo Adebowale (1981) reporta 31% de fibra cruda en las cáscaras de Vigna unguiculata (L.) Walp. Por esta razón las hojas y vainas inmaduras de Vigna unguiculata (L.) Walp. pueden ser consideradas como forraje, ya que el contenido de fibra cruda para ambos casos es mayor que 18%, que es el establecido para considerar a una planta como un forraje, Aguilar C. (1978).

El extracto etéreo es el que permite a los organismos ahorrar proteínas, sirviendo como depósito de calorías, Castro -- (1986). En lo que respecta al contenido de las hojas (5.5%) y las vainas inmaduras (1.7%) de extracto etéreo se puede observar que no representa una alta fuente de energía.

La determinación de cenizas mide la mayor parte de los minerales de un alimento, en este caso se obtuvieron valores de -- 20.4% y 5.2% para las hojas y vainas respectivamente.

El extracto libre de nitrógeno (E.L.N.), nos indica el contenido de carbohidratos (la mayor parte del valor energético de los alimentos). El porcentaje de E.L.N. se presenta en el cuadro 3, siendo de 28.5% en hojas y de 37.4% en vainas inmaduras.

En el cuadro 4 se observan las fracciones de fibra que se determinaron.

El porcentaje de paredes celulares en las hojas es de 41.% siendo más alto en las vainas inmaduras con 66.7%.

Las paredes celulares de las vainas inmaduras están constituidas en mayor proporción de hemicelulosa con 32.7% le sigue la celulosa con 19.7% y por último la lignina con 7%.

En cambio en las hojas la hemicelulosa se encuentra en menor proporción con 4.8%, al contrario de la celulosa con 19.6% y en cuanto a la lignina se determinó 8.4%.

De estas tres fracciones, la hemicelulosa y celulosa tienen una disponibilidad nutricional parcial en rumiantes y baja en no rumiantes pues, los microorganismos que habitan el rumen, son capaces de degradar estos carbohidratos y aprovecharlos como fuente de energía. Y en lo que respecta a la lignina ésta es indigerible para ambos casos Aguilar C. (1978). Por lo que este recurso sería aprovechado en mayor proporción por los rumiantes.

La determinación de digestibilidad in vitro de la materia seca de Vigna unguiculata (L.) Walp, nos da un porcentaje de 61.5% en hojas y 60.4% en vainas inmaduras encontrándose en el rango de 50%-70% que es el que corresponde al porcentaje de digestibilidad de un forraje, Aguilar C. (1978).

Los factores antinutricios no se detectaron en la mayor parte de las pruebas, como puede observarse en el cuadro 5.



La prueba de hemaglutininas nos indica la ausencia de este factor.

Al considerar que la tripsina, es una enzima proteolítica en el intestino delgado, la presencia de inhibidor de tripsina en leguminosas, trae como consecuencia una pobre digestión y absorción de las proteínas por el organismo, al no llevarse a cabo totalmente sus hidrólisis. De ésto deriva la importancia de cuantificar la presencia de este factor inhibidor.

Se considera que las muestras de V. unguiculata (L.) Walp. (hoja con 2191.3 UIT/g y vainas con 2893.8 UIT/g), no contienen una actividad importante del inhibidor de tripsina, sobre todo cuando se compara con la soya cruda, que contiene entre 70,000-100,000 UIT/g, Kirsch (1981).

La presencia de alcaloides en los vegetales, provoca intoxicaciones, trastornos hepáticos, cirrosis, así como problemas -- respiratorios, circulatorios y alteraciones de la conducta, Carranco (1984). Este factor se detectó únicamente en las vainas inmaduras, en forma escasa y moderada, por lo que podría pensarse que no representa un alto riesgo para el ganado. El caracterizar los alcaloides que se presentan en esta muestra debería ser objeto de futuros estudios para comprobar si tienen o no efectos acumulativos y qué posibles daños podrían causar a los animales.

El ácido cianhídrico (HCN) se encuentra ampliamente distribuido en el reino vegetal en cantidades mínimas y principalmente en forma de glucósidos cianogénicos. Algunas pasturas, -- leguminosas y semillas presentan concentraciones relativamente altas, Castro (1986). En el cuadro 5 se observa que no se de-

detectó la presencia de este factor en ambas muestras.

Las saponinas se caracterizan por su sabor amargo, por la producción de espuma en soluciones acuosas y por su habilidad de hemolizar las células rojas de la sangre, Castro (1986). No se detectó la presencia de este factor, por lo que representa una ventaja más para su utilización.

En lo que respecta al ácido tánico se determinaron 471.4 mg/100g. (0.4%) para las hojas y 275 mg/100g. (0.2%) para las vainas. Aunque existen pruebas de evaluación biológica en pollos y ratas de taninos, no ha sido bien establecido el mínimo de este compuesto en la dieta, que afecte el crecimiento de otros organismos, Price et al (1980).

En el cuadro 6 se presentan los resultados del contenido de tres minerales en Vigna unguiculata (L.) Walp, que son importantes en la alimentación animal, como es el caso del hierro, calcio y fósforo.

Los minerales, así como todos los nutrimentos son vitales para el metabolismo de los organismos; los microorganismos del rúmen también requieren de ellos para sus diferentes funciones, por lo cual, éstos deben de estar presentes en los alimentos y sus requerimientos son de acuerdo al desarrollo y función de los animales, Sandoval (1987).

La cantidad de hierro encontrado en las dos muestras sobrepasa en gran medida a las recomendaciones para Bovinos de carne, que son de 40 mg/100g, Castro (1986). Los resultados fueron para las hojas 949.9 mg/100g y para las vainas inmaduras 133.1 mg/100g.

La cantidad de fósforo en la mayoría de los forrajes que los rumiantes consumen es más baja que la adecuada, y esto lo hace ser uno de los nutrientes minerales limitantes para los animales, Sandoval (1987).

La cantidad determinada de fósforo en las hojas de V. unguiculata (L.) Walp. fue de 172.9 mg/100g, encontrándose un poco abajo del rango de 180-700 mg/100g, que es el recomendado para bovinos de carne.

Para el caso de las vainas no se detectó su presencia, pudiendo deberse esto a que la cantidad de fósforo en la planta es mínima, ya que cuando la muestra es deficiente en este elemento lo pierde fácilmente por volatilización, en la mufla por una alta temperatura (500°C).

Church (1987) menciona que las recomendaciones en términos de porcentaje de calcio en la dieta para bovinos de carne, es de 180-1040 mg/100g. Se observa que el contenido de calcio en las vainas inmaduras es de 201.12 mg/100g, satisfaciendo así estos requerimientos. Para el caso de las hojas con 1299.7 mg/100g es relativamente superior al rango recomendado antes mencionado.

Sin embargo es importante mencionar que las cantidades y proporciones de los nutrientes que se necesitan dependen de la clase de tubo gastrointestinal, la edad del animal, su nivel de productividad, función zootécnica, los componentes dietéticos que se encuentran disponibles; pero principalmente su capacidad de absorción, Church et al (1987).

Por lo anterior es necesario que se realicen estudios biológicos, ya que permiten obtener un cálculo más preciso del empleo de los nutrimentos por los animales.

CUADRO 3

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL 1/ EN HARINA DE HOJAS Y VAINAS  
INMADURAS DE Vigna unguiculata (L.) Walp.

	HOJAS %		VAINAS INMADURAS %	
HUMEDAD	8.4	± 0.139	8.7	± 0.641
PROTEINA CRUDA (N x 6.25)	16.7	± 0.162	20.2	± 0.274
FIBRA CRUDA	20.2	± 0.456	26.5	± 0.369
EXTRACTO ETereo	5.5	± 0.180	1.7	± 0.095
CENIZAS	20.4	± 0.113	5.2	± 0.201
E.L.N.	28.5	± 0.523	37.4	± 0.661

1/ 10 REPETICIONES

CUADRO 4

ANALISIS DE LAS FRACCIONES DE FIBRA Y DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MATERIA SECA DE LAS HOJAS Y VAINAS DE Vigna unguiculata (L.) Walp.

FRACCIONES (%) <u>1/</u>	HOJAS	VAINAS INMADURAS
CONTENIDO CELULAR	58.4 ± 0.293	33.2 ± 0.135
PAREDES CELULARES	41.5 ± 0.367	66.7 ± 0.149
HEMICELULOSA	4.8 ± 0.186	32.7 ± 0.288
LIGNINA	8.4 ± 0.258	7.0 ± 0.225
CELULOSA	19.6 ± 0.267	19.7 ± 0.675
DIGESTIBILIDAD (%) <u>1/</u> <u>in vitro</u> de materia seca	61.5 ± 0.321	60.4 ± 0.284

1/ 6 REPETICIONES

CUADRO 5

DETERMINACION DE FACTORES ANTINUTRICIOS EN HARINA DE  
HOJAS Y VAINAS DE Vigna unguiculata (L.) Walp.

FACTORES	HOJAS	VAINAS INMADURAS
HEMAGLUTININAS		
SANGRE DE HUMANO	NO DETECTADO	NO DETECTADO
SANGRE DE BOVINO	NO DETECTADO	NO DETECTADO
SANGRE DE CONEJO	NO DETECTADO	NO DETECTADO
INHIBIDOR DE TRIPSINA (UIT/g)	2191.3	2893.8
ALCALOIDES		
REACTIVO MAYER	(-)	(+)
REACTIVO DRAGENDORFF	(-)	(++)
REACTIVO WAGNER	(-)	(+)
GLUCOSIDOS CIANOGENICOS	NO DETECTADO	NO DETECTADO
SAPONINAS	NO DETECTADO	NO DETECTADO
ACIDO TANICO (mg/100 gr)	471.4	275.3

(-) NO SE DETECTO

(+) ESCASO

(++) MODERADO

CUADRO 6

CONTENIDO DE MINERALES EN HARINA DE HOJAS Y VAINAS  
INMADURAS DE Vigna unguiculata (L.) Walp.

mg/100gr	H O J A S	VAINAS INMADURAS
CALCIO <u>1/</u>	1299.7 ± 0.021	201.2 ± 0.035
FOSFORO <u>1/</u>	172.9 ± 0.155	NO DETECTADO
HIERRO <u>2/</u>	949.9 ± 0.418	133.1 ± 0.806

1/ DOS REPETICIONES

2/ TRES REPETICIONES



#### IV. CONCLUSIONES

- Los porcentajes de proteína cruda y fibra cruda obtenidos resultan semejantes a lo reportado para leguminosas.

- El porcentaje de digestibilidad in vitro de materia seca (60% y 61%) es aceptable para la alimentación en rumiantes, aunque es importante realizar también pruebas de digestibilidad para determinar su posible aprovechamiento en monogástricos.

- En cuanto a factores antinutricios, únicamente se detectaron alcaloides para las vainas inmaduras en proporción escasa y moderada, ácido tánico (471.4 mg/100 g y 275.3 mg/100g - en hojas y vainas inmaduras respectivamente) e inhibidor de tripsina (2191.3 UIT/g en hojas y 2893.8 UIT/g en vainas inmaduras), niveles que se consideran no tóxicos.

- La disponibilidad de Vigna unguiculata (L.) Walp. en zonas tropicales y subtropicales de nuestro país permite aprovecharlas como un recurso forrajero.

V. SUGERENCIAS

- Efectuar pruebas de comportamiento en rumiantes para evaluar aceptabilidad, consumo, ganancia de peso y eficiencia alimenticia.
- Aprovechar el conocimiento empírico y la utilización tradicional, que los pueblos de nuestro país tienen en relación a Vigna unguiculata (L.) Walp.

VI. LITERATURA CITADA

Adebowale, E.A. 1981. The feeding values of Cowpea husks (Vigna unguiculata (L.) Walp.) in rations for goats. Turrialba 31 (2):141-145.

Akapapunam, M.A., Markakis, P. 1981 (a). Protein supplementation of Cowpeas with Sesame and Watermelon seeds. J. Food Sci. 46 (3):960-961.

Akapapunam, M.A., Markakis, P. 1981 (b). Physicochemical and - nutritional aspects of cowpea flour. J. Food Sci. 46 (3): 972-973.

Alarcón, S.R. 1979. Estudio Químico Agrícola de 28 variedades de Vigna unguiculata (L.) Walp. Tesis Prof. Fac. de Ciencias Químicas, Orizaba, Ver. 55 pp.

Aguilar, C.R.M. 1978. Evaluación química y biológica de alimentos para rumiantes. Tesis Prof. Fac. de Química, U.N.A.M.

Aguilar, S.J.G. 1978. Problema nutricional en México. Tesis - Prof. Fac. de Química, U.N.A.M. 130 pp.

A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis. Association of - Official Analytical Chemists. 13th. Ed. Washington, D.C.

Arteaga, L.M.E. 1976. Inhibidores nutricionales en Leguminosas comestibles. Tesis Prof. Fac. de Química, U.N.A.M. 96 pp.

Bermudez, G.L. 1973. Leguminosas espontáneas de posible valor forrajero en Colombia. I.C.A., Bogotá.

Bernard, Harvard, Duclos. 1968. Las plantas forrajeras tropicales. Blume. Barcelona, 758 pp.

Castilleja, G.G., Roskoski, P.J. 1983.  $N_2(C_2H_4)$  Fixing activity in 17 varieties of Field-Grown Cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) Turrialba 33 (1):67-71.

Castro, G.M.I. 1986. Estudios sobre la composición química y - factores antinutricios de la planta herbácea Verbena carolina, como recurso potencial en la alimentación animal. Tesis Prof. Fac. de Ciencias U.N.A.M., 46 pp.

Carranco, J.M.E. 1984. Caracterización del arbusto forrajero, - Guayacán (Viscainoa geniculata). Tesis Prof. Esc. de Química Univ. Motolinia A.C. 38 pp.

Chávez, G.E., López, P.M.L. 1979. Efecto del remojo y la cocción sobre el valor nutricional y las globulinas del Frijol Bayo (Phaseolus vulgaris). Tesis Prof. Fac. de Química, - U.N.A.M. 53 pp.

Church, D.C., Pond W.C. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa, México, 433 pp.

Duke, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Press, New York 302-306 pp.

F.A.O. 1977. Las leguminosas en la nutrición humana. Roma. -

Flores, M.J. 1986. Bromotología animal. Limusa, México, 1066 pp.

- Godfrey-Sam-Aggrey, W., Francis, B.J., Kamara, C.S. 1976. The protein evaluation of Cowpea (Vigna unguiculata) and beniseed (Sesamun indicum) from Sierra Leone. Trop. Sci. 18 (3):147-154.
- Herrera, E. 1986. Jardín Botánico Exterior del Instituto de Biología, U.N.A.M. Comunicación personal.
- Herrera, E., Mapes, C. 1987. Etnobotánica de Vigna unguiculata (L.) Walp. en la Sierra de los Tuxtlas, Ver. Lab. de Etno., Jardín Bot. Inst. de Biol. U.N.A.M. X Congreso Nal. de -- Botánica.
- Hughes, M.H. 1970. La ciencia de la agricultura, basada en la producción de pastos y forrajes. C.E.C.S.A., México, 758 pp.
- Ikegwonu, F.I., Bassir, O. 1976. Alterations in function enzyme activities, and histopathology of liver of the rat after administration of the phytohemagglutinins (lectins). Toxicology and Applied Pharmacology 37:211-216.
- Ikegwonu, F.I., Basir, O. 1977. Effects of phytohemogglutinins from inmadure legume seeds on te fu ction and enzyme activities of the liver, and on the histophathological changes of some organs of the rat. Toxicology and Applied -- Pharmacology 40:217-226.
- Jaffé, L.A., Werner, G.C., González, I.D. 1974. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. Phytochem. 13:2685-2693.

- Jolibois, H.M. 1983. Evaluación de prácticas agronómicas, en 2 variedades de Caupí (Vigna unguiculata (L.) Walp. En el Distrito de riego "El Cenizo" Edo. Trujillo Venezuela -- Chapingo, México.
- Kakade, M.L., Rackis, J.J. Mc Ghee, J.E., Pusky, G. 1974. Determination of trypsin inhibitors activity of soy products. A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 5(3):376-382.
- Kirsch, R.M. 1981. Estudio del valor nutritivo y presencia de factores antinutricios en frijol Ayocote Phaseolus coccineus. Tesis Prof. Esc. de Química Univ. La Salle.
- Kumate, J., Cañedo, L., Pedrota, O. 1977. La salud de los mexicanos y la medicina en México. El Colegio Nacional de México, 482 pp.
- Laureana, A.C., Van Den, T., Mendoza, E.M. 1984. Effects of condensed Tannis on the in vitro Protein digestibility of Cowpea (vigna unguiculata (L.) Walp.) J. Agric. Food Chem. 32:1045-1048.
- Lawrence, G.H.M. 1951. Taxonomy of vascular plants. Macmillan Publishing Co. Inc. New York, 823 pp.
- León, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Interamericano de Ciencias Agrícolas O.E.A. Costa Rica.
- Martin, F.W., Telek, L., Ruberte, R. 1977. Some tropical leges as feasible sources of dietary protein. J. of Agric. - Univ. P.R. 61 (1):32-40.

- Monroe, E.E., Wall, E., Rolland, M.L. 1952. Detection and estimation of steroidal sapogenins in plant tissue. Anal. Chem. 8(24):1337-1341.
- Morales, L.J., Bourges, R.H., 1979. Utilización de fuentes proteínicas no convencionales. Cuadernos de nutrición 4:253-261.
- Pérez-Gil, R.F. 1979. Avances recientes en fuentes proteínicas. Cuadernos de nutrición 4:263-271.
- Price, M.L., Hagram, A.E., Butler, L.G. 1980. Tannin content of Cowpeas, Chickpeas, Pigeon Peas and Mung Beans. J. Agric. Food Chem. 28:459-461
- Pro, M.A., Sosa, M. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentación de consumo animal. Colegio de Postgraduados Instituto Nacional de investigaciones Pecüarias, México.
- Robles, S.R. 1985. Producción de granos y forrajes. Limusa, México.
- Saez, M.A. 1955. Los forrajes de Costa Rica. Universitaria, - Costa Rica, 606 pp.
- Sandoval, A.J. 1987. Contribución al estudio bromatológico del Cajanus cajan (L.) Millsp. (gandul). Evaluando sus vainas y hojas como recurso forrajero en México. Tesis Prof. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia U.N.A.M. 45 pp.

- Schery, R.W. 1956. Plantas útiles al hombre. Salvat, Barcelona, 542-543 pp.
- Simmonds, N.W. 1976. Evolution of crops plants. Longman, London, 183-185. pp.
- Sotelo, A. 1981. Leguminosas silvestres, reserva de proteína - para la alimentación del futuro. Inf. Científica y Tecnológica 3 (54):28-32
- Tejada, H.I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. I.N.I.P., - S.A.R.H., 386 pp.
- Ustimenko, G.V., Bakumovski. 1982. El cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Mir, Moscú, 429 pp.
- Weebb, L.J. 1949. An Australian phytochemical survey in alkaloids and cyanogenetic compounds in Queensland plants. Boletín 241 CSIRU Melbourne.