

2es  
37



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESTUDIO SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y  
FACTORES ANTINUTRICIOS DE LA PLANTA  
HERBACEA VERBENA CAROLINA, COMO  
RECURSO POTENCIAL EN ALIMENTACION  
ANIMAL.**

**T E S I S      P R O F E S I O N A L**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :

*María Isabel de los Dolores Castro González*

**Director: DR. FERNANDO PEREZ-GIL ROMO.**



## **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

	PAG.
RESUMEN	v
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	11
OBJETIVOS	12
METODOLOGIA	
A) GENERALIDADES	13
B) PREPARAC. DE LA MUESTRA	15
C) METODOS DE ANALISIS	17
D) APARATOS Y EQUIPOS	19
RESULTADOS Y DISCUSION	
1) ANALISIS QUIMICO PROXIMAL	20
2) FRACCIONES DE FIBRA	23
3) DIGESTIBILIDAD	26
4) VITAMINAS	27
5) MINERALES	29
6) FACT. ANTINUTRICIOS	
6.1. FACT. ANTIFISIOLOGICOS	32
6.2. FACT. TOXICOS	35
6.3. FACT. QUE ALTERAN LA DIGESTION	38
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFIA	42

## RESUMEN.

Un elevado porcentaje de la producción de granos en nuestro país se emplea en la alimentación de diferentes especies de animales, lo cual ocasiona una disminución en la disponibilidad de alimentos para los humanos.

En México existen infinidad de recursos naturales no aprovechados, que requieren ser estudiados en sus aspectos fitoquímicos, nutricionales, de disponibilidad, distribución, cultivo y posible producción; para su aprovechamiento en la alimentación animal, disminuyendo el costo de ésta y consecuentemente abaratando el costo de la proteína de origen animal a beneficio de la alimentación humana.

Con el fin de encontrar nuevas fuentes para la alimentación animal, el Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, del Instituto Nacional de la Nutrición, ha venido realizando desde hace varios años, diversos estudios que versan sobre éstas fuentes no convencionales en busca de nuevas perspectivas de solución al problema de la nutrición animal en México.

El presente trabajo forma parte de ésta labor.

La Verbena carolina es una especie arvense ampliamente distribuída en la República Mexicana y consumida obligadamente por el ganado vacuno principalmente, a consecuencia de la carencia de pastos. Con base en sus características químicas, no tóxicas, nutritivas, contenido de vitaminas y minerales, ausencia de factores que alteren la digestión y por su porcenta-

je de digestibilidad, se encontró que la Verbena carolina es - una posible fuente alimentaria no convencional, cuya utiliza-- ción contribuiría a evitar el gasto económico de la compra de otro forraje en las zonas donde crece ésta especie.

Estudios como el presente deben seguir fomentándose para contribuir en cierta medida a la solución de los problemas de la alimentación animal en nuestro país, con la participación - de grupos multidisciplinarios de profesionistas, técnicos y ad- ministradores, para hacer de la ciencia un instrumento de pro- greso.

## INTRODUCCION.

Una enorme variedad de hechos y situaciones sociales resultan de la agudización del problema alimentario y nutricional que padecen los sectores de escasos recursos; se han apreciado tendencias cada vez mas decrecientes en la producción y disponibilidad de alimentos básicos, al mismo tiempo que disminuye la capacidad de compra de las mayorías. Por ello, - la necesidad de encarar la solución del problema alimentario es un aspecto que preocupa a científicos, técnicos, políticos y administradores tanto de nuestro país como en el ámbito internacional (1).

Cerca de las dos terceras partes de la población mexicana, principalmente los habitantes de zonas rurales y periferías de los centros urbanos consumen una dieta con cantidades insuficientes de Kcals, hierro, vitamina A, riboflavina y proteína principalmente de origen animal (Cuadro I) (1).

Aunado a otros problemas característicos de éstas zonas, se encuentra el precio tan elevado que tienen las fuentes que proveen la proteína animal, lo cual ha sido un obstáculo casi insalvable.

Un factor determinante en el costo de los productos de origen animal, es precisamente la alimentación de los animales. Se ha calculado que para la producción de carne, leche y huevos, se está utilizando mas de la -- tercera parte de los granos disponibles, ésto es, mas de cinco millones - de toneladas de soya; cantidades no determinadas, pero seguramente grandes de alfalfa y otro tipo de pastos que ocupan gran parte de las mejores tierras de cultivo; y mas de 200 mil toneladas de harina de pastas de oleaginosas, pescado y carne (2).

CUADRO I

CONSUMO CALORICO PROTEICO PER CAPITA POR DIA EN FAMILIAS RURALES.

ZONA	ENERGIA	PROTEINAS	PROTEINAS
	( K cal s )	TOTALES ( g )	ANIMALES ( g )
NORTE	2131	60.8	10.4
CENTRO OCCIDENTE	1972	50.8	10.3
GOLFO	2163	56.6	18.4
SUR	2007	53.4	8.9
SURESTE	1911	48.4	5.2

Chávez, A. La alimentación y los problemas nutricionales.  
México. 1982.

La conversión de productos agrícolas en alimentos animales, reduce - por lo menos treinta veces la disponibilidad energética y seis veces la - proteica. Esto quiere decir que de treinta calorías de forraje, sólo se obtiene una caloría pecuaria, y de seis gramos de proteína vegetal se obtiene una animal (2).

Con base en toda ésta problemática existente en nuestro país, se determina la importancia de buscar fuentes no convencionales de alimentos - para consumo animal, con el fin de abaratar la producción de proteína de origen animal.

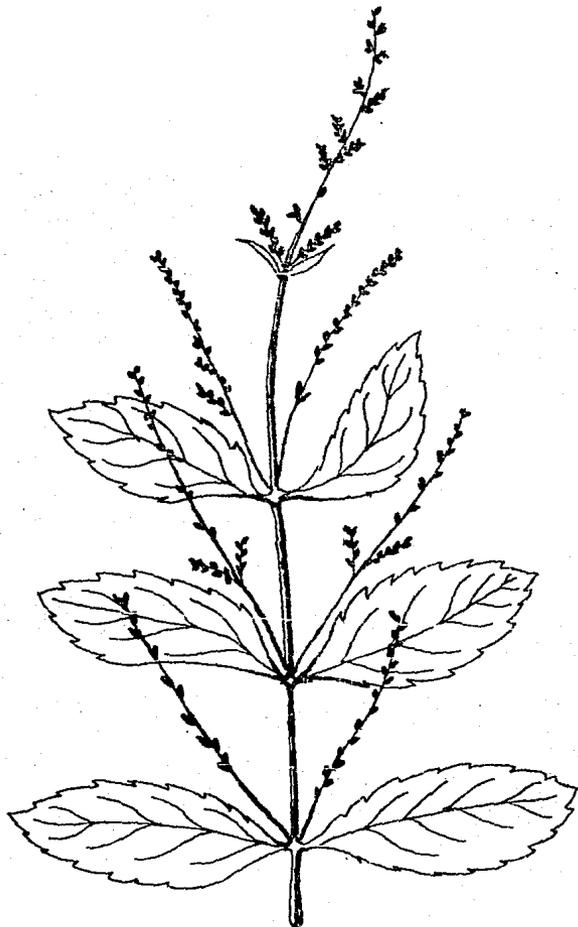
Uno de los muchos recursos potenciales existentes en México, es la - Verbena carolina L., maleza de cuyo género existen alrededor de 130 especies, en las zonas templadas y tropicales de América. La Verbena carolina es comunmente conocida con los nombres de: hierba de San Juan (México), hierba de San José (Morelos) o verbena (3,4,5).

La Verbena carolina es una hierba con los tallos ascendentes, ramificados o no, de superficie hispida. Con hojas subsésiles, oblongas, obtusamente agudas, gradualmente angostas hacia la base, crenado-aserradas, - estrigosas en ambas caras, que miden de 4-9 cm. de largo. Con espigas delgadas agrupadas en panículas, brácteas mas cortas que el cáliz, acuminado subuladas, ciliadas. Con el cáliz de unos dos mm. y corola pequeña de - dos mm. de ancho y de color violáceo (Figura 1 y 2)(3).

Florece en los meses de Junio y Julio en el Valle de México. Su distribución en la República Mexicana, según datos del Herbario del Instituto de Biología, de la U.N.A.M. (MEXU), es la siguiente: Chihuahua, Durango, Edo. de México, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro, Morelos, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Vera-

FIGURA 1

VERBENA CAROLINA : planta completa. \*



\* Sánchez, S.O., México 1981.

FIGURA 2

VERBENA CAROLINA : hojas y flor. \*



\* Sánchez, S.O., México 1981.

cruz ( Mapa 1 ).

La Verbena carolina, así como las demás malezas de la zona, se consideran especies arvenses, cuya importancia económica es muy grande por ser tanto útiles como perjudiciales para el hombre.

Existen algunas especies dañinas que al competir con las plantas cultivadas, causan problemas serios en la agricultura y jardinería, así mismo, pueden causar perjuicios en la ganadería, ya que al ser consumidas -- por el ganado pueden contener elementos tóxicos, ocasionar daños físicos ó dar mal sabor a la leche y a otros productos (6).

Las especies arvenses como constituyentes de un ecosistema, tienen -- su función: en las cadenas alimenticias, como protectores del suelo al impedir la erosión, como indicadores de disturbios humanos ó como contribuyentes de materia orgánica (5).

#### Clasificación taxonómica de la Verbena carolina.

Reino	Plantae
Clase	Magnoliópsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Verbenaceae
Género	Verbena
Especie	<u>Verbena carolina</u> ( 7 ).



MAPA: 1

Distribución de la Verbena carolina en la República Mexicana\*



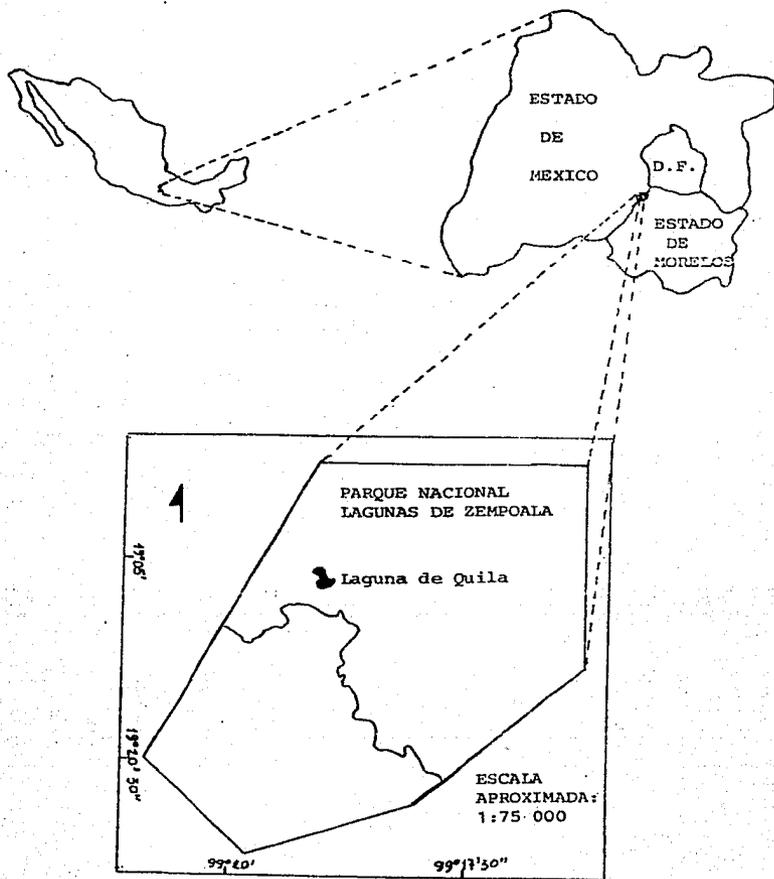
La zona de colecta de la planta ( V.carolina ) fue el Parque Nacional "Lagunas de Zempoala", en el estado de Morelos. Este parque a nivel geo-político y administrativo, se ubica entre las entidades federativas de los estados de México y Morelos, compartiendo respectivamente las jurisdicciones municipales de Ocuilán hacia el occidente y de Huitzilac al oriente.

Geograficamente, el área de colecta se localiza en el sector medio del Sistema Volcánico Transversal, quedando limitada entre las coordenadas extremas de 19° 01' 30'' a 19° 06' latitud norte y de 99° 16' 10'' a 99° 20' 50'' longitud oeste de Greenwich; posición localmente enclavada en las vertientes sur y oriental del macizo montañoso que separa la Cuenca de México y los valles de Cuernavaca y Toluca ( Mapa 2 ) (8).

Aplicando las modificaciones de García (9) al Sistema Climático de Köppen, y conforme a los análisis estadísticos e interpretación de los resultados, el tipo de clima que predomina en el parque y su entorno inmediato es C(w),(w)(b)ig, cuyas características locales se traducen en: templado, al registrar temperaturas medias anuales comprendidas entre 8.7°C y 11.3°C en el mes más frío y superiores a los 13.2°C durante el mes más cálido. Cuyo régimen de lluvias veraniegas impone aproximadamente cuarenta veces mayor volumen precipitado en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, respecto al mes más seco. Teniendo durante el invierno porcentaje de lluvia entre 2.8 y 3.3 % en relación a la total anual (8).

Así mismo, registra un verano fresco y prolongado con temperatura media del mes más cálido comprendida entre 13.2°C y 16.6°C.

De acuerdo a la clasificación de suelos FAO-UNESCO, modificada por DETENAL, la zona de colecta comprende un tipo de suelo Andosol húmico y Andosol húmico y litosol (8).



La vegetación del parque es un típico ecosistema forestal templado - templado frío, integrado básicamente por bosques de coníferas, representado por la especie Abies religiosa con una cobertura entre el 90 y 100%.

Un segundo estrato arbóreo está representado por Pinus hartwegii, -- Quercus laurina, Pinus montezumae y P. ayacahuite. El tercer estrato arbóreo lo forman principalmente Alnus jurullensis, Salix laxiolepis, Prunus capulli y Abies religiosa con una cobertura hasta de un 35 % (8).

La vegetación arbustiva formada por matorrales inermes (sin espinas) ocupa escasamente 5.5 % ( 260.5 has.) del área, diseminándose en pequeños manchones que recubren escarpes rocosos y algunas zonas de alteración inducida. Este estrato arbustivo está representado por Senecio barba-Johannis, Eupatorium lucidum, Senecio angulifolius (con una altura de 25 m. - en promedio y en ocasiones con una cobertura hasta de 50%) y Fuchsia microphylla (8).

La vegetación herbácea significa el 3.5% (162 has.) del parque, y está representado por: Oxalis alpina, Salvia elegans, Alchemilla spp, entre otras. Esta comunidad prolifera en llanos circundantes a embalses acuíferos, y presenta perturbación debido principalmente a la tala, el fuego y el pastoreo (8).

**ANTECEDENTES.**

## ANTECEDENTES.

La importancia de las especies arvenses es muy grande desde varios puntos de vista, teniendo así, que el ganado ovino, bovino, caballar y porcino consumen casi todas éstas especies, ya sea en el campo o en los establos. Además, en algunos casos se consideran útiles como alimento, remedio para algunas enfermedades, abono, forraje, adorno, etc.

La Verbena carolina no es la excepción a ésto ya que se tienen antecedentes del uso de la raíz y las hojas como un diurético, siendo la vía de administración oral (10).

Con lo anterior, se pone de manifiesto la fuerte y variada interrelación del hombre y las especies arvenses, concluyéndose que si bien éstas crean un problema, a la vez constituyen recursos que se aprovechan y deben seguir aprovechándose por el hombre. De aquí la importancia del estudio de la Verbena carolina con el fin de un mayor conocimiento para un posible aprovechamiento, en éste caso, dentro de la nutrición animal.

Bajo el auspicio del Departamento de Nutrición Animal, de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición, desde hace varios años se han venido realizando diversos estudios que versan sobre las fuentes de alimentos no convencionales, en búsqueda de nuevas perspectivas de solución al problema de la nutrición, tanto humana como animal, en México.

La presente tesis forma parte de ésta labor.

OBJETIVOS.

## OBJETIVOS.

### OBJETIVO GENERAL:

Proponer con base en la composición química y sus valores nutricionales a la Verbena carolina como recurso potencial para la alimentación animal.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar la composición química y la presencia de factores que alteran la digestión, tóxicos y antifisiológicos de la Verbena carolina.
- Cuantificar el contenido de Ca, P, Fe, Tiamina y Riboflavina de la planta.
- Determinar el porcentaje de digestibilidad in vitro de la planta.
- Comparar los resultados obtenidos con los valores reportados para forrajes convencionales.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

## METODOLOGIA.

### A ) GENERALIDADES.

Durante un período aproximado de dos meses a partir de Julio de 1984 se realizaron diferentes recorridos al Parque Nacional "Lagunas de Zempoala" (en compañía de profesores de la Fac. de Ciencias, U.N.A.M., encargados de la florística, taxonomía y estructura del parque) para detectar la preferencia del ganado vacuno por las diferentes especies existentes en la zona.

La elección de la planta objeto de estudio V. carolina se determinó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a ) Su consumo selectivo por el ganado vacuno de la zona, lo cual se confirmó por comunicación personal con los pastores.
- b ) Por ser una planta de distribución amplia como consecuencia del pastoreo.
- c ) Por su importancia como especie arvense.

La presente investigación se llevó a cabo 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". Con una duración aproximada de quince meses.

Para la colecta de la muestra se realizaron dos salidas en el mes de Septiembre, época en la cual la V. carolina estaba en estado de floración.

El lugar de colecta fue un llano cercano a la laguna de Quila, por encontrarse en éste sitio la mayor parte del ganado vacuno y caballar.

El muestreo se realizó de la siguiente manera:

- a ) Primero se dividió la zona de colecta en varios transectos.
- b ) Después se tomó de cada transecto un promedio de 50 plantas al azar. El corte fue hecho aproximadamente a cinco cm. del suelo.
- c ) Las muestras se guardaron inmediatamente en bolsas de plástico oscuras, para evitar la degradación de las vitaminas.

La cantidad obtenida fue de 25 Kg. de muestra en base húmeda, para obtener finalmente unos cinco Kg. de muestra limpia, seca y molida.

Las hojas de la Verbena carolina son la parte preferencialmente consumida por el ganado vacuno.

## B ) PREPARACION DE LA MUESTRA.

Los pasos que se siguieron para la preparación de la muestra fueron los siguientes:

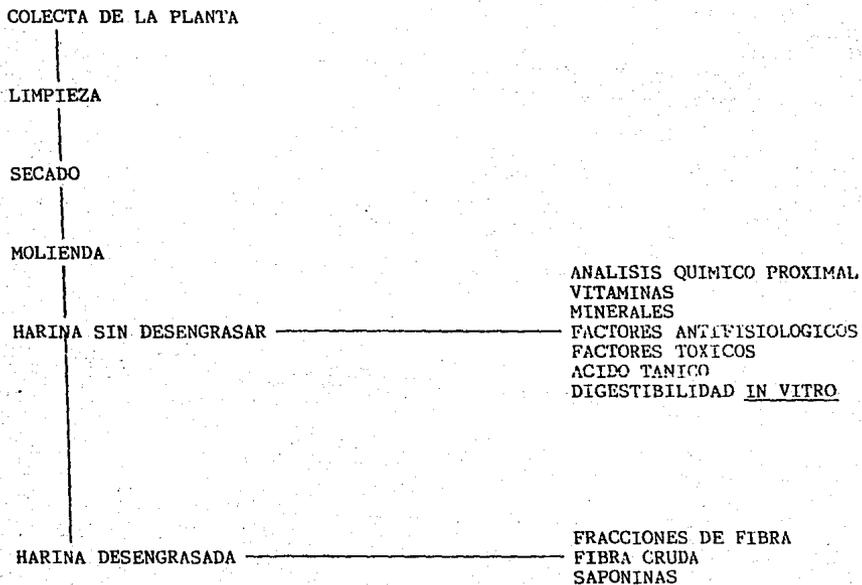
- 1.- Obtención de la materia prima - La planta traída del campo y al macenada en bolsas de plástico, oscuras y bien cerradas, guardadas en refrigeración.
- 2.- La limpieza - Es la eliminación manual de flores, tallos y elementos ajenos a la planta. Separación de hojas marchitas, con manchas o cloróticas.
- 3.- El secado - Las hojas se pusieron en charolas de aluminio y se metieron a la estufa de secado a una temperatura de 40°C como máximo. Periódicamente se volteaban hasta que estuvieran completamente secas.
- 4.- La molienda - Se realizó con el fin de obtener una harina de fácil manejo para la realización de los análisis. Se utilizó un molino de aspas Cyclone Sample Mill con malla # 60.

Posteriormente la muestra se guardó en frascos color ámbar bien tapados y etiquetados ( Figura 3 ).

FIGURA 3.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL ANALISIS DE LA HARINA DE

Verbena carolina.



## C ) METODOS DE ANALISIS.

### C.1. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.

- Determinación de humedad por el método 14.004 del A.O.A.C. (11).
- Determinación de cenizas por incineración. Método 14.006 del - A.O.A.C. (12).
- Determinación de proteínas por el método de Kjeldahl 2.049 del - A.O.A.C. (13).
- Determinación de extracto etéreo por extracción con solventes. Mé- todo 7.045 del A.O.A.C. (14).
- Determinación de fibra cruda por hidrólisis ácida y alcalina. Mé- todo 7.054 del A.O.A.C. (15).
- Extracto libre de nitrógeno, por diferencia de la sumatoria de los porcentajes obtenidos en las determinaciones anteriores entre 100.

### C.2. FACTORES ANTINUTRICIOS.

#### C.2.1. FACTORES QUE ALTERAN LA DIGESTION.

- Saponinas.- método cualitativo de Monroe (16).
- Acido Tánico.- método del A.O.A.C. (17).

#### C.2.2. FACTORES TOXICOS.

- Glucósidos Cianogénicos por el método del A.O.A.C. (18).
- Alcaloides.- método cualitativo (19).

### C.2.3. FACTORES ANTIFISIOLOGICOS.

- Hemaglutininas por el método de Jaffé et al. (20).
- Inhibidor de Tripsina.- por la técnica de Kakade y colaboradores (21).

### C.3. VITAMINAS.

- Tiamina (B<sub>1</sub>) .- por el método del Tiochromo (22).
- Riboflavina (B<sub>2</sub>).- método fluorométrico (23).

### C.4. MINERALES.

- Calcio.- por absorción atómica (24).
- Hierro.- por alfa-alfa dipiridilo (25).
- Fósforo (26).

### C.5. FRACCIONES DE FIBRA.

- Fibra Neutro Detergente (27).
- Fibra Acido Detergente (27).
- Lignina, Celulosa y Sílice (27).

### C.6. DIGESTIBILIDAD IN VITRO. por el método de Tilley y Terry (27).

D ) APARATOS Y EQUIPOS.

- Balanza granataria Ohaus.
- Balanza digital Sartorius 2001 MP2.
- Estufa de temperatura controlada, National Appliance Co. Mod.5510.
- Mufla "Dubuque IV", Termoline Corporation Mod. 10500.
- Extractor de grasa Goldfish "Lab.Con.Co."
- Aparato Kjeldahl de digestión y destilación. "Lab.Con.Co."
- Extractor de fibra cruda "Lab.Con.Co."
- Parrilla eléctrica.
- Autoclave "Teisa".
- Baño metabólico "Dubnoff".
- Espectrofotómetro Baush & Lomb Spectrónic 70.
- Espectrofotómetro Gilford Mod 250.
- Espectrofotómetro de Absorción atómica.
- Potenciómetro digital "Beckman Zeromatic II".
- Centrífuga "Salt Bat".
- Parrilla de agitación ó electromagnética.
- Agitador de tubos "Vortex".
- Molino "Cyclone Sample Mill U.D. Co."
- Mallas U.S.A. Standard No. 60.
- Estufa de Incubación.
- Fluorómetro.
- Aparato Microtester Cook Engineering Co.
- Cronómetro.
- Material de cristalería en general.

RESULTADOS Y DISCUSION.

C U A D R O I I

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE Verbena carolina.

Y ALFALFA ( Lucerne sp. ) \* .

FRACCIONES	<u>Verbena carolina</u>		<u>Lucerne sp.</u>
	<u>BASE HUMEDA</u>	<u>BASE SECA</u>	<u>BASE SECA</u>
	%	%	%
HUMEDAD	75.0	--	--
PROTEINA CRUDA	4.41	17.64	14.6
EXTRACTO ETereo	0.82	3.31	1.8
FIBRA CRUDA	2.30	9.20	9.20
CENIZAS	2.36	9.45	9.0
E.L.N.	15.09	60.38	40.2

\* Tablas del NRC.

E.L.N. = EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

### 1 ) ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.

En base a los resultados obtenidos del Análisis Químico Proximal, Cuadro II, se observa que la cantidad de proteína cruda presente en la Ver--bena carolina es mayor en aproximadamente tres unidades por ciento que la reportada para la alfalfa, representando un buen potencial proteínico, ya que los rumiantes poseen gran habilidad para convertir las formas simples nitrogenadas en proteínas verdaderas (29).

El porcentaje de fibra cruda encontrado en la planta, Cuadro II, resulta ser igual que el de la alfalfa. La composición de ésta fibra se --discute mas adelante en fracciones de fibra.

La composición del extracto etéreo en los vegetales incluye no sólo los ácidos grasos, grasa neutra, fosfolípidos y esteroides, sino también --vitaminas, hidrocarburos y pigmentos, aportando éstos últimos un mayor porcentaje de extracto etéreo; éste valor es mayor que el de la alfalfa, lo cual desde el punto de vista nutricional es importante, ya que el extracto etéreo como fuente de energía le permite al organismo ahorrar proteínas y ciertas vitaminas, sirviendo como depósito de calorías (30,31).

La determinación de cenizas es la fracción del Análisis Químico Proximal que mide la mayor parte de los minerales de un alimento. El porcentaje encontrado es similar al de la alfalfa (30).

La Verbena carolina contiene un porcentaje aceptable de humedad, - Cuadro II, ya que las plantas utilizadas como forraje presentan entre 60 y 90 % de ésta (24).

El valor del Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.) encontrado en la - V. carolina, Cuadro II, es alto aproximadamente 20 unidades por ciento en comparación con la alfalfa. Debido a éste dato, se pudiera considerar a la planta como un alimento con alto valor energético, (24).

C U A D R O   I I I

FRACCIONES DE FIBRA CRUDA EN Verbena carolina.

F R A C C I O N	%
FIBRA NEUTRO DETERGENTE ( Paredes celulares )	21.05
CONTENIDO CELULAR	78.95
FIBRA ACIDO DETERGENTE	20.66
LIGNINA	9.74
CELULOSA	9.50
SILICE	0.68
HEMICELULOSA	0.39

## 2 ) FRACCIONES DE FIBRA.

El método de análisis de forrajes, desarrollado por Van Soest y colaboradores (32), separa el alimento seco en dos fracciones: una de alta - digestibilidad, dada por el contenido celular, y otra de baja digestibilidad, dada por las paredes celulares.

Desde el punto de vista nutricional, el contenido celular presente - en la Verbena carolina establece un alto valor preteico ( Cuadro III ); ocurriendo lo contrario en las paredes celulares, ya que estas se componen de celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice principalmente.

La celulosa es la substancia mas abundante en el reino vegetal, y es el mayor componente estructural de las paredes celulares de las plantas. El contenido de celulosa presente en la V.carolina , Cuadro III, no tiene repercusiones negativas para la alimentación, debido a que los rumiantes poseen microorganismos capaces de degradar y aprovechar los productos de degradación como fuente energética (24,33).

El porcentaje de hemicelulosa no representa ningun problema (Cuadro III), ya que es menos resistente, a la degradación química, que la celulosa y es aprovechada por los microorganismos del rumen (24,33).

La lignina es un compuesto exclusivo del tejido vegetal localizado - en la pared celular, y su función mas importante es dar soporte estructural, así como proteger a la planta de ataques de microorganismos, inséc -

tos y otras plagas (33).

A medida que la planta madura, aumenta el contenido de lignina, es - tal vez por ésto, que la cantidad de lignina presente en la V.carolina - fue alto, lo cual pudiera afectar la digestibilidad, pues se forma el com plejo indigestible lignocelulosa (24). Es probable, por lo mencionado -- anteriormente, que si se determina la cantidad de lignina de la planta - en un estado vegetativo menos maduro, ésta disminuya.

La sílice, al igual que la lignina, es un elemento estructural y pue de contribuir sobre algunas características de la planta como rigidez, as peréz y algun sabor agrio, causando baja digestibilidad y problemas de - preferencia (31). Sin embargo, la cantidad encontrada en la planta (Cua dro III) es mínima y no representa obstáculo alguno para su consumo.

### 3 ) DIGESTIBILIDAD

Debido a que las pruebas de digestión son muy costosas, requieren de bastante alimento, tiempo y personal capacitado, se han desarrollado métodos que permiten estimar la digestibilidad en forma indirecta, como por ejemplo; métodos in vitro. Estas pruebas tienen gran aceptación porque se han encontrado correlaciones positivas con la digestibilidad in vivo superiores a 0.90.

Uno de los factores que afectan la digestibilidad es la cantidad de fibra y/o lignina presente en el alimento. Como regla general, la digestibilidad disminuye a medida que aumenta el contenido de lignina (24,33,-34).

Aún cuando el contenido de lignina en la planta es alto (Cuadro III), el porcentaje de digestibilidad in vitro de la Verbena carolina ( 66.71%) es bastante bueno, si se toma en cuenta que la digestibilidad in vitro reportada para la alfalfa en México, es de  $50 \pm 3.3 \%$  (35).

El resultado de la digestibilidad in vitro de la Verbena carolina pone de manifiesto que esta especie presenta otra característica más para ser usada como un forraje para mantenimiento.

CUADRO IV

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE TIAMINA Y RIBOFLAVINA DE LA PLANTA  
HERBACEA Verbena carolina .

---

TIAMINA

NO SE DETECTO

RIBOFLAVINA

1.15 mg. / 100 gr.

---

#### 4 ) VITAMINAS

Tiamina.-- Aun cuando es un elemento metabólico esencial para todas las especies, por lo general no se requiere en las reacciones de los rumiantes debido a la acción microbiana del rumen.

Sin embargo, en corderos y becerros que aún no tengan rumen funcional se pueden producir deficiencias de tiamina (33).

Como se observa en el cuadro IV, no se obtuvieron resultados en el laboratorio, debido a dos factores; uno, que la cantidad de pigmentos -- presentes en la planta interfirieron en la lectura; ó dos, porque la cantidad de tiamina presente en la planta es mínima.

Riboflavina.-- Esta vitamina se requiere para el metabolismo de todos los animales, pero no en las dietas de bovinos y ovinos, ya que una vez que el rumen se ha desarrollado, la síntesis bacteriana produce las cantidades adecuadas para cubrir las necesidades corporales (33).

La riboflavina se sistetiza en todas las partes de la planta, reportándose una mayor concentración en las hojas, por ello, los forrajes frondosos, en particular la alfalfa, son muy buenas fuentes de ella (33).

La Verbena carolina se puede considerar una buena fuente de riboflavina según se observa en el Cuadro IV.

C U A D R O V

COMPARACION ENTRE LA CONCENTRACION DE CALCIO, FOSFORO Y HIERRO EN  
 LA Verbena carolina Y LAS RECOMENDACIONES PARA BOVINO DE CARNE.\*

MINERAL	CONCENTRACION	RECOMENDACION
	mg. / 100 gr.	mg. / 100 gr.
CALCIO	1560.00	180 - 1040
FOSFORO	193.88	180 - 700
HIERRO	245.60	40.0

\* TOMADO DE LAS TABLAS DEL NRC PARA BOVINO DE CARNE.  
 U.S.A. 1976.

## 5 ) MINERALES

Los elementos minerales como calcio, hierro y fósforo entre otros, - realizan funciones esenciales en el organismo y por lo tanto deben estar presentes en los alimentos.

El contenido de Ca, y P de la parte vegetativa de la planta depende directamente del suelo y otros factores de cultivo (34 ).

Se ha demostrado que pequeñas cantidades de calcio son estimulantes para los microorganismos del rumen con respecto a la digestión de celulosa in vitro (34).

Varios reportes indican la completa utilización del fósforo por los microorganismos del rumen para la digestión de la celulosa o el crecimiento celular. además de ser un elemento importante en muchas reacciones metabólicas y un componente integral de las nucleoproteínas (34).

Comparando los niveles de calcio y fósforo obtenidos, con los requeridos para bovinos de carnes, Cuadro V, se observa lo siguiente: el nivel de calcio de la Verbena carolina sobrepasa los límites requeridos, mientras que el valor del fósforo se encuentra dentro del rango aceptado.

La proporción que se observa entre éstos dos nutrimentos es de aproximadamente 6:1 (Ca:P). Es necesario mencionar la importancia de la proporción en que se encuentran en la alimentación el Ca y el P, en lo que -

se refiere a la absorción de ambos elementos. Un nivel alto de calcio -- frente a un aporte normal o bajo de fósforo, conduce a una disminución en la utilización del segundo.

Aunque el equilibrio entre calcio y fósforo está definido como de -- 2:1 y 1:1, una proporción adecuada puede encontrarse fuera de éstos límites; en becerros, por ejemplo, los niveles de 1:1 a 7:1 son totalmente satisfactorios.

La importancia de la proporción calcio:fósforo varían en las dis-- tintas especies, pero en general, esto es de mayor trascendencia en los no rumiantes que en los rumiantes (33, 36).

Las plantas con mucho follaje son fuentes muy ricas de hierro, como así también muchas de las semillas. Los pastos, que representan las dos terceras partes del alimento de los bovinos y borregos, comúnmente con-- tienen de 100 a 200 gramos de hierro por Kg. Excesos de éste mineral en la ración interfiere con la absorción del fósforo por la formación de un fosfato insoluble.

El principal regulador de la absorción de elementos ferrosos está representado por las necesidades que de él tiene el organismo (33,36).

La cantidad de hierro encontrada en la Verbena carolina, se excede en mucho a las recomendaciones, pero no alcanza ni la mitad del valor del nivel tóxico por lo que se puede emplear para la alimentación animal.

C U A D R O V I

FACTORES ANTIFISIOLOGICOS DE LA Verbena carolina.

FACTOR	RESULTADO
F. ANTRITIPSICO	NO SE DETECTO
HEMAGLUTININAS:	
TIPO A	NO SE DETECTO
TIPO B	NO SE DETECTO
TIPO C	NO SE DETECTO
TIPO D	NO SE DETECTO

## 6 ) FACTORES ANTINUTRICIOS

### 6.1 FACTORES ANTIFISIOLOGICOS.

Factor antitripsico.- La tripsina tiene como función el degradar las proteínas ingeridas con los alimentos, hasta aminoácidos que son absorbidos en las vellosidades entéricas (37).

La presencia de un inhibidor de tripsina no permitiría la degradación ni absorción de las proteínas, provocando una insuficiencia proteínica en el animal (38).

Las hemaglutininas, también llamadas lectinas, son características por su capacidad de aglutinar las células rojas de la sangre, tanto de humanos como de los animales (39).

Se han detectado en muchas familias de plantas, desde los líquenes - hasta las fanerógamas; también se presentan en las diferentes clases de animales, desde las esponjas hasta los tejidos de los mamíferos (39).

El nivel crítico de las hemaglutininas es de 0.5 - 1.2 % contenidas en la dieta. Su toxicidad depende de la especie y raza del animal que - las consume, de la naturaleza del alimento y del tipo de hemaglutininas, siendo éstas de los siguientes tipos:

- Hemaglutininas tipo A: Aglutinan eritrocitos de conejo y eritrociti

- - - - - tos tripsinados de vaca.
- Hemaglutininas tipo B: Aglutinan sólo glóbulos rojos de conejo.
- Hemaglutininas tipo C: Aglutinan sólo eritrocitos tripsinados -  
de vaca.
- Hemaglutininas tipo D: No actúan sobre ninguno de los dos tipos -  
de eritrocitos (39, 40).

Como se observa en el Cuadro VI, no se detectó la presencia del factor antitripsico ni de ningún tipo de hemaglutininas, lo cual confiere -- otra característica a favor del aprovechamiento de éste recurso dentro de la alimentación animal.

C U A D R O   V I I

FACTORES TOXICOS DE LA Verbena carolina.

F A C T O R	R E S U L T A D O
ALCALOIDES : *	
R. DE WAGNER	( + )
R. DE DRAGENDORFF	( + )
R. DE SONNENSCHNEIN	( - )
GLUCOSIDOS CIANOGENICOS	NO SE DETECTO

\* ESCALA DE RESULTADOS

- ( - )      **Negativo**
- ( + )      **Escaso o dudoso**
- ( ++ )     **Moderado**
- ( +++ )    **Abundante**

## 6.2 FACTORES TOXICOS.

Ampliamente distribuido en el reino vegetal se encuentra el ácido - cianhídrico (HCN) en cantidades mínimas y principalmente en forma de glucósidos cianogénicos. Algunas pasturas, leguminosas y semillas presentan concentraciones relativamente altas (41).

El ácido cianhídrico (HCN), se libera de los glucósidos cianogénicos por medio de una acción enzimática, que ocurre cuando la planta se ingiere directamente y es masticada por el animal, conocida como cianogénesis (41).

El HCN al combinarse con una hemoproteína, particularmente citocromo-oxidasa, inhibe la respiración celular, causando muerte por anoxia generalizada de las células intoxicadas (41).

El nivel crítico de glucósidos cianogénicos va de 0.3 a 1.5 mg. / Kg. del peso corporal en humanos, en animales no se tienen especificaciones - (41,42).

Los alcaloides son bases nitrogenadas que se presentan en los vegetales en forma de sales orgánicas. Están frecuentemente en los órganos de crecimiento o en vías de formación. La misma planta puede contener varios alcaloides entre los que predomine alguno (43).

La presencia de algunos alcaloides provoca intoxicaciones, trastornos hepáticos y cirrosis; así como problemas respiratorios, circulatorios y alteraciones de la conducta (42, 43).

Como se puede observar en el Cuadro VII, la existencia de glucósidos cianogénicos no fue detectada y en cuanto a los alcaloides, su presencia es escasa ó dudosa según los resultados de la técnica empleada, aún - así, este valor no afectaría en el aprovechamiento de la Verbena carolina como alimento para el ganado vacuno.

CUADRO VIII

FACTORES QUE ALTERAN LA DIGESTION PRESENTES EN LA Verbena carolina.

---

FACTOR

---

RESULTADO

---

SAPONINAS

NO SE DETECTO

ACIDO TANICO

1.15 mg. / 100 gr.

---

### 6.3 FACTORES QUE ALTERAN LA DIGESTION.

Las saponinas son glicósidos existentes en una amplia variedad de -- plantas. Se caracterizan generalmente por su sabor amargo, por la producción de espuma en soluciones acuosas y por su habilidad de hemolizar las células rojas de la sangre. También inhiben la absorción del colesterol. El nivel crítico de saponinas se presenta en 100 mg. / Kg. de alimento -- (44, 45).

El ácido tánico es una sustancia que disminuye la disponibilidad -- de los nutrimentos, ya que destruye enzimáticamente nutrimentos particula res presentes en los alimentos (46).

Los taninos interfieren en la acción digestiva de la tripsina y de -- la alfa amilasa, pueden formar un complejo con la vitamina B<sub>12</sub>, causando una disminución en la absorción de esta vitamina; así también, inhiben -- la absorción de glucosa y metionina en el intestino (40, 44).

El nivel crítico de toxicidad en animales se presenta en un intervalo de 1.8 a 2.0 % de ingestión alimenticia (47).

Con base en los resultados del Cuadro VIII. se determina que no -- existe inconveniente en la utilización de la planta para consumo animal, ya que por una parte no se detectaron saponinas, y por otra, el nivel -- de ácido tánico se presenta en un porcentaje de 0.11, lo cual no interfire en la disponibilidad de los nutrimentos.

CONCLUSION.

## CONCLUSION.

El estudio sobre la composición química y los factores antinutricios presentes en la especie arverse Verbena carolina L., permite un mayor conocimiento para determinar su utilización dentro de la alimentación animal; pudiendo concluir de éste modo, en base a sus características químicas y nutricias lo siguiente: el valor de la proteína cruda (17.66 %) representa un buen potencial proteínico, al igual que el extracto libre de nitrógeno (60.38%) puede considerarse como potencial energético.

El valor del extracto etéreo (3.31 %) representa una fuente de energía mayor que la observada en la alfalfa. La cantidad de cenizas de la planta (9.20 %) manifiesta un alto contenido de minerales, como se comprueba en el Cuadro V: ( Ca = 1560.0 mg / 100 g., P= 193.88 mg / 100 g. y Fe= 245.6 mg / 100 g.), comprobando una vez mas, que las plantas con mucho follaje son fuentes muy ricas de minerales, en éste caso, sin llegar a niveles tóxicos.

El contenido de fibra cruda (9.20 %) es similar al de la alfalfa y no representa mayor problema para su consumo por el ganado vacuno, ya que el valor de la digestibilidad in vitro obtenido (66.71 %) es bastante bueno. Es posible que éstos valores varien según la época de corte de la V. carolina, ya que a medida que la planta madura, el contenido de lignina aumenta, ocasionando un aumento en el valor de la fibra cruda y por lo tanto una disminución en la digestibilidad.

En cuanto a los valores de las vitaminas, no se obtuvieron resultados de Tismina, por lo que se recomienda el empleo de otras técnicas mas especializadas; el valor de la Riboflavina (1.15 mg / 100 g) confirma que - ésta vitamina se sintetiza en los forrajes frondosos, siendo muy buena - fuente de ella.

Finalmente, no se encontró factor antinutricio alguno que pudiera -- obstaculizar el consumo de la planta.

Considerando lo mencionado anteriormente, puede proponerse a la Verbena carolina como un forraje para mantenimiento del ganado vacuno, por -- ser éste quien lo ha seleccionado para consumo, en aquellos lugares donde exista ésta especie, fomentando así su explotación racional y evitando el gasto económico de la compra de otros forrajes.

De éste modo se visualiza la importancia que pueden tener las espe-- cies arvenses dentro de la alimentación animal y / o humana, debiéndose - dar un mayor auge al estudio de aquellas especies que de una u otra mane- ra son aparentemente dañinas, en busca de nuevas perspectivas de aprove-- chamiento de los recursos naturales de nuestro país.

**BIBLIOGRAFIA.**

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Valencia, F.E. El Sistema Alimentario Mexicano. Cuadernos de Nutrición. México 5 (2) : 33 - 42 (1981).
- 2.- Chávez, A. La Alimentación y los problemas nutricionales. Publicación L 39. División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición. pp. 1 - 43. 1982.
- 3.- Sánchez, S.O. La flora del Valle de México. Sexta edición. Ed. Herrera. México. pp. 327, 362. 1981.
- 4.- Martínez, Maximino. "Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas". Fondo de Cultura Económica. México. pp. 1199. - 1979.
- 5.- Díaz, José Luis. "Índice y Sinomía de las plantas medicinales de México". Monografías Científicas I. Edit. INEPLAN. México. pp. 358.- 1976.
- 6.- Villegas y De Gante, M. Malezas de la Cuenca de México. Publicación 5. Instituto de Ecología. México. pp. 9 - 25. 1979.
- 7.- Cronquist, A. An Integrated System of Classification of flowering - Plants. Columbia University Press. U.S.A. 1981.
- 8.- Hernández, M.L. Estructura y composición de la comunidad de Abies - religiosa en el Parque Nacional "Lagunas de Zempoala" en el estado - de México. Tesis de Licenciatura. U.N.A.M. Trabajo Innédito. Comunicación personal.
- 9.- García, E. "Modificación al Sistema de Clasificación de Köppen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México. 246 p. 1973.

- 10.- Díaz, José Luis. "Usos de las plantas medicinales de México". Monografías Científicas II. Edit. IMEPLAN. México. pp. 311. 1976.
- 11.- Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry. Thirteenth edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. Método 14.004:222. -- 1985.
- 12.- Ibid. Método 14.006:222.
- 13.- Ibid. Método 2.049:15.
- 14.- Ibid. Método 7.045:131.
- 15.- Ibid. Método 7.054:137.
- 16.- Monroe, E.E., Wall, E., Rolland, M.L. Detection and estimation of - steroidal sapogenins in plant tissue. Anal. Chem. 8 (24) : 1337 -- 1341 (1952).
- 17.- A.O.A.C. Método 9.098:158.
- 18.- A.O.A.C. Método 26.134:433.
- 19.- Webb, L.J. An Australian phytochemical survey in alkaloids and -- cyanogenetic compounds in Queensland plants. Boletín 241, CSIRO, -- Merlbourne, 1949.
- 20.- Jaffé, L.A., Werner, G.C., González, I.D. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. Phytochem., 13:2685, -- 2693. 1974.
- 21.- Kakade, M.L., Rackis, J.J., Mc Ghee, J.E. and Pusky, G. Determina-- tion of trypsin inhibitors activity of soy-products. A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 51 (3) : 376-382. 1974.
- 22.- Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. -- Eighth edition. American Assoc. of Cereal Chemists. U.S.A. Vol. II.

1983. Método 86-80.
- 23.- Ibid. Método 86-70.
- 24.- Pro, M.A. y Sosa, M. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Colegio de Postgraduados. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México. 1979.
- 25.- Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry. Thirteenth edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. Método 14.013:223.
- 26.- Ibid. Método 3.065:39.
- 27.- Tejeda, I. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes utilizados en la Nutrición Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. México. 1983.
- 28.- National Research Council (N.R.C.). National Academy of sciences. Nutrient requirements of Beef Cattle, No. 4. Fifth edition. U.S.A. pp. 32,33. 1976.
- 29.- De alba, J. Alimentación del Ganado en América Latina. Quinta edición. La Prensa Médica Mexicana. México. 1983.
- 30.- Bateman, J.V. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Ed. Herrero. México. pp. 391. 1970.
- 31.- Barrios, T.R. Caracterización nutricional del mezquite "Prosopis laevigata (H & Bexwild) M.C.Johnston" en tres épocas de corte. Tesis -- U.N.A.M. 1985.
- 32.- Ensminger, M.E. and Ollentine, G.C. Feeds and Nutrition. The Ensminger Publishing Co. U.S.A. pp. 583 - 700. 1980.
- 33.- Maynard, L.A. et al. Nutrición Animal. Séptima edición. Ed. Mc Graw Hill. México. 1984.

- 34.- Church, D.C. and Pond, W.C. Basic Animal Nutrition and feeding. -- Third edition. O & B Books. U.S.A. 1975.
- 35.- Estrada, J. y Zorrilla, R. Estudio de Técnicas de Laboratorio en - Nutrición Animal. Vol. I. Comparación del coeficiente de digestibilidad aparente determinado en forma directa y por métodos indirectos. Memorial de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. Depto. de Divulgación Científica y Técnica. INIP - SARH. México. pp. -- 532 - 534. 1982.
- 36.- Flores, M.J. Bromatología Animal. Tercera edición. Ed. Limusa. Méxi- co. 1983.
- 37.- Liener, I.E. and Kakade, M.L. Protease inhibitors.: In Toxic consti- tuents of Plant Foodstuffs. Second edition. Academic Press. U.S.A. pp. 7-57. 1980.
- 38.- Kakade, M.L. Rackis, J.J., Mc Ghee, J.E. & Puski, G. Determination - of trypsin inhibitors activity of soy products. A collaborative analy- sis of an improved procedure. Cereal Chem. 51 (3) : 376 - 382. 1974.
- 39.- Jaffé, W.G. Hemagglutinins. In: Toxic constituents of plant food --- stuffs. Second edition. Academic Press. U.S.A. pp. 73 - 98. 1980.
- 40.- García, M.M. Algunos aspectos sobre el valor nutritivo, evaluación bio- lógica y factores toxicológicos de la chaya ( Cnidoscolus chayamansa) para alimentación humana. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracru- zana. Veracruz, Ver. 1984.
- 41.- Montgomery, R.D. Cyanogens. In: Toxic constituents of plant foodstuffs. Second edition. Academic Press. U.S.A. pp. 161-182. 1980.
- 42.- Carranco, J.M. Caracterización del arbusto forrajero "Guayacán" Viscai- noa geniculata. Tesis de Licenciatura. Universidad Motolinia. México. 1984.

- 43.- Lenz, A. Química Orgánica Elemental. Ed. Patria. México. pp. 457 - 464. 1975.
- 44.- Muñoz, E. Substancias tóxicas en los alimentos. Interacciones tóxico-nutrientes. Boletín informativo de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos. Año 1, 1(7): 42-45. 1983.
- 45.- Yehudith, B & Irena, P. Saponins. In: Toxic constituents of plant foodstuffs. Second edition. Academic Press. U.S.A. pp. 161-182. -- 1980.
- 46.- Liener, I.E. Tannins. In: Toxic constituents of plant foodstuffs.- Second edition. Academic Press. U.S.A. pp. 453 - 457. 1980.
- 47.- Claven, J. et al. Removal of tannins and improvement of in vitro protein digestibility of sorghum seeds by soaking in alkali. Jour. Food Sci. 44: 1319. 1979.