

43  
20j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "CUAUTITLAN"**

**"EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA  
Acacia saligna COMO RECURSO FORRAJERO"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A  
EDUARDO GONZALEZ BARRANCO**

**Director de Tesis: Q. B. Lilián Morfín Loyden**

**Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.**

**1987**



## **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.

## C O N T E N I D O

	Pag.
I. JUSTIFICACION.....	1
II. LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	2
III. RESUMEN.....	4
IV. ANTECEDENTES.....	5
V. INTRODUCCION.....	11
VI. OBJETIVOS.....	16
VII. MATERIALES Y METODOS.....	17
VIII. RESULTADOS.....	21
IX. DISCUSION.....	44
X. CONCLUSIONES.....	47
XI. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49

## I. J U S T I F I C A C I O N .

El trabajo se realizó con base en los requerimientos del país de un mayor y mejor número de recursos forrajeros que no han sido explotados (entre ellos la Acacia saligna) y que puedan aprovecharse para la alimentación animal y así, indirectamente, satisfacer las necesidades nutritivas del pueblo de México.

De los problemas que confronta la ganadería nacional para su óptimo desarrollo, en el factor alimentario se encuentra uno de los principales gastos, el cual incide sobre un 70 % en promedio de los costos económicos que demanda esta actividad y modifica sustancialmente los efectos de la productividad, que puede llegar a generar utilidades cuando su explotación se realice racional e intensivamente (Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros, -- 1980).

Otra de las razones principales radica en las condiciones climáticas y edafológicas del territorio nacional, ya que presenta las siguientes limitantes para las actividades agropecuarias:

- Un 32 % del territorio nacional presenta problemas de sequía.
- Un 16 % presenta suelos con deficiencias de minerales.
- Un 17 % son suelos de poca profundidad.
- Un 10 % son suelos que presentan excesos de humedad.
- Sólo un 25 % del suelo del país no tiene limitaciones de importancia y son aptos para la agricultura (Schoijet, 1982).

También, analizando el V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1970, se advierte que, del total de la superficie censada, las tierras aptas o susceptibles de explotación ganadera comprendían algo más de 78 millones de hectáreas, que representaban el 56 % del universo censado, con aproximadamente 4 millones de hectáreas de tierras de labor para la ganadería (Schiavo, 1983).

## II. LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADRO	Pag.
1. Comparación de la composición química de la parte vegetativa (hojas y tallos) de algunas leguminosas arbustivas.....	15
2. Requerimientos nutricionales de los borregos en - finalización, entre 30 y 50 kg de peso.....	21
3. Análisis químico de los filodios de <u>Acacia saligna</u> ....	21
4. Digestibilidad aparente de los tratamientos por - período de materia seca de <u>Acacia saligna</u> -alfalfa.....	22
5. Promedios de % de digestibilidad aparente de materia seca de los tratamientos por período de <u>Acacia saligna</u> mezclada con alfalfa.....	23
6. Análisis químico proximal y fracciones de fibra detergente neutro de las muestras de alimento para determinar los coeficientes de digestibilidad.....	24
7. Análisis químico proximal y fracciones de fibra detergente neutro de las muestras de heces para determinar los coeficientes de digestibilidad.....	25
8. Coeficientes de digestibilidad (CD).1er. período.....	26
9. Coeficientes de digestibilidad (CD).2o. período.....	27
10. Coeficientes de digestibilidad (CD) 3er. período.....	28
11. Coeficientes de digestibilidad (CD) 4o. período.....	29
12. Ajuste de las ecuaciones de 1º y 2º grado para los datos de la digestibilidad de materia seca de <u>Acacia saligna</u> - alfalfa.....	30
13. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la digestibilidad y el contenido de nutrientes.....	31
14. Balance de nitrógeno de los tratamientos por período de MS de <u>Acacia saligna</u> - alfalfa.....	42
15. Promedios del balance de nitrógeno.....	43

## Figura

Pag.

1. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre el coeficiente de digestibilidad (CD) de materia seca.....	32
2. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre el coeficiente de digestibilidad de la proteína (CDP).....	33
3. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre el coeficiente de digestibilidad de la fibra (CDF).....	34
4. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre el % de rechazos (%R).....	35
5. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la cantidad de proteína digerida (PD).....	36
6. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la cantidad de fibra digerida.....	37
7. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la cantidad de extracto etéreo digerida.....	38
8. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la cantidad de extracto libre de nitrógeno digerida...	39
9. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la cantidad de cenizas digerida.....	40
10. Efecto del % de <u>Acacia saligna</u> en la dieta sobre la cantidad de energía digerida.....	41

## III. RESUMEN.

El presente trabajo fue realizado en las instalaciones de la FES-Cuautitlán. Consistió en evaluar la calidad nutritiva de un árbol denominado Acacia saligna mediante el análisis químico, la digestibilidad aparente, los coeficientes de digestibilidad y el balance de nitrógeno.

Para la evaluación de la digestibilidad se realizó el experimento según el diseño del cuadrado latino con cuatro ovinos macho de 37.5 kg de peso al inicio del experimento; dos de ellos de raza Rambouillet y los otros dos, cruce de Rambouillet con criollo. Se probaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno.

Los resultados del análisis químico (en base seca) fueron de 16.04 % de proteína cruda; 42.34 % de fibra detergente neutro; — 8.86 % de cenizas; 4.33 % de extracto etéreo y 28.43 % de extracto libre de nitrógeno.

Los promedios de la digestibilidad aparente de materia seca de los cuatro tratamientos fueron de 67.34 % para los tratamientos con 100 % de alfalfa (testigo); 65.70 % para los tratamientos con 80 % de alfalfa y 20 % de Acacia saligna (N1); 59.02 % para los tratamientos con 60 % de alfalfa y 40 % de Acacia saligna (N2); 56.97 % para los tratamientos con 40 % de alfalfa y 60 % de Acacia saligna (N3).

El balance de nitrógeno resultó positivo en los promedios de los cuatro tratamientos: 49.72 g (de proteína) para el tratamiento testigo; 56.24 g para el tratamiento N1; 65.77 g para el tratamiento N2; 37.81 g para el tratamiento N3.

Los resultados de los coeficientes de digestibilidad muestran que el mejor tratamiento fue el que contenía 20 % de A. saligna y el cual no tuvo diferencias significativas con el testigo.

#### IV. ANTECEDENTES .

La nutrición animal tiene una gran significancia internacional en la agricultura aplicada y está empezando a ser utilizada - para entender el metabolismo de los nutrimentos como los hidratos de carbono, las proteínas y los micronutrimentos en los procesos fisiológicos (Terranishi,1978).

Ha sido estimado que desde hace doscientos años, un millón - de publicaciones han aparecido tendientes a hacer algún tipo de - investigación sobre alimentos, sus diversas propiedades, su utilización y sus efectos en los animales (Terranishi,1978).

Los estudios de alimentación han sido los principales métodos empleados para determinar los requerimientos cualitativos y - cuantitativos de la mayoría de los nutrimentos conocidos, así como para determinar el valor de los alimentos y las combinaciones dietéticas para el crecimiento, el mantenimiento, la reproducción y aún para todas las funciones vitales (Maynard,1981).

#### EVALUACION DE LOS ALIMENTOS POR SU COMPOSICION QUIMICA.

En la práctica alimenticia tiene gran importancia la evaluación correcta del valor nutritivo de los alimentos. El valor nutritivo de los alimentos está condicionado por su composición química, por sus cualidades organolépticas como lo son su color, olor, sabor, textura y gustosidad. La composición química de los - alimentos es uno de los índices primarios fundamentales del valor nutritivo (Bobilev, et al. 1979).

La composición química de los alimentos no es constante y depende del clima, del suelo, de la técnica de cultivo, de las variedades y de las etapas en que se cosechan las plantas, del período de almacenamiento y de los métodos de preparación de los a-

limentos (Bobilev, et al. 1979).

El conocimiento de la composición química de los alimentos - facilita sobremanera la organización de una alimentación que permite juzgar mejor acerca de su calidad y utilidad para los animales. No obstante, la evaluación química de los alimentos sólo da una primera idea de su valor nutritivo. Es sabido que el grado de aprovechamiento de los componentes que integran los alimentos de similar composición química es muy diferente. Esto está condicionado por la especie animal, la edad y estado fisiológico, por la calidad y volumen de producción, etc. Por lo tanto, el verdadero valor nutritivo de los alimentos sólo puede definirse estudiando el efecto de los alimentos sobre el organismo animal. Uno de estos métodos de análisis evalúa los alimentos por su digestibilidad (Bobilev, et al. 1979).

#### CALIDAD NUTRITIVA.

Los alimentos son clasificados según su energía metabolizable y el contenido de proteína, y en ellos, las deficiencias de vitaminas y minerales son comunes. El valor nutritivo específico de un alimento se ve influenciado por diversos factores (Van Soest, 1982).

El valor nutritivo es multifacético, pero es convencionalmente clasificado por los nutriólogos en tres componentes generales; digestibilidad, consumo alimenticio y eficiencia energética. La aplicación práctica de la evaluación asume que los alimentos son variables y las respuestas del animal son comparativamente reproducibles. Por esta razón, la digestibilidad es más comúnmente medible que la eficiencia o el consumo. La eficiencia o el consumo ofrecen más variación entre animales y el establecimiento del valor nutritivo por estos métodos es más difícil que por la digestibilidad (Raymond, 1969).

#### CALIDAD FORRAJERA.

"Calidad forrajera es una expresión del potencial del ganado para producir carne, leche, y otros productos a partir del forraje por medio de la utilización de sus nutrimentos utilizables. El nivel productivo del animal está controlado nutricionalmente por el consumo diario de nutrimentos digeribles y por la eficiencia con la que dichos nutrimentos pueden ser metabolizados y utilizados para los procesos corporales"(Barnes y Marten,1979).

Tanto el tipo y la cantidad de nutrimentos digeridos utilizables por unidad de tiempo son importantes para la producción de productos animales específicos. Así que, "calidad forrajera" o "calidad nutritiva" de los forrajes (el término es usado en forma sinónima) puede ser definido como el tipo y cantidad de nutrimentos digeribles utilizables por el animal por unidad de tiempo; - la calidad forrajera está en función de la velocidad de la ingesta y nivel de consumo, la velocidad y duración de la digestión y la eficiencia de utilización de nutrimentos específicos. Algunas o todas esas funciones pueden ser inhibidas por la presencia de sustancias antinutricionales en algunas especies de forrajes (Barnes y Marten,1979).

La calidad de los forrajes e ingredientes fibrosos generalmente varía debido a algunos factores. Las plantas con la edad se hacen más fibrosas y generalmente declina su valor nutritivo. Tales cambios se deben a la composición química alterada que involucra el incremento de la lignificación y un decremento en la proporción de las hojas o los tallos. Sin embargo, se debe reconocer que hay hojas con menor digestibilidad que algunos tallos. Partes de ciertas plantas pueden no cambiar con la edad, como por ejemplo las hojas de alfalfa, las cuales tienen poca función estructural y ello constituye una de las excepciones (Van Soest,1982).

## DIGESTIBILIDAD.

El término digestibilidad es normalmente usado para indicar que los nutrimentos o sustancias afines son absorbidas a través del tracto digestivo una vez atacados por alguna enzima digestiva o desintegrados por la microflora. En consecuencia, el término digestión, como ordinariamente se emplea, implica digestión y absorción. La digestión incompleta frecuentemente representa la mayor pérdida encontrada entre la cantidad del nutrimento inicialmente presente y la cantidad finalmente utilizada por el animal (Crampton y Harris, 1974).

Por definición, digestibilidad aparente de la materia seca o de algún nutrimento constituyente de los alimentos es aquella parte de la ingesta que no fue recuperada en las heces. Cuando esta fracción no recuperada se expresa como porcentaje de la ingesta, recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad (la palabra aparente se omite por lo general). Lógicamente esto supone que en la excreta no hay ninguna porción de los nutrimentos que hayan sido digeridos y absorbidos, pero esta suposición sólo puede hacerse con unos pocos nutrimentos (Crampton y Harris, 1974).

La digestibilidad de una dieta individual varía en parte con las condiciones de alimentación. Así que es necesario estandarizar las pruebas de digestión. Los productos metabólicos de las heces incluyen bacterias y desechos endógenos del metabolismo animal. Consecuentemente, la digestibilidad aparente puede ser considerada el balance de las pérdidas alimenticias en las heces; por lo tanto, la digestibilidad verdadera es el balance entre la dieta y los residuos alimenticios en las heces exclusivamente de los productos metabólicos. El coeficiente de digestibilidad verdadera es siempre más elevado que el de la digestibilidad aparente (Van Soest, 1982).

#### EXPERIMENTOS DE BALANCE.

La estimación del balance está expuesto a la clase de errores ya discutidos cuando se considera la digestibilidad, empezando porque la defecación, la orina y el eructo son eventos discretos y no funciones continuas. Los errores del muestreo y del análisis deben ser considerados también (Wainman, 1977).

Cuando la cantidad de alimento ingerido es incrementada, la velocidad de paso a través del intestino es también incrementada. Este parece ser el proceso normal que pudiera ser esperado ya que un intestino no es infinitamente distensible y conduce a un descenso en la digestibilidad con dietas que contienen forrajes. Cuando se compara la capacidad digestiva de diferentes especies o tamaños de animales se debe tener cuidado ya que el consumo está relacionado con el tamaño metabólico corporal de los animales, de otro modo la digestibilidad (su valor) será falseado por el efecto nutricional (Wainman, 1977).

En muchos experimentos, hay efectos asociativos que sólo pueden ser considerados junto con el término ración balanceada. Una "ración balanceada" puede ser definida como aquella en la cual todos los nutrimentos se presentan en cantidades que no limitan la utilización de otros nutrientes. Sin embargo, en el rumiante este concepto se complica por la existencia de la digestión ruminal. - Por ejemplo los nutrimentos parecen tener suficiente nitrógeno en una ración, pero llega a ser insuficiente para ser utilizable por el rúmen para permitir un nivel óptimo de los microbios que digieren celulosa, y las mismas consideraciones pueden aplicarse a la energía, y el tiempo de liberación de nutrientes en el rúmen debe también ser considerado debido a que existe diferente tiempo de retención para las fases sólida y líquida de la ingesta (Wainman, 1977).

## BALANCE DE NITROGENO.

Como el metabolismo del nitrógeno (N) aparece tan íntimamente ligado al crecimiento, la prueba del balance del N es quizás - la de uso más común en nutrición animal. Un animal en crecimiento ha de presentar un balance positivo del N. En períodos cortos de ciertas producciones, como es la lactación, se produce un balance negativo del nitrógeno si el animal es incapaz de consumir tanto N como elimina con la leche y pierde con heces y orina. Un animal adulto no productivo mantendría normalmente un balance equilibrado del N; es decir, la cantidad media de N ingerida durante un día será igual a la cantidad de nitrógeno perdida con heces y orina en un día. Además de estas pérdidas importantes, se producen pequeñas pérdidas de N a través de la muda del pelo, descamaciones cutáneas y sudoración, que pueden ser tenidas en cuenta si se está interesado en unas determinaciones muy exactas (Church y Pond, 1977).

Durante los experimentos de balance, el nivel proteínico de la dieta debe mantenerse bajo o marginal; cuando se superan las necesidades de proteína, la proteína extra será desaminada y el esqueleto del carbón se emplea para producir energía, mientras que el nitrógeno de la proteína aparece en la orina en forma de urea y proporciona una cifra irrealmente baja de la cantidad de N utilizada para fines productivos. Los errores a los que está expuesto el balance de nitrógeno, son el resultado de una recolección incompleta de excretas y de pérdidas durante el proceso de recolección, pero generalmente estamos interesados en una comparación relativa entre distintas fuentes de proteína y no en cantidades absolutas de N retenido en un corto período de tiempo (Church y Pond, 1977).

## V. INTRODUCCION .

La mitad del territorio de las naciones del mundo se halla en las zonas áridas o semiáridas. La escasez de la precipitación y su irregularidad anual e interanual caracterizan estas tierras, que ocupan una tercera parte de la superficie terrestre y albergan un 15 por ciento de su población.

La desertización puede concebirse como una mengua en la capacidad de sustentar ganado, una disminución de las cosechas, y una reducción progresiva del número de habitantes que puede sustentar una región árida.

Se calcula que, en conjunto, las zonas áridas y semiáridas contienen más de la mitad de las existencias de ganado vacuno del mundo entero, más de un tercio del ovino y dos tercios de sus cabras. De todos modos, la productividad del ganado en países no industrializados no representa más que el 10 a 20 por ciento de la obtenida de la crianza moderna de animales. Por ser vital, aunque de baja productividad, la ganadería en países áridos y semiáridos es, por lo tanto, extremadamente vulnerable (UNESCO, 1982).

Una alta proporción de la industria ganadera de México y Sudamérica se basa en la utilización de diversos tipos de vegetación de ambientes áridos y semiáridos. La utilización de estos recursos se realiza mediante el pastoreo y ramoneo de especies herbáceas y arbustivas por bovinos, ovinos, caprinos, equinos, camélidos y otros grupos genéricamente incluidos bajo la denominación de fauna silvestre (Castó, 1982).

Tanto en el norte como en el sur de América los recursos fundamentales de las zonas áridas y semiáridas (cubierta vegetal, suelo, fauna silvestre y diversos tipos de ganado) han llegado a un nivel de producción muy por debajo de su potencial y ante esta

situación, se ha puesto en tela de juicio su capacidad de producción sostenida y toman un mayor atractivo opciones de uso de la tierra cuya bondad y aplicación a amplios sectores no ha sido demostrada (Gastó, 1982).

Se sabe que para proteger el recurso suelo del centro de México, es necesario establecer especies forestales que se adapten a condiciones de temperatura extrema, poca precipitación pluvial (inferior a los 600 mm anuales) y una estación de sequía larga. Es necesario que la especie por introducir, presente alta velocidad de crecimiento, buena capacidad radicular en ausencia de suelo, que sirva de cobertura para protegerlo de la erosión y que requiera un mínimo de cuidados de trabajo cultural para así reducir los costos de mantenimiento (Schoijet, 1982).

Considerando todo lo anterior, es necesario crear arboledas que en un futuro sean fuente de madera, forraje y alimento (Schoijet, 1982).

El primer requisito en el desarrollo de la crianza de animales es asegurar para los rebaños comida más abundante, regular y nutritiva (UNESCO, 1982).

El punto de partida para incrementar la producción pecuaria está en la organización de una base forrajera sólida. Sólo con el aprovisionamiento pleno del ganado con alimentos de alta calidad, se puede asegurar el incremento de la producción de leche, huevo, lana, etc. (Bobilev, et al. 1979).

La familia Leguminosae se muestra muy promisoría para la producción de una gran cantidad de proteína vegetal que el mundo necesitará en un futuro próximo. En los campos se está desarrollando especialmente el cultivo de leguminosas que es la mejor y más rápida vía para aumentar la producción de alimentos proteínicos - (National Academy of Sciences, 1979).

La familia Leguminosae comprende 650 géneros y 18 000 especies aproximadamente, las cuales son sembradas en zonas templadas y trópico húmedo, zonas áridas, altiplanos, sabanas y tierras bajas, y hay también algunas leguminosas acuáticas (National Academy of Sciences, 1979).

De los miles de especies leguminosas conocidas, menos de 20 son usadas ampliamente hoy. Aquellas de uso común incluyen entre otras al cacahuete, frijol, lenteja, garbanzo, frijol de soya, alfalfa, trébol dulce y otras especies de trébol. Las restantes especies son poco usadas y muchas de ellas son casi desconocidas para la nutrición (National Academy of Sciences, 1979).

Las especies de arbustos y árboles forrajeros merecen mayor atención. Los árboles leguminosos son capaces de fijar el nitrógeno del suelo, tienen follaje rico en proteína; vainas, semillas y vigor general y son promisorios para futuros programas de enormes beneficios para el desarrollo del ganado campestre (National Academy of Sciences, 1979).

Dentro del grupo más importante de árboles y arbustos forrajeros que existen en el país, se encuentra el género Acacia de la subfamilia Mimosoideae y de la familia Leguminosae (Flores, 1981).

En general, las plantas del género Acacia son árboles o arbustos que presentan ramas con o sin espinas, sus hojas son bipinnadas con folíolos generalmente glandulíferos, en algunas especies el peciolo está expandido y cumple las funciones de las hojas, las cuales sólo se presentan cuando las plantas son jóvenes; las flores son pequeñas y comunmente llamativas, de color amarillo, capitadas y con numerosos estambres (aproximadamente 400) proyectados libres y levemente unidos a la base. Puede presentar uno o varios óvulos y estilo filiforme. La vaina o legumbre es de forma y tamaño diverso, generalmente dehiscente (Sánchez, 1979).

La Acacia saligna, de origen australiano, es un árbol que alcanza hasta 10 metros de altura, normalmente atractivo por su follaje denso y cabezuelas de flores amarillas, sin embargo al madurar es frecuentemente abierto y desordenado de las ramas; el tronco puede ser solitario o ramificarse cerca de la base con una rama principal. La corteza es lisa gris o café rojiza en las ramificaciones y en las plantas jóvenes, al madurar, su coloración es gris oscura, presentando fisuras no prominentes; a menudo las ramificaciones son pendulosas, cilíndricas con una terminación en círculo (Rosales, 1986).

Esta especie tolera suelos salinos, alcalinos, precipitación pluvial inferior a los 400 mm anuales y temperaturas extremas; mejora el suelo con la fijación de nitrógeno que realiza por simbiosis y aporta materia orgánica con la caída de hojarasca (FAO, 1956).

La Acacia saligna provee además subproductos como forraje para consumo animal, gomas y taninos para la industria extractora y leña para diversos usos domésticos (FAO, 1960).

Los filodios (hojas) de Acacia saligna son agradables al ganado tanto frescos como secos, en ocasiones se usa como complemento del forraje para ganado ovino y caprino. La semilla triturada es usada además para alimentar al ganado ovino sin peligro de toxicidad y así como a otro tipo de ganado que las pueda consumir (National Academy of Sciences, 1980).

El ganado ovino y caprino puede consumir sin peligro las plantaciones de Acacia saligna ya que ésta tiene la capacidad de rebrotar cuando es pastoreada en exceso (National Academy of Sciences, 1980).

CUADRO 1. Comparación de la composición química de la parte vegetativa (hojas y tallitos) de algunas leguminosas arbustivas.

Fracción (%)	Leucaena <sup>¶</sup> leucocephala (Guaje)	Acacia farnesiana (Huizache)	Prosopis s.p.p. (Mezquite)
Materia seca	24.48	31.93	51.15
Proteína cruda	20.17	18.97	9.85
Fibra	29.32 <sup>+</sup>	47.24 <sup>++</sup>	46.53 <sup>++</sup>
Extracto estéreo	1.66	5.23	8.26
Cenizas		7.21	6.77
Extracto libre de nitrógeno		21.35	28.59

<sup>¶</sup>L.H.Castille. Evaluación Agronómica y bromatológica de la *Leucaena leucocephala*. Nicaragua. En las Memorias de la reunión de la ALPHA, 1986.

<sup>+</sup>Expresado como fibra cruda.

<sup>++</sup>Expresado como fibra detergente neutro. Realizado en el laboratorio de Bromatología de la FES-Cuautitlán, 1986.

## VI. O B J E T I V O S .

- a) Conocer la composición química de la Acacia saligna.
- b) Evaluar la digestibilidad in vivo de materia seca de Acacia saligna con 4 ovinos utilizando el diseño del cuadrado latino.
- c) Determinar los coeficientes de digestibilidad de materia seca de Acacia saligna mezclada con alfalfa.
- d) Determinar el balance de nitrógeno en los ovinos alimentados con las dietas que contienen Acacia saligna.

## H I P O T E S I S

Si se comprueba la calidad nutritiva de la Acacia saligna como leguminosa que es, entonces podrá ser utilizada como recurso forrajero.

## VII. MATERIALES Y METODOS.

## Material biológico:

- Forraje fresco de Acacia saligna.
- Heno de alfalfa.
- 4 cvinos machos en crecimiento, con 37.5 kg de peso promedio; dos de ellos de raza Rambouillet y los otros dos crusa de Rambouillet con oriollo.

## Material no biológico:

- Equipo de laboratorio completo para la realización de los análisis químicos proximales y determinaciones de fibra detergente neutro (FDN).
- Bolsas de polietileno (aproximadamente 800) para la recolección de las muestras de alimentos, rechazos de alimento y heces.
- 8 envases de vidrio con capacidad de 5 l para la recolección de la orina de los animales durante los períodos experimentales.
- 120 botellas de vidrio ámbar de 250 ml de capacidad para la recolección de las muestras de orina.
- Un local con capacidad suficiente para el alojamiento de los ovinos.
- 4 jaulas metabólicas de madera, con comedero y bebedero individual.
- 8 embudos de plástico.
- 4 cilindros de plástico, cortos, perforados, de 8 cm de diámetro.
- Hule, plástico y tela de alambre fina.
- Jeringas.
- Suplemento vitamínico A, D, E y K.
- Suplemento de sales minerales.
- Desparasitante interno (Ridercol).
- Desparasitante externo (Asuntol).

**Métodos:**

- El forraje (Acacia saligna) se recolectó del centro de Cuautitlán de Romero Rubio y de los poblados de Santa Cruz Acatlán y Echegaray, Estado de México. En estos lugares se le encontró - en mayor abundancia ya que cuentan con suelos salinos, alcalinos, de poca profundidad y con una precipitación pluvial inferior a los 600mm anuales.
- Tanto la Acacia saligna como la alfalfa fueron secadas a temperatura ambiente y almacenadas en el henil de la FES.Cuautitlán
- Los ovinos utilizados fueron previamente desparasitados tanto interna como externamente. Se confinaron en jaulas individuales, las cuales fueron previamente lavadas y desinfectadas antes del período inicial de acostumbramiento y antes de cada período experimental.
- A cada ovino se le adaptó en la región perineal una bolsa de plástico la cual conectaba con un cilindro corto perforado, el cual se conectaba a su vez con las bolsas colectoras de heces. Se les suministró una dosis de suplemento vitamínico (A,D,E,K) y un suplemento de sales minerales (Rumisan) durante el período inicial de acostumbramiento.
- El agua fue suministrada a libre acceso.
- A cada jaula se le adaptó un embudo grande en el piso de ellas hecho con plástico, el cual confluía en un embudo pequeño para la recolección de la orina. Los pisos de las jaulas fueron tapizados con tela de alambre fina y cubiertos con un hule grueso, con un orificio rectangular en el centro, el cual permitía casi exclusivamente el paso de la orina.
- La ración de alimento de los ovinos, se les suministró en dos partes; una de ellas se les suministró a las 9 de la mañana y la otra a las 6 de la tarde.

- Para la realización de los análisis químicos de la Acacia saligna, se tomaron muestras de diferentes árboles. El primer análisis se realizó de una muestra procedente de árboles localizados en el centro de Cuautitlán y algunos de la periferia. Otros análisis se realizaron de muestras procedentes de aproximadamente 40 árboles localizados en Santa Cruz Acatlán y sus alrededores.
- El análisis químico proximal se realizó según el sistema de Weende y las fracciones de fibra por el método de Van Soest.
- Para la evaluación de la Digestibilidad de la materia seca se realizó el experimento en base al diseño del cuadrado latino y se procedió según las recomendaciones y metodología del Manual de Florida (Harris, 1970).

El experimento consistió de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones y se encuentra expresado de la siguiente manera:

Para el testigo (T) 100 % de heno de alfalfa.

Para el nivel 1 (N1) 80 % de heno de alfalfa y 20 % de A.saligna.

Para el nivel 2 (N2) 60 % de heno de alfalfa y 40 % de A.saligna.

Para el nivel 3 (N3) 40 % de heno de alfalfa y 60 % de A.saligna.

Los animales recibieron una ración de 4 % de materia seca (MS) en relación a su peso vivo, por día, durante los periodos de acostumbramiento y los periodos experimentales.

- El periodo inicial de acostumbramiento consistió de 14 días y los sucesivos periodos de acostumbramiento de 10 días.
- Los periodos experimentales consistieron de 7 días por periodo.
- Las muestras de alimentos y rechazos de alimentos fueron recolectadas a partir de las 24 hr de iniciados los tratamientos y las muestras de heces y orina a partir de las 48 hr. Las muestras de alimentos y rechazos de alimentos fueron conservadas en bolsas de polietileno y las de heces y orina en refrigeración para su posterior análisis.

- Los análisis químicos tanto de las muestras de alimentos, rechazos de alimentos y heces, fueron realizadas hasta después del último período experimental.
- A las muestras de orina se les determinó la cantidad de nitrógeno por el Método Macrokjeldahl, y también se les determinó la densidad.
- La digestibilidad aparente (los resultados) fue obtenida de la diferencia entre la cantidad de materia seca consumida y la cantidad de materia seca excretada, expresada como %.
- El total de nutrimentos digestibles se obtuvo mediante fórmula.
- La energía digerida se obtuvo mediante fórmula, multiplicando el total de nutrimentos digestibles (TND) por el factor 4.18

#### Análisis estadístico.

Se efectuó la Prueba de Medias de Tukey en los casos en que hubo significancia y la descomposición de la suma de cuadrados en sus componentes de regresión para determinar la ecuación poligonal de mejor ajuste. El ajuste de la ecuación se hizo por el método de mínimos cuadrados.

Para las variables en que no se obtuvieron datos negativos y en que tampoco se obtuvieron las cuatro repeticiones con el mismo valor, se efectuó el análisis de varianza para el cuadrado latino. La suma de cuadrados de tratamientos se dividió en los componentes de regresión de 1º y 2º grado con el objeto de establecer si el efecto de mezclar la alfalfa con la Acacia saligna seguía una línea recta o una parábola; las diferencias entre las medias ( $\bar{x}$ ) se establecieron mediante una prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$  (Reyes, 1978)

$$\text{Ecuación: } X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \epsilon_{ijk}, k=1 \dots a; \epsilon_{ijk} = N(0, \sigma)$$

## VIII. RESULTADOS.

CUADRO 2. Requerimientos nutricionales de los borregos en finalización, entre 30 y 50 kg de peso.

Peso corporal kg	Alimento diario por animal kg	Energía			Proteína %	Ca %	P %	Vit.A UI/kg
		TND %	ED Kcal/kg	EM				
30	1.3	64	2.8	2.3	11.0	0.37	0.23	588
40	1.6	70	3.1	2.5	11.0	0.31	0.19	638
50	1.8	70	3.1	2.5	11.0	0.28	0.17	708

Fuente: Requerimientos nutricionales de los ovinos. National Academy of Sciences, 1975. Washington D.C., USA.

CUADRO 3. Análisis químico de los filodios de Acacia saligna.

Fracción	Base natural	Base húmeda	B.seca
	%	%	%
Humedad	68.10	4.43	0.0
Materia seca	31.90	95.57	100.0
Proteína cruda	5.12	15.33	16.04
Extracto etéreo	1.38	4.13	4.33
Extracto libre de nitrógeno	9.07	27.17	28.43
Cenizas	2.83	8.47	8.86
Fibra detergente neutro <sup>+</sup>	13.50	40.47	42.34

+Fibra detergente neutro (Van Soest, 1967).

CUADRO 4. Digestibilidad aparente de los tratamientos por período de materia seca de Acacia saligna - alfaifa.

Ovino	Ofrecida kg	Rechazada kg	Consumida kg	Heces kg	Dig. kg	Dig. %
I-T	1.564	0.152	1.412	0.462	0.950	67.28
I-N1	1.656	0.086	1.570	0.518	1.052	67.00
I-N2	1.501	0.151	1.350	0.650	0.735	54.44
I-N3	1.359	0.202	1.157	0.466	0.691	59.72
Ovino	Ofrecida kg	Rechazada kg	Consumida kg	Heces kg	Dig. kg	Dig. %
II-T	1.480	0.097	1.383	0.445	0.938	67.80
II-N1	1.480	0.060	1.420	0.525	0.895	63.00
II-N2	1.600	0.093	1.507	0.643	0.864	57.35
II-N3	1.400	0.124	1.276	0.569	0.687	53.82
Ovino	Ofrecida kg	Rechazada kg	Consumida kg	Heces kg	Dig. kg	Dig. %
III-T	1.720	0.188	1.532	0.537	0.995	64.95
III-N1	1.840	0.146	1.694	0.603	1.091	64.40
III-N2	1.520	0.040	1.480	0.575	0.905	61.14
III-N3	1.440	0.196	1.244	0.525	0.719	57.79
Ovino	Ofrecida kg	Rechazada kg	Consumida kg	Heces kg	Dig. kg	Dig. %
IV-T	1.960	0.018	1.942	0.595	1.347	69.36
IV-N1	1.560	0.006	1.554	0.491	1.063	68.41
IV-N2	1.520	0.019	1.501	0.553	0.948	63.15
IV-N3	1.640	0.235	1.405	0.610	0.795	56.55

I- Primer período experimental.

II- Segundo período experimental.

III- Tercer período experimental.

IV- Cuarto período experimental.

T- Testigo

N1- Nivel 1

N2- Nivel 2

N3- Nivel 3

CUADRO 5. Promedios del % de digestibilidad aparente de materia seca de los tratamientos por periodo de Acacia maligna mezclada con alfalfa.

		T R A T A M I E N T O			
		T	N1	N2	N3
P E R I O D O	I	67.28	67.00	54.44	59.72
	II	67.80	63.00	57.35	53.82
	III	64.95	64.40	61.14	57.79
	IV	69.36	68.41	63.15	56.55
	$\bar{x}$	67.34	65.70	59.02	56.97

CUADRO 6. Análisis químico proximal y fracciones de fibra detergente neutro de las muestras de alimento para determinar — los coeficientes de digestibilidad.

Muestra	Proteína cruda	Fibra detergente neutro	Extracto cárneo	Cenizas	Extracto libra de nitrogeno
I-T	16.21	41.42	5.07	12.84	24.65
I-N1	16.16	42.16	4.95	11.84	24.89
I-N2	16.08	42.10	4.40	12.31	24.81
I-N3	14.86	41.12	4.47	11.35	28.20
II-T	16.75	42.03	4.14	13.63	23.45
II-N1	16.18	42.25	6.12	12.00	23.45
II-N2	15.76	42.50	6.10	13.08	22.56
II-N3	15.43	41.80	5.80	11.65	25.32
III-T	22.61	34.72	3.78	12.86	26.03
III-N1	22.31	40.77	4.26	12.70	19.96
III-N2	21.57	41.10	5.32	12.73	19.28
III-N3	21.21	40.61	5.50	11.90	20.78
IV-T	22.66	34.28	3.98	10.32	28.76
IV-N1	21.73	40.38	4.13	10.93	22.83
IV-N2	20.68	41.91	5.18	11.88	20.33
IV-N3	20.76	42.63	5.53	12.05	19.02

I= 1er Período experimental.

II= 2o Período experimental.

III= 3er Período experimental.

IV= 4o Período experimental.

CUADRO 7. Análisis químico proximal y fracciones de fibra detergente neutro de las muestras de heces para determinar los coeficientes de digestibilidad.

Muestra	Proteína cruda	Fibra detergente neutro	Extracto etéreo	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno
I-T	11.55	68.19	5.97	13.95	0.33
I-N1	14.65	63.26	6.40	15.25	0.44
I-N2	12.07	66.09	7.11	14.57	0.16
I-N3	14.05	63.82	7.23	14.16	0.74
II-T	12.66	67.46	5.67	14.11	0.10
II-N1	12.70	67.28	6.06	13.65	0.31
II-N2	14.37	64.02	5.89	15.72	0.00
II-N3	14.48	64.69	6.53	13.66	0.64
III-T	16.81	63.83	5.14	13.97	0.24
III-N1	14.60	65.96	5.50	13.78	0.16
III-N2	16.67	64.56	5.40	12.71	0.66
III-N3	14.68	64.40	6.70	13.63	0.59
IV-T	16.69	59.01	5.07	19.01	0.22
IV-N1	16.89	58.22	5.67	18.98	0.24
IV-N2	17.68	60.76	5.50	15.60	0.46
IV-N3	18.63	59.44	6.28	15.18	0.47

I= 1er Período experimental.

II= 2o Período experimental.

III= 3er Período experimental.

IV= 4o Período experimental.

CUADRO 8. Coeficientes de digestibilidad (CD). 1er Período.

Ovino T	P.C. kg	F.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.229	0.582	0.072	0.181	0.348	69.57	65.01	2717.42
Heces	0.053	0.315	0.028	0.064	0.002			
Digerido	0.176	0.267	0.044	0.117	0.346			
Dig. %	76.85	45.87	61.11	64.64	99.42			
Ovino N1	P.C. kg	F.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.253	0.662	0.078	0.186	0.391	67.02	63.52	2940.21
Heces	0.076	0.328	0.033	0.079	0.002			
Digerido	0.117	0.334	0.045	0.107	0.398			
Dig. %	69.96	50.45	50.45	57.52	99.49			
Ovino N2	P.C. kg	F.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.218	0.568	0.061	0.167	0.336	53.65	49.81	1610.85
Heces	0.074	0.406	0.044	0.090	0.001			
Digerido	0.144	0.162	0.017	0.077	0.335			
Dig. %	66.05	28.52	27.86	46.11	99.70			
Ovino N3	P.C. kg	F.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.172	0.476	0.052	0.131	0.326	56.58	53.30	1620.53
Heces	0.065	0.298	0.034	0.066	0.003			
Digerido	0.107	0.178	0.018	0.065	0.323			
Dig. %	62.20	37.39	34.62	49.61	99.08			

CUADRO 9. Coeficientes de digestibilidad (CD). 2o Período.

Ovino T	P.C. kg	P.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.232	0.581	0.057	0.188	0.325	69.37	63.49	2341.00
Heces	0.056	0.300	0.026	0.063	0.000			
Digerido	0.176	0.281	0.032	0.125	0.325			
Dig. %	75.86	48.36	56.14	66.49	100.0			
Ovino N1	P.C. kg	P.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.229	0.600	0.088	0.170	0.333	66.60	63.69	2508.11
Heces	0.066	0.353	0.032	0.072	0.002			
Digerido	0.163	0.247	0.056	0.098	0.331			
Dig. %	71.18	41.16	63.64	57.65	99.40			
Ovino N2	P.C. kg	P.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.238	0.640	0.092	0.197	0.340	60.88	57.54	2187.44
Heces	0.092	0.412	0.038	0.101	0.000			
Digerido	0.146	0.228	0.054	0.096	0.340			
Dig. %	61.34	35.62	58.70	48.73	100.0			
Ovino N3	P.C. kg	P.D.N. kg	E.F. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.197	0.533	0.074	0.149	0.323	55.76	53.30	1611.15
Heces	0.086	0.381	0.038	0.080	0.004			
Digerido	0.111	0.152	0.036	0.069	0.319			
Dig. %	56.34	28.52	48.65	46.31	99.00			

CUADRO 10. Coeficientes de digestibilidad (CD). 3er Período.

Ovino T	P.C. kg	F.D.N. kg	F.E. kg	Cenizas kg	F.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.346	0.532	0.058	0.197	0.399	64.53	59.26	2594.40
Heces	0.089	0.343	0.028	0.076	0.001			
Digerido	0.257	0.189	0.030	0.121	0.398			
Dig. %	74.27	35.52	51.72	61.42	99.75			
Ovino N1	P.C. kg	F.D.N. kg	F.E. kg	Cenizas kg	F.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.378	0.691	0.072	0.215	0.338	66.87	61.94	2973.36
Heces	0.088	0.398	0.033	0.083	0.001			
Digerido	0.290	0.293	0.039	0.132	0.337			
Dig. %	76.72	42.40	54.16	61.40	99.70			
Ovino N2	P.C. kg	F.D.N. kg	F.E. kg	Cenizas kg	F.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.320	0.608	0.079	0.188	0.285	65.90	61.87	2463.66
Heces	0.096	0.371	0.031	0.073	0.004			
Digerido	0.224	0.237	0.048	0.115	0.281			
Dig. %	70.00	38.98	60.75	61.17	98.60			
Ovino N3	P.C. kg	F.D.N. kg	F.E. kg	Cenizas kg	F.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.264	0.505	0.068	0.148	0.259	60.52	57.46	1817.80
Heces	0.077	0.338	0.035	0.072	0.003			
Digerido	0.187	0.167	0.033	0.076	0.256			
Dig. %	70.83	33.07	48.52	51.35	98.84			

CUADRO 11. Coeficientes de digestibilidad (CD). 4o Período.

Ovino T	P.C. kg	F.D.N. kg	E.E. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.440	0.666	0.077	0.200	0.559	65.83	62.30	3692.39
Heces	0.099	0.351	0.030	0.113	0.001			
Digerido	0.341	0.315	0.047	0.087	0.558			
Dig. %	77.50	47.29	61.03	43.50	99.82			
Ovino N1	P.C. kg	F.D.N. kg	E.E. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.338	0.627	0.064	0.170	0.355	66.21	62.37	2917.17
Heces	0.083	0.286	0.028	0.093	0.001			
Digerido	0.255	0.341	0.036	0.077	0.354			
Dig. %	75.44	54.39	56.25	45.29	99.72			
Ovino N2	P.C. kg	F.D.N. kg	E.E. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.310	0.629	0.079	0.178	0.305	65.54	61.96	2584.47
Heces	0.098	0.336	0.030	0.086	0.003			
Digerido	0.212	0.293	0.049	0.092	0.302			
Dig. %	68.38	46.58	62.03	51.68	99.02			
Ovino N3	P.C. kg	F.D.N. kg	E.E. kg	Cenizas kg	E.L.N. kg	CD %	TND %	ED kcal
Consumo	0.292	0.599	0.078	0.169	0.267	59.13	56.07	1961.33
Heces	0.114	0.362	0.038	0.093	0.003			
Digerido	0.178	0.237	0.040	0.076	0.264			
Dig. %	60.96	39.57	51.28	44.97	98.90			

CUADRO 12. Ajuste de las ecuaciones de 1o y 2o grado para los datos de la digestibilidad de materia seca de *Andropogon glaucus*-alfalfa.

	Coefficiente de digestibilidad	Coefficiente de proteína digerida	Coefficiente de fibra digerida	% de residuo	Cantidad proteína digerida	Cantidad de fibra digerida	Cantidad de e.s. digerida	Cantidad de e.l.n digerida	Cantidad cenizas digerida	Cantidad energía digerida
Ecuación	1.33 ns	37.63 ns	17.73 ns	10.68 ns	43.27 ns	25.47 ns	0.52 ns	8.04 ns	13.75 ns	38.86 ns
Desviación	10.46 ns	0.47 ns	3.19 ns	2.37 ns	0.58 ns	7.60 ns	0.72 ns	0.10 ns	0.51 ns	2.15 ns
Parábola	0.05 ns	0.09 ns	1.89 ns	18.15 ns	0.83 ns	9.94 ns	1.43 ns	0.24 ns	0.84 ns	2.71 ns
Desviación	20.86 ns	0.86 ns	4.49 ns	0.57 ns	0.33 ns	5.75 ns	2.00 ns	2.73 ns	0.19 ns	1.60 ns

Los valores en cada casilla son la "P" (Distribución de probabilidad)  
de los componentes de regresión.

ns significativo con  $\alpha = 0.05$

ns significativo con  $\alpha = 0.01$

ns no significativo

CUADRO 13. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre la digestibilidad y el contenido de nutrientes.

Treatamientos	Coefficiente de digestibilidad	Coefficiente de protefna digerida	Coefficiente de fibra digerida	% de rechazo	Cantidad protefna digerida	Cantidad de fibra digerida	Cantidad de s.e. digerida	Cantidad de s.l.n digerida	Cantidad cenizas digerida	Cantidad energia digerida
T	67.33 a	76.12 a	44.76 ab	7.03 ab	237.50a	263.00ab	38.75a	406.75a	112.50a	2836.30a
H1	66.88 a	73.33 ab	47.10 a	4.38 b	271.25ab	303.00a	44.00a	357.50a	103.50ab	2834.71a
H2	61.47 ab	66.44 bo	37.43 ab	4.94 b	181.50bo	230.00ab	42.00a	314.50a	95.00ab	2211.60ab
H3	50.09 b	62.50 o	34.64 b	12.91 a	145.75o	183.50o	31.75a	290.50a	71.50b	1752.70b

En las columnas, las  $\bar{x}$  con la misma letra minúscula no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la Prueba de Tukey realizada con  $\alpha = 0.05$

Nota: Los coeficientes están expresados como %

Las cantidades están expresadas como gramos

La energía está expresada como kilocalorías

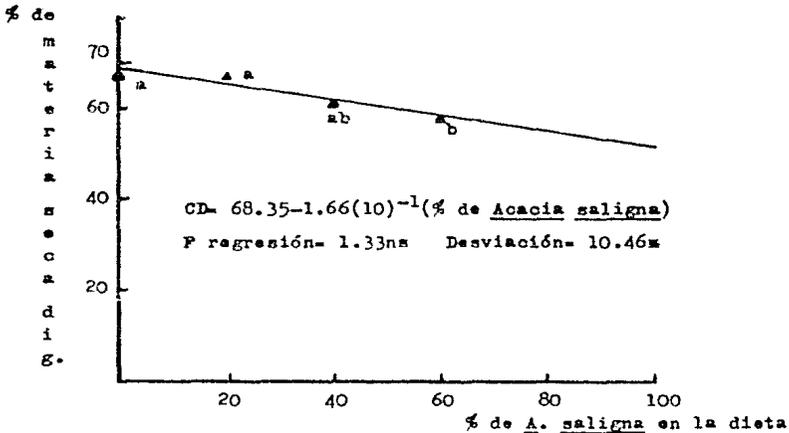


Figura 1. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre el coeficiente de digestibilidad (CD) de materia seca.

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

\* significativo con  $\alpha = 0.05$

ns = no significativo.

Únicamente cuando la dieta incluyó un 60 % de Acacia saligna, hubo una reducción significativa del coeficiente de digestibilidad respecto a lo que se obtuvo con una dieta compuesta sólo por alfalfa. Los tratamientos con 20 % y 40 % de Acacia saligna no tuvieron coeficientes estadísticamente diferentes a los del tratamiento testigo (Fig. 1).

Ninguna de las ecuaciones evaluadas tuvo un ajuste significativo. La mayor F se obtuvo con la recta.

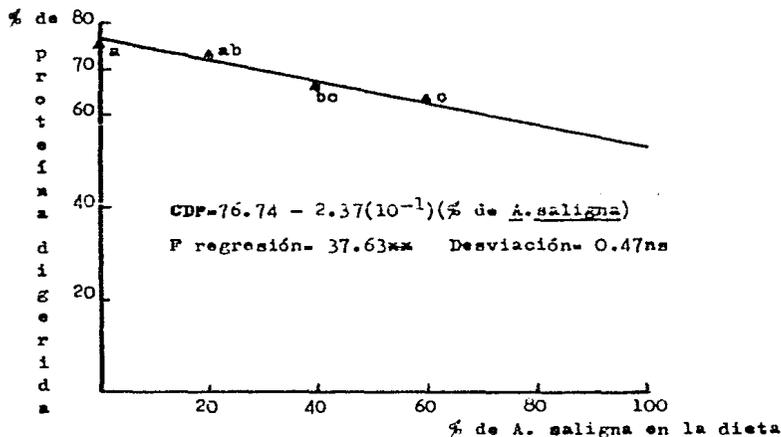


Figura 2. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre el coeficiente de digestibilidad de la proteína (CDP).  
 Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$   
 ns = no significativo.

De acuerdo con la prueba de medias realizada existe diferencia significativa entre el tratamiento testigo y los tratamientos con 40 % y 60 % de A. saligna. El mayor coeficiente de proteína digerida se obtuvo con el tratamiento testigo y fue estadísticamente igual al tratamiento con 20 % de A. saligna.

La ecuación ajustada a los datos indica que el incremento en la proporción de A. saligna en la dieta a más del 20 % produce la reducción significativa del coeficiente de proteína digerida. (Fig. 2.)

El análisis de los componentes de regresión indicó que la mayor F se obtuvo con la recta.

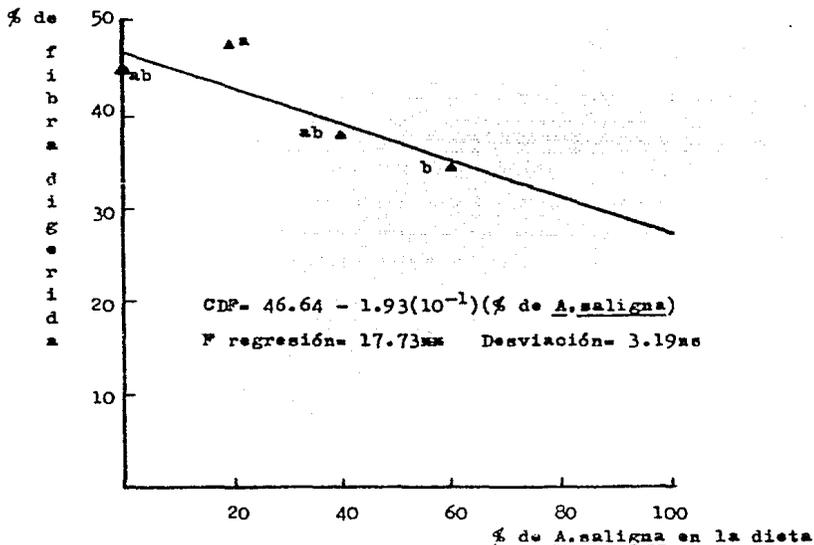


Figura 3. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre el coeficiente de digestibilidad de la fibra (CDF).

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$

ns = no significativo.

Unicamente cuando la dieta incluyó un 60 % de A. saligna, hubo una reducción significativa del coeficiente de digestibilidad de la fibra. El mayor coeficiente de digestibilidad de la fibra se obtuvo con el tratamiento con 20 % de A. saligna y fue estadísticamente igual al del tratamiento testigo. (Fig. 3)

La ecuación ajustada a los datos indica que al aumentar la proporción de A. saligna en la dieta, la digestibilidad de la fibra tiende a disminuir. La mayor F se obtuvo con la recta.

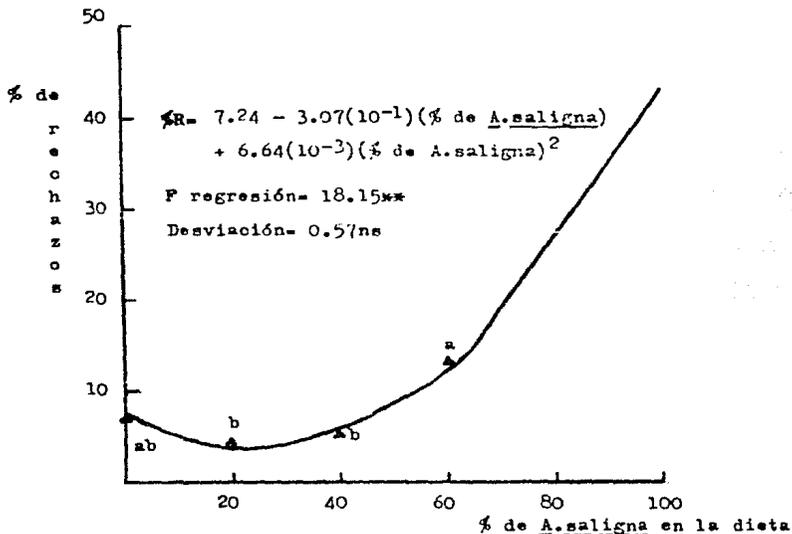


Figura 4. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre el % de rechazos. (%R)

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$

ns = no significativo.

El mayor % de rechazos se observó con el tratamiento con 60 % de A. saligna y es estadísticamente igual al obtenido con el tratamiento testigo.

La mayor F se obtuvo con la parábola; la ecuación indica que al aumentar la proporción de A. saligna en la dieta, el % de rechazos tiende primero a disminuir y luego a aumentar. (Fig. 4)

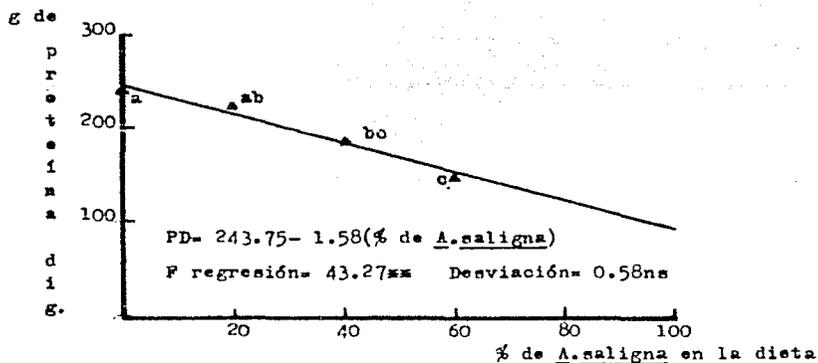


Figura 5. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre la cantidad de proteína digerida (PD).

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$

ns = no significativo.

La mayor cantidad de proteína digerida se obtuvo con el tratamiento testigo y es estadísticamente igual al obtenido con el tratamiento con 20 % de A. saligna. Existen diferencias significativas entre el tratamiento testigo y los tratamientos con 40 % y 60 % de A. saligna. (Fig. 5)

La ecuación ajustada a los datos indica que el incremento en la proporción de A. saligna a más del 20 % produce la reducción del contenido de proteína digerida. La mayor F se obtuvo con la recta.

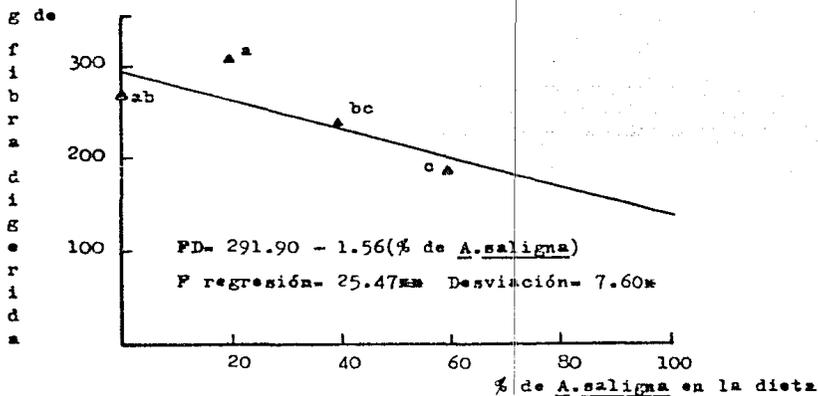


Figura 6. Efecto de % de Acacia saligna en la dieta sobre la cantidad de fibra digerida (FD).

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$

\* significativo con  $\alpha = 0.05$

La mayor cantidad de fibra digerida se obtuvo con el tratamiento con 20 % de A. saligna y es estadísticamente igual al obtenido con el tratamiento testigo. (Fig. 6)

La ecuación indica que al aumentar la proporción de A. saligna en la dieta, la cantidad de fibra digerida disminuye.

La F de la recta fue altamente significativa y sus desviaciones también fueron significativas.

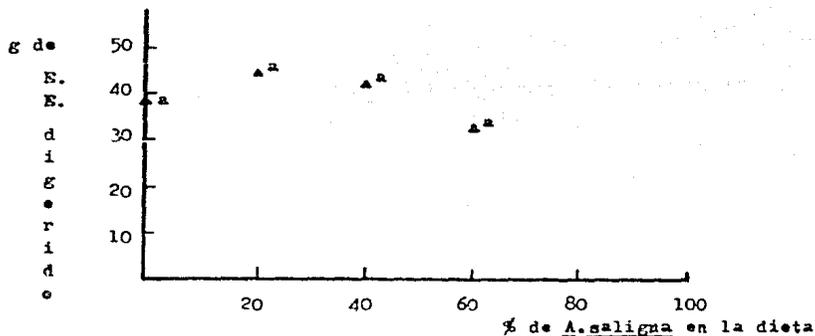


Figura 7. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre la cantidad de extracto etéreo digerido (EED).

La *F* de tratamientos indica que no existen diferencias significativas entre ellos. En vista de que la recta no fue significativa y tampoco sus desviaciones, y la parábola y sus desviaciones tampoco fueron significativas, no hubo ecuación que se ajustara a los datos (Fig. 7).

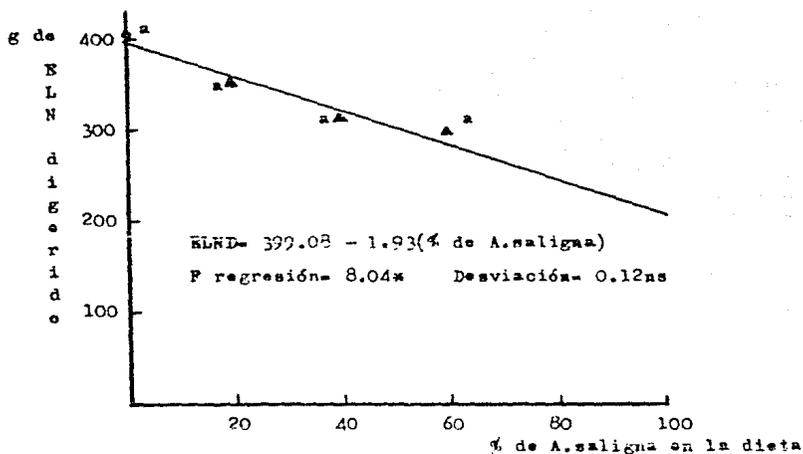


Figura 8. Efecto de % de *Acacia saligna* en la dieta sobre la cantidad de extracto libre de nitrógeno digerida (ELND).

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\* significativo con  $\alpha = 0.05$

ns - no significativo.

No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El mayor contenido de extracto libre de nitrógeno digerido se obtuvo con el tratamiento testigo y fue estadísticamente igual al obtenido con los otros tres tratamientos, -- sin embargo, el análisis de componentes de regresión indicó que el aumento en la proporción de *A. saligna* redujo significativamente la cantidad de extracto libre de nitrógeno digerida (Fig. 8).

La mayor F se obtuvo con la recta.

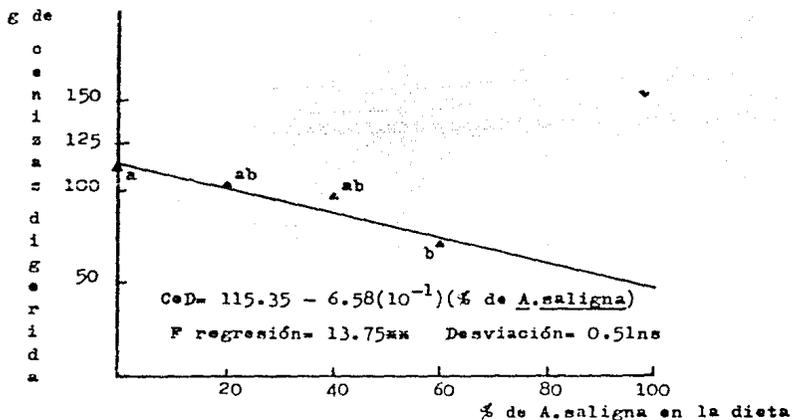


Figura 9. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre la cantidad de cenizas digerida (CaD).

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$

ns = no significativo.

Unicamente cuando la dieta incluyó un 60 % de A. saligna se observó una reducción significativa de la digestibilidad de las cenizas, respecto a lo que se obtuvo con la dieta testigo. Las dietas con 20 % y 40 % de A. saligna no tuvieron diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo. (Fig.9 )

La ecuación ajustada a los datos indica que el incremento en la proporción de A. saligna a más del 40 % produce la reducción de la digestibilidad de las cenizas. La mayor F se obtuvo con la receta.

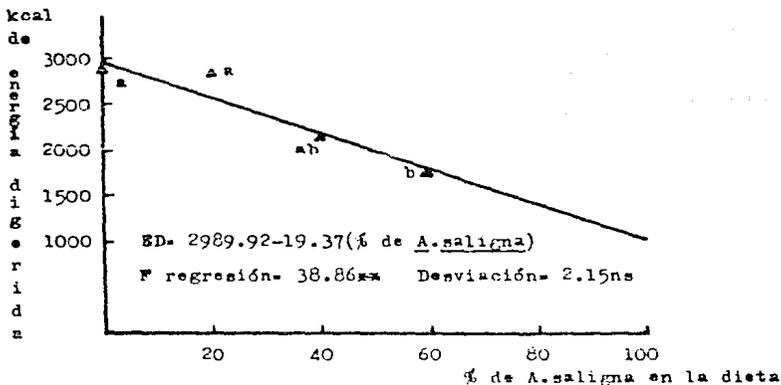


Figura 10. Efecto del % de Acacia saligna en la dieta sobre la cantidad de energía digerida. (ED).

Los puntos con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha = 0.05$

\*\* significativo con  $\alpha = 0.01$

ns = no significativo.

Existió diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento testigo y el tratamiento con 60 % de A. saligna.

La mayor cantidad de energía digerida se obtuvo con el tratamiento testigo y fue estadísticamente igual a la obtenida con el tratamiento con 20 % de A. saligna, ni con el de 40 % de A. saligna.

La ecuación indica que al aumentar la proporción de A. saligna en la dieta a más del 20 %, la cantidad de energía digerida tiende a disminuir. La mayor F se obtuvo con la recta. (Fig. 10)

CUADRO 14. Balance de nitrógeno de los tratamientos por período de MS de Acacia saligna - alfalfa. Expresado como proteína.

Tratamiento	Proteína en alimento g	Proteína en heces g	Proteína digerida g	Proteína en orina g	Balance g
I-T	229	53	176	114.69	+61.31
I-N1	253	76	177	93.23	+83.77
I-N2	218	74	144	119.52	+24.48
I-N3	172	65	107	124.13	-17.13
II-T	232	56	176	175.21	+ 0.79
II-N1	229	66	163	129.72	+33.28
II-N2	238	92	146	154.61	- 8.61
II-N3	197	86	111	82.66	+28.34
III-T	346	89	257	138.84	+118.16
III-N1	378	88	290	224.16	+ 65.84
III-N2	320	96	224	138.16	+ 85.84
III-N3	264	77	187	101.20	+ 85.80
IV-T	440	99	341	322.37	+ 18.63
IV-N1	338	83	255	212.91	+ 42.09
IV-N2	310	98	212	50.60	+161.40
IV-N3	292	114	178	123.76	+ 54.24

I- Primer período experimental.  
 II- Segundo período experimental.  
 III- Tercer período experimental.  
 IV- Cuarto período experimental.

CUADRO 15. Promedios del balance de nitrógeno de los tratamientos por período de MS de Acacia saligna - alfalfa. Expresa do como gramos de proteína.

		T R A T A M I E N T O S			
		T	N1	N2	N3
P E R I O D O	I	+61.31	+83.77	+24.48	-17.13
	II	+ 0.79	+33.28	- 8.61	+28.34
	III	+118.16	+65.84	+85.84	+85.80
	IV	+18.63	+42.09	+161.40	+54.24
	$\bar{x}$	+49.72	+56.24	+65.77	+37.81

## IX. D I S C U S I O N .

El análisis químico de la Acacia saligna muestra (Cuadro 3) que la cantidad de proteína cruda (16.04%) y la cantidad de fibra detergente neutro (42.34%) son aceptables para la alimentación de los ovinos, comparadas con las cantidades de los mismos nutrientes que tienen algunas leguminosas arbustivas como el huizache, la Leucaena leucocephala y el mezquite (Cuadro 1). El contenido de extracto libre de nitrógeno (28.43%) es relativamente bajo y según lo señalan Barnes y Marten (1979) es una de las deficiencias más comunes en la mayoría de los forrajes. La cantidad de cenizas (8.86%) se puede considerar aceptable, ya que cuando es menor la cantidad de cenizas, la cantidad de materia orgánica es mayor (Cuadro 3).

Con respecto a la digestibilidad aparente, definitivamente que no es comparable con la de la alfalfa (Cuadro 5), pero se observó que con el tratamiento con 20 % de Acacia saligna se obtuvo una digestibilidad aceptable (65.70 %), y aún con los tratamientos con 40 % y 60 % de Acacia saligna se obtuvieron digestibilidades de 59.02 % y 56.97 % respectivamente, que podrían considerarse positivas para la alimentación de los ovinos.

Con respecto al consumo de materia seca, que está en relación directa con el rechazo de alimento, se observó (Cuadro 4 y fig. 4) que el mayor % de rechazos se obtuvo con el tratamiento con 60 % de Acacia saligna (12.91 %) y fue estadísticamente igual al obtenido con el tratamiento testigo (7.03 %). La menor cantidad de rechazos se obtuvo con el tratamiento con 20 % de Acacia saligna (4.38 %) y fue estadísticamente igual ( $\alpha=0.05$ ) al tratamiento con 40 % de Acacia saligna (4.94 %). Esto significa

que con el 20 % y 40 % de Acacia saligna en los tratamientos, el consumo de materia seca aumentó, y como lo señala Van Soest(1982) cuando varía el contenido de las dietas, el consumo se estimula y tiende a aumentar.

En comparación con la alfalfa, el tratamiento con 20 % de -- Acacia saligna no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha=0.05$ ) en cuanto al coeficiente de digestibilidad de la materia seca total (Cuadro 13; fig.1), pero al aumentar la cantidad de Acacia saligna en los tratamientos, los coeficientes de digestibilidad descendieron notablemente; aunque aún con el tratamiento con 40 % de Acacia saligna no existieron diferencias significativas con el tratamiento testigo.

La digestibilidad de la proteína fue estadísticamente igual ( $\alpha=0.05$ ) entre el tratamiento testigo (76.12 %) y el tratamiento con 20 % de Acacia saligna (73.33 %), pero al aumentar la proporción de Acacia saligna en los tratamientos a más del 20 %, la digestibilidad de la proteína disminuyó significativamente hasta -- 62.58 % (Cuadro 13; fig.2).

La mayor digestibilidad de la fibra se obtuvo con el tratamiento con 20 % de Acacia saligna (47.10 %), pero estadísticamente igual ( $\alpha=0.05$ ) al tratamiento testigo (44.26 %) y al tratamiento con 40 % de Acacia saligna (37.43 %) y este indicó que al aumentar la proporción de Acacia saligna a más del 40 %, la digestibilidad de la fibra disminuyó significativamente hasta 34.64 % -- (Cuadro 13; fig.3).

Con respecto a la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre -- los tratamientos ( $\alpha=0.05$ ); sin embargo, al aumentar la proporción de A.saligna en los tratamientos, se redujo significativamente la digestibilidad (Cuadro 13; fig.8).

La mayor cantidad de energía digerida se obtuvo con el tratamiento testigo (2836.3 kcal), y fue estadísticamente igual a la obtenida con el tratamiento con 20 % de A.saligna (2834.71 kcal) y al tratamiento con 40 % de A.saligna (2211.60 kcal) y esto indicó que, al aumentar la proporción de A.saligna a más del 40 %, la eficiencia energética disminuyó significativamente hasta 1752.70 kcal (Cuadro 13: fig.10).

Los promedios del balance de nitrógeno resultaron positivos en los cuatro tratamientos (Cuadro 15) y esto se debió a que, como lo señalan Church y Pond (1977), los animales machos en crecimiento, debido a que no realizan un trabajo productivo intenso, muestran, por lo general, un balance positivo del nitrógeno.

## X. CONCLUSIONES .

- a) La Acacia saligna tiene una composición química similar a la de algunas leguminosas arbustivas como la Leucaena leucocephala, el huisache y el mezquite, y por lo cual, se puede -- considerar útil para la alimentación del ganado ovino.
- b) La Acacia saligna combinada con la alfalfa es bien consumida por los ovinos, pero mezclada con más del 60 % de Acacia saligna, la cantidad de materia seca rechazada puede llegar a ser hasta del 42.94 % (Fig. 4)
- c) Los mejores resultados del experimento se obtuvieron con el tratamiento con 20 % de Acacia saligna, ya que mostró la menor cantidad de rechazos (mayor consumo); el mismo coeficiente de digestibilidad de materia seca que el tratamiento testigo; el mismo coeficiente de proteína digerida que el testigo; la mayor digestibilidad de la fibra; y la misma eficiencia energética que el testigo (Cuadro 13).
- d) El balance de nitrógeno resultó positivo en los cuatro tratamientos, y por lo cual, resulta útil para la alimentación de los ovinos.
- e) Definitivamente que no es comparable en calidad nutritiva con la alfalfa; pero sí es comparable con algunas leguminosas arbustivas como el huisache, la Leucaena leucocephala y el mezquite (Cuadro 1), además de que satisface en buena parte los requerimientos nutritivos de los ovinos (Cuadro 2).

## XI. RECOMENDACIONES .

- a) Recomendamos ampliamente el uso de la Acacia saligna como recurso forrajero, ya que ayudaría, en parte, a satisfacer las necesidades nutritivas del ganado ovino.
- b) Muy probablemente la Acacia saligna ayudaría a minimizar los costos de producción, ya que se trata de un árbol que crece - en las más deficientes condiciones climáticas, no requiere de costosos cuidados de cultivo, controlaría y evitaría la erosión de los suelos y, lo más importante: proporcionar forraje y sombra al ganado.
- c) Se debería implementar un programa de aprovechamiento de recursos forrajeros como la Acacia saligna y algunos otros como el huizache y el mezquite, ya que muestran promisorios resultados.
- d) La Acacia saligna bien podría utilizarse como complemento del forraje en épocas de escasez, en épocas de sequía, o bien, en temporadas en las que los buenos forrajes como la alfalfa se cotizan a muy altos precios.
- e) En caso de que se utilizara la Acacia saligna como complemento forrajero, se recomienda suministrar a un nivel no superior del 40 %, ya que ha sido comprobado (al menos en el experimento) que al aumentar dicho nivel, la digestibilidad de nutrientes tales como la proteína y la fibra, tiende a disminuir notablemente.

## R E F E R E N C I A S

- Barnes, R.F. and Marten, G.C. 1979. Recent developments in predicting forage quality. *Journal of Animal Science*. Vol.48, No.6: 1554-1561.
- Bobilev, I.F. et al. 1979. *Ganadería*. Moscú, Mir, pp.79-111.
- Church, D.C. y Pond, W.G. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. - Zaragoza, Acribia. pp.52-57.
- Crampton, E.W. y Harris, L.E. 1974. *Nutrición animal aplicada*. Zaragoza, Acribia. pp. 104-105.
- Dirección General de Aprovechamientos forrajeros. 1980. Año 1, Vol I, No.1 : 4-7.
- F.A.O. 1956. *Notas sobre semillas forestales*. Roma, Italia. pp. 32-33.
- Flores, M.A. 1981. *Bromatología Animal*. México, Limusa. pp.482
- Gastó, J.M. 1982. *Las zonas áridas y semiáridas de América Latina; Situación actual y planteamiento de desarrollo*. CIPCA. Recursos Naturales, fascículo 4. Madrid. pp.7-18
- Harris, L.E. 1970. *Manual de Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de los alimentos para animales*. Florida, University of Florida.
- Holloway, J.W. et al. 1981. Relationship between fecal components and forage consumption and digestibility. *Journal of Animal Sciences*. Vol.52 : 4.
- Little, M.T. and Jackson, H.P. 1978. *Agricultural Experimentation. Design and Analysis*. New York. John Wiley and Sons:77-85.

- Maynard, L.A. 1981. *Nutrición Animal*. México, Mc.Graw Hill: 398-399.
- Morfin, L.L. 1977. *Manual de Laboratorio de Bromatología*. México, FES-Cuautitlán. pp.85-119.
- National Academy of Sciences. 1980. *Firewood crops; Scrub and tree species for energy production*. Washington, D.C. pp. 200.
- National Academy of Sciences. 1979. *Tropical legumes: resources of the future*. Washington, D.C. pp. 1-13; 141-153; 240-284.
- Reyes, C.P. 1978. *Diseño de Experimentos Agrícolas*. México, Limusa.
- Rosales, M.P. 1986. Efecto de Tratamientos Térmicos en la presencia de semilla dura e impermeable del género Acacia (Acacia saligna Labill/H.Wendl.) UNAM. FES-Cuautitlán. pp. 7-15.
- Sánchez, S.O. 1980. *La Flora del Valle de México*. México, Herrero. pp. 202.
- Schiavo, B.C. 1983. *El Marco Estructural de la Ganadería Bovina Mexicana*. México, UACH, Cuadernos Universitarios. No.5; 20-21.
- Schoijet, M. 1982. *La Larga marcha de la Ecología*. *Revista de Geografía Universal*. Vol. I, No.13. pp.91-111.
- Terranishi, R. 1978. *Agricultural and Food Chemistry. Past, Present, Future*. Westport. AVI Publishing Company. pp. 351-384.
- UNESCO. 1982. *Desarrollo de tierras áridas y semiáridas. Obstáculos y Perspectivas*. Barcelona, Serbal. pp. 7-68.
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Corvallis, O and B Books. pp. 23-78.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. 1967. Use of Detergente in the Analysis of Fibrous Feeds. *J. Assoc. Official Anal. Chem.* 50:50.
- Wainman, F.W. 1977. *Digestibility and Balance in Ruminants*. *Proc. Nutr. Soc.* Vol.36; 195-202.