

**SUSTITUCIÓN DE ALFALFA CON *Kochia scoparia* (L.) Roth EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CORDEROS.**

**LUIS ÁNGEL LÓPEZ MARTÍNEZ.**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Grado de:**

**Maestría en Ciencias  
en Zootecnia.**



**Universidad Autónoma agraria**

**Antonio narro**

**Programa de Graduados**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2008.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

SUSTITUCIÓN DE ALFALFA CON *Kochia scoparia* (L.) Roth  
EN LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS

TESIS

Elaborada bajo la Supervisión del Comité Particular de Asesoría  
y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal

---

Dr. José Eduardo García Martínez

Asesor

---

Dr. Miguel Mellado Bosque

Asesor

---

Dr. Ramiro López Trujillo

---

Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre de 2008.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado la beca y así poder realizar mis estudios.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que es mi “Alma Mater”.

Al Dr. Eduardo García Martínez, por su amistad, su paciencia que siempre tuvo conmigo, por transmitirme sus conocimientos y por el apoyo de este trabajo de investigación.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque, por su gran amistad, por sus sabios consejos que siempre me brindó y su ayuda incondicional para la realización de este trabajo.

Al Dr. Ramiro López Trujillo por su orientación y asesoría en toda la estancia de la maestría y participación en este trabajo.

Al TLQ Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel, por su amistad y disponibilidad en el apoyo técnico del laboratorio en cada uno de los análisis requeridos

A la Lic. Laura Maricela Lara, por la disponibilidad en el apoyo técnico del laboratorio y por su amistad.

A la C. Laura Beatriz Zúñiga Vázquez; por su gran amistad y su disponibilidad siempre de contribuir, en toda la estancia de la Maestría.

A mi novia Obdulia González, por ser mi motivación cada día y estar en la mejor disposición siempre. Te quiero yuyita.

A mis amigos: Adalberto, Eduardo, Sergio, Emilio, Eusebio, Rafita, Pollo, Camerino y Misael, que de una u otra manera colaboraron en este trabajo.

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios**

Quien ilumina y guía mis pasos día a día.

### **A mis padres.**

**Florencia Martínez Hernández y Rosendo López Mar.**

Les dedico este trabajo, que es una culminación más en mi vida, y el inicio de un mundo de ilusiones que cumpliré junto con ustedes.

Los quiero mucho. De todo corazón deseo que Dios los bendiga y proteja siempre.

### **A mis hermanos (as).**

**Julia, Salomé, Francisca, Pedro, Alfredo y Fortíno.**

Este trabajo no es solo mío, pues representa el esfuerzo de cada uno de ustedes. Ya que por ser el menor de la familia, han sido el ejemplo para mí, además del apoyo incondicional que siempre me han brindado, gracias a ello he salido adelante.

Los quiero mucho, los respeto y los admiro.

### **Sobrinos (as).**

**Abigail, Jazmín, Dayra, Iván, Josué, Fredy, José y Eder.**

A ustedes que son la motivación para el logro de cada uno de nuestros objetivos. Nunca dejen de soñar como niños.

*“No hay nada tan difícil que no pueda conseguirse. Todo depende de la fortaleza del hombre”.*

## **COMPENDIO**

**Sustitución de Alfalfa con *Kochia scoparia* (L.) Roth  
en la alimentación de corderos.**

**TESIS**

**POR:**

**LUIS ANGEL LOPEZ MARTINEZ**

**MAESTRIA EN CIENCIAS  
EN ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre 2008**

**Dr. José Eduardo García Martínez - Asesor -**

Palabras clave: Digestibilidad, ganancia de peso, consumo de materia seca, eficiencia alimenticia, metabolitos, kochia.

La kochia ofrece un contenido de proteína similar al de la alfalfa y los animales consumen toda la planta. Adicionalmente poseen una gran rusticidad, dado que es una planta nativa de zonas áridas y semiáridas por su baja exigencia de agua y humedad. Tiene un buen desarrollo durante la estación de crecimiento con precipitaciones arriba de los 255 mm, siendo una planta más eficiente que la alfalfa en cuanto al uso del agua. Por lo anterior, se propone la *kochia* (*Kochia scoparia* (L.) Roth) como un cultivo alternativo en la producción de forraje, ya que reúne todas las características deseables para apoyar la ganadería en zonas áridas y semiáridas de nuestro país. Se evaluaron con ovinos cinco dietas experimentales, con cuatro

repeticiones para las variables de consumo, conversión alimenticia y ocho repeticiones para las variables de incremento de peso, metabolitos y ácidos grasos volátiles. El periodo de prueba fue de 84 días, con una previa adaptación de 7 días. La dieta base contenía 30 por ciento de forraje; las dietas contenían 49.7 por ciento de maíz quebrado, 6.9 por ciento de pasta de soya, 10 por ciento de melaza de caña, 0.5 por ciento de bicarbonato, 2.5 por ciento de Ganatec - 25, 0.3 por ciento de Optimin – PR y 0.25 por ciento de sal. En todos los experimentos se utilizaron dietas con 30 por ciento forraje (alfalfa y/o kochia) y 70 por ciento concentrado. La alfalfa fue sustituida en 0 (T0) 25 (T25) 50 (T50) 75 (T75) y 100 (T100). Los animales fueron alimentados dos veces al día 8:00 am y 4:00 pm, teniendo agua a libre acceso. A ningún nivel de ingestión de kochia se observaron efectos adversos en las ovejas. Tampoco se detectaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en ganancia diaria de peso (T0=198, T25= 189, T50= 187, T75= 203 y T100= 198). El consumo de materia seca fue T0= 3.49, T25= 3.31, T50= 3.31, T75= 3.30, T100= 3.37 por ciento de PV. La conversión alimenticia (T0= 4.6, T25= 4.6, T50= 5.3, T75= 4.2, T100= 4.4) no presentó diferencia entre los tratamientos siendo diferencia entre el T100 y T0 de 4.34 por ciento. La DMS<sub>is</sub> decreció en un 2.21 por ciento al sustituir un 25 por ciento de alfalfa por kochia; sin embargo al continuar con la adición del 50, 75 y 100 por ciento la digestibilidad se mantuvo estable, lo cual la variabilidad no fue significativa. Para el caso de la DMS<sub>iv</sub> también decreció de un 83.19 por ciento a un 78.46 por ciento al adicionar un 25 por ciento de kochia. Estos datos sugieren que la presencia, y no la cantidad de kochia en la ración, tiene un efecto negativo sobre la digestibilidad de la dieta. Los metabolitos creatinina, colesterol y proteínas totales no se comportaron diferentes, pero para glucosa existió diferencia ( $P > 0.05$ ), siendo mejor el T75 y con menor porcentaje el T0 presentando una diferencia de 30.22 por ciento. El análisis del suero sanguíneo, reveló resultados aceptables con respecto a los niveles para ovinos lo cual no indican efectos tóxicos entre las diferentes dietas. La Kd incremento progresivamente (0.07, 0.08, 0.09, 0.11 y 0.13 h<sup>-1</sup>); conforme incremento el nivel de inclusión de Kochia y por lo tanto decreció el de la alfalfa en la dieta. Los valores de FDN y FDA se incrementaron también, al contrario de lo que sucedió con LDA, lo cual

explica el incremento en Kd de las dietas conforme se incrementa el nivel de inclusión de Kochia. La concentración total de ácidos grasos volátiles no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, teniéndose promedios de 96 a 111 mM.



## ABSTRACT

The *Kochia scoparia* is a forage with a height contents of protein, in addition to possess a great rusticity, this plant is grown on arid and semiarid zones. Were utilized 40 growing sheep with an initial weight near of 15 kg of indefinite genotype, having a trial period of 84 days, with a previous adaptation of 7 days; the animals were assigned at random in 5 treatments with 8 repetitions, utilizing composite diets (mixtures of 30 percent of forage and 70 percent of concentrate); the alfalfa was substituted in 0, 25, 50, 75 and 100 percent by hay of *Kochia scoparia*, these diets contained around 49.7 percent of corn, 6.9 percent of soja bean pasta, 10 percent of molasses of cane, 0.5 percent of bicarbonate, 2.5 percent of Ganatec-25, 0.3 percent of Optimin-PR and 0.25 percent of Salt. The sheep didn't show difference ( $P>0.05$ ) to gain weight of daily (GWD) between treatments; the intake of dry matter (IDM g/day), didn't differ between groups of sheep, showing intakes between 865 and 924, g/day; the intake of food (percent weigh live) went from 3.30 to 3.49; the feed efficiency was from 4.2 to 5.3 kg of food for kg of increase of weight; the digestibility *in situ* of the dry matter (DISDM) was of 83.19 percent for alfalfa and 78.46 percent for *Kochia scoparia*, this decreased in 2.21 percent when was substitute 25 percent of alfalfa for hay *Kochia*; However you kept stable when the addition was of 50, 75 and 100 percent of hay *Kochia*; as the *Kochia*'s level was on the increase in the diet, the glucose also incremented, showing the higher values in the T75 with 122.4 (mg/dl) and the lower values in the T0 with 85.4 (mg/dl); However the rest of the examined metabolites (Creatinina, Cholesterol and total proteins) didn't differ between treatments. When the level increased in *Kochia*'s inclusion in the diet, the values of FDN and FDA tended increase also, however Lignin tended to descend. The concentrations of acetic acid, propionic and butyric they did not present differences between treatments. The statistical analysis was accomplished using the procedure SAS's GLM (1990) for a design completely at random. Therefore it is deduced than *Kochia*'s hay scoparia

can substitute in a 100 percent the alfalfa in diets of 30 percent of forage without damaging his productive behavior itself.

***Key words:* Digestibility, weight gain, feed intake, feed efficiency and metabolites.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Producción pecuaria en el norte de México.....	3
Características morfológicas de la Kochia scoparia.....	3
Adaptación .....	4
Clasificación taxonómica .....	4
Localización geográfica y hábitat .....	4
Problemas de intoxicación y envenenamiento asociados al consumo de la Kochia scoparia. ....	5
Signos clínicos .....	6
Prevención, control y tratamiento.....	7
Producción de kochia .....	7
Valor nutritivo .....	8
Utilización de la kochia como cultivo para pastoreo.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Ubicación.....	15
Procedimiento Experimental .....	15
Análisis Químico .....	16
Análisis Estadístico.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
Composición Química.....	19
Prueba de alimentación .....	20
Ganancia diaria de peso.....	20
Consumo de alimento.....	21
Eficiencia alimenticia .....	23
Coeficientes de digestibilidad.....	23
Metabolitos del suero sanguíneo .....	25
Glucosa .....	25
Creatinina.....	26

Colesterol .....	27
Tasa de degradación de la fibra detergente neutro .....	28
Ácidos grasos volátiles .....	31
Ácido acético .....	32
Ácido propiónico.....	32
Ácido butírico .....	33
CONCLUSIONES .....	34
RESÚMEN.....	35
LITERATURA CITADA .....	36

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1 Producción de materia verde y materia seca de <i>Kochia scoparia</i> .....	8
Cuadro 2.2 Contenido nutricional de <i>Kochia scoparia</i> a diferentes alturas y estados fenológicos.....	9
Cuadro 2.3 Contenido de minerales de la <i>Kochia scoparia</i> .....	10
Cuadro 2.4 Composición química de henos de kochia y de alfalfa.....	12
Cuadro 2.5 Componentes del suero sanguíneo en bovinos alimentados con heno de alfalfa y heno de <i>kochia scoparia</i> (Roth) por 21 días.....	13
Cuadro 3.1 Composición de ingredientes (%MS) de las dietas conteniendo varios niveles de <i>Kochia scoparia</i> (L) Roth.....	16
Cuadro 4.1 Composición química de heno de <i>Kochia scoparia</i> (L) Roth comparada con heno de alfalfa.....	19
Cuadro 4.2 Comportamiento de corderos de genotipo indefinido, alimentados con dietas donde el heno de alfalfa (30 % de la ración) fue reemplazado en diferentes proporciones (0 - 100%) por heno de <i>Kochia scoparia</i> .....	20
Cuadro 4.3 Algunos metabolitos (mg/dl) en suero sanguíneo en corderos de genotipo indefinido, alimentados con diferentes niveles de <i>Kochia scoparia</i> por 84 días.....	26
Cuadro 4.4 Fracciones de fibra y tasa de degradación de dietas para corderos con diferente nivel de sustitución de heno de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) con heno de Kochia ( <i>Kochia scoparia</i> ). Los valores son medias $\pm$ desviación estándar...	29
Cuadro 4.5 Concentración total y proporción de ácidos grasos volátiles en líquido ruminal de corderos de genotipo indefinido, alimentados durante 84 días con diferentes niveles de heno de <i>Kochia scoparia</i> .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1 Coeficientes de digestibilidad <i>in vitro</i> (DIVMS) e <i>in situ</i> (DISMS) de la materia seca de dietas para corderos con diferente nivel de sustitución de alfalfa por <i>Kochia scoparia</i>	24
Figura 4.2 Relación entre la fibra potencialmente digestible residual y el tiempo de incubación de las diferentes dietas ofrecidas a los corderos. Y la relación entre el porcentaje de lignina de <i>Kochia scoparia</i> y Kd (%-h)	30

## INTRODUCCIÓN

La difícil situación por la que atraviesa la producción pecuaria en las zonas áridas y semiáridas del país, se debe principalmente al alto costo y los requerimientos de agua para la producción de alimentos convencionales como la alfalfa, el sorgo y otros, lo que limita a estas regiones en la disponibilidad de forrajes.

Ante tal situación, es necesario buscar nuevos cultivos para la producción animal, que puedan adaptarse a las escasas precipitaciones pluviales; que sean de fácil establecimiento, con buenas posibilidades de conservación y almacenaje para las épocas de sequía e invierno, que es cuando decrece la calidad y disponibilidad de forraje en los agostaderos y se encarecen los alimentos comerciales.

Por lo anterior, se propone el cultivo de la kochia (*Kochia scoparia* (L) Roth) como un cultivo alternativo en la producción de forraje, ya que reúne las características deseables para apoyar la ganadería en zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

La kochia es una planta que tiene una tolerancia muy amplia a una gran variedad de condiciones edáficas, como suelos salinos y alcalinos, suelos arenosos, pedregosos, secos donde muy pocas plantas pueden adaptarse. Contiene además bajo porcentaje de fibra cruda, lignina y altos porcentajes de cenizas. Su valor de proteína cruda se reduce si es cortada en estado de floración pero si se corta antes de la floración, contiene alrededor de 25 por ciento. Dicha planta cuenta con cantidades considerables de nutrientes muy semejante a la alfalfa sin desmejorar con ello la respuesta animal.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, fue determinar el perfil nutricional de la herbácea kochia, con el fin de emplearla en la alimentación de ovejas en crecimiento, evaluar el comportamiento productivo y determinar el nivel de inclusión de kochia en la dieta en sustitución de la alfalfa.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Producción pecuaria en el norte de México**

En México la producción pecuaria con rumiantes tiene como base de la alimentación la utilización de pastizales bajo pastoreo en la zona templada, tropical, árida y semiárida. La importancia de los recursos forrajeros adquiere mayor relevancia en virtud del drástico aumento de precio que han experimentado los alimentos balanceados y la tendencia a incrementarse indiscriminadamente (Jiménez, 1989).

La producción ovina en el Norte del país está limitada por la falta de una suplementación alimenticia adecuada, durante algunos meses del año, principalmente en el invierno y primavera. Dadas las condiciones climáticas de la zona es necesario establecer cultivos, que demanden poca agua, fertilización y que sean eficientes en la transformación de agua a materia seca, proporcionando también niveles adecuados de nutrientes; uno de estos forrajes es la *Kochia scoparia* (L) Roth (Durham y Durham, 1983).

### **Características morfológicas de la *Kochia scoparia***

El nombre genérico de *Kochia* fue dado en honor de W. D. Koch quien fue director del Jardín Botánico de Erlangen, Alemania; mientras que el término *scoparia* es dado a aquellas plantas en forma de escoba. La kochia, pertenece a la familia Chenopodiaceae, es una herbácea con tallos erectos, ramificados desde la base con abundancia de hojas y se torna verde rojizo con la madurez (Otoño). Es originaria de Europa, considerada como una maleza anual de verano que florece de julio a septiembre. Planta introducida en América, se localiza en Estados Unidos y en el Norte de México, se desarrolla en áreas de

disturbio, parcelas abandonadas y orillas de caminos. Se propaga por semillas y produce grandes cantidades de éstas (Villarreal, 1983)

### **Adaptación**

La kochia es una planta de gran tolerancia a una gran diversidad de condiciones edáficas tales como: suelos salinos y alcalinos, suelos secos, pedregosos y arenosos, en regiones xéricas y halofitas donde muy pocas plantas pueden adaptarse. Dado que la kochia es una planta nativa de zonas áridas y semiáridas no tiene una alta exigencia en cuanto a sus requerimientos de agua y humedad. Tiene un buen desarrollo durante la estación de crecimiento con precipitaciones arriba de los 255 mm. Siendo una planta más eficiente que la alfalfa en cuanto al uso del agua (Hernández, 1988).

### **Clasificación taxonómica**

Correll y Johnston (1970), en la sistemática de Engler, mencionan que la clasificación botánica de la kochia es la siguiente:

División.....	Embriophita
Subdivisión.....	Angiospermae
Clase.....	Dicotyledoneae
Orden.....	Chenopodiales
Familia.....	Chenopodiaceae
Género.....	<i>Kochia</i>
Especie.....	<i>scoparia</i>

### **Localización geográfica y hábitat**

En México, esta planta se ha dispersado en forma natural y es posible encontrarla en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Durango, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Tlaxcala, México, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca. Se localiza principalmente en áreas perturbadas como las orillas de los caminos, parcelas abandonadas y en baldíos urbanos. En algunas entidades ya existe en forma cultivada. Esta planta

crece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2600 m; puede desarrollarse bien con precipitaciones a partir de 225 mm, aunque se le puede encontrar en áreas con menor precipitación. Presenta resistencia a las temperaturas extremas características de las zonas áridas y semiáridas. Para completar su desarrollo requiere de fotoperiodo largo y altas temperaturas. En invierno tolera bien las heladas. Por sus características de fácil adaptación está siendo utilizada en muchos países para recuperar sitios deteriorados (CONAZA, 1991).

### **Problemas de intoxicación y envenenamiento asociados al consumo de la *Kochia scoparia*.**

La kochia a pesar de tener buenos atributos en el buen contenido de nutrientes y considerarla como una buena opción para la suplementación en el ganado, es una planta que contiene una alta cantidad de oxalatos que posiblemente sean tóxicos al ganado, además de que se le han atribuido ser la causante de intoxicación por nitritos y nitratos, alcaloides y por otro lado de poseer gran cantidad de saponinas (Kingsbury, 1964).

James (1978) reporta que el ácido oxálico es un ácido orgánico dicarboxilo que rápidamente forma sales insolubles con el calcio y magnesio, y sales solubles con el sodio, el potasio y el oxalato de amonio. Ambos tipos de sales y el ácido oxálico como químicos son venenos sistemáticos y sustancias que dañan a los tejidos del animal. Este autor también menciona que las pequeñas cantidades naturales de oxalatos insolubles en la dieta no son absorbidas y son excretadas sin causar ningún efecto en el organismo del animal.

La kochia es potencialmente dañina cuando presenta un 10 % o más de ácido oxálico en base al peso de la planta, la concentración de oxalato es mayor en las hojas, seguido por las semillas y en menos grado en los tallos. Los rumiantes pueden consumir grandes cantidades de plantas con oxalatos, aparentemente porque los oxalatos son metabolizados en gran magnitud en el

rumen; sin embargo, si el oxalato es directamente introducido dentro del abomaso el rumiante responde similarmente como si fuera un animal no rumiante (Kingsbury, 1964). Según Buck y Osweiser (1973), un ovino puede envenenarse con una pequeña dosis de oxalato soluble, tan solo de 0.55 por ciento de su peso vivo después de haber llenado por completo. Para un ovino sediento y hambriento, menos de un 0.1 por ciento de oxalato en base a su peso vivo es letal.

### **Signos clínicos**

Los síntomas de envenenamiento comienzan de 2 a 6 horas después de la ingestión de oxalatos, generalmente los signos de envenenamiento son los siguientes (Buck y Osweiser, 1973):

- Hay un cólico ligero o moderado
- Los animales presentan depresión
- Embotamiento
- Pérdida de peso y debilidad muscular.
- Cabeza inclinada hacia atrás.
- El animal se mantiene rezagado del rebaño.
- Después de la debilidad procede rápidamente hasta la postración.
- La respiración es difícil y se presenta una espuma sanguinolenta alrededor de la boca.
- Ocasionalmente puede haber hinchazón y frecuencia urinaria.
- En algunos casos puede haber convulsiones debido a una hipocalcemia.
- El nivel del calcio se disminuye y el de urea en la sangre se puede elevar ligeramente.

### **Prevención, control y tratamiento**

Después de que los signos clínicos aparecen, el tratamiento tiene muy poco valor y consiste en aportar iones de calcio para ayudar a la eliminación del oxalato de calcio limitando la absorción de éste. El glutamato de calcio administrado por vía intravenosa puede proveer un alivio temporal pero no es curativo. El administrar a libre acceso un 25 por ciento de fosfato di cálcico y 75 por ciento de sal puede ser también utilizado y debe ser usado solamente cuando el animal está expuesto a altas concentraciones de oxalatos ya que con una administración continuada puede elevarse el balance Ca: P y traer consecuencias (Kingsbury, 1964).

Dickie y James (1983) recomiendan que el ganado pastoreado en kochia, reciba un suplemento extra de otro alimento o que los animales sean removidos del potrero antes de que la semilla madure.

### **Producción de kochia**

Se tienen reportados rendimientos que van de 10 a 40 ton/ ha de materia verde por hectárea en condiciones de temporal y con una precipitación de 200 mm durante el periodo de crecimiento. Bajo riego, tiene una alta eficiencia en el uso de agua, alcanzando una producción de hasta 70 ton/ ha de materia verde en el primer corte, llegando a 100 ton/ ha de materia verde por año. Se le puede dar de 4 a 9 cortes anuales, dependiendo de la cantidad de agua que reciba (CONAZA, 1991).

Rodríguez (1988) menciona que obtuvo un rendimiento de 38 ton/ ha de forraje verde y de 5.6 ton/ ha de materia seca en un solo corte de kochia, con un contenido de proteína y de fibra cruda del 17 y 20 por ciento respectivamente. Osorio (1995) menciona que bajo condiciones de temporal, se recomienda la captación de lluvia con micro cuencas ó con manejo de escurrimientos superficiales, lo cual aumentará considerablemente los rendimientos de forraje.

Farias (1985) encontró que el momento del corte adecuado se da cuando la floración está a 5 por ciento (70 días aproximadamente), período cuando la planta alcanza el mayor contenido de proteína, el cual es de 16 a 28 por ciento. El corte se hace a 15 cm del ras del suelo, para facilitar el rebrote. El número de cortes varía de uno a tres y está en función del clima y del suelo.

Hernández *et al.* (1988) evaluaron plantas con diferentes alturas (25, 50, 75 y 100 cm) a través de cortes. Se encontró que plantas con 100 cm de altura presentaban la mayor producción de materia verde (MV, 40.4 ton/ha), la cual se manifiesta a partir de los 75 cm de altura de la planta, con un 205 por ciento de incremento en producción de MV con respecto al corte realizado cuando la planta tenía 25 cm de altura. El porcentaje de materia seca (MS) fue muy similar (20 por ciento); cabe mencionar que las plantas de 75 cm de altura tuvieron el menor porcentaje de MS (14.8 por ciento). La producción en MV y el porcentaje de MS, nos indican que a mayor altura de la planta mayor es la producción de MS/ha, como puede observarse en el Cuadro 2. 1.

**Cuadro 2. 1. Producción de materia verde y materia seca de *Kochia scoparia*.**

Altura de la Planta (cm)	Producción (ton/ha)	
	Materia verde	Materia seca
25	12.9	2.4
50	23.1	5.5
75	38.4	5.7
100	40.4	8.8

Hernández *et al.* (1988).

### Valor nutritivo

De acuerdo a trabajos con kochia, respecto al valor nutritivo (Miranda *et al.*, 1986) se reporta que contiene de 8.6 a 29.1 por ciento de proteína cruda (PC), en diferentes alturas de la planta (25, 50, 75 y 100 cm).

En el Cuadro 2. 2 se muestra una disminución del contenido proteico con

la altura, y disminuye éste hasta un 15 por ciento al comparar plantas de 25 y 100 cm de altura. Por otro lado, en plantas colectadas en estado de prefloración con 100 cm de altura, utilizada para ensilar, se tuvo 16.4 por ciento de proteína cruda y 55 por ciento de Nutrientes Digestibles Totales (Miranda *et al.*, 1986). El contenido de minerales como son el calcio y fósforo de la planta, gran parte depende de la disponibilidad presente en el suelo y, además, el tipo y humedad del mismo. La concentración de calcio no está definida por la altura de la planta, ya que se encontraron valores de 6.4 por ciento en plantas de 75 cm de altura y menor valor (3.6 por ciento) en aquellas con 50 cm, teniendo un promedio de 5.5 por ciento en plantas con menos de 25 cm, como puede observarse en el Cuadro 2.3.

**Cuadro 2.2. Contenido nutricional de *Kochia scoparia* a diferentes alturas y estados fenológicos.**

Determinaciones	Altura en cm				Estado fenológico de la planta.			
	25	50	75	100	A	B	C	
							a	b
Proteína %(N x 6. 25)	19. 0	17. 8	17. 4	16. 1	16. 4	20. 3	14. 2	3. 6
Fibra cruda %	15. 3	17. 5	20. 9	22. 6	47. 6	22. 3	15. 7	50. 8
Extracto etéreo %					2. 13	1. 5	1. 6	0. 3
Cenizas %					17. 1	18. 2	18. 4	6. 0
ELN %					17. 2	35. 6	50. 1	39. 2
NDT %					55. 6	63. 4	66. 8	64. 1
Energía bruta cal/ g MS	3509	2464	3487	3222	3437		3773	4019
ELN: Extracto libre de nitrógeno; NDT: Nutrientes digestibles totales.								
A: Prefloración 100 cm; B: principios de la floración y C: media a completa floración 100 cm. a) hojas, b) tallos.								

García *et al.* (1988).

**Cuadro 2. 3. Contenido de minerales de la *Kochia scoparia*.**

Altura de la planta (cm)	Contenido de minerales (%)		
	Calcio (Ca)	Fósforo (P)	Oxalatos
25	5. 3	0. 58	9. 5
50	3. 6	0. 63	9. 2
75	6. 4	0. 66	8. 8
100	5. 7	0. 56	9. 2
Completa floración	---	---	0. 32
Hoja	---	---	0. 26

Miranda *et al.* (1986).

Finley (1971) estudió la digestibilidad, con borregos, y el valor nutritivo de la kochia en tres etapas de maduración, antes de la floración, en floración media y completa floración. La proteína cruda así como la digestibilidad en el ensilaje disminuyó y el contenido de fibra aumentó conforme maduró la planta. El consumo de materia seca decreció en las dos últimas etapas y el material de desecho se componía principalmente de tallos centrales.

### **Utilización de la kochia como cultivo para pastoreo**

Beck (1975) en Spriger, Colorado, pastoreo 8 novillos Herford en tres pastas (resembradas, nativa y antigua), con tipos de vegetación comúnmente encontradas en el área y típicos de la región central y sureste de las grandes praderas, donde determinó los hábitos dietéticos de los novillos en pastoreo, encontrando que la kochia fue el arbusto más común y abundante (4.5 por ciento de la composición botánica de la dieta), esto cuando la planta alcanzaba de 8 a 10 cm de altura, llegando a formar parte importante en la dieta del animal que pastoreaba potreros con kochia.

En Symer, Texas, (Durham y Durham, 1978) con un sistema de pastoreo alta intensidad – baja frecuencia utilizando 130 vacas en pastas de 1.62 ha por



períodos de dos días en un área de 52.63 ha durante los meses de abril a septiembre, obtuvieron un equivalente a 45 cabezas por año; 17 ha / animal / año, donde para esa misma área se tiene una capacidad de carga animal en pastos nativos de 10.12 ha/ animal/ año.

En Ron Crist de Herford, Texas (Hutchinson, 1983) reporta ganancias de peso 0. 771 kg/día/animal por un periodo de 60 días, pastoreando 280 novillos en 25. 5 ha de *Kochia* irrigadas. En investigación del mismo autor llevada a cabo en Dakota del Sur, alimentó becerras al destete con una ración de mantenimiento a base de alfalfa (51 por ciento TDN) comparada con *Kochia* (57 por ciento TDN y 12 por ciento menos de fibra), donde al final de los 55 días de experimentación la alfalfa produjo una ganancia de peso de 535 g y la *kochia* de 431 g/día/animal.

Foster (1980), en Clovis New Mexico, pastoreo de julio a octubre 1600 borregas en 56. 68 ha de *kochia* obteniendo de 224. 27 a 280. 34 kg de peso total/ha.

El apacentamiento del ganado en *kochia* (Roth) algunas veces ocasiona hiperbilirubinemia, fotosensibilización y polyuria. Animales alimentados con heno del *kochia* pueden presentar ligera toxicidad, pero puede utilizarse eficazmente como fuentes de nutrientes (Rankins *et al.*, 1991a).

En New Mexico, Rankins *et al.* (1991a) realizaron un experimento para observar el contenido de alcaloides en *kochia*, usando el heno de alfalfa como testigo. Ambos henos fueron picados y mezclados para alimentar a ocho bovinos por 21 días. Los novillos fueron alimentados en pares individualmente (cuatro con *kochia* y cuatro con alfalfa). Se hicieron pruebas de contenido de fibra, cenizas, etc. Además se les hicieron pruebas de sangre en los días 0 y 21, para la determinación de componentes de suero; se obtuvieron los resultados mostrados en los Cuadros 2. 4 y 2. 5.

**Cuadro 2. 4. Composición química de henos de kochia y de alfalfa.**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje de materia seca</b>	
	<b>Alfalfa</b>	<b>Kochia</b>
<b>MS (%)</b>	<b>94. 0</b>	<b>94. 0</b>
<b>MO (%)</b>	<b>90. 6</b>	<b>85. 2</b>
<b>NDF (%)</b>	<b>54. 5</b>	<b>68. 2</b>
<b>ADF (%)</b>	<b>41. 8</b>	<b>44. 9</b>
<b>CP (%)</b>	<b>13. 4</b>	<b>13. 0</b>
<b>CP Disponible (%)</b>	<b>12. 3</b>	<b>10. 8</b>
<b>MS:- Materia seca; MO:- Materia orgánica.</b>		

Rankins *et al.* (1991a).

Rankins *et al.* (1991a), realizaron un experimento, ya que supuestamente el heno de kochia había producido toxicidad suave en ovejas y bovinos alimentados por un periodo de 21 días. Fueron alimentados bovinos jóvenes, para evaluar la eficacia de metoclopramida para evitar la toxicidad con kochia. Doce bovinos fueron alimentados *ad libitum* con heno de *Kochia* por 38 días. Seis bovinos fueron tratados medicinalmente con metoclopramida (15 mg/kg) tres veces por semana por medio de capsulas, los otros seis se les dieron capsulas vacías.

Durante los últimos 10 días, la metoclopramida no tuvo efecto sobre la digestibilidad de materia seca, materia orgánica, NDF, ADF o CP. Sin embargo, la metoclopramida redujo la retención de N. El heno de kochia disminuyó las concentraciones de suero de prolactina y de insulina ( $P < 0. 01$ ); pero la metoclopramida al 0. 05 no tuvo efecto sobre la prolactina e insulina en los animales alimentados con heno de kochia. La kochia también aumentó las concentraciones de hierro en el suero, en proteína total, en albúmina, en globulina y creatinina, decreciendo el contenido de urea N.

**Cuadro 2. 5. Componentes del suero sanguíneo en bovinos alimentados con heno de alfalfa y heno de *kochia scoparia* (Roth) por 21 días.**

Componente	Día 0			Día 21		
	Alfalfa	Kochia	SE <sup>a</sup>	Alfalfa	kochia	SE <sup>a</sup>
Sodio mEq/litro	138	138	1. 2	138	138	1. 9
Potasio mEq/litro	4. 4	4. 3	0. 12	4. 8	4. 9	0. 07
Cloruro mEq/litro	104	104	0. 7	101	104	1. 6
Bicarbonato/CO <sub>2</sub> mEq/litro	29	30	1. 0	33 <sup>b</sup>	31 <sup>c</sup>	0. 5
Cálcio mg/dl	9. 2	9. 2	0. 20	9. 2	9. 2	0. 29
Fósforo, mg/dl	6. 2	6. 5	0. 19	8. 2	8. 2	0. 18
Glucosa, mg/dl	72	68	3. 0	70	63	2. 4
Colesterol, mg/dl	78	93	4. 3	98	116	8. 0
Triglicéridos, mg/dl	23	24	2. 1	21 <sup>b</sup>	26 <sup>c</sup>	1. 2
Urea N, mg/dl	18	20	1. 0	16	17	0. 8
Creatinina, mg/dl	1. 2	1. 3	0. 04	1. 8 <sup>b</sup>	2. 0 <sup>c</sup>	0. 04
Acido Úrico, mg/dl	0. 6	0. 6	0. 05	0. 8	0. 8	0. 06
Proteína Total, g/dl	6. 2	6. 0	0. 12	6. 5	6. 6	0. 19
Albumina, g/dl	3. 6	3. 3	0. 11	3. 8	3. 6	0. 13
Globulina, g/dl	2. 6	2. 7	0. 08	2. 8	3. 0	0. 12

mEq:- mili equivalentes; mg:- miligramos; g:- gramos; dl:- decilitros.  
SE:- error estándar de la media

Rankins *et al.* (1991a).

Otro experimento fue llevado a cabo en ovejas para determinar el valor nutritivo de la kochia a comienzos de la etapa de la semilla y la etapa completa de la floración. Hubo una disminución significativa en la tasa de ingestión de la materia orgánica y en la digestibilidad de proteína cruda, al alimentar con la kochia más madura; de un 31. 6 a 23.2 g; y de 4.22 a 1.41 g. La cosecha temprana de la kochia parece no tener relación con la energía digestible

comparado con la alfalfa, pero decrece en cuando a la proteína digestible (Knipfel *et al.*, 1989).

Rodríguez (1988) probó cinco niveles de kochia (0, 25, 50, 75 y 100 por ciento) en raciones en corderos en desarrollo, como sustituto de heno de alfalfa, a un nivel del 60 por ciento respecto a los requerimientos de proteína cruda, encontrando que conforme se incrementaron los niveles de sustitución de alfalfa con kochia el consumo se redujo en un 15 por ciento; así mismo, la ganancia diaria de peso se vio afectada hasta en un 34 por ciento; sin embargo, la conversión alimenticia, digestibilidad de la materia seca y de la proteína se comportaron en forma similar en todos los niveles de sustitución, no presentó efectos tóxicos ni lesiones orgánicas en los animales bajo estudio. Los costos de producción se redujeron en 40 por ciento al contrastar el máximo nivel de kochia, respecto al nivel más alto de alfalfa.

Costilla (1990) evaluó diferentes niveles de heno de kochia contra heno de alfalfa en raciones para ovejas en crecimiento. Utilizó 15 ovejas en grupos de 5, las cuales fueron alimentadas en forma individual, con dietas que contenían el 40 por ciento de forraje en base a heno de alfalfa sustituido por heno de kochia en porcentajes de 0, 50, 100 por ciento; además se agregó 1.5 por ciento de melaza a los tratamientos que contenían kochia. El consumo de alimento no presentó diferencia significativa y fue de 1158.50, 1068.79 y 1068.64 g/día/animal para los tratamientos 1, 2 y 3. El incremento de peso fue de 130.80, 118.85 y 114.28 g/día/animal. Consecuentemente la conversión alimenticia no presentó diferencia estadística, ya que la cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de carne tuvo valor de 8.95, 9.33 y 9.66 kg. No se presentó efecto de intoxicación en los animales que consumieron kochia durante y posterior al estudio.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación**

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; ubicada al Noreste de México ( $25^{\circ} 22' N$ ,  $101^{\circ} 00' W$ ) con clima BWhw (x') (e) una altura de 1743 m y con precipitación pluvial de 298.5 mm anuales (Mendoza, 1983).

### **Procedimiento Experimental**

Se evaluaron cinco dietas experimentales, con cuatro repeticiones para las variables de consumo, conversión alimenticia y ocho repeticiones para las variables de incremento de peso, metabolitos y ácidos grasos volátiles. El periodo de prueba fue de 84 días, con una previa adaptación de 7 días; los animales se asignaron aleatoriamente. Se utilizaron dietas con 30 por ciento forraje y 70 por ciento concentrado (Cuadro 3.1). La alfalfa fue sustituida en 0 (T0), 25 (T25), 50 (T50), 75 (T75) y 100 (T100) por ciento con heno de *kochia scoparia* (L) Roth. Los animales fueron alimentados dos veces al día 8:00 am y 4:00 pm, teniendo agua a libre acceso.

La *kochia* fue colectada manualmente antes de la floración, se dejó secar por un periodo de 15 días, posteriormente se molió para integrarse a la mezcla con los demás ingredientes; la alfalfa fue adquirida comercialmente. El trabajo fue realizado del mes de Febrero al mes de Mayo de 2007.

Las dietas fueron formuladas, en base a los requerimientos nutricionales para ovinos (NRC, 1985). Se utilizaron 40 ovejas de genotipo indefinido en crecimiento con un peso aproximado de 15 kg. Las cuales fueron identificadas

mediante un arete metálico y se les suministró tratamiento contra parásitos y la aplicación de vitaminas (Ivomec, A, D y E).

Al iniciar la prueba los animales fueron pesados, repitiéndose esta operación cada 14 días hasta el final de la prueba, con el fin de conocer los aumentos de peso por animal y por tratamiento; también se pesó semanalmente el alimento ofrecido y rechazado con el propósito de determinar el consumo y la conversión alimenticia.

**Cuadro 3. 1. Composición de ingredientes (%MS) de las dietas conteniendo varios niveles de *Kochia scoparia* (L) Roth**

<b>Ingrediente</b>	<b>T0</b>	<b>T25</b>	<b>T50</b>	<b>T75</b>	<b>T100</b>
Alfalfa	30.000	22.500	15.000	7.500	0.00
Kochia	0.000	7.500	15.000	22.500	30.00
Maíz / Quebrado	50.140	49.950	49.760	49.560	49.37
Soya / pasta	6.310	6.500	6.690	6.890	7.08
Bicarbonato de sodio	0.500	0.500	0.500	0.500	0.50
Ganatec - 25*	2.500	2.500	2.500	2.500	2.50
Optimin - PR *	0.300	0.300	0.300	0.300	0.30
Sal	0.250	0.250	0.250	0.250	0.25
Melaza / caña	10.000	10.000	10.000	10.000	10.00
*Macro y micro elementos, (GANATEC – 25, Optimin – PR; Tecnicas Nutricionales S. A de C. V., San Nicolás de los Garza, México).					

### **Análisis Químico**

Se analizaron las muestras de cada tratamiento para materia seca (MS), cenizas (AOAC, 1980), lignina (LIG), fibra en detergente ácido (FDA), fibra en

detergente neutro (FDN) acorde al procedimiento de Van Soest. (1967). Se determinó además la digestibilidad *in situ* de la materia seca (Tejada, 1992).

Al final de la prueba de alimentación, se colectaron muestras de sangre de la vena yugular mediante tubos *vacutainer*. Los tubos fueron identificados con el arete de cada animal. Las muestras de sangre colectadas se dejaron coagular a temperatura ambiente, después se centrifugaron a 3500 rpm, durante 10 minutos. El suero sanguíneo fue decantado y guardado a una temperatura de – 20 °C para posteriormente realizar las determinaciones de glucosa, colesterol, creatinina y proteínas totales. Todos los análisis fueron realizados en un espectrofotómetro marca *Spectronic 20 Genesys*, utilizando la metodología indicada en los “*kit`s*”, método Enzimático de Punto Final, para el colesterol; Colorimetric – kinetic, para la creatinina; Biuret modificado, para proteínas totales; y GOD – POD, para la glucosa.

En la última semana de prueba fueron extraídas muestras de líquido ruminal a cada uno de los animales, mediante una sonda conectada a una bomba de vacío y a un matraz Erlenmeyer; se extrajeron alrededor de 50 ml a cada animal, posteriormente se determinaron concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV), cuantificando ácido acético, propiónico y butírico; mediante el proceso propuesto por Tejada (1992).

Para determinar la cinética de la digestión de la fibra de las dietas en estudio, se utilizó la técnica de digestibilidad *in vitro* de Tilley y Terry (1963) con las modificaciones de Goering y Van Soest (1970), la cual se interrumpió a diferentes tiempos de incubación (12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 y 96 h) y se analizó FDN en cada uno de los respectivos residuos de la fermentación. El líquido ruminal fue extraído de un novillo criollo fistulado y canulado, el cual fue alimentado *ad libitum* con heno de alfalfa.

### **Análisis Estadístico**

El análisis estadístico fue realizado usando el procedimiento GLM de SAS (1990) para un diseño completamente al azar, usando el peso inicial como

covariable. El modelo contenía el efecto del nivel de kochia. Los animales sirvieron como unidad experimental para el incremento de peso, donde se tenían 2 animales por corral; considerando al corral como unidad experimental para la obtención de la tasa de ingestión de materia seca

Los metabolitos del suero sanguíneo de igual manera se corrieron en SAS (1990) en un diseño completamente al azar con mismo número de repeticiones, y haciendo una comparación de medias entre los tratamientos para probar las diferencias con nivel de significancia de 0.5.

Para el análisis de la cinética de la digestión de la FDN se transformaron logarítmicamente los datos obtenidos de la fibra potencialmente digestible (FPD) residual (%). Y se uso regresión lineal para estimar los parámetros de la digestión. Considerando el tiempo de 96 h como la extensión máxima de la digestión (fibra potencialmente indigestible, FPI) y la diferencia entre esta y el contenido de FDN en la muestra original como la fibra potencialmente digestible (FPD). La tasa de degradación se obtuvo mediante regresión de los logaritmos naturales de los residuos de FPD en cada uno de los tiempos de incubación (Grant y Mertens, 1992).

Se empleo un modelo de regresión lineal simple como a continuación se describe:  $Y_i = \beta x_i + \alpha + \epsilon_i$  Donde:  $Y_i$  = Logaritmo natural de los residuos (%) de FPD del  $i$  – esimo tiempo de incubación *in vitro*.  $x_i$  =  $i$  – esimo tiempo (h) de incubación *in vitro*.  $\beta$  = coeficiente de regresión. Tasa de degradación (Kd) de las paredes celulares (FDN) de las dietas.  $\alpha$  = Intercepto origen.  $\epsilon_i$  = Variable aleatoria a la cual se asume distribución normal con media cero y varianza  $\sigma^2$ .



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición Química

La composición química de los henos de alfalfa y *Kochia scoparia* (L) Roth se presenta en el Cuadro 4. 1, siendo estos henos muy similares en cuanto a proteína cruda y grasa; difiriendo en su contenido de cenizas, fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y lignina (LDA). El contenido de cenizas fue 46 por ciento más alto en la kochia, comparado con la alfalfa. El hecho de que el terreno donde se cosechó la kochia presenta altos niveles de carbonato de calcio, parece explicar el alto nivel de cenizas en la kochia, aunque probablemente se encuentren en forma de oxalatos mismos que han sido reconocidos como agentes tóxicos al menos en kochia muy madura o sobrepastoreada (Galitzer y Oheme, 1978).

**Cuadro 4. 1. Composición química de heno de *Kochia scoparia* (L) Roth comparada con heno de alfalfa**

<b>Composición</b>	<b>Kochia</b>	<b>Alfalfa</b>
Proteína cruda (%)	15.92	17.01
Grasas	2.05	3.30
Cenizas (%)	11.56	7.90
Fibra en detergente neutro (%)	66.83	56.96
Fibra en detergente ácido (%)	52.86	42.86
Lignina en detergente ácido (%)	12.60	15.36

La calidad nutritiva de la kochia está ligada a diversos factores, entre ellos la madurez o altura al momento del corte; a mayor madurez el contenido de proteínas decrece y aumenta el contenido de oxalatos (Dikie y Berryman,

1979). Este forraje es altamente apetecido por los ovinos (CONAZA, 1991). Sherrod (1975) menciona que la kochia tiene un alto valor nutritivo como forraje, especialmente en estado temprano de desarrollo, en la prefloración, a los 45 cm de altura aproximadamente.

## Prueba de alimentación

### Ganancia diaria de peso

En la prueba de alimentación no se presentaron efectos adversos en las ovejas alimentadas con diferentes niveles de kochia. Las ovejas no mostraron diferencia ( $P > 0.05$ ) en cuanto a la ganancia diaria de peso (GDP) entre tratamientos (Cuadro 4. 2).

**Cuadro 4. 2. Comportamiento de corderos de genotipo indefinido, alimentados con dietas donde el heno de alfalfa (30 % de la ración) fue reemplazado en diferentes proporciones (0 - 100%) por heno de *Kochia scoparia*.**

Variable*	Proporción alfalfa:kochia				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Peso vivo inicial, kg	17. 8±3.38	18. 1±2.12	20. 0±2.44	17. 2±3.78	17. 3±2.82
Peso vivo final, kg	34. 4±4.43	33. 9±5.91	35. 8±5.63	34. 3±6.63	34. 0±4.35
Ganancia de peso, (g/d)	198±45	189±55	187±61	203±43	198±31
CMS diaria (% PV**)	3.49±0.12	3.31±0.10	3.31±0.09	3.30±0.08	3.37±0.19
CA **	4.6±0.46	4.6±0.49	5.3±1.42	4.2±0.08	4.4±0.20

\*Para todas las variables no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). \*\*CMS= Consumo de Materia Seca; PV= Peso vivo y CA= Conversión alimenticia. Los valores son medias ± desviación estándar.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Costilla (1990), quien evaluó diferentes niveles de heno de kochia en dietas para ovejas en crecimiento, con dietas que contenían el 40 por ciento de forraje en base a heno

de alfalfa sustituido por heno de kochia, en porcentajes de 0, 50 y 100 por ciento. Los resultados obtenidos en el presente estudio son menores a los que reportan Bunch *et al.* (2003), ya que obtuvieron ganancias de 340 a 500 g/ día en borregos Dorper. Estos aumentos, sin embargo, son dudosos, ya que los ovinos productores de carne no rebasan los 300 g de ganancia por día (Mellado, 2008<sup>1</sup>). Martínez (2001), evaluó kochia en la sustitución de Zacate Bermuda Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis vanderyst*) en cabras Anglo-Nubia y Murciana-granadina, obteniendo pesos relativamente bajos de 45 g/día/animal. Por otro lado Rokomatu y Aregheore (2006) mencionan que la ganancia de peso en ovejas depende de la proporción forraje: concentrado, quienes al hacer una prueba obtuvieron ganancias de 30, 70 y 42 g/día, para forraje; forraje + concentrado y forraje + grano de trigo quebrado. Mientras tanto Rankins *et al.* (1991a) compararon henos de alfalfa y kochia observando pérdidas de peso en novillos con kochia ; sin embargo, dicha pérdida fue también para los novillos alimentados con alfalfa y fueron de la misma magnitud. Ellos atribuyen esta pérdida al bajo consumo en ambos casos ya que no fue suficiente para cubrir al menos con los requerimientos nutricionales para mantenimiento. Estos mismos autores no encontraron diferencia significativa en ganancia de peso para ovinos alimentados con alfalfa vs kochia. Sin embargo, Wildeus *et al.* (2005) obtuvieron ganancias de peso de 117 – 131 g/día al alimentar tres diferentes razas de ovejas con heno alfalfa no encontrando diferencia significativa entre razas; a si mismo Rodríguez (1988), en un estudio donde también sustituyó en la dieta heno de alfalfa por kochia obtuvo como promedio una ganancia de 156 g/día/animal, en tres razas de ovejas de pelo.

### **Consumo de alimento**

Dada la importancia que tiene el consumo de un alimento por los animales, que son, en última instancia, quienes marcan el valor de cualquier alimento, ya que aun cuando los análisis químicos de los alimentos revelen un valor nutritivo alto, si el alimento no es consumido por los animales, de poco sirve (Church, 2002). Para este

<sup>1</sup>Comentario personal: Mellado, B. M. 2008. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. Nutrición Animal, Saltillo, Coahuila México. 25315.

estudio el consumo de materia seca (CMS g/día), no difirió entre grupos de ovejas, observándose consumos entre 865 y 924 g/día (Cuadro 4. 2). Costilla (1990) reporta que el consumo de alimento con borregos no presentó diferencia y fue de entre 1069 y 1159, g/día/animal; además Sherrod (1973) reportó consumos de 893 y 915 g/día/animal para cinco dietas a base de henos de kochia y alfalfa, no existiendo diferencias entre tratamientos. Por otra parte, Rodríguez (1988) encontró que el rango en el consumo de ovinos criollos alimentados con diferentes niveles de kochia fue de 1393 a 1701 g/día. Mientras tanto Lyman *et al.* (2008) mencionan que dietas para ovinos con forrajes que contienen alcaloides, taninos y/o saponinas, tiene una tasa de ingestión alta, lo cual coincide con Papachriston *et al.* (2007) quienes también mencionan que la tasa de ingestión en ovinos incrementa cuando las dietas contienen compuestos secundarios como taninos, oxalatos y/o terpenos; Clarke (2001) menciona que el consumo de alimento en ovejas está relacionado con el sexo y la estación del año. El consumo de alimento es más elevado en primavera, por el fotoperiodo, y consumen más alimento las hembras que los machos. También señala que en particular, los niveles altos de leptina en la sangre reduce la tasa de ingestión. Por otro lado, Hadijigeorgiou *et al.* (2003) mencionan que la tasa de ingestión de alimento, tanto en ovinos como en caprinos, está relacionada con el tamaño de la partícula, consumiendo más, cuando las partículas son más pequeñas; también Doran y Sainz (2006) señalan que a medida que el nivel de fibra (FDN) se incrementa en valores superiores al 60 por ciento, esto ocasiona un menor espacio ruminal, que trae como consecuencia un menor consumo voluntario de materia seca, conociéndose este efecto como llenado físico del rumen.

En el presente trabajo el consumo de alimento (por ciento peso vivo) fue de 3.30 a 3.49, estos datos son superiores a los reportados por Wildeus *et al.* (2005) quienes obtuvieron consumos de 1.04 a 1.22 por ciento PV en ovejas alimentadas con heno de alfalfa. Sin embargo Salas *et al.* (2006) obtuvieron resultados ligeramente mayores a los obtenidos en el presente trabajo;

consumos que van de 3.3 a 4.5 por ciento de su peso vivo, esto en cabras alimentadas con alfalfa y esta a su vez sustituida por *Sphaeralcea angustifolia*.

Otra prueba de alimentación con cabras alimentadas con heno de alfalfa en sustitución por *Yucca carnerosana* los consumos de acuerdo a su peso vivo fueron de 3.0 a 3.7 por ciento (Mellado *et al.*, 2008). Por otro lado Bittman y Smith (1991) realizaron dos pruebas para evaluar la tasa de ingestión voluntaria de heno de kochia. El heno de alfalfa fue sustituido por heno de kochia en un 0, 25, 50 y 75% de la dieta completa en ovejas. Conforme se incrementó el heno de kochia en la dieta, la tasa de ingestión de materia seca disminuyó

### **Eficiencia alimenticia**

La eficiencia alimenticia no presentó diferencia entre grupos de ovejas (Cuadro 4. 2); teniéndose valores de 4. 2 a 5. 3; lo cual indica una excelente conversión alimenticia esto se debió a la alta calidad de la dieta ofrecida. Sin embargo, estos resultados comparados con los obtenidos por Costilla (1990), son relativamente bajos, y este autor reporta valores que fluctuaron entre los 8.95 y 9.66, donde la alfalfa fue reemplazada por kochia en 0, 50 y 100 %. Por otro lado Rodríguez (1988), tampoco encontró diferencias entre sus tratamientos, donde también sustituyó heno de alfalfa por kochia, teniendo como promedio de conversión 9.9. Mientras tanto Bunch *et al.* (2003) encontraron una eficiencia alimenticia de 5.2 a 6.8 en borregos Dorper. Estos valores son más elevados que los encontrados en el presente estudio, con ovejas no especializadas en la producción de carne.

### **Coefficientes de digestibilidad**

La composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, más no de su disponibilidad para el animal. Por lo anterior es necesario contar además con los datos de digestibilidad de los nutrientes, la cual se define como el porcentaje de un nutrimento que “desaparece” a su paso por el canal digestivo; la digestibilidad es una

propiedad que guarda más relación con los alimentos que con los animales (Shimada, 2003).

En la Figura 4. 1 Se muestra la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DMS<sub>is</sub>) observada en el presente estudio, siendo de 91. 60 por ciento para (T0) y de 87. 56 por ciento para (T100).

Se puede observar la DMS<sub>is</sub> decreció en un 2. 21 por ciento al sustituir un 25 por ciento de alfalfa por kochia; sin embargo al continuar con la adición del 50, 75 y 100 por ciento la digestibilidad se mantuvo estable, lo cual la variabilidad no fue significativa.

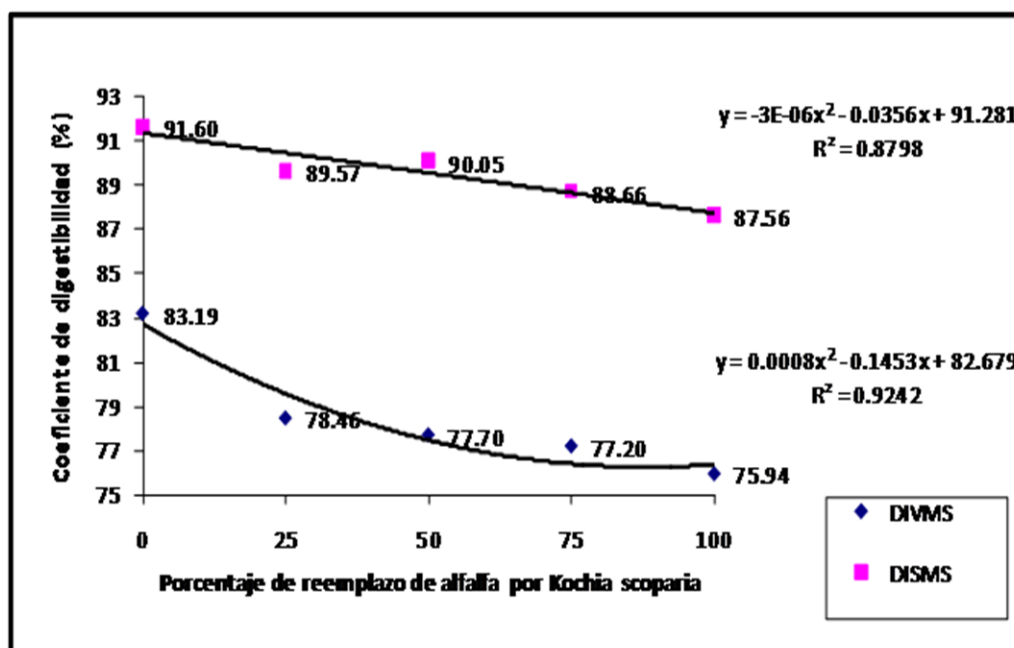


Figura 4. 1.- Coeficientes de digestibilidad *in vitro* (DIVMS) e *in situ* (DISMS) de la materia seca de dietas para corderos con diferente nivel de sustitución de alfalfa por *Kochia scoparia*.

Para el caso de la DMS<sub>iv</sub> se observa que también decreció de un 83. 19 por ciento a un 78. 46 por ciento al adicionar un 25 por ciento de kochia. Estos datos sugieren que la presencia, y no la cantidad de kochia en la ración, tiene un efecto negativo sobre la digestibilidad de la dieta. No se conoce, sin embargo, que aspecto específico de la kochia causó esta depresión en la digestibilidad de este forraje. Al respecto Wilson y Hatfield (1997) Señalan que

los forrajes con paredes celulares de rápida degradación promueven una mayor degradación ruminal y tasa de pasaje, incrementando incluso el consumo de materia seca. Por su parte, Pulido y Leavep (2000) señalan como causa de las disminuciones de digestibilidad a altos contenidos de FDN y FDA en los forrajes. De igual manera Bittman y Smith (1991) realizaron dos pruebas para evaluar la digestibilidad; el heno de alfalfa fue sustituido por heno de kochia en un 0, 25, 50 y 75 por ciento de la dieta completa en ovejas. Conforme se incrementó el heno de kochia en la dieta la digestibilidad aumentó ligeramente. La investigación de Bittman y Smith muestra que se puede alimentar con heno de kochia en la dieta en niveles entre 25 y 50 por ciento del régimen sin efectos adversos en la digestibilidad de la materia seca. Mientras que en un estudio con ovejas en crecimiento alimentadas con heno de alfalfa, donde ésta a su vez fue sustituida al 0.0, 0.75, 1.5 y 3.0 por ciento por tanino de quebracho, la digestibilidad tendió a bajar al adicionar 1.5 y 3.0 por ciento Turne y Neel (2003).

El tamaño de partícula influye en la digestibilidad de un alimento, esto por la velocidad de tránsito por el canal digestivo del animal (Kennedy *et al.*, 2003), decreciendo cuando los animales ingieren pellets en lugar de heno. De acuerdo a Sherrod (1973) la digestibilidad se incrementó linealmente a medida que se incrementaba la kochia en comparación al heno de alfalfa.

### **Metabolitos del suero sanguíneo**

El análisis del suero sanguíneo, reveló que los metabolitos sanguíneos: creatinina, colesterol y proteínas totales se mantuvieron dentro de los rangos de acuerdo a Manual Merck (2000), lo cual indica que no existieron efectos tóxicos de kochia entre las diferentes dietas.

### **Glucosa**

Los valores de glucosa estuvieron por arriba de lo publicado por Manual Merck (2000), que varían de 44.0 a 81.2 mg/dl. A medida que el nivel de la

kochia fue en aumento en la dieta, la glucosa también se incrementó. Estos resultados difirieron entre grupos de ovejas ( $P < 0.05$ ), observándose los valores más altos en el T75 con 122.4 (mg/dl) y los valores más bajos en T0 con 85.4 (mg/dl), existiendo una diferencia de 30.22 por ciento entre ellos. Estos resultados difieren de lo publicado por Rankins *et al.* (1991c) quien menciona que a medida que se sustituye alfalfa por kochia, la glucosa en el suero sanguíneo decrece en bovinos. Mientras los niveles de glucosa bajaron, los niveles de colesterol incrementaron, esto en ovejas con 100 días de preñez, posiblemente por la demanda de nutrientes de la oveja (Balikci *et al.*, 2005). Igualmente, Salas *et al.* (2006) encontraron que la sustitución de alfalfa por *Sphaeralcea angustifolia* se reflejó en menores niveles de glucosa en la sangre. Los resultados del presente estudio muestran que la kochia presenta propiedades glucogénicas, derivadas de una mayor producción de propionato con los niveles más elevados de este forraje (Cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3. Algunos metabolitos (mg/dl) en suero sanguíneo en corderos de genotipo indefinido, alimentados con diferentes niveles de *Kochia scoparia* por 84 días.**

Variable	Proporción alfalfa:kochia				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Glucosa	85.4±12.7 <sup>b</sup>	121.7±9.6 <sup>a</sup>	108.9±7.8 <sup>a</sup>	122.4±7.5 <sup>a</sup>	119±8.7 <sup>a</sup>
Creatinina	2.3±0.2 <sup>a</sup>	2.1±0.08 <sup>a</sup>	2.3±0.23 <sup>a</sup>	2.2±0.33 <sup>a</sup>	2.3±0.18 <sup>a</sup>
Colesterol	185.3±2.43 <sup>a</sup>	182.5±2.15 <sup>a</sup>	186.2±3.82 <sup>a</sup>	185.7±4.12 <sup>a</sup>	183.8±2.76 <sup>a</sup>
Proteínas totales	6.56±0.32 <sup>a</sup>	6.62±0.68 <sup>a</sup>	6.50±0.23 <sup>a</sup>	6.39±0.57 <sup>a</sup>	6.77±0.80 <sup>a</sup>

mg:- miligramos; g:- gramos; dl:- decilitros

T0 a T100= porcentaje de heno de alfalfa reemplazado por heno de *Kochia scoparia*.

### Creatinina

La creatinina es un compuesto nitrogenado que se forma como producto metabólico final de la creatina; la creatinina se produce en los músculos, pasa a



la sangre y se excreta por la orina (Church, 2002). En esta investigación la creatinina no mostro diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 4. 3). Mientras que Rankins *et al.* (1991d) encontraron diferencias; a medida que se incrementó kochia en una prueba de alimentación con borregas, la creatinina aumento de 1.3 a 2.0 mg/dL/día, entre los 0 y 21 días, respectivamente; mientras que Manual Merck (2000) menciona que los rangos para ovinos oscila entre 0.9 y 2.0 mg/dl. Niveles elevados de creatinina son indicativos también de daño renal y hepático. El hecho de que las ovejas utilizadas en el presente trabajo no presentaran variaciones en creatinina, muestra que la kochia no causó lesiones en hígado y riñones; por lo que es posible usar heno de kochia sin temor alguno de intoxicación en 30 por ciento de la ración.

### **Colesterol**

El colesterol es un precursor para la síntesis de la bilis, cuando el nivel del lípido es grande, éste puede precipitarse, unirse con calcio, carbonatos y silicatos y formar los cálculos biliares (Shimada, 2003). La glucosa, el colesterol y las proteínas totales están relacionadas con la fisiología de las ovejas, teniendo una relación negativa a medida que las ovejas se desarrollan (Barody *et al.*, 2002). El colesterol presentó rangos de 182 a 186 mg/dl para los diferentes tratamientos (Cuadro 4. 3), sin diferencias entre grupos; tampoco encontraron diferencias Balikci *et al.* (2005), quienes obtuvieron rangos de 78.8 a 83.1 mg/dl en ovejas preñadas. En cambio, Rankins *et al.* (1991d) si encontraron diferencias, teniendo 93 y 116 mg/dl en el día 0 y 21, al alimentar ovejas con kochia, nuevamente los datos difieren de los rangos establecidos por Manual Merck (2000), quien menciona que son 100.8 – 113.0 mg/dl. Altas concentraciones de colesterol fueron reportadas en ovejas durante la preñez en invierno y niveles altos en verano de acuerdo a Antunovic *et al.* (2002), quienes mencionan que la estación del año tiene influencia sobre las variables de la sangre.

Los altos niveles de colesterol en el presente estudio parecen reflejar los acentuados aumentos de peso de las borregas, las cuales, al acumular grandes

cantidades de energía, se reflejó en niveles elevados de este metabolito indicativo de las reservas corporales de energía.

### **Proteínas totales**

Manual Merck (2000) menciona que las proteínas totales del suero sanguíneo en rumiantes se encuentran entre 5.8 – 7.8 mg/dl, lo cual concuerda con lo observado en el presente trabajo, observándose promedios de 6.4 a 6.8 mg/dL, sin detectarse diferencias entre tratamientos (Cuadro 4.3). Estos resultados coinciden con los reportados por Rankins *et al.* (1991c), quienes tampoco encontraron diferencias en el contenido de proteínas totales en la sangre al alimentar a bovinos con kochia por 21 días, teniendo resultados de 6 y 6.6 mg/dL en los días 0 y 21.

El contenido de proteínas totales incrementa durante la preñez y en periodo de lactación en ovejas, de acuerdo a Antunovic *et al.* (2002), pero tiende a mantenerse constante en animales con buena alimentación.

### **Tasa de degradación de la fibra detergente neutro**

Los forrajes constituyen una parte substancial de la dieta de los rumiantes; la calidad de los forrajes que se emplean en la alimentación tiene por lo tanto un fuerte impacto en la producción animal; se ha demostrado que el examinar la cinética de la digestión de la pared celular (FDN) puede ayudar a sugerir métodos con los cuales las fuentes dietéticas de fibra pueden ser más eficientemente utilizadas para mejorar la producción de los rumiantes. En el presente estudio se determinó la tasa de digestión de la pared celular de cada una de las dietas.

En el Cuadro 4.4 se observa como al incrementar el nivel de inclusión de kochia en la dieta, en sustitución de la alfalfa, los valores de FDN y FDA se incrementan también, al contrario de lo que sucede con LDA, lo cual explica el incremento en Kd de las dietas conforme se incrementa el nivel de inclusión de Kochia. La presencia de lignina reduce la digestibilidad de las paredes celulares

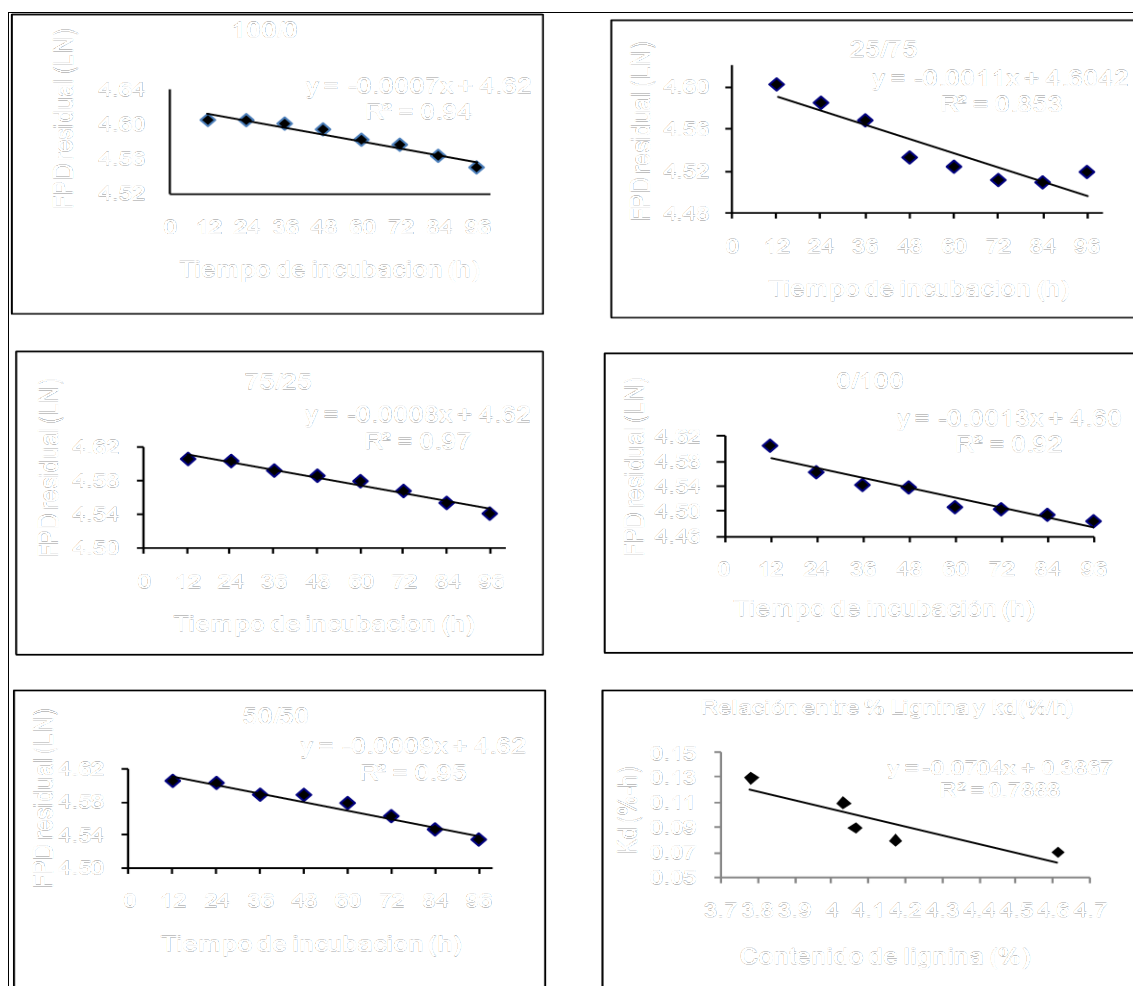
de las plantas, porque protege sus glúcidos de la acción de enzimas microbianas y gastrointestinales; la lignina contenida en plantas jóvenes se fermenta moderadamente durante su paso por el canal digestivo del rumiante (Shimada, 2003). Sin embargo, contrario a lo observado en ese estudio, Fernández (1998) señala que a medida que el nivel de fibra (FDN) se incrementa, aumenta en forma proporcional el tiempo de retención del alimento en el rumen, donde la celulosa y hemicelulosa fermentan lentamente.

**Cuadro 4.4 Fracciones de fibra y tasa de degradación de dietas para corderos con diferente nivel de sustitución de heno de alfalfa con heno de *Kochia scoparia*. Los valores son medias  $\pm$  desviación estándar.**

Variable*	Proporción alfalfa:kochia				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Fibra Detergente Neutro (%)	17.09 $\pm$ 0.54	19.02 $\pm$ 0.71	20.21 $\pm$ 0.19	21.38 $\pm$ 1.01	22.55 $\pm$ 0.66
Fibra Detergente Ácido (%)	12.86 $\pm$ 0.46	13.18 $\pm$ 1.02	14.26 $\pm$ 0.35	14.34 $\pm$ 104	15.86 $\pm$ 0.12
Lignina Detergente ácido (%)	4.61 $\pm$ 0.51	4.17 $\pm$ 0.65	4.06 $\pm$ 0.09	4.03 $\pm$ 0.39	3.78 $\pm$ 0.53
Tasa degradación Kd h <sup>-1</sup> )	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13

En la figura 4.2 se muestra que la Kd incremento progresivamente (0.07, 0.08, 0.09, 0.11 y 0.13 h<sup>-1</sup>); conforme incremento el nivel de inclusión de Kochia y por lo tanto decreció el de la alfalfa en la dieta. Razz *et al.* (2004) realizaron una prueba de alimentación con bovinos, obteniendo una Kd de (0.04 h<sup>-1</sup>) en pasto guinea y (0.013 h<sup>-1</sup>) en leucaena; estos resultados son menores a los obtenidos en el presente trabajo que fueron de 0.07 a 0.13; reflejando mayor Kd en dietas que contenían menor porcentaje de LDA, es decir que contenían mas kochia y menos Alfalfa, por lo tanto, podemos decir que se degrada más fácilmente la kochia que el pasto guinea y que la leucaena; lo cual es normal por su menor contenido de lignina.

Al respecto, en la misma Figura 4.2, podemos observar que existe una estrecha relación entre el contenido de LDA y la  $K_d$  de las dietas estudiadas, donde a mayor contenido de LDA, menor  $K_d$ . Ramirez *et al.* (2001) deducen que la menor degradación de la materia seca en gramíneas tropicales de mediana a baja calidad, está asociada a los altos contenidos de las paredes celulares, aunando a la lignificación de la pared celular, factores que se convierten en severas limitantes para el mejoramiento de la digestión ruminal de los nutrientes contenidos en los forrajes y afectan negativamente la degradabilidad de la materia seca,



**Figuras 4.2.** Relación entre la fibra potencialmente digestible residual y el tiempo de incubación de las diferentes dietas ofrecidas a los corderos. Y la relación entre el porcentaje de lignina de *Kochia scoparia* y  $K_d$  (h<sup>-1</sup>).

Por otro lado Delgado *et al.* (2001), señalan que la presencia de taninos puede influir en la baja degradación de la materia seca. Los forrajes que tienen paredes celulares que se degradan rápidamente, pueden promover una mayor digestión ruminal y pasaje, que permite al animal consumir más alimento (Wilson y Hatfield, 1997) mientras tanto Pulido y Leavep (2000) mencionan una disminución en la tasa de degradación, tasa de pasaje del forraje a través del rumen y el consumo.

### **Ácidos grasos volátiles**

El factor que más influye en la composición de los ácidos grasos volátiles en el rumen es la composición de la dieta; por lo general las dietas con gran cantidad de forraje, el patrón de fermentación ruminal está entre 65-70:20-25:10-15 (acetato: propionato: butirato) en porcentaje molar; mientras que cuando el contenido de concentrados es elevado, las proporciones varían entre 45-50:40-45: 10-15 (Shimada, 2003). La calidad de la dieta influye en el nivel de ácido butírico, a medida que incrementa el nivel de proteína la concentración de ácido butírico también se incrementa (Mba *et al.*, 2003).

La adición de urea a las dietas provoca que las concentraciones de amonio se eleven, con lo cual existe una generación microbiana de proteína, en este caso la producción de ácido acético (mM/L) decrece, el ácido propiónico se incrementa, mientras que la producción de ácido butírico no difiere (Puga *et al.*, 2001). En la presente investigación la concentración total de ácidos grasos volátiles no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, teniéndose promedios de 96 a 111 mM. Esto no coincide con Mellado *et al.* (2008), quien al sustituir alfalfa por *Solanum elaeagnifolium* en una prueba de alimentación con cabras, la concentración total de los ácidos tendió a disminuir. Cabe señalar que en el estudio de Mellado *et al.* (2008) el *Solanum elaeagnifolium* presentó marcadas diferencias de nutrientes (niveles más bajos) que la alfalfa, además de que esta planta presenta una alta concentración de alcaloides.

### Ácido acético

Los resultados obtenidos (Cuadro 4.5) en el presente estudio no presentaron diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) sobre la concentración de ácido acético, observándose promedios de 96.8 a 115.5 mM. García *et al.* (2006) encontraron que el ácido acético fue mayor al sustituir *Yucca carnerosana* por alfalfa a la dieta de cabras en crecimiento; el mismo autor reporta que al adicionar flores de *Agave scabra* en sustitución de alfalfa no influyó en la producción de acetato.

**Cuadro 4. 5. Concentración total y proporción de ácidos grasos volátiles en líquido ruminal de corderos de genotipo indefinido, alimentadas durante 84 días con diferentes niveles de heno de *Kochia scoparia*.**

Ácidos grasos volátiles (mM)	Proporción alfalfa:kochia					DE
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100	
Concentración total (mM)	111.5 <sup>a</sup>	103.8 <sup>a</sup>	113.8 <sup>a</sup>	111.0 <sup>a</sup>	96.8 <sup>a</sup>	0.70
Acético (mM)	321.3 <sup>a</sup>	389.0 <sup>a</sup>	386.1 <sup>a</sup>	350.1 <sup>a</sup>	341.3 <sup>a</sup>	2.93
Propiónico (mM)	336.7 <sup>a</sup>	337.5 <sup>a</sup>	365.2 <sup>a</sup>	380.1 <sup>a</sup>	416.2 <sup>a</sup>	3.31
Butírico (mM)	342.0 <sup>a</sup>	273.5 <sup>ab</sup>	248.7 <sup>b</sup>	269.7 <sup>ab</sup>	242.4 <sup>b</sup>	3.96
Acetato:propionato	1.18 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	0.15

T0 a T100= porcentaje de heno de alfalfa reemplazado por heno de *Kochia scoparia*.

\*Para las variables con misma letra entre tratamientos no se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

### Ácido propiónico

Los resultados obtenidos para este ácido presentaron un rango de 336.7 a 416.2 mM entre tratamientos, no existiendo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ); de acuerdo a Mba *et al.* (2003) el ácido propiónico se incrementa cuando el nivel de proteína en la dieta es elevada. Puga *et al.* (2001) mencionan que la adición de urea al alimentar ovejas, el ácido propiónico tendió a incrementar. Por otro lado, Mellado *et al.* (2008) mencionan que el propionato disminuyó

cuando la alfalfa fue sustituida por *Solanum elaeagnifolium* al alimentar cabras en crecimiento.

### **Ácido butírico**

Los resultados obtenidos fueron en promedio de 24.2 a 34.2 por ciento, existiendo diferencia ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, observándose mayor concentración en el T0 y menor proporción en el T100, entonces deducimos que la adición de kochia tendió a disminuir el contenido de butirato; estos resultados no coinciden con los reportados por Garcia *et al.* (2006) quienes no encontraron diferencias entre tratamientos al sustituir la alfalfa por *Yucca carnerosana* en la alimentación de cabras en crecimiento. El ácido butírico no difirió al adicionar urea a las dietas en borregas evaluadas por Puga *et al.* (2001), mientras que Mba *et al.* (2003), mencionan que el incremento de proteína de un 17 por ciento a un 24 por ciento en la dieta resultó en un incremento considerable del ácido butírico.

## CONCLUSIONES

La *Kochia scoparia* es un forraje altamente apetecido por los ovinos, además de degradarse más fácilmente que la alfalfa, por su bajo contenido de lignina. Su excelente valor nutritivo se reflejó en la conversión alimenticia.

Esta investigación muestra que el heno de *Kochia scoparia* (L) Roth puede sustituir en un 100 por ciento a la alfalfa en dietas con 30 por ciento de forraje, sin efectos adversos en la digestibilidad de la materia seca y sin temor alguno de intoxicación ya que los metabolitos sanguíneos se mantuvieron dentro de los rangos normales para ovinos. Por lo tanto es posible el uso de este forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento sin perjudicar su comportamiento productivo.



## RESÚMEN

La *Kochia scoparia* es un forraje con un contenido de proteína similar al de la alfalfa además de que posee una gran rusticidad, dado que es una planta nativa de zonas áridas y semiáridas. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, fue determinar el perfil nutricional de la herbacea *Kochia scoparia*, con el fin de emplearla en la alimentación de ovinos en crecimiento, evaluándose el comportamiento productivo. Se evaluaron cinco dietas experimentales, con ocho repeticiones por dieta. El periodo de prueba tuvo una duración de 84 días, con una previa adaptación de 7 días; Las dietas contenían alrededor de 49.7 por ciento de maíz quebrado, 6.9 por ciento de pasta de soya, 10 por ciento de melaza de caña, 0.5 por ciento de Bicarbonato, 2.5 por ciento de Ganatec - 25, 0.3 por ciento de Optimin – PR y 0.25 por ciento de Sal. En todos los experimentos se utilizaron dietas compuestas (mezclas de 30 % forraje y 70% concentrado). La alfalfa fue sustituida en 0, 25, 50, 75 y 100 % por heno de *Kochia scoparia*. Los animales fueron alimentados dos veces al día 8:00 am y 4:00 pm, teniendo agua a libre acceso. A todo lo largo de la prueba no se presentaron efectos adversos en los ovinos observados alimentados con *Kochia scoparia*; en cada una de las variables de: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS), conversión alimenticia (CA); tampoco se presentaron efectos adversos en cuanto a la digestibilidad de la materia seca. En el caso de los metabolitos analizados se registraron resultados dentro de los rangos establecidos por Merck (2000) lo cual no indican efectos tóxicos entre las diferentes dietas.

## LITERATURA CITADA

- Antunovi, Z., Peranda, M. y Liker, B. 2002. Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters.
- A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analisis , 13th ed. Association of official Analytical Chemists. Washington D. C., U.S.A pp 318 – 325.
- Balıkçı, E., Yıldız, A. y Gürdoğan, F. 2005. Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes.
- Barody, M. A. A., Abdalla, E. B. y Hakeam, A. A. 2002. The changes in some blood metabolites associated with the physiological responses in sheep.
- Beck, R. 1975. Steer diets in southeastern Colorado. Journal Range Mangament 28 (1):48-52.
- Bittman, Z. M. y Smith, T. L. 1991. Nutritive value of *Kochia scoparia* hay or silage grown in a black soil zone in northeastern Saskatchewan for sheep. Canadian Journal Animal Science 71:107–114.
- Buck, W. y Osweiser, G. 1973. Clinical and diagnostic veterinary toxicology. Dubugue, Iowa, USA.
- Bunch, T. D., Evans, R. C., Wang, S., Brennand, C.P., Whittier, D. R. y Taylor, B. J. 2003. Feed efficiency, growth rates, carcass evaluation, cholesterol level and sensory evaluation of lambs of various hair and wool sheep and their crosses.
- Church, D. C., Pond, W. G. y Pond, K. R. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. UTEHA WILEY. México, D. F. pp 614.
- Clarke, I. J. 2001. Sex and season are major determinants of voluntary food intake in sheep. Reproduction, Fertility and Development. 13: 577-582.

- CONAZA. 1991. Establecimiento de *Kochia scoparia* (L.) Roth. Mimeo. 23 pp. Saltillo, Coah., Mexico.
- Correl, D. S. y Johnston, M.C. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Vol. 2. 3° Cyrus Longworth Lundell. Research Foundation.
- Costilla L., J. L. 1990. Utilizacion de heno *Kochia scoparia* (L.) (Roth) melaza y fosfato dicalcico en raciones para ovejas en desarrollo. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp: 23 - 29.
- Dickie, C. y James, L. 1983. *Kochia scoparia* poisoning in cattle. Journal Americ Veterinary Med. Assoc. 183 (7):765 – 768.
- Doran, M. P., Laca, E. A. y Sainz, R. D. 2006. Total tract and rumen digestibility of mulberry foliage (*Morus alba*), alfalfa hay and oat hay in sheep. Department of Animal Science, University of California, One Shields Avenue, Davis, CA 95616-8521, USA.
- Durham, R. y Durham, J. 1983. Technique for intensive “*Kochia*” grazing and intensive use of cotton waste products. Journal Animal Science (Abstracts) 57 (1):391 – 395.
- Durham, R y Durham, J. 1978. *Kochia*: It’s potential for forage production. Rangeland 2: 22 – 26. USA.
- Farías, J. 1985. Alternativas para optimizar el uso del agua de riego en la producción del forraje. Folleto para productores No.6. Campo Agrícola Experimental de la Laguna. SARH- INIA, México.
- Finley, L.P. y Sherrod, L. G. 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia*. II. Intake and digestibility of forage harvested at different maturity stage. Journal Dairy Science 54: 231 - 234.
- Fonseca, A. J. M., Dias, A. A. y Orskov, E. R. 1997. In sacco degradation characteristics as predictors of digestibility and voluntary intake of roughages by mature ewes.

- Foster, C. 1980. *Kochia* poor-man's alfalfa shows potential as feed. *Rangeland* 2 (1): 22.
- García, M. E., Mellado B. M., López T., R. Villareal, Q. J., Rodríguez, R. A. y Díaz S., H. 2006. Alternativas Forrajeras del Desierto Chihuahuense en la alimentación de caprinos. Tesis Doctorado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México pp 72 – 86.
- García, C. R., Morones, R., Miranda, M. y Caballero, J. L. 1988. Composición química y digestibilidad in vitro de heno de *Kochia scoparia* y su utilización en cabras. Resúmenes XI Reunión ALPA. La Habana, Cuba. p. 7.
- Goering, H. K. y Van Soest, J. 1970. Forage fiber analyses. USDA. Handb. No. 379. U.S. Government Printing Office. Washinton, D. C.
- Grant, R. H., Mertens, D. R. 1992. Influence of Buffer pH and Raw Corn Starch Addition on In Vitro Fiber Digestion Kinetics. *Journal of Dairy Science* 75 (10): 2762 – 2768.
- Hadjigeorgiou, I. E., Gordon, I. J. y Milne, J. A. 2003. Intake, digestion and selection of roughage with different staple lengths by sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 47: 117-132.
- Hernández, A. J., Rodríguez, J. M. y Torralba, J. 1988. Evaluación de la *Kochia scoparia* como planta productora de forraje. II Reunion Bianual de Nutricion Animal. Memorias 86 – 88. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Hutchinson, D. 1983. Domesticated kochia. National Hay Association. USA. pp 3.
- James, L. F. 1978. Effects of poisonous plants on livestock. Academic Press. New York, U. S. A.
- Jimenez, M. A. 1989. La producción de forrajes en México. FIRA. Universidad Autonoma Chapingo. p. 13.

- Kennedy, P. M., McSweeney, C. S. y Welch, J. G. 2003. Influence of dietary particle size on intake, digestion, and passage rate of digesta in goats and sheep fed wheaten (*Triticum aestivum*) hay. Division of Tropical Animal Production, CSIRO, Davies Laboratory, Aitkenvale, Qld., Australia.
- Kirkpatrick, J. G., Helman, R. G., Burrows, G. E., von Tungeln, D. y Lehenbauer, T. 1999. Evaluation of hepatic changes and weight gains in sheep grazing *Kochia scoparia*. *Vet. Human Toxicol.* 41 (2): 67 – 70.
- Kingsbury, J. 1964. Poisonous plants on livestock. Academic press. New York, U. S. A.
- Knipfel, J. E., Kernan, J. A., Coxworth, E. C. y Cohen, D. H. 1989. The effect of stage of maturity on the nutritive value of *Kochia*. *Canadian Journal Animal Science.* 69: 1111 – 1114.
- Lyman, T. D., Provenza, F. D. y Villalba, J. J. 2008. Sheep foraging behavior in response to interactions among alkaloids, tannins and saponins. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 88: 824-831.
- Manual Merck de Veterinaria. 2000. Quinta edición. Oceano Grupo Editorial Barcelona, España. pp: 2454 – 2456.
- Martinez, C. H. 2001. Comparación de *Kochia (Kochia scoparia)* y zacate Bermuda Tifton 68 (*Cynodon lemfuensis vanderyst*) en la alimentación de caprinos jóvenes en corral. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México pp 23 – 29.
- Mba, A. U., Omole, J. O., y Oyenuga, V. A. 2003. Studies on the ruminal concentration of total volatile fatty acids (VFA's) and their molar proportions in African cattle, sheep and goats. Department of Animal Science, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.
- Mellado, M., *et al.*, Replacement value of *Solanum elaeagnifolium* for alfalfa hay offered to growing goats. *Journal of Arid Environments* (2008), doi; 10.1016/j.jaridenv.2008.06.009.

- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnostico climático para la zona de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Agroclimatología. Saltillo, Coahuila, México. pp 7.
- Miranda, L. M. 1986. Análisis bromatológico y digestibilidad *in vitro* de la *Kochia scoparia*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- NRC. 1985. Nutrient requirement of sheep. National Research Council. National Academy of Science. Washington, D. C., United States of America.
- Osorio, J.E. 1995. Determinación de la tolerancia de la *Kochia scoparia* (L) (Roth) a tres tipos de sales y cinco presiones osmóticas en su etapa de germinación. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México pp 25 – 39.
- Pailan, G. H., Mahanta, S. K., Verma, N. C. y Kundu, S. S. 2007. Performance of sheep and goats maintained on rotational grazing with different levels of concentrate supplementation. Indian Journal of Animal Sciences. 77: 1161-1165.
- Papachristou, T. G., Dziba, L. E., Villalba, J. J., Provenza, F. D., Priolo, A., Biondi, L., Salem, H. B. y Morand-Fehr, P. 2007. Intake patterns of sheep offered nutritious alternatives associated with plant secondary compounds. Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires. pp: 25-29.
- Puga, D. C., Galina, H. M., Pérez, R. F. Sanginés, G. L., Aguilera, B. A. y Haenlein, G. F. W. 2001. Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and King grass (*Pennisetum purpureum*). Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, FMVZ, CUIDA Universidad de Colima, AP 22, C.P. 28000, Colima, Mexico. Universidad Autónoma de Querétaro, FMVZ, Querétaro, Mexico. Department of Animal and Food Sciences, University of Delaware, Newark, DE 19717-1303, USA

- Razz, R., Clavero, T. y Juan V. 2004. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. *RC*. 14(5):424-430. [http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592004010000007&lng=es&nrm=iso](http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592004010000007&lng=es&nrm=iso). ISSN 0798-2259.
- Ramirez, R. G., Haenlein, G. F. W. y Nuñez, M. A. 2001. Seasonal variation of macro and trace mineral contents in 14 browse species that grow in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*. 39: 153 – 159.
- Rankins, D. L., Smith, G. S. y Hallford, D. M. 1991a. Effects of metoclopramide on steers fed *Kochia scoparia* hay. *Journal Animal Science*. 69: 3699 – 3705.
- Rankins, D. L. y Smith, G. S. 1991b. Nutritional and toxicological evaluations of *Kochia* hay (*Kochia scoparia*) fed to lambs. *Journal Animal Science* 69: 2925–2931.
- Rankins, D. L., Smith, G. S. y Hallford, D. M. 1991c. Serum constituents and metabolic hormones in cattle fed *Kochia scoparia* hay. *Journal Animal Science*. 69: 2941 – 2946.
- Rankins, D. L., Smith, G. S. y Hallford, D. M. 1991d. Altered metabolic hormones, impaired nitrogen retention, and hepatotoxicosis in lambs fed *Kochia scoparia* hay. *Journal Animal Science* 69: 2932 – 2940.
- Rodríguez, R. F. 1988. Sustitución de diferentes niveles de alfalfa por *Kochia scoparia* (L) (Roth), en raciones para corderos criollos en crecimiento. 2ª Reunión Nacional de Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Rodríguez, J. C. 1988. Sustitución de diferentes niveles de alfalfa por *Kochia scoparia* (L.) (Roth) en raciones para Corderos Criollos en crecimiento. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp 46.
- Rokomatu, I. y Aregheore, E. M. 2006. Effects of supplementation on voluntary dry matter intake, growth and nutrient digestibility of the Fiji Fantastic sheep on a basal diet of Guinea grass (*Panicum maximum*). *Livestock Science*. 100: 132-141.

- Salas G., G., Mellado B., M., López T., R. y Díaz S., H. 2006. Uso de *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) D. Don como sustituto de alfalfa para cabras. Tesis Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México pp 28 – 34.
- Sanginés, G. L., Nahed, T. J., Juárez, S. M. E. y Pérez, R. F. 2006. *In vivo* and *in situ* digestibility and nitrogen balance of *Buddleia skutchii* as a sole component and mixed with *Pennisetum clandestinum* in sheep diets. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Depto. de Nutrición Animal, Vasco de Quiroga No. 15, Tlalpan, 14000 México D.F., México. Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- SAS. 1990. SAS User's guide: statistics (version 6.06). Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- Sherrod, L. 1973 Nutritive value of *Kochia scoparia*. Digestibility of *Kochia* hay compared with alfalfa hay. Journal Dairy Science. 56 (7): 923 - 932.
- Sherrod, L. 1975 Nutritive value of *Kochia scoparia*. Yield and chemical composition and three stages of maturity. Agronomy journal. 62 (2): 343.
- Shimada M., A. 2003. Nutrición Animal. Editorial trillas. Primera edición. México. D. F. pp. 111.
- Tejada H., I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. pp: 327, 328. México. D. F.
- Tilley, J. M. A. y Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestión of forage crops. Journal of the British Grassland. Soc 18:104
- Turne, K. E. y Neel, J. P. S. 2003. Quebracho tannin influence on nitrogen balance in small ruminants and *in-vitro* parameters when utilizing alfalfa forage. Sheep & Goat Research Journal 18: 34-43.
- Van soest, P. J. 1967. Development a comprehensive system of feed analisis and its application to forage. Journal Animal Science 26: 119 - 127.



- Villarreal Q., J. A. 1983. Malezas de Buenavista. Boletín informativo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México.
- Wildeus, S., Turner, K. E. y Collins, J. R. 2005. Growth, intake, diet digestibility, and nitrogen use in three hair sheep breeds fed alfalfa hay.
- Wilson, J. R., Hatfield, R. D. 1997. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: Consequences for fiber degradation by rumen microflora. Aust. J. Agric. Res. 48:165.