

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de la Inclusión de *Kochia scoparia* sobre la Producción
de Cerdos en la Etapa de Desarrollo**

Por:

JOSÉ PAVEL SISOV GARCÍA GARCÍA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la Inclusión de *Kochia scoparia* sobre la Producción
de Cerdos en la Etapa de Desarrollo

TESIS

Presentado por:

JOSÉ PAVEL SISOV GARCÍA GARCÍA

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

M.C. Manuel Torres Hernández

Asesor principal

M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez

García Sinodal

Q.F.B. María del Carmen Julia

Sinodal

Dr. Ramón F. García Castillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2006

AGRADECIMIENTOS

A mi **ALMA TERRA MATER** por haberme cobijado en su seno y darme la oportunidad de formarme como profesional, con la que siempre estaré agradecido llevándola en mi corazón y poniendo en alto su nombre.

Al **M.C. Manuel Torres Hernández** por brindarme su amistad, además de su valioso apoyo y dedicación en la realización de este trabajo.

Al **M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez** por brindarme en todo momento su más sincera amistad y todo el apoyo en momentos difíciles, además de darme la oportunidad de compartir muchas experiencias que me servirán de enseñanza en el transcurso de mi vida.

A la **Q.F.B. Maria del Carmen Julia García** por el desinteresado apoyo brindado en la realización del presente trabajo.

Al Departamento de Producción Animal por el apoyo recibido durante mi carrera de los maestros y personal que lo integran.

A mis compañeros de las generaciones C, CI y demás por brindarme su amistad y compartir varias experiencias a lo largo de la carrera.

A todos quienes han sido mis maestros por los conocimientos transmitidos a lo largo de mi vida estudiantil.

A todas aquellas personas que de alguna forma me han ayudado en las diversas etapas de mi vida.

DEDICATORIA

A **Dios** por darme la oportunidad de seguir en el camino, realizando mis objetivos y plantearme nuevas metas, por cuidar de mi y de mis seres queridos.

A mi Madre **María Teresa García Santillán** por haber sido tú, la que incansablemente sin importar las dificultades de la vida, luchó por hacerme un hombre de bien. Porque siempre has estado a mi lado en lo bueno y en lo adverso, y que sin esperar nada a cambio te has sacrificado para el beneficio de tus hijos, además porque me comprendiste al haber elegido mi camino que te causaron muchas noches de desvelo y varias despedidas que has tenido que soportar para que se cumpliera uno de mis objetivos tan anhelados. Te quiero mucho Mamá y gracias por confiar en mi.

A mi Padre **Ciro García Rincón**, este logro también es tuyo por que tu siempre has querido sentirte orgulloso de mi. Gracias a tus consejos que me han guiado por un buen camino, con responsabilidad, dedicación y humildad. Además porque me enseñaste que la vida es dura pero muy sabia. Y que te has sacrificado para darnos a mi y a mis hermanos la mejor herencia que puede haber: el estudiar. Por todo esto, hoy te digo: esto no es el final, sino el inicio de una vida de triunfos. Muchas gracias Papá.

A mis hermanos **Sheyla** y **Ciro** gracias por su confianza, apoyo incondicional y por sus sacrificios que hicieron para que pudiera terminar mi carrera profesional, con quienes he compartido muchas alegrías, tristezas y grandes momentos.

A mis abuelos **Arturo García** y **María Antonia Santillán** por brindarme su apoyo y cariño incondicional que en los buenos y malos momentos siempre han estado conmigo. Espero hasta ahora haber cumplido con sus expectativas y más adelante seguir dándoles grandes satisfacciones y todo mi apoyo que merecen.

A mis abuelos **José García** y **Roselia Rincón** por el cariño que me han demostrado durante mi vida, gracias por el apoyo moral y consejos recibidos.

A mis tías **Pilar, Maru, Vero, Marisela, Estela, Adelina, Oralía**, y mis tíos **Javier, Arturo, Luis, Toño, Tavo, Víctor y Rubio** por el apoyo incondicional recibido en todos los aspectos y en todo momento, por sus consejos, por depositar su confianza en mi y por siempre motivarme a seguir adelante. Muchas Gracias a todos.

A mi sobrino **Martín Altuzar Gallegos (†)** gracias por brindarme tu sincera amistad en todo momento, siempre estarás entre nosotros.

A mi primos **Toño (danonino)** gracias por tu amistad y por el apoyo que me diste en la realización de este trabajo y a mi primo Dany (wicho) por los momentos compartidos en Saltillo.

A todos mis primos y sobrinos.

A mis amigos (as):

Ing. Enrique (Cuervo), Alex (Peluche), Galileo (colmenero), Gerardo, Alejandro (pollo), Tito (vaca), Perla, Claudia, Anabel, Luz Maria, Paulino, Winy y a todos los demás que no mencione pero que dios me dio la fortuna de conocer y convivir en diferentes etapas de mi vida. Gracias por su amistad.

“De todas las ocupaciones de las que se deriva beneficio alguno, no hay ninguna tan amable, tan saludable y tan merecedora de la dignidad del hombre libre como la agricultura”

Cicerón

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Objetivo Especifico	2
Justificación	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Características de la familia Chenopodiaceae	4
Origen de la <i>Kochia scoparia</i>	5
.	
Clasificación taxonómica	7
Descripción botánica	8
Tallos	8
Hojas	8
Flores	9
Fruto	9
Raíz	9
Características de hábitat de la <i>Kochia scoparia</i>	10
Geográficas	10
Precipitación	10
Condiciones edáficas	11
Temperatura y fotoperíodo	12
Prácticas culturales y establecimiento del cultivo	13
Preparación del terreno	13

Siembra	14
Época de siembra	14
Densidad de siembra	15
Fertilización	15
Corte	16
La <i>Kochia scoparia</i> como forraje	16
Utilización del forraje de <i>Kochia scoparia</i> como cultivo para pastoreo	19
Valor nutritivo de la <i>Kochia scoparia</i>	21
Problemas de intoxicación y envenenamiento asociado al consumo de <i>Kochia scoparia</i>	25
Signos clínicos	28
Diagnóstico	29
Cambios Fisiopatológicos	29
Prevención, control y tratamiento	31
Generalidades de los cerdos	33
Requerimientos nutricionales de los cerdos	34
Presentación del alimento	38
Consumo de alimento	38
Palatabilidad	39
Consumo de agua	40
Separación por sexos	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
Localización	42
Unidades experimentales	43
Procedimiento experimental	43
Diseño experimental	44
Variables evaluadas	44
Forraje cosechado	47
Alimento utilizado	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
Consumo de alimento	50
Ganancia total de peso	51
Ganancia diaria de peso	53
Conversión alimenticia	54
Problemas digestivos e intoxicación	55
Análisis económico	56
V. CONCLUSIONES	62

VI. LITERATURA CITADA	64
-----------------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
1.	Valor nutritivo y producción de forraje de <i>Kochia scoparia</i> a diferentes alturas de corte	22
2.	Contenido de proteína cruda, fibra cruda, grasa y extracto libre de nitrógeno de la <i>Kochia scoparia</i> a diferentes alturas de corte	23
3.	Valor nutritivo de la <i>Kochia</i> a diferentes etapas de maduración	24
4.	Composición química de raciones con <i>kochia</i> y alfalfa	25
5.	Requerimientos de nutrimentos principales para cerdos en la etapa de crecimiento y engorda, según el NRC	35
6.	Rendimientos productivos para cerdos en desarrollo y engorda en Centroamérica	36
7.	Fases de alimentación para cerdos en desarrollo y engorda	36
8.	Requerimiento de nutrimentos para cerdos en desarrollo y engorda de líneas genéticas magras de acuerdo al sexo	37
9.	Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorda	40

10.	Rendimiento de machos castrados y hembras	41
	...	
11.	Composición y costo del alimento que se ofreció durante la prueba	48
	...	
12.	VIT – AA – MIN 35 Forte	49
	...	
13.	Análisis Bromatológico del alimento ofrecido	49
	...	
14.	Comportamiento de las variables evaluadas durante la etapa experimental	50
	...	
15.	Análisis de costo del alimento y relación costo vs beneficio para cerdos en la etapa de desarrollo	56
	...	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	<i>Planta de Kochia scoparia</i>	6
	
2.	Ubicación de la UAAAN	42
	
3.	Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable Consumo de Alimento	58
	
4.	Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable Ganancia Total de Peso	59
	
5.	Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable	60

	Ganancia Diaria de Peso	
	
6.	Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable Conversión Alimenticia	61
	...	

**Efecto de la inclusión de *Kochia scoparia* sobre la Producción
de Cerdos de la Etapa de Desarrollo**

José Pavel Sisov García García

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se utilizaron 25 cerdos (13 Hembras y 12 Machos castrados) de cruce comercial (Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace) de edad similar, con un peso promedio de 42.24 kg; los cuales fueron alimentados en la etapa de desarrollo con dieta a base de sorgo y soya, suplementadas con diferentes niveles de *Kochia scoparia*.

El objetivo fue evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, problemas digestivos y de intoxicación. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

La suplementación con diferentes niveles de *kochia scoparia* en la dieta de cerdos en la etapa de desarrollo no tuvo efecto significativo ($P>0.05$) en ninguna de las variables evaluadas. Ya que los tratamientos fueron muy similares entre si encontrándose para la GTP valores de 22.8, 28, 25.4, 24 y 22.4 Kg., del mismo modo el rendimiento en GDP fue de 0.786, 0.966, 0.876, 0.828 y 0.772 kg/día, para la CA los resultados obtenidos fueron de 2.855, 2.815, 3.169, 3.174 y 3.180 kg/kg de ganancia, en la estimación del consumo de alimento se encontraron valores de 2.166, 2.674, 2.773, 2.607 y 2.362 kg/día para los tratamientos con 0, 5, 7.5, 8, 10.5 porciento de *kochia* respectivamente.

En el caso de diarreas e intoxicación no se observaron síntomas en los animales.

Se concluye, por lo tanto, que la adición moderada de *kochia scoparia* a la dieta de cerdos en la etapa de desarrollo, propicia beneficio para la producción de carne, y propicia economía para el porcicultor, sin embargo para lograr márgenes de utilidad aceptada se requiere trabajar con mayor número de animales.

La *kochia* puede ser una alternativa de alimentación para animales, no necesariamente para cerdos, ya que esta es una planta de características agronómicas muy prometedoras como productora de forraje verde para la producción de proteína, en las zonas áridas y semiáridas del país.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de los cerdos en México esta basada principalmente en pasta de soya, sorgo y maíz como principales ingredientes. Sin embargo, la producción de estos ingredientes en México satisface solamente el 50 % de la demanda para la alimentación animal.

En México, los costos de producción por concepto de alimentación, en la producción de cerdos, representan entre el 67 y el 83 % del total, dependiendo de la intensidad de producción y el costo relativo de los alimentos, ya que estos son básicamente granos y pastas de oleaginosas importados.

En el 2001 la importación de sorgo y maíz fue del 55 % y 84 % del consumo nacional, respectivamente, y el 100 % y 47 % del sorgo y el maíz, respectivamente fue utilizado en la industria de la fabricación de alimentos para animales y más del 65 % de los alimentos fabricados, fueron para aves y cerdos (Anónimo, 2002).

La mayor parte del territorio Mexicano es considerada como zona árida y semiárida, esto hace difícil la producción de forraje. Por ello se considera necesario incorporar cultivos que demanden poca agua para su producción y a la vez proporcionen volúmenes elevados de nutrientes, necesarios para la alimentación de los animales domésticos.

La *Kochia scoparia* es una planta nativa de zonas áridas y semi-áridas, no es exigente en cuanto a requerimientos de agua y humedad y soporta condiciones climáticas y edáficas típicas del norte de México, esta planta se desarrolla en suelos salinos, alcalinos, secos, pedregosos y con disturbios.

Es una planta que tiene características agronómicas muy prometedoras, básicamente como productora de forraje verde, así como de materia seca, puede considerarse también como forraje de alta calidad comparable con la alfalfa, lo cual la ubica como una alternativa en la alimentación de los animales domésticos, incluyendo al cerdo, aun cuando en esta especie la proporción utilizada es muy reducida, pero su utilización permitirá reducir los costos de producción, especialmente para pequeños y medianos productores.

Objetivo

Evaluar y comparar el efecto de la suplementación de cuatro niveles de *Kochia scoparia* en dietas a base de sorgo y soya para cerdos en la etapa de desarrollo.

Objetivo específico

Evaluar ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y salud de los animales.

Justificación

El uso de una alternativa de alimentación propicia economía para el pequeño y mediano porcicultor.

Hipótesis

La respuesta de los animales varía con la suplementación de distintos niveles de *Kochia scoparia* en dietas a base de sorgo y soya.

Características de la familia *Chenopodiaceae*

Las plantas pertenecientes a la familia *Chenopodiaceae* cubren millares de hectáreas sobre las tierras alcalinas del mundo, en donde esta familia cuenta con cerca de 102 géneros y 1,400 especies, las cuales se encuentran más que todo en las áreas de distribución de plantas xerófitas y halófitas, siendo muy importantes en los desiertos áridos de América del Norte, Australia interior, África y Eurasia. En dichos lugares estas plantas en su mayoría arbustivas, como un grupo, forman a menudo la vegetación dominante bajo los 1,677 m.s.n.m. En las regiones donde estas especies están presentes, son productoras de forraje nutritivo para los animales silvestres, domésticos y proveedores de cobertura para el suelo. Su presencia es esencial para mantener el terreno estable en ambientes altamente xéricos, donde el suelo es demasiado salino y seco para otras especies de plantas que puedan habitar. También estos arbustos se desarrollan y crecen en suelos con altas concentraciones de sales de calcio, potasio y pueden tolerar considerables cantidades de sodio. La mayoría de los arbustos de esta familia suplementan una nutrición animal adecuada que sumada grandemente a su valor en proveer hábitat y de ser estabilizadores de áreas con disturbio en suelos alcalinos, las hace destacar dentro de las muchas familias existentes en zonas áridas y semiáridas (Blauer *et al.*, 1976; Becker, 1978; Everit *et al.*, 1983).

Origen de la *Kochia scoparia*

La *Kochia scoparia* es una planta anual originaria de tierras áridas, del centro y oriente de Rusia y Europa Meridional, ha llegado a distribuirse en el hemisferio norte como en el sur, donde ha sido utilizada como una planta ornamental (Durham y Durham, 1979).

Villarreal (1983) menciona que es una maleza anual de verano, originaria de Europa, florece de julio a septiembre, común en zonas áridas y semiáridas, su forma de propagación es solo por semilla, que produce en gran cantidad, lo cual la convierte en una maleza muy persistente (Figura 1).

Hay muy poca información relativa a la introducción y dispersión de esta planta a través de los Estados Unidos; se cree que fue a principios del año 1900, el herbario de la Universidad de Dakota de Norte, Colorado, reporto que solamente existían pequeñas poblaciones en las grandes llanuras del norte. Sin embargo, a finales de 1930 y principios de 1940, hubo un crecimiento expansivo de esta especie. Además de que durante el periodo comprendido de 1950 a 1976, se continuó con el crecimiento poblacional de esta especie, en la extensa área de Dakota del Norte y del Sur. Estos datos parecen indicar periodos cíclicos de población relacionados con el estrés de humedad en el suelo y subsecuentemente con una reducida competencia de los cultivos mésicos (Lascares, 1995; Hernández 1986).

En 1947, un boletín popular de la Universidad de Texas A&M menciona a la *Kochia* como una planta ornamental introducida. Actualmente se encuentra distribuida en todas las grandes llanuras de los Estados Unidos (Durham y Durham, 1978).

Con relación a la introducción de la *Kochia* en el Norte de México. No se tienen datos exactos en cuanto a fechas, sin embargo, por el año de 1981 se empezó a comercializar la semilla en Monterrey, Nuevo León (Anónimo, 1983).

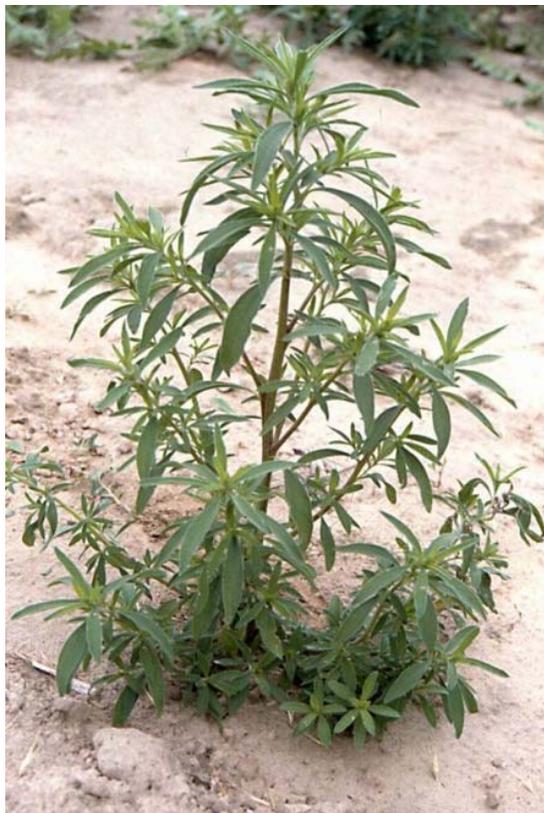


Figura 1. *Planta de Kochia scoparia*

Clasificación taxonómica

El nombre genérico de *Kochia* fue dado en honor al botánico alemán W. D. Koch (1871 -1949). Mientras que el término *scoparia* es dado a aquellas plantas en forma de escoba (Villarreal, 1983).

Lawrence (1951), Correl y Johnston (1970) señalan que la clasificación taxonómica de la *Kochia scoparia* es como sigue:

Reino Vegetal
 División *Spermatophyta*
 Subdivisión *Angiospermae*
 Clase *Dicotyledonae*
 Subclase *Caryophyllidae*
 Orden *Caryophyllales*
 Familia *Chenopodiaceae*
 Género *Kochia*
 Especie *scoparia* (L.) (Schrad)

Descripción botánica

Las características más distintivas de la planta de *Kochia* son sus hábitos de crecimiento globular y denso; sus flores pequeñas verdosas; hojas lineales y el tallo cambia de color verde en verano, a púrpura rojizo en el otoño (Stublendieck, 1981).

Tallo

Es erecto, a menudo de forma piramidal o muy rameado, con las ramas erectas o ascendentes, de 0.3 a 1.7 metros o más alto, muy frondoso y globoso, poco piloso, llegando a veces con la madurez a tornarse de un color rojo púrpura (Correl y Johnston , 1970). Generalmente el tallo es de 6 a 10 mm de diámetro llegando a ser tieso y lignificado con el tiempo, alcanzado a crecer hasta 2 m de alto (Smith et al., 1975).

Hojas

Están dispuestas en forma alternada y opuestas, de forma lineal a lineal agudo, de 2 a 7 cm. de largo y de 3 a 8 mm. de ancho, usualmente prominentes con 3 a 5 venas; cónicas en la base hacia un pecíolo delgado, pubescentes, lanceoladas, delgadas y planas, a menudo circulares en la sección transversal, muy condensadas o juntas. Las hojas de la inflorescencia son pequeñas y sin pecíolos evidentes, muchas de estas, superando los pequeños grupos de flores (Lawrence, 1951; Correl y Johnston, 1970; Stublendieck, 1981).

Flores

Son en su mayoría perfectas o algunas veces pistiladas sésiles, en los axiles de pequeñas hojas que parecen brácteas formando una corta, densa y frondosa inflorescencia, pueden ser solitarias, o agrupadas con el tiempo; cáliz herbáceo de 1.5 a 2 mm. de ancho y con un alado fuerte horizontalmente, las alas son obtusas, triangulares y de 0.6 mm. o menos de largo, no nervadas; de 3 a 5 estambres usualmente exsertados, los filamentos comprimidos; ovario subsésil, deprimido; con 2 o rara vez 3 estigmas y con los estilos filiformes (Correl y Johnston, 1970; Villares, 1979).

Fruto

Cada flor da una sola semilla de 1.5 mm. de diámetro, horizontal, deprimida y globosa, con 5 injertos persistentes del cáliz alrededor de la semilla; con pericarpio membranoso persistente, el cual está libre de la semilla; embrión cercanamente anular, verde y sin endospermo (Correl y Johnston, 1970; Villares, 1979; Everit et al., 1983).

Raíz

Phillips y Launchbogun (1958), citados por Durham y Durham (1979) en sus estudios sobre las raíces de *Kochia scoparia* encontraron que una sola planta puede alcanzar un diámetro de raíces de 2.5 m, y una profundidad de cinco m, con lo que deducen que esta es una planta extremadamente resistente a la sequía.

Características de hábitat de la *Kochia scoparia*.

Geográficas

La *Kochia* es una planta que al igual que muchas otras de su familia se encuentra distribuida mundialmente en las áreas xerófitas y halófitas especialmente en las praderas y mesetas del Oeste Central de Norte América, las Pampas de sur América, la costa del mar rojo, Mar Caspio y mar mediterráneo, la bahía central Asiática, sur de África y en las mesetas salinas de Australia. Es una planta anual que se adapta grandemente a muchas áreas geográficas que van desde los 1250 a 1850 msnm (Blauer et al., 1976).

En México, esta planta se localiza en los siguientes Estados: Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Durango, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Tlaxcala, México e Hidalgo (Anónimo, 1994).

Precipitación

Se afirma que la *Kochia scoparia* es una planta nativa de zonas semiáridas y áridas, no es muy exigente en cuanto a sus requerimientos de agua y humedad. Se desarrolla bien durante la estación de crecimiento con precipitaciones arriba de los 255 mm., siendo una planta más eficiente que la alfalfa en el uso del agua, factor con el que la *Kochia* puede producir cerca de 975 kg de materia seca por hectárea, por

cada 2.5 cm de lámina de riego gastada, siendo aproximadamente tres veces la eficiencia del agua, con respecto a la de la alfalfa (Hernández, 1986).

Anaya (1989) menciona que aplicando 30 a 40 litros de agua se puede producir un kilogramo de materia verde, lo que equivale de 4 a 5 veces menos de lo que necesita la alfalfa. Esto hace que la *Kochia scoparia* sea una alternativa para reducir el abatimiento de los acuíferos.

Condiciones edáficas

La *Kochia* es una planta que posee una tolerancia excepcional a una gran variedad de condiciones edáficas tales como: suelos salinos y alcalinos con disturbios, suelos secos, minerales, arenosos y pedregosos de las regiones xéricas y halófitas, donde muy pocas otras plantas pueden adaptarse (Blauer *et al*, 1976). La salinidad del suelo no tiene efecto alguno en la germinación de la semilla de *Kochia*, esto se refiere para el caso de suelos con una conductancia de hasta 20 mmhos. La germinación se ve ligeramente reducida cuando el pH en el suelo es menor de dos y mayor de 12, aparentemente germinando la semilla bajo condiciones extremas ácidas o alcalinas. En cuanto al potencial osmótico del suelo, este mismo autor menciona que la germinación de la *Kochia* se ve afectada en un 50 por ciento, cuando la tensión de humedad del suelo es mayor de 14 bares, obteniéndose un 91 por ciento de germinación con 0 a 7 bares (Everit *et al.*, 1983).

Temperatura y fotoperíodo

Según las investigaciones de Welkie y Caldwell (1970) sobre las características fisiológicas y anatómicas en la fijación del dióxido de carbono (CO₂) en las hojas de *Kochia*, estas indican que es una planta que posee el camino fotosintético C₄ del ácido dicarboxílico, al que se le asocian algunas características tales como: (a) una aparente falta de fotorespiración, (b) bajos puntos de compensación del dióxido de carbono, (c) baja actividad anhidro-carbónica, (d) temperatura óptima alta de 30°C a 40°C para la fotosíntesis, (e) intensidades altas de saturación de luz y (f) una eficiencia mayor de fotosíntesis cuando es comparada con las plantas de ciclo fotosintético C₃.

La *Kochia* alcanza su óptimo desarrollo vegetativo en áreas con fotoperíodos largos y temperaturas altas, por lo tanto no completará su ciclo de vida en latitudes muy hacia el norte donde hay rápido decremento de los periodos de luz y bajas temperaturas (Bell et al., 1952).

Everit et al. (1983) encontraron que la semilla tiene un alto porcentaje de germinación de 88 a un 94 por ciento, con temperaturas de 10°C a 15°C, también que la luz no es tan indispensable para la germinación, ya que en experimentos las semillas expuestas a la oscuridad germinan en un 92 por ciento.

Prácticas culturales y establecimiento del cultivo

Preparación del terreno

Farías (1984), Anónimo (1983) refieren que no se puede obtener una buena cosecha con una mala preparación del terreno y que la *Kochia* al igual que otros cultivos forrajeros necesita de una buena cama de siembra, para lo que es conveniente seguir las siguientes labores culturales:

No se debe trabajar el suelo cuando esta muy húmedo. Se debe hacer un barbecho profundo de 30 a 35 cm para voltear la capa arable y facilitar la penetración de las raíces, para aumentar su estabilidad y mejorar su nutrición.

Hacer uno o dos pasos de rastra cruzados de 25 a 30 cm de profundidad, dependiendo del tipo de suelo, para desmenuzar la tierra y obtener una cama de siembra uniforme, favoreciéndose la germinación de la semilla.

El terreno se debe nivelar con una pendiente de 10 cm en 100 metros, para distribuir más uniformemente el agua de riego y evitar encharcamientos, que provocan la pudrición de las semillas y raíces.

Siembra

La semilla de *Kochia* puede sembrarse al voleo, con una sembradora standard por medio aéreo en el caso de terrenos muy grandes, y sin que la semilla se cubra totalmente, si se cubre la semilla se recomienda que no sea más de 3 a 5 mm de tierra, o bien, puede hacerse con un paso ligero con una rastra de ramas (Everit et al., 1983).

Época de siembra

La semilla de *Kochia* debe ser sembrada en el invierno o principios de la primavera para poder tener un inicio temprano cuando las condiciones de humedad sean favorables para su desarrollo. La semilla germina muy temprano en la primavera, las nevadas tardías y heladas aparentemente no la dañan, con lo que se nota que la semilla es capaz de germinar a bajas temperaturas, por lo tanto, tiene menos problema con la competencia de malezas y produce forraje más temprano que los forrajes perennes de verano. Como la *Kochia* produce una elevada cantidad de semilla, con rendimientos hasta de 2,170 kg/ha, no requiere sembrarse cada año, ya que su resiembra es natural (Coxworth et al, 1969; citado por Durham y Durham, 1978; Anónimo, 1983).

Rodríguez, (1994) recomienda que la mejor época de siembra para el Noreste de México está comprendida entre el 15 de febrero al 30 de marzo, de preferencia cuando las condiciones de humedad sean favorables para su desarrollo.

Anaya (1989) menciona que la fecha de siembra para regiones con riego, es de enero a mayo; en zonas áridas y semiáridas bajo condiciones de temporal, al inicio de la época de lluvias; en zonas húmedas al final de las lluvias, puesto que es muy sensible a las inundaciones.

Densidad de siembra

Rodríguez (1994) señala que la densidad de siembra es de 5 a 6 kg de semilla por hectárea; dando un paso ligero de rastra. Anaya (1989) recomienda una densidad de 2 a 4 kg de semilla para una hectárea en el período de siembra enero-febrero y 8 kg. de semilla/ha para las siembras de septiembre-octubre.

Fertilización

Dado que la *Kochia* es una alta fuente de proteína y que no es leguminosa, en cuanto a su potencial de producción y nivel de proteína desecada, requiere que sea fertilizada con dosis de 300 a 320 kg de nitrógeno por hectárea (Fuehring, 1980).

Corte

La mejor altura de corte se ubica en los 75 cm de altura sobre el nivel del suelo, obteniendo buenos niveles de rendimiento de materia verde y seca, proteína cruda y el contenido mas bajo de oxalatos (Rodríguez, 1994).

Farías (1984) encontró que el momento del corte adecuado se da cuando la floración está al 5 por ciento (70 días aproximadamente), periodo 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 al ras del suelo, para facilitar el rebrote. El número de cortes varía de 1 a 3 y está en función del clima y del suelo. El primer corte es de mayor rendimiento, razón por la cual algunos productores prefieren volver a sembrar, sobre todo cuando obtienen más de 70 toneladas por hectárea de forraje verde.

La *Kochia scoparia* como forraje

Se ha considerado que la *Kochia* puede ser comparable con la alfalfa, en cuanto a su digestibilidad, apetencia por el ganado y otras características nutritivas como lo son su elevada riqueza en proteínas y su capacidad de rendimiento para heno o ensilaje. No se ha experimentado ninguna dificultad para hacer que el ganado bovino consuma *Kochia* en verde, ni para que

el ganado bovino y las ovejas consuman el heno. La composición del heno de *Kochia* es análoga a la del heno de alfalfa; ambos tienen un alto contenido de proteína (González, 1984).

Martínez (1992) menciona que la *Kochia* puede considerarse como un suplemento proteínico, bajo en fibra, cuyo valor nutritivo de materia seca es similar o superior al que presenta la alfalfa, el rye grass perenne y otros cultivos forrajeros de altos requerimientos de agua.

La *Kochia* es un forraje versátil, el ganado la puede pastorear al inicio de la floración, se puede ensilar picada o después de oreada, sola, con maíz, o con otros forrajes; se puede empacar a los 5 - 8 días después del corte, con una pérdida de hojas mucho menor que la alfalfa; también se puede hacer "pellets" (González, 1984).

Foster (1980) reporta rendimientos de 26 ton/ha de materia seca, en condiciones de riego y Sherrrod (1971) reporta rendimientos de 11.3 ton/ha de materia seca bajo condiciones de temporal; este último, observó que el contenido de proteína cruda y el rendimiento de materia seca disminuyeron conforme avanzó la floración y aumentó el contenido de fibra cruda al avanzar la maduración. El contenido más alto de proteína cruda se obtuvo antes de la floración (25 por ciento) y el más bajo por ciento de fibra cruda (18 por ciento). Estos resultados

indican que la *Kochia* presenta un alto valor nutritivo como forraje para ganado.

Estudios realizados en el área de influencia de la UAAAN, reportan rendimientos de 38 ton/ha de forraje verde y de 5.6 ton/ha de materia seca en un solo corte, con un contenido de proteína y de fibra cruda del 17 y 20 por ciento, respectivamente (Rodríguez, 1994).

Anaya (1989) menciona que la *Kochia* bajo condiciones de temporal produce de 30 a 40 toneladas por hectárea de forraje verde con solo 200 mm de lluvia y aplicando riego, llega a producir más de 40 toneladas.

Fuehring (1980) en Clovis, Nuevo México, bajo condiciones de lluvia regular (240 a 260 mm de precipitaciones durante la estación de crecimiento del cultivo), reporta en la *Kochia* una producción de 2,000 a 3,000 kilogramos de materia seca por hectárea en un solo corte en el mes de mayo. También estudió el comportamiento y producción de la *Kochia scoparia* bajo condiciones de riego donde alcanzó una producción de hasta 1 tonelada de materia seca/ha por cada 2.5 cm de lamina de riego gastada y que es aproximadamente 3 veces la eficiencia de agua de la alfalfa, haciendo que la *Kochia* sea un cultivo de altas producciones eficientes en el uso del agua, además de no presentar enfermedades y problemas por infección de insectos.

Sherrod (1971) en Pantex, Texas, reporta producciones de 3.5, 8.7 y 11.3 ton MS/ha para la *Kochia* cortada a alturas de 44.89 y 133 cm respectivamente, bajo condiciones de temporal y con una precipitación de 400 mm. durante la estación de crecimiento del cultivo.

Utilización del forraje de *Kochia scoparia* como cultivo para pastoreo

Carlson Finguro de Deaf County, Texas, en el verano de 1980 mantuvo 70 cabezas de ganado en 28.3 hectáreas durante un mes, encontrando que la *Kochia* bajo condiciones de temporal, fácilmente soportó una carga animal de cinco a seis vacas adultas por hectárea, cuando las plantas tenían un buen desarrollo. Por otro lado, mantuvo 99 cabezas de 320 kg de peso, en 13.36 hectáreas, obteniendo buenas ganancias de peso. Además comenta que la mejor época de pastorear la *Kochia* es de abril a agosto, ya que después de estos meses es cuando la semilla de la planta no es muy apreciable para el ganado, que pierde peso y presenta problemas en los ojos (coloración rosa); además se recomienda que siempre hay que proporcionarle al ganado una suplementación fuerte, rica en minerales (Anónimo, 1982).

Durham y Durham (1978) en Symer, Texas, utilizó un sistema de pastoreo de alta intensidad y baja frecuencia, pastoreando 130 vacas en pastos de 1.62 ha por periodos de dos días, en un área de 52.63 hectáreas, durante los meses de abril a septiembre, obteniendo un equivalente a 45 cabezas por año en toda el área, ó de 1.17 hectáreas por animal por año; donde para esa misma área se tiene una capacidad de carga animal en pastos nativos de 10.12 hectáreas por animal por año. Este ganado no fue pesado, pero su condición permaneció buena.

Posteriormente, estos mismos autores, en un lote abandonado con planta de *Kochia* en crecimiento, efectuaron el pastoreo de 130 vacas, con una carga diaria de 26.8 vacas por hectárea, las cuales fueron rotadas a intervalos de cinco a seis días, en pastos de 1.63 ha. El ganado fue pesado después de 29 días, ganando 335 kg/ha, con un promedio de ganancia diaria de 0.400 kg por animal y además no reportan problemas de intoxicación en más de cinco años de experiencia en el pastoreo de *Kochia scoparia* (Durham y Durham; 1983).

Rodríguez (1988) probó cinco niveles de heno de *Kochia scoparia* (0,25, 50,75 y 100 %) en raciones en corderos en desarrollo, como sustitutos de heno de alfalfa, a un nivel del 60 % respecto a los requerimientos de proteína cruda encontrando que conforme se incrementaron los niveles de sustitución de *Kochia scoparia*, por alfalfa, el consumo se redujo en un 15 %, así mismo la ganancia diaria de peso se vio afectada hasta en un 34 %, 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 presentándose efectos tóxicos ni lesiones orgánicas en los animales bajo estudio. Los costos de producción se redujeron en un 40 % al contrastar el máximo nivel de *Kochia scoparia*, respecto al nivel más alto de alfalfa.

Con el fin de determinar consumo y digestibilidad en cuanto al silo de *Kochia*, en tres estados de madurez (prefloración, floración media y floración completa) Finley y Sherrod, (1971), utilizó 18 borregos de 49 kg de peso. Encontrando que el consumo de materia seca decreció con los silos de floración media y completa. La digestibilidad de los nutrientes disminuyó al incrementarse la madurez, igualmente disminuyó la energía digestible (de 2,357 a 2,125 k cal/gr) y los nutrientes digestibles totales de 57.8 a 45.8 por ciento.

Beck (1974) en Springfield, Colorado, pastoreó ocho novillos Hereford en tres pastas (resembrada, nativa y antigua) con un tipo de vegetación comúnmente encontrada en el área y especies típicas de la región central y sureste de las grandes llanuras. 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) dato obtenido, cuando la planta alcanzaba de ocho a diez cm de altura, llegando a formar parte importante en la dieta del animal que pastoreó la *Kochia* de una manera satisfactoria, durante todos los estudios de crecimiento de la planta.

Valor nutritivo de la *kochia scoparia*

Bell et al. (1952) en sus estudios sobre el valor nutritivo de tres variedades de *Kochia* en Saskatoon, Canadá y con algunas procedentes de Dakota del Sur, mencionan en sus resultados que es de especial interés los altos contenidos de minerales y de proteína, así como el de cenizas y de caroteno presente en el forraje de *Kochia*, que comparándolo con otros cultivos tradicionales, es superior en la calidad nutritiva.

Hernández (1986) determinó el valor nutritivo, la producción de materia verde (MV) y materia seca (MS) de *kochia scoparia* a diferentes alturas de corte de la planta, encontrando el mayor rendimiento de M.S. a la altura de corte de 100 cm, el mayor porcentaje de P.C. a los 25 cm de altura y el mayor porcentaje de F.C. a los 75 cm de altura de corte (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor nutritivo y producción de forraje de la *Kochia scoparia* a diferentes alturas de corte.

Nutriente (%)	Altura de corte (cm)			
	25	50	75	100
Proteína cruda	19.01	17.79	17.43	16.08
Fibra cruda	15.29	17.45	20.96	22.55

Energía bruta (cal/gMS)	3509.02	3464.08	3487.82	3222.05
Extracto etéreo	2.15	2.34	2.69	2.21
Extracto libre de nitrógeno	40.62	39.87	34.44	40.86
Cenizas	22.93	22.55	24.48	18.29
Contenido de materia seca	24.40	23.84	18.57	20.78
Materia verde (kg/ha)	12893.33	23106.67	38380.00	40360.00
Materia seca (kg/ha)	2440.00	5480.00	5720.00	8816.67

(Fuente: Hernandez, 1986)

Bell et al. (1952); citado por Aray (1995) determinó el contenido de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), grasa y extracto libre de nitrógeno (ELN) de la *Kochia scoparia* a diferentes alturas de corte de la planta (Cuadro 2), encontrando el mayor contenido de de P.C. a los 60 cm de altura, el mayor contenido de F.C. a los 120 cm de altura al igual que el ELN.

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda, fibra cruda, grasa y extracto libre de nitrógeno de la *Kochia scoparia* a diferentes alturas de corte.

Nutriente (%)	Altura (cm)		
	60	90	120
Proteína cruda	21.0	17.1	15.6

Fibra cruda	15.2	18.7	21.1
Grasa	1.5	1.4	1.0
Extracto libre de nitrógeno	41.8	44.2	46.3

(Fuente: Bell et al. (1952); citado por Aray 1995)

Finley y Sherrod, (1971) determinaron el valor nutritivo de la *Kochia scoparia* a diferentes etapas de maduración, encontrando que a medida que avanza la madurez de la planta, se incrementa el contenido de fibra cruda y energía bruta, pero, el contenido de proteína disminuye (Cuadro 3).

Sherrod (1973) determinó la composición química de raciones con distintas mezclas de alfalfa y *Kochia* (Cuadro 4) encontrando el mayor contenido de P.C. y E.L.N en raciones con 100 % de *Kochia scoparia*, el mayor contenido de M.O y F.C. en raciones que contenían el 100 % de Alfalfa.

Cuadro 3. Valor nutritivo de la *Kochia* a diferentes etapas de maduración.

Nutriente en materia seca	Etapa de maduración		
	Prefloración	Media floración	Completa floración
Materia seca	32.0	29.1	29.4
Proteína cruda	24.2	17.8	13.5

Extracto etéreo	1.3	1.2	1.0
Fibra cruda	17.9	28.4	33.9
Calcio (Ca)	1.01	1.12	1.06
Fósforo (P)	0.34	0.25	0.19
Energía bruta (kcal/g MS)	3.438	3.850	4.122

(Fuente: Finley y Sherrod, 1971)

Cuadro 4. Composición química de raciones de *Kochia* y alfalfa.

<i>Kochia</i> %	100	75	50	25	0
Alfalfa %	0	25	50	75	100
Materia orgánica %	85.80	87.30	88.70	90.20	91.70
Cenizas %	14.20	12.70	11.30	9.80	8.30
Proteína cruda %	14.60	14.40	14.20	14.10	13.90
Extracto etéreo %	1.90	1.80	1.70	1.70	1.60
Fibra cruda %	25.0	28.70	32.40	36.20	40.0
Extracto libre nitrógeno %	44.30	42.40	40.40	38.20	36.20
Calcio (Ca) %	1.12	1.14	1.15	1.16	1.18
Fósforo (P) %	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17

Energía kcal/g MS	bruta	3.95	4.05	4.16	4.26	4.37
----------------------	-------	------	------	------	------	------

(Fuente: Sherrod 1973)

Problemas de intoxicación y envenenamiento asociado al consumo de *Kochia scoparia*

La *Kochia scoparia* es una planta que contiene una alta cantidad de oxalatos que posiblemente sean tóxicos para el ganado, además de que se le ha atribuido ser la causante de intoxicación por nitritos, nitratos, alcaloides y por otro lado de poseer gran cantidad de saponinas (Keller *et al*, 1978; Kingsbury, 1964; Galitzer y Oehme, 1978).

Bajo ciertas condiciones, la *Kochia* puede causar polioencefalomalacia, icterus y foto sensibilización en los animales, además de un síndrome progresivo de disfunción del sistema nervioso central, ceguera, desórdenes gastrointestinales e ictericia, nefrosis y hepatitis tóxica (Dickie y Berryman, 1979 Dickie y James, 1983; Galitzer y Oehme, 1978; Kiesling et al., 1984).

El ácido oxálico, por sí mismo, es raramente considerado como un problema tóxico, sin embargo, este es el único ácido orgánico vegetal que es tóxico para el ganado bajo condiciones naturales (Kingsbury, 1964).

James (1978) menciona que el ácido oxálico es un ácido orgánico dicarboxílico 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 corrosivas al tejido animal que alcanza. Este autor también menciona que las pequeñas cantidades naturales de oxalatos insolubles en la dieta no son absorbidos y son excretados sin efecto alguno. Los oxalatos solubles pueden ser absorbidos rápidamente, especialmente en los no rumiantes. La resistencia de los rumiantes al oxalato es debido a la capacidad del rumen para alterar químicamente y detoxificar los oxalatos solubles presentes en la dieta.

Kingsbury (1964) menciona que una planta es potencialmente dañina, cuando contiene un 10 por ciento o mas de ácido oxálico en base al peso de la planta donde la concentración de oxalato es mayor en las hojas, seguido por las semillas y en menos grado en los tallos.

El contenido de oxalato soluble varia grandemente con la estación del año y localización, alcanzando un máximo al final del verano y principios de otoño (Garner, 1970).

James (1978) menciona que la planta de *Kochia* posee un 3.5 por ciento de ácido oxálico en base al peso seco; sin embargo, Lugg *et al*, (1983) reportan concentraciones de 1.67 a 5.8 por ciento de oxalatos para la *Kochia* cosechada a los 52 días de sembrada. Kiesling *et al*. (1984) obtuvieron cantidades similares que

varían del 1.3 al 2.4 por ciento de oxalatos, en *Kochia* pastoreada cada 21 días durante el verano.

Los rumiantes pueden consumir grandes cantidades de plantas con oxalatos, aparentemente porque los oxalatos son metabolizados en la gran magnitud del rumen; sin embargo, si el oxalato es directamente introducido dentro del abomaso el rumiante responde similarmente como si fuera un animal monogástrico. Si los ovinos y los bovinos pastorean livianamente pueden consumir dos veces más forraje que un animal que ingiere solo una dosis letal (Buck y Osweiser, 1973).

Según Allison (1978) existen buenas evidencias de que los rumiantes alimentados con incrementos graduales en la proporción de plantas con alto nivel de oxalatos en la dieta, adquieren la habilidad de tolerar grandes cantidades de ácido oxálico en la dieta y además que esa tolerancia depende del incremento en la degradación del ácido oxálico por los microbios (bacterias anaeróbicas) ruminales.

El oxalato inhibe competitivamente la reducción del lactato. Además, el oxalato interfiere con la deshidrogenasa succínica, posiblemente activado por la enzima del metabolismo del calcio y del magnesio. Esto sugiere que una interferencia con la energía del metabolismo contribuye a la muerte por envenenamiento con oxalatos. Debido a que el oxalato formado en las plantas es alto en sales solubles, su ingestión tiende a incrementar el consumo de agua en el animal al igual que la

excreción; adicionalmente, en la forma que el oxalato se incrementa en la dieta, el consumo de otros alimentos decrece y de esta forma se tiene un efecto adverso en la ganancia de peso (James, 1978).

Signos clínicos

Los síntomas de envenenamiento comienzan de dos a seis horas después de la ingestión de oxalatos. Hay un cólico ligero o moderado; depresión, embotamiento, pérdida de peso y debilidad muscular. El paso es irregular, la cabeza inclinada hacia atrás y el animal se mantiene rezagado del rebaño. De la debilidad procede rápidamente hasta la postración. Los animales pueden llegar a estar semicomatosos, con la cabeza y pescuezo hacia un lado, en una postura como si fuera fiebre de leche. 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 de calcio se disminuye y el de urea en la sangre se puede elevar ligeramente (Buck y Osweiser, 1973; Garner, 1970; Radeleff, 1967).

Diagnóstico

El diagnóstico esta basado en el historial, signos clínicos y lesiones necróticas, confirmado por la presencia de cristales en los riñones. El síndrome clínico parece

ser similar al de la fiebre de leche y/o inanición por hipocalcemia o sobrecargo de grano. El pH ruminal se eleva (Buck y Osweiser, 1973).

Cambios Fisiopatológicos

En un envenenamiento agudo, los cambios consistentes en el registro de los valores clínicos incluyen una moderada o marcada hipocalcemia, hiperfosfatemia, hipermatemia e hipercalcemia. Hay incrementos en el suero glutámico transaminasa oxaloacético (SGOT), suero glutámico pirúvico transaminasa (SGPT), deshidrogenasa láctica y en el nitrógeno ureíco de la sangre. El pH del plasma se eleva dentro de las dos primeras horas de signos clínicos agudos. Conforme progresan los signos, el animal llega a estar en coma, con un incremento del PCO₂ y disminución del PO₂ en la sangre (Buck y Osweiser, 1973).

Se dice que bajo un examen cuidadoso es común encontrar ascitis, y el tórax hidratado. Hay hemorragias difusas en la boca del estómago y el esófago, los cuales pueden estar llenos de saliva espumosa y sangrienta; hay algunas hemorragias en la mucosa del rumen, petequias en la región fúndica del abomaso y edema en la parte anterior ventral de las paredes del rumen. Los nudos linfáticos gastrointestinales están alargados y edematosos. El tracto respiratorio aparece moderadamente congestionado y el árbol bronquial está lleno de espuma sangrienta. Los riñones están pálidos, edematosos y tumefactos; la cápsula se despelleja fácilmente y un fluido emana de la superficie cortada. Una amarilla y estriada apariencia puede estar presente en la corteza renal. Estas estrías son más propiamente en la unión

cortimodularia. Esto corresponde al área donde la acumulación de cristales de oxalato se ha visto microscópicamente (Kingsbury, 1964; Buck y Osweiser, 1973).

La lesión histopatológica es la presencia de masa de cristales de oxalato de calcio en los túbulos de los riñones, con concentración en la corteza (Radeleff, 1967), la corteza y la médula del riñón son de colores rojos oscuros y ambos separados por una línea de color gris. En algunos casos severos, todos los túbulos son taponeados por los cristales y hay una insuficiencia renal y uremia; la cistitis y la uretitis pueden ser parte de este síndrome (Kingsbury, 1964; Keller, 1978; Buck y Osweiser, 1973).

Prevención, control y tratamiento

El gluconato de calcio, administrado por vía intravenosa puede proveer un desagravio temporal pero no es curativo. Después de que los signos clínicos que aparecen en el tratamiento tienen muy poco valor y consisten en aportar iones de calcio para ayudar a la eliminación del oxalato de calcio, limitando la absorción de éste. Los acidificadores urinarios pueden emplearse mientras los signos sean aparentes. El uso de soluciones salino-glucosa para producir diuresis y combatir la alcalosis es racional y no es un método completamente efectivo, sino que es de apoyo terapéutico (Buck y Osweiser, 1973).

Administrar a libre acceso un 25% de fosfato dicálcico y 75% de sal puede ser también utilizado y debe ser usado solamente cuando el animal esté expuesto a altas concentraciones de oxalatos, ya que con una administración continua puede elevarse el balance Ca : P y traer consecuencias (Kingsbury, 1964; Buck y Osweiser, 1973).

Galitzer y Oehme (1978) estudiaron el efecto tóxico comparativo de la *Kochia* en la alimentación de cerdos Cunkin-Hartley de la raza guinea, que fueron expuestos diariamente a la luz ultravioleta e inyectados con cloroformo (300-400 mg/kg, ip) para crear la disfunción del hígado. Encontraron que los cerdos que recibían la ración común y el cloroformo tenían elevados los niveles de sorbitol de citogenasa, los cuales eran normales después de 72 horas. Los animales que consumieron *Kochia* y que también recibieron cloroformo tenían elevados los niveles de sorbitol deshidrogenasa y no retornaron al rango de control. No encontraron efecto significativo ($P > 0.05$) en los niveles de alamina amino transferasa en la sangre; cristales de oxalatos fueron encontrados en los riñones de un cerdo alimentado con *Kochia* y cinco cerdos a los cuales se les suministró *Kochia* y cloroformo. En ningún cerdo de todo el experimento se observaron signos de fotosensibilización.

Dickie y James (1983) recomiendan que el ganadero que pastoree su ganado en tierras marginales, con cantidades considerable de *Kochia*, reciban un suplemento extra o que los animales sean removidos de las pastas antes que madure la semilla y enfatizan que en las tierras marginales y secas no se incrementa la toxicidad de la *Kochia*, sino que se producen circunstancias para que sea ingerida en una mayor

cantidad, incrementando a la vez el consumo de oxalatos. Sin embargo, muchos ganaderos cortan y empacan la *Kochia* como alimento para el invierno, el cual es dado al ganado con ensilaje de maíz, aunque la *Kochia* por si sola podría proveer todos los nutrientes necesitados por el animal, siendo el valor nutritivo de la *Kochia* similar al de la alfalfa. Algunas veces los animales que son pastoreados con *Kochia* pierden peso, además de que les aparecen algunos síntomas de toxicidad; lo cual hace que la *Kochia* sea pastoreada con caución, para lo cual es recomendable que los animales en pastoreo sean observados frecuentemente y si es posible que pastoreen otros forrajes; ya que existe un considerable aprovechamiento de los nutrientes por el animal cuando no han aparecido los síntomas de toxicidad. También mencionan que los oxalatos y los nitritos no parecen ser tóxico primarios; así mismo, que los síntomas de envenenamiento suelen desaparecer cuando los animales son retirados del pastoreo de la *Kochia*.

Generalidades de los cerdos

Baker et al., (2000) menciona que el periodo de desarrollo y engorda empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este periodo ocurre cerca de los 20 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado al mercado.

Los rendimientos productivos de los cerdos en las etapas de levante y engorda dependen de la genética, de la alimentación, de la salud y del manejo.

Campabadal (2001) señala que, el satisfacer de los requerimientos nutrimentales de los cerdos es uno de los factores que más afectan los rendimientos productivos. El porcicultor debe conocer no sólo cuál nutriente y en que cantidad lo necesita el cerdo para cada una de sus fases productivas, sino que debe también entender el efecto que tiene ese nutriente sobre el crecimiento y la reproducción de los mismos.

Este mismo autor menciona que el período que comprende el desarrollo y la engorda del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de la producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina. Tradicionalmente, el periodo de desarrollo y engorda para los cerdos de razas puras tradicionales y algunos híbridos comprendía pesos entre los 30 y 50 kg. para la etapa en desarrollo y de 50 kg a peso de mercado (90 – 100 kg), para la etapa de engorda.

La elaboración y formulación de alimentos balanceados para explotaciones porcinas comerciales se hace, al igual que para aves, en programas de computación de costo mínimo (Gómez et al., 1979).

Los cerdos con mas de 45 – 50 Kg. de peso requieren mayor cantidad de energía y menos proteína en sus dietas. Por otra parte, el consumo diario de alimento se incrementa en forma paulatina, de tal manera que la deficiencia

energética de algunas dietas se puede compensar con el mayor consumo de alimento (Buitrago, 1990).

Requerimientos nutricionales de los cerdos

En el cuadro 5 se ilustran los requerimientos nutricionales y en el cuadro 6 los rendimientos productivos para cerdos en las etapas de desarrollo y engorda.

La clasificación de las diferentes etapas de alimentación para el periodo de desarrollo y engorda es de vital importancia, pues permite una máxima utilización de los nutrimentos. Existen variaciones, según sea la línea genética y su capacidad para producir carne magra. En el cuadro 7 se presenta la clasificación por fases de alimentación recomendadas por la Universidad de Illinois y que tienen como objeto aprovechar al máximo la capacidad de los cerdos para producir carne magra durante el período de desarrollo (Hollis, 1996).

Cuadro 5. Requerimientos de nutrimentos principales para cerdos en la etapa de crecimiento y engorda, según el NRC.

Factores nutricionales	Requerimientos según sea el peso vivo		
	20-50 Kg	50-80 Kg	80-120 Kg
Energía digestible (Kcal/Kg)	3.40	3.40	3.40
Energía metabolizable (Kcal/Kg)	3,265	3,265	3,265

Proteína	(%)	18.00	15.50	13.20
Lisina	(%)	0.83	0.66	0.52
Arginina	(%)	0.33	0.24	0.16
Histidina	(%)	0.26	0.21	0.16
Isoleucina	(%)	0.45	0.37	0.29
Leucina	(%)	0.83	0.67	0.51
Metionina + cistina	(%)	0.47	0.39	0.31
Fenilalanina + tirosina	(%)	0.78	0.63	0.49
Treonina	(%)	0.52	0.43	0.34
Triptofano	(%)	0.15	0.12	0.10
Valina	(%)	0.56	0.45	0.35
Calcio	(g/día)	11.13	12.88	13.84
Fósforo total	(g/día)	9.28	11.59	12.30
Fósforo disponible	(g/día)	4.27	4.89	4.61

(Fuente: NRC, 1998)

Una alimentación eficiente en el periodo de desarrollo y engorda, debe cumplir con 2 metas importantes: maximizar la eficiencia de producción de tejido muscular en relación al tejido graso de la canal y la producción de carne magra con características físicas, químicas y sensoriales aceptables (Stahly, 1993).

Cuadro 6. Rendimientos productivos para cerdos en desarrollo y engorda en Centroamérica.

Etapa	Desarrollo	Engorda
-------	------------	---------

Ganancia de peso (g/día)	700 – 750	800 – 850
Consumo de alimento (kg/día)	2.00 – 2.20	3.00 – 3.20
Conversión alimenticia	2.75 – 3.00	3.75 – 4.00

(Fuente: Campabadal, 2001)

Cuadro 7. Fases de alimentación para cerdos en desarrollo y engorda.

Etapa	Peso (Kg.)	Etapa	Peso (Kg.)
Crecimiento		Engorda	
Fase I	20 - 35	Fase I	55 - 75
Fase II	35 - 55	Fase II	75 - 95
Fase III	-----	Fase III	95 - 120

(Fuente: Hollis, 1996)

La mayoría de las tablas de requerimiento presentan valores para los diferentes sexos y para el potencial para producir carne magra. En el cuadro 8 se presentan los valores recomendados por investigadores de las Universidades de Purdue, Ohio State y Michigan State para machos castrados y hembras (Tri – State, 1998).

Cuadro 8. Requerimiento de nutrimentos para cerdos en desarrollo y engorda de líneas genéticas magras de acuerdo al sexo.

Nutrimentos	Pesos en Kg.					
	45 - 70		70 - 90		90 a mercado	
%	M	H	M	H	M	H
Proteína	17-20	17-20	16-19	16-19	15-18	14-17
Lisina	0.95	1.00	0.85	0.90	0.75	0.75
Lisina g/día	16.00	21.00	18.00	21.00	18.00	19.00
Triptofano	0.17	0.18	0.15	0.16	0.14	0.14
Treonina	0.62	0.65	0.55	0.58	0.49	0.49
Metionina + cistina	0.57	0.60	0.51	0.54	0.45	0.45
Calcio	0.72	0.72	0.72	0.58	0.58	0.58
Fósforo Aprov.	0.30	0.30	0.30	0.21	0.21	0.21
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

(Fuente: Tri – State, 1998)

(H: hembras; M: machos castrados)

Presentación del alimento

Existen cuatro formas principales de presentación del alimento para ser suministrado a cerdos en desarrollo y engorda. Estas formas son en harina, en pellet, como alimento húmedo o en pasta y en forma líquida.

El éxito de estas formas de presentación dependerá de las facilidades para procesar el alimento, del costo, del tipo de instalaciones y de su disponibilidad. Existe

una variación en los rendimientos productivos obtenidos por estos métodos y ellos involucran diferentes tipos de manejo y de instalaciones para la alimentación.

La forma de alimentar en harina es la forma mas común de presentación de un alimento, ya que es fácil de adquirir y a un menor costo. Su principal problema es que puede producir mayores desperdicios. Los rendimientos que resulten dependerán del tamaño de la partícula, de sus constituyentes, de su polvosidad y del grado de mezclado (Campabadal, 2001).

Consumo de alimento

La ingestión voluntaria de alimento determina en gran medida el nivel de ingestión de nutrientes y por consiguiente tiene un gran impacto en los rendimientos productivos de los animales. Entre los factores más importantes que afectan la ingestión voluntaria cabe destacar factores nutricionales tales como la concentración energética de la dieta, deficiencias o excesos de ciertos nutrientes, cambios en la composición de ingredientes del alimento, el tipo de procesado del alimento o la disponibilidad de agua, entre otros (NRC, 1998). También otros factores tienen su importancia, sobre todo aquellos relacionados con el estrés de los animales tales como el destete, factores ambientales como la temperatura o de manejo como altas densidades de animales o el estado sanitario.

Campabadal (2001) menciona que el consumo de alimento es el principal responsable del rendimiento productivo de los animales. El principal concepto que

debe de tener un porcicultor es el siguiente “Los cerdos no comen porcentajes, comen gramos o Mcal de energía por día”.

En el cuadro 9 se presentan los consumos promedios para Centroamérica de cerdos alimentados con una dieta a base de grano mas una fuente de proteína.

Palatabilidad

Forbes (1986) describe palatabilidad como la impresión o percepción global de un alimento proporcionada por todos los sentidos del animal. Este concepto debe entenderse como la interacción entre las cualidades sensoriales del alimento, la experiencia y el estado metabólico de los animales. Cuando se mide la palatabilidad de un alimento en términos de consumo, es importante diferenciar qué parte del consumo total se debe a cambios en el estado metabólico de los animales o a diferencias verdaderas de palatabilidad.

Cuadro 9. Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorda.

Etapa	Peso del cerdo (Kg.)	Cantidad (Kg/día)
Desarrollo	30 a 40	1.80
	40 a 50	2.20
	Promedio	2.00
Engorda	50 a 60	2.60

60 a 70	2.80
70 a 80	3.10
80 a 90	3.50
Promedio	3.00

(Fuente: Campabadal, 2001)

Dieta: maíz y harina de soya

Consumo de agua

El consumo de agua es indispensable para un adecuado consumo de alimento. Un cerdo de 15 a 90 kg. consume de 2 a 6 litros de agua diario, aumentando hasta un 100% en temperaturas altas (English et al., 1988).

Un concepto importante a considerar por los porcicultores es la disponibilidad de agua para los cerdos. Para un cerdo en desarrollo se requiere que el bebedero suministre 500 ml/minuto, mientras que para uno de engorda 750 ml/minuto. Con estas cantidades se asegura un adecuado consumo de agua (Campabadal, 2001).

Separación por sexos

Existen factores fisiológicos de peso, hormonas y sexo que pueden afectar el consumo de alimento. De estos factores el de más importancia práctica es el efecto del sexo y la necesidad de separar sexos durante el periodo de desarrollo y engorda (Campabadal, 2001).

La separación de sexos (cuadro 10) es una práctica realizada por numerosos porcicultores para capitalizar las diferencias de crecimiento y las características de canal entre sexos. Las hembras tienen un mayor porcentaje de canal, son menos grasosas y tienen un mayor crecimiento del tejido magro; además son más eficientes (Cromwell et al., 1988).

Cuadro 10. Rendimientos de machos castrados y hembras.

Parámetros	Macho castrado	Hembra
Consumo de alimento (kg)	2.92	2.59
Ganancia diaria (kg)	0.83	0.77
Alimento/ganancia	3.51	3.36
Grasa dorsal (mm)	29.05	24.00
Área del ojo del lomo (cm ²)	32.30	34.75
Rendimiento (%)	72.30	73.10
% de músculo	52.78	55.08

(Fuente: Cromwell et al., 1988)

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización



Figura 2. Ubicación de la UAAAN

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en los terrenos de la misma en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 8 Km. al sur de la ciudad de Saltillo, por la carretera Saltillo – Zacatecas, su localización geográfica se encuentra en las coordenadas $25^{\circ} 22' 44''$ Latitud Norte y $100^{\circ} 00' 00''$ Longitud Oeste, con una altura de 1770 msnm. Con un clima clasificado como seco o árido (Bs kx' (e)); el mas seco de los Bs; templado, con verano cálido extremoso en la oscilación anual de temperaturas medias mensuales, con régimen de lluvias entre verano e invierno que

acumulan 303.9 mm. de precipitación pluvial anual y una temperatura media mensual de 17.7° C (García, 1973).

Unidades experimentales

Para el presente trabajo se utilizaron 25 cerdos (13 hembras y 12 machos castrados) de cruce comercial (Landrace, Yorkshire, Hampshire, y Duroc) en la etapa de desarrollo, similares en edad, con un peso promedio inicial de 42.24 Kg, los cuales se distribuyeron al azar en 5 corraletas de 1.5 x 4 m equipadas con comederos y bebederos automáticos, en cada corraleta se alojaron cinco animales de ambos sexos.

Procedimiento experimental

Los animales se alimentaron en un periodo de 34 días, siendo los primeros 5 días de adaptación a la dieta y al manejo. El alimento fue proporcionado a libre acceso, con el aditivo *Kochia scoparia* en diferentes porcentajes por tratamiento. Los animales se pesaron individualmente cada 7 días, haciendo un total de 5 pesadas a través de la realización del experimento, se utilizó una báscula en forma de jaula de contención. Todas las pesadas se hicieron por la mañana.

Diseño experimental

Para la distribución de los tratamientos y el análisis de la información resultante se utilizó un diseño de bloques al azar (Olivares, 1993) con cinco tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento (cada animal fungió como una unidad experimental), que se conformaron de la siguiente manera:

T1 = Testigo Alimento normal de la granja.

T2 = Alimento normal + 5.0 % de *Kochia scoparia*

T3 = Alimento normal + 7.5 % de *Kochia scoparia*

T4 = Alimento normal + 8.0 % de *Kochia scoparia*

T5 = Alimento normal + 10.5 % de *Kochia scoparia*

Variables evaluadas

Consumo de alimento

Ganancia total de peso (GTP)

Ganancia diaria de peso (GDP)

Conversión alimenticia (CA)

Problemas digestivos (PD) diarreas (escala de 1a 3)

Signos de intoxicación

Análisis económico

Consumo de alimento:

Para evaluar esta variable se consideró la cantidad de alimento ofrecido y rechazado de cada uno de los tratamientos.

Ganancia total de peso:

Se calculó de acuerdo a la etapa evaluada teniendo en cuenta el peso al inicio y el peso final en cada tratamiento.

$$\text{GTP} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

Ganancia diaria de peso:

Se calculó considerando el peso total ganado y el número de días que duró el experimento.

$$\text{GDP} = \frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{Num. de días del experimento.}}$$

Conversión alimenticia:

La conversión alimenticia se estimó en base al alimento consumido por día sobre la ganancia de peso por día. El resultado obtenido, es la cantidad de alimento necesario, para convertir un kilogramo de ganancia de peso en pie.

$$\text{C.A.} = \frac{\text{Consumo promedio de alimento (g/día)}}{\text{Incremento promedio de peso (g/día)}}$$

Problemas digestivos:

Para determinar si el forraje ofrecido tuvo efecto sobre la fisiología digestiva del animal se hicieron observaciones sobre la presencia o ausencia de diarreas para lo cual se establecieron tres escalas posibles:

- 1) Ausencia de diarrea.
- 2) Diarrea ligera.
- 3) Diarrea severa.

Signos de intoxicación

Con fundamento en la literatura que menciona que la *Kochia scoparia* es una especie con altos niveles de oxalatos, se observó la posible presencia de los signos típicos de intoxicación en cada uno de los tratamientos con este forraje.

Análisis económico

Se analizó el precio de los componentes del alimento utilizado para determinar el costo de la dieta y la relación costo - beneficio de los diferentes tratamientos.

Forraje cosechado

La *Kochia scoparia* fue cosechada durante los meses de junio y julio, con un estado de floración 0. Esta fue cortada a una altura promedio de 80 cm. del suelo. El forraje se henificó y se molió en molino de martillos.

Alimento utilizado

El alimento que se ofreció a los animales fue el que normalmente se les da a los cerdos en la etapa de desarrollo de la unidad porcina (Cuadro 11). Las dietas fueron suplementadas con cuatro diferentes niveles de *Kochia scoparia* (5, 7.5, 8 y 10.5 %) por un periodo de 34 días. Se utilizó una báscula de reloj donde se pesó la cantidad de forraje que se incorporó en el alimento.

Cuadro 11. Composición y costo del alimento que se ofreció durante la prueba.

Ingredientes	Contenido (%) para 100 kg	Costo (\$) por kg	Costo (\$) por 100 kg
Sorgo	75.50	1.50	113.25
Soya	20.00	2.90	58.0
Cebo de res	1.50	2.50	3.75
VIT-AA-MIN 35 Forte	3.00	9.10	27.3
<i>Kochia scoparia</i>	-----	0.90**	-----
Total	100.00	2.023*	202.3

* Costo por kg de alimento sin *Kochia*

**En el caso de la *kochia scoparia* el precio es estimado.

VIT-AA-MIN 35 Forte es un producto comercial utilizado como: complemento nutricional concentrado para la elaboración de alimento balanceado para cerdos en crecimiento y engorda. Incluye una combinación de enzimas que mejoran la digestibilidad e incrementan la energía metabolizable del alimento (beta-mananasa y fitasa). (Cuadro 12)

Se realizó el análisis bromatológico del alimento que se ofreció durante la prueba en los laboratorios de Apoyo a la Investigación y de Bioquímica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El cuadro 13 muestra el valor nutritivo de las dietas utilizadas en los diferentes tratamientos.

Cuadro 1 2. VIT-AA-MIN 35 Forte.

Ingredientes	Contenido (%)
Calcio	17.00
Fósforo total	6.50
Sodio	3.90
Magnesio	0.50
Lisina	3.00
Vehículo C.B.P.	100.00

Cuadro 13. Análisis Bromatológico del alimento ofrecido.

Concepto %	Tratamientos					
	T1 0 %	T2 5 %	T3 7.5 %	T4 8 %	T5 10.5 %	Kochia
MS	90.27	86.85	89.11	84.61	88.31	86.90
PC	17.26	17.35	16.81	16.95	16.89	14.75
EE	3.16	3.43	2.75	3.33	2.72	2.06
Cenizas	3.36	3.86	4.05	5.01	5.31	12.28
FC	1.98	2.55	2.49	2.22	3.63	21.30
ELN	64.51	59.66	63.01	57.10	59.76	36.51

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de este trabajo de investigación se concentran en el cuadro 14, para las 7 variables analizadas.

Cuadro 14. Comportamiento de las variables analizadas durante la etapa experimental.

Tratamiento	Cons. Alim.	G.T.P.	G.D.P.	C.A.	P.D. y S.I.	Costo (\$) / kg P.V
T1 (0% de <i>Kochia</i>)	2.166	22.80 ^a	0.786 ^a	2.855 ^a	0	5.78
T2 (5% de <i>Kochia</i>)	2.674	28.00 ^a	0.966 ^a	2.815 ^a	0	5.82
T3 (7.5% de <i>Kochia</i>)	2.773	25.40 ^a	0.876 ^a	3.169 ^a	0	6.63
T4 (8% de <i>Kochia</i>)	2.607	24.00 ^a	0.828 ^a	3.174 ^a	0	6.65
T5 (10.5% de <i>Kochia</i>)	2.362	22.40 ^a	0.772 ^a	3.180 ^a	0	6.74

^a Cifras con la misma literal en columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$)

Consumo de alimento

Aunque el consumo de alimento por animal no fue analizado estadísticamente, dado que los animales fueron manejados por grupos, se estimó tomando en cuenta el alimento ofrecido menos el que se retiró de los comederos al finalizar el trabajo. Dividiendo esta diferencia entre los días que duró la investigación y el número de

animales (hembras y machos castrados) por corraleta. Los animales consumieron en promedio 2.166, 2.674, 2.773, 2.607, y 2.362 kg/día para los respectivos tratamientos con 0 (T1), 5 (T2), 7.5 (T3), 8 (T4) y 10.5 (T5) por ciento de *Kochia scoparia* por kilogramo de dieta. De acuerdo al NRC (1998), la recomendación para el parámetro consumo de alimento por día en animales de 50 a 80 kg es de 2.575 kg/animal. O sea que el consumo de alimento para animales de esta edad no se vio incrementado ni reducido en forma significativa con el nivel de *Kochia scoparia* agregado, ya que los resultados obtenidos son similares al valor reportado por este consejo. Sin embargo comparados con el Tratamiento 0% (T1), la *Kochia* si aumentó el consumo de alimento. Según los resultados el Tratamiento con 7.5 % (T3) fue el que obtuvo el mayor consumo, mientras que el Tratamiento con 0 % (T1), el menor consumo. Estos resultados se aprecian con mayor objetividad en la figura 3.

Hudman et al., (1982) señala que los cerdos en crecimiento finalización alimentados con un nivel de 10 y 20 por ciento de heno de alfalfa en la dieta requieren 5 a 7 por ciento mas de alimento que los cerdos alimentados con dietas comunes a base de maíz y soya.

Ganancia Total de Peso (GTP)

Como se observa en el cuadro 14 para la variable GTP no se encontró diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos en esta etapa, las ganancias fueron 22.80 (T1), 28.00 (T2), 25.40 (T3), 24.00 (T4) y 22.40 (T5) kg. de peso vivo promedio por animal, sin embargo se puede apreciar que el grupo mas alto

fue el T2 donde se incorporó el 5% de *Kochia*, mientras que los tratamientos con 10.5% (T5) y 0% (T1) fueron los mas bajos respectivamente, lo cual indica que la inclusión de *Kochia scoparia* en la ración de forma moderada puede propiciar resultados positivos en el comportamiento de los animales mejorando la producción de carne y posiblemente a menores costos. La figura 4 muestra claramente el comportamiento de esta variable en cada uno de los tratamientos.

Oyervides (2004) en una prueba alimentando cerdos en crecimiento de cruzas comerciales con 17.6 kg. de peso inicial promedio, no encontró diferencia estadística significativa de ganancia de peso en raciones que contenían 0 (T1), 5 (T2) 10 (T3) porciento de *Kochia scoparia*, ya que obtuvo los siguientes resultados: 42.8 (T1), 39.5 (T2), 44.5 (T3) kg de ganancia, siendo el tratamiento con 10 porciento ligeramente superior al que no se le incorporó la *Kochia*.

Fraga (2003) reporta que la inclusión de *Kochia scoparia* en la dieta de cerdos en finalización con un peso inicial promedio de 50 kg. reduce el rendimiento de ganancia de peso, realizando una prueba con duración de 41 días, incorporó niveles de 0, 10, 15, y 20 porciento de *Kochia* en la ración, encontrando rendimientos de peso inferiores, comparados a la dieta que no incluyó la *Kochia*.

De Uriarte y Shimada (1977) indican que la inclusión de 15 porciento de alfalfa achicalada en una dieta con alimento balanceado no mostró diferencias significativas en el consumo y ganancia de peso de los cerdos en crecimiento, en comparación con los testigos recibiendo alimento balanceado.

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Para esta variable GDP la tendencia fue similar a la anterior, no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos los resultados obtenidos fueron: 0.786 (T1), 0.966 (T2), 0.876 (T3), 0.828 (T4) y 0.722 (T5) kg. promedio día/animal donde el T2 con 5% de *Kochia* alcanzó mejor rendimiento que los demás, siendo el T5 con 10.5% el de menor ganancia. Los resultados señalados para esta variable se ilustran en la figura 5.

Fraga (2003) encontró que la suplementación con diferentes niveles de *Kochia* en la ración de concentrado no propició comportamientos positivos en la ganancia diaria de peso para los cerdos en la etapa de finalización, ya que en una prueba realizada obtuvo rendimientos de 0.958, 0.822, 0.604 y 0.817 kg de ganancia diaria para raciones con 0, 10, 15 y 20 porciento de *Kochia*, respectivamente.

Oyervides (2004) alimentando cerdos en la etapa de crecimiento con 17.6 kg de peso promedio, obtuvo ganancias diarias de peso de 0.617, 0.588 y 0.638 kg/día para raciones que contenían 0, 5 y 10 porciento de *Kochia scoparia*, respectivamente.

Kass et al. (1979) en una prueba alimentando cerdos de 17 kg de peso, obtuvieron ganancias de peso de 0.700, 0.670, 0.520 y 0.350 kg/día y consumos de alimento de 3.23, 3.70, 4.91 y 6.23 kg/kg de ganancia para raciones con 0, 20, 40 y

60 por ciento de alfalfa, respectivamente, resultados similares a los alcanzados con la inclusión de *kochia scoparia* en las raciones motivo del presente trabajo.

Stahly y Cronwell (1986) encontraron que la harina de alfalfa en la dieta a nivel de 10 por ciento, en comparación con una dieta basal a base de maíz y soya, deprimió la ganancia diaria por 1, 3 y 5 por ciento en cerdos mantenidos en ambiente frío, cálido y caliente respectivamente, y 1, 7 y 10 por ciento en la relación alimento – ganancia, concluyendo que el ambiente afecta el consumo de los animales ya que los cerdos en ambientes fríos (10°C) mostraron un mayor nivel de consumo que animales mantenidos en ambientes cálidos (22.5°C) o calientes (35°C).

Conversión Alimenticia

En cuanto a esta variable (CA) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($P>0.05$) teniendo como resultado 2.855 (T1), 2.815 (T2), 3.169 (T3), 3.174 (T4) y 3.180 (T5) kg. de alimento promedio consumido por animal para obtener 1kg. de peso vivo, el mejor tratamiento fue al que se le incorporó 5% de *Kochia* (T2), siendo ligeramente superior al tratamiento con 0% (T1), donde el T5 fue el mas bajo, pero siendo muy similar al T3 y T4. Si se considera que todos los tratamientos fueron manejados de la misma manera, entonces los resultados obtenidos indican que a mayor inclusión de *Kochia* en la ración genera un mayor requerimiento de alimento para lograr un kilogramo de peso vivo. Los resultados se muestran con mayor objetividad en la figura 6.

Fraga (2003) al incorporar niveles de 0, 10, 15 y 20 de *Kochia* en la ración de cerdos en la etapa de finalización, encontró una conversión alimenticia de 3.04, 3.71, 4.28 y 4.00 respectivamente, obteniendo una ganancia mayor con menor alimento por kilogramo de ganancia que las dietas que contenían diferentes niveles de *Kochia*.

Un nivel de 20 por ciento de harina de alfalfa en la dieta no muestra diferencia significativa en cuanto a la relación alimento – ganancia en comparación con un nivel de 0 por ciento de alfalfa (Hudman et al., 1982; Kass et al., 1980; Powley et al., 1981).

Problemas digestivos e intoxicación

Para estas dos variables no se observaron problemas en los animales; es decir que los niveles con 5, 7.5, 8, 10.5 por ciento de inclusión son aceptables, ya que no ocasionaron ningún problema de salud en los cerdos de esta etapa.

Fraga (2003) reporta que no hay presencia de problemas digestivos e intoxicación con niveles de 5, 10, 15, 20 por ciento de *Kochia scoparia* en la dieta de cerdos en la etapa de finalización.

Oyervides (2004) no encontró problemas digestivos con la incorporación de 5 y 10 por ciento de *Kochia scoparia* en la ración de cerdos en la etapa de crecimiento.

Análisis económico

En el cuadro 15 se observa el análisis de costo del alimento que se ofreció durante toda la etapa y la relación costo - beneficio para cerdos en la etapa de desarrollo.

Cuadro 15. Análisis de costo del alimento y relación costo vs beneficio para cerdos en la etapa de desarrollo

VARIABLES	T1 0 %	T2 5%	T3 7.5%	T4 8%	T5 10.5%
Número de cerdos	5	5	5	5	5
Duración de la Etapa (días)	29	29	29	29	29
Ganancia prom. total (kg)	22.80	28.00	25.40	24.00	22.40
Ganancia prom. diaria (kg)	0.786	0.966	0.876	0.828	0.772
Consumo prom. diario (kg)	2.166	2.674	2.773	2.607	2.362
Conv. Alimen. (kg/kg P.V.)	2.855	2.815	3.169	3.174	3.180
Costo / kg de alimento (\$)	2.023	2.068	2.091	2.095	2.118
Costo alim. / kg de P.V. (\$)	5.78	5.82	6.63	6.65	6.74
Costo animal / día (\$)	4.38	5.53	5.80	5.46	5.00
Costo animal / etapa (\$)	127.07	160.37	168.15	158.39	145.08

Costo animal / G.P.T (\$)	131.78	162.96	168.40	159.6	150.98
------------------------------	--------	--------	--------	-------	--------

Para estos resultados se analizó el costo del alimento utilizado para toda la etapa, tanto individual como colectivamente. Resultando el costo más alto en el T5 (10.5%) con \$2.118 kg, siendo el mas bajo el T1 (0%) con \$2.023.

En la relación costo de alimento por kilogramo de peso vivo producido el mejor beneficio resultó en el T1 (0%) con un costo de \$5.78 ligeramente superior al T2 (5%) con \$5.82, siendo el de menor benefico el T5 con un costo de \$6.74 el kg de peso vivo producido.

En cuanto al costo animal por día y costo animal etapa el T1 (0%) resultó ser el más bajo teniendo un costo de \$4.38 y \$127.07 por animal, mientras que el T3 (7.5%) tiene el costo más alto con \$5.80 y 168.15 por animal, respectivamente.

Para la relación costo animal en la ganancia promedio total el T1 (0%) tiene los costos más bajos con \$131.78 animal, mientras que el T3 (7.5%) es el más alto con \$168.40 animal.

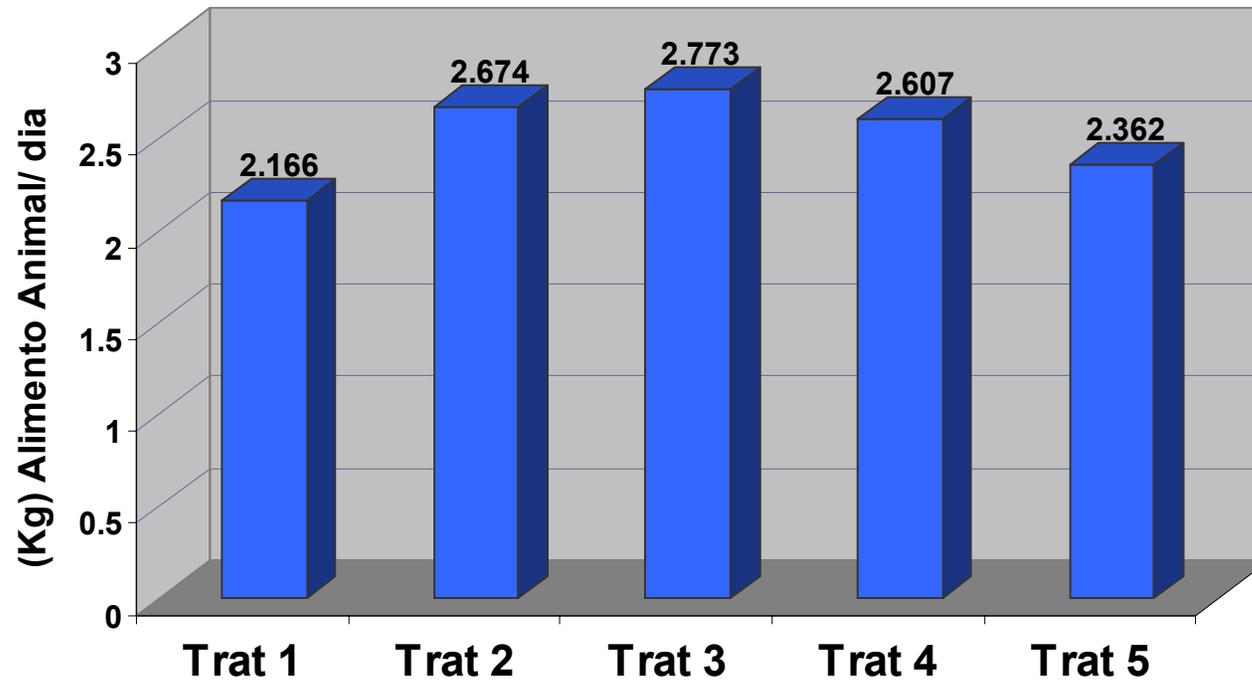


Figura 3. Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable Consumo de Alimento

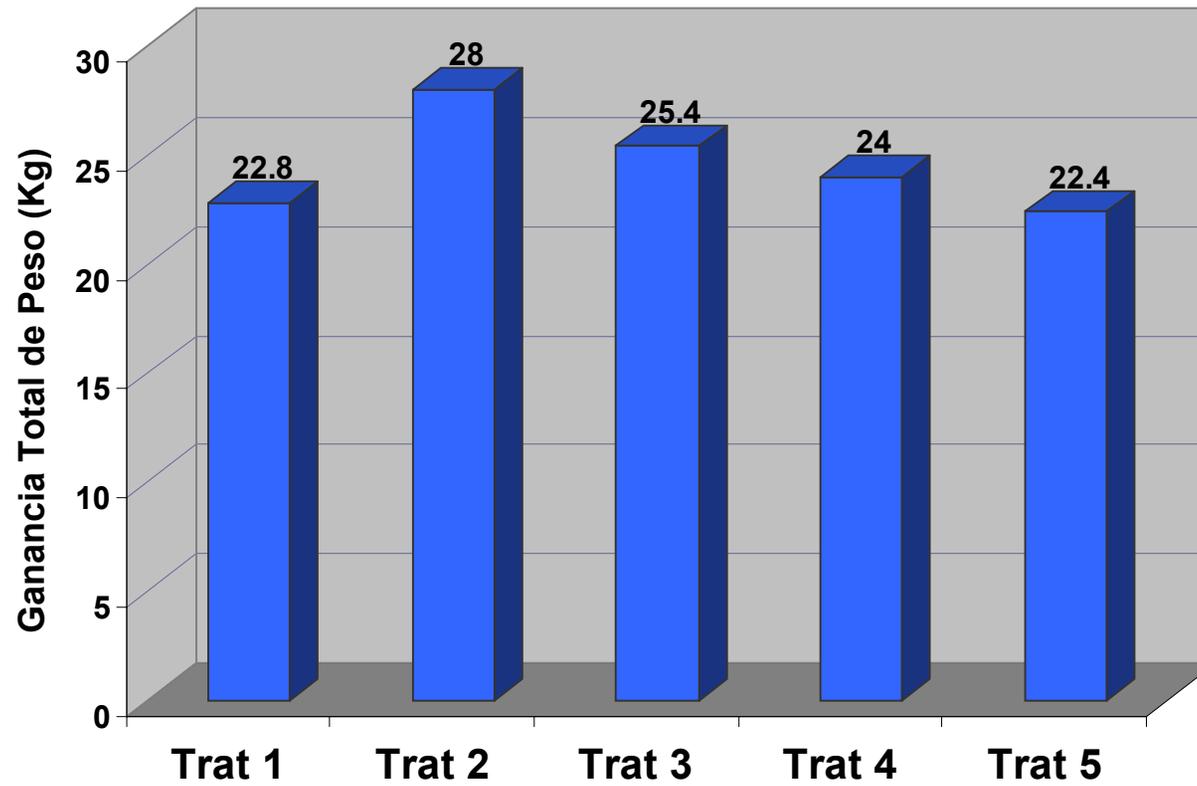


Figura 4. Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable Ganancia Total de Peso

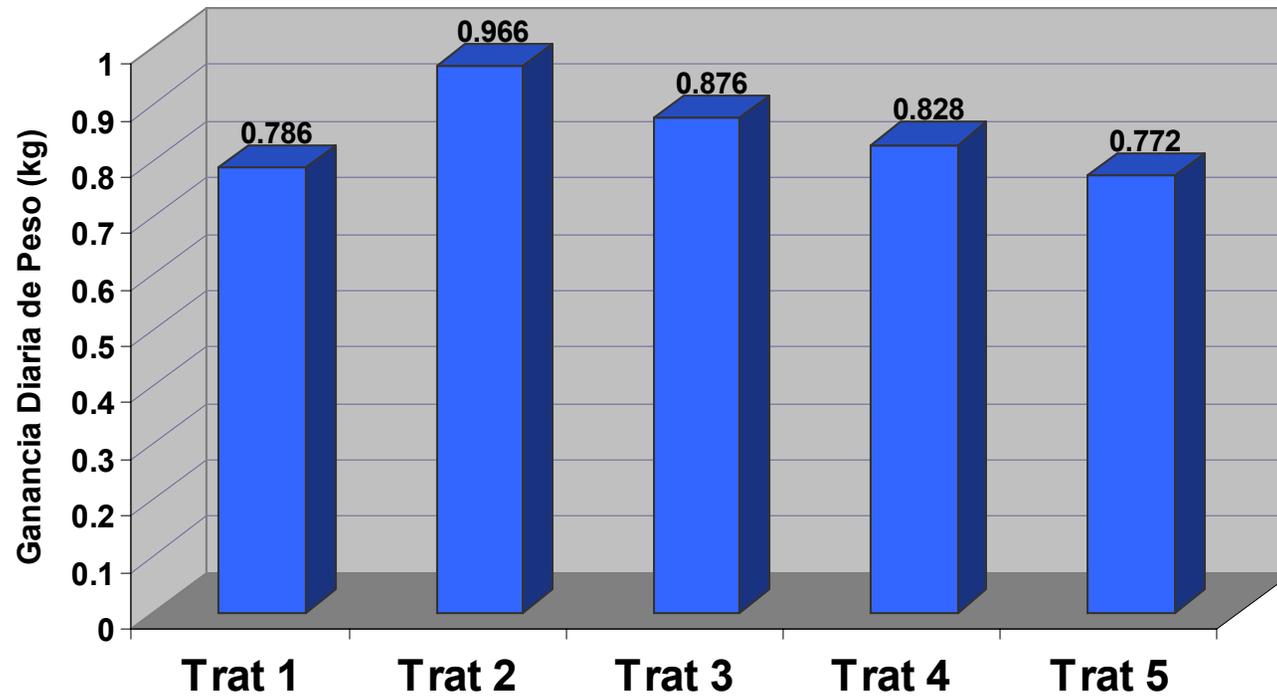


Figura 5. Comportamiento de los 5 tratamientos para la variable Ganancia Diaria de Peso

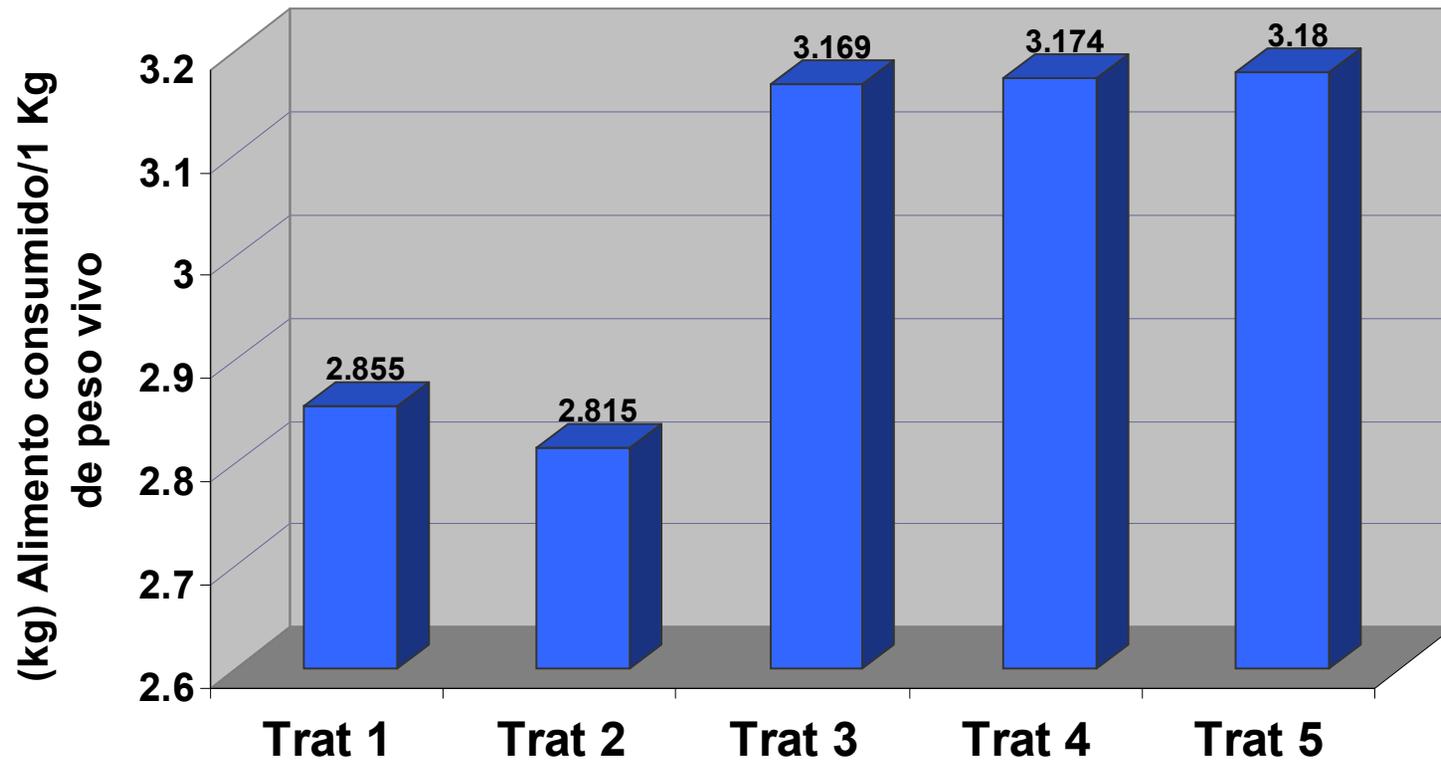


Figura 6. Comportamiento entre los 5 tratamientos para la variable Conversión Alimenticia

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

- La suplementación con los porcentajes utilizados de *Kochia scoparia* en dietas a base de sorgo y soya para cerdos (hembras y machos castrados) en la etapa de desarrollo no mejora la ganancia de peso total, ganancia diaria y la conversión alimenticia en forma significativa.
- Al estimar el consumo de alimento la suplementación con *Kochia scoparia* en dietas a base de sorgo y soya para cerdos en la etapa de desarrollo mejora el consumo de alimento con los porcentajes 5, 7.5 y 8.
- La suplementación con heno de *Kochia scoparia* en la ración fue aceptable por los animales con los porcentajes utilizados, ya que no provocaron problemas de salud.
- La utilización de *Kochia* puede constituir una alternativa para la alimentación de cerdos, ya que puede ayudar a bajar costos en la alimentación de los animales, reduciendo el uso de concentrado. Tomando en cuenta que esta planta tiene características similares a la alfalfa como buena fuente de proteína.

- Es necesario continuar con estas investigaciones pero con mayor volúmenes de animales para poder dilucidar de forma fehaciente el mejor nivel de *Kochia scoparia* en las raciones.

LITERATURA CITADA

- Allison, M. 1978.** The roll of ruminal microbes in the metabolism of toxic Constituents from plants. In: Keller, R., K. Kampeen y L. James. 1978 Effects of poisonous plants on Livestock. 1st Ed. Academic Press. New York, U.S.A.
- Anaya, G. M. 1989.** *Kochia scoparia* una alternativa para la producción de forraje. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Anónimo, 1982.** *Kochia* Works in for cattleman. The Texas Farm Stockman. Dallas, Texas, U.S.A. Volumen 95 (1): 30.
- Anónimo, 1983.** Boletín de información para el cultivo de *Kochia scoparia*. Agrotécnia industrial mexicana, S.A. Monterrey, N.L.
- Anónimo. 1994.** *Kochia* (*Kochia scoparia* L. Schrad). Comisión Nacional de Zonas Áridas. Saltillo, Coahuila, México.
- Anónimo. 2002.** La industria alimenticia animal en México. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. Sección de fabricantes de alimentos. México, D.F.
- Aray, S. O. A., 1995.** *Kochia scoparia* (L.) (Schrad), una opción para producir proteína animal. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Baker, D. H., R .A. Easter, G. R. Hollis, M. Ellis, V. Gabert, and I. Mavromichalis., 2000.** Nutrient allowances for swine. Feedstuffs (Julio 13, 2000) pp. 34-40.
- Beck, R. 1974.** Steer diets In Southeastern Colorado. J. Of Range Management 28 (1): 48.
- Becker, D. 1978.** Steam Abscission In Tumbleweeds of the Chenopodiaceae: *Kochia* Amer. J.Bot. 65 (5): 375.

- Bell, J., G. Bowman and R. Coupland. 1952.** Chemical composition and digestibility of forage crop grown in central Saskatchewan with observations on *Kochia* seeds. *Sci. Agr.* 32: 463.
- Blauer, A., A. Plumer and E. McArthur. 1976.** Characteristics and hybridization of important intermountain shrubs. II Chenopod Family Intermountain Forest and Range Experiment station, USDA Forest Service. Research Paper int - 177. Ogden, Utah, U.S.A. 42 pp.
- Buck, W. and G. Osweiser. 1973.** Clinical and Diagnostic veterinary toxicology. Ed. By Co. Dubugue, Iowa, U.S.A.
- Buitrago, J. A. 1990.** La Yuca en la Alimentación Animal. Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 446 p.
- Campabadal, C. y H. Navarro. 2001.** Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. Asociación Americana de Soya – ASSA. México, D.F. 280 p.
- Correl, D. y M. Johnston. 1970.** Manual of the vascular plants of Texas. Tex. Res. Found, Renner, Texas.
- Coxworth, E., J. Bell y R. Ashford. 1969.** Preliminary evaluation of Russian thistle, *Kochia* and garden atriplex as potential high protein content seed crop for semiarid areas. *Can. J. Plant. Sci.* 49 (2): 427.
- Cromwell, G. L., T. T. Cline, J. D. Crenshaw, T. D. Crenshaw, R. C. Ewan, C. R. Hamilton, A. J. Lewis, D. C. Mahan, E. R. Miller, J. E. Pettigrew, L. F. Tibble and T. L. Veum. 1988.** The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. *J. Anim Sci.* 71:1510.
- De Uriarte, L. A. y A. S. Shimada. 1977.** Empleo de la alfalfa (*medicago sativa*) en la alimentación de cerdos para abasto. *Veterinaria, México.* 8:81 -84.
- Dickie, C. and J. Berryman. 1979.** Polioncephalomalacia and photosensitization Associated with *Kochia scoparia* consumption in range cattle. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* 175(5): 463.

- Dickie, C. and L. James. 1983.** *Kochia scoparia* poisoning in cattle. J. Amer. Vet. Med. Assoc. 183 (7):765.
- Durham, R. and J. Durham. 1978.** *Kochia* It's potential for forage production. Rangeland 2:22.
- Durham, R. And J. Durham. 1979.** Arid land plant Resources *Kochia* It's Potential for forage production. Semi-arid land Studies. Univ. Lubbock. Texas Tech.
- Durham, R. and J. Durham. 1983.** Technique for intensive "*Kochia*" grazing and intensive use of cotton waste products. J. Anim. Sci. Abstracts 57 (1): 391.
- English, P. R., V. R. Flower, S. Baxter and B. Smit. 1988.** The growing and finishing pig. Improving Efficiency. Farm Press. England.
- Everit, J., M. Alaniz y J. Lee., 1983.** Seed germination characteristics of *Kochia scoparia*. J. Range Management 36 (5):646.
- Farías, J. 1984.** 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. y L. Sherrod. 1971.** Nutritive value of *kochia scoparia* II. Intake and digestibility of forage harvested at different maturity stages. J. Dairy Sci. 54(2):231.
- Forbes, J. M. 1986.** The voluntary food intake of farm animals. Butterworths, London, pp 207.
- Foster, C. 1980.** *Kochia* poor-man's alfalfa shows potential as feed. Rangeland 2(1): 22.
- Fraga, C. A., 2003.** Respuesta de cerdos en finalización a la inclusión de heno de *Kochia scoparia* en la ración. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Fuehring, 1980.** *Kochia* as a forage crop. Proc. Eight Annual Texas Beef Conference. Amarillo, Texas. P. 1-3.
- Galitzer, S. and F. Oehme. 1978.** *Kochia scoparia* (L) (Schrad). Toxicity in cattle: a literature review. Vet. Hum. Toxicol. 20:42.
- García, E. 1973.** Modificaciones al Sistema de clasificación climatológica de köppen. Segunda Edición. Instituto de Geografía. UNAM., México, D.F.
- Garner, R. 1970.** Toxicología veterinaria. Ed. Acriba. España. p. 281.
- Gómez, G., M. Santos y M. Valdivieso. Yuca 1979.** Investigación, Producción y Utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Documento de trabajo No 50. Cali, Colombia. 656 p.
- González, R. 1984.** Observación de la *Kochia scoparia* en el norte de Coahuila. Resúmenes del 7º. día del forrajero. Campo Agrícola Experimental “Zaragoza”. SARH-INIA. México.
- Hernández, A. J. G. 1986.** Evaluación de la *Kochia scoparia* (L.) (Schrad) como planta productora de forraje tomando en cuenta su producción de materia verde y seca, Análisis Bromatológico, Químico y su digestibilidad in vitro. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 93 pp.
- Hollis, G. R. 1996.** Feeding management for all classes of swine. En memorias de LANCE. San Jose de Costa Rica. Pág. 9.
- Hudman, D. B., D. M. Danielson and M. A. Crenshaw. 1982.** Alfalfa in growing – finishing diets, Nebraska Swine Reporyt, E. C. University of Nebraska, North Platte, N.E. 69101 82 – 219: 7.
- James, L. 1978.** Oxalate poisoning in livestock. In: Keller, R., K. Kampen y L. James. 1978. Effects of poisonous plants on livestock. 1st ed. Academic Press. New York, U.S.A.

- Kass, M., W. G. Pond y P. J. Van Soest. 1979.** Suinos alimentados com 4 niveis de fibra na dieta. L. desempheno e medidas de carcaca. ALPA. 14:65.
- Keller, R., K. Kampen and L. James. 1978.** Effects of poisonous plants on livestock. 1st . Ed. Academic press, New York, USA.
- Kiesling, H., R. Kirksey, D. Hallford, M. Grigsby and J. Thisted. 1984.** Nutritive value and toxicity problems of *Kochia* for yearling steers. Anim. And Range Sci. Dept. New México State Uni., Las Cruces N. M.8 pp.
- Kingsbury, J. 1964.** Poisonous plants on livestock. 1st . Ed. Academic press. New York, USA.
- Lascares, O. V. 1995.** Producción y bromatología de la semilla de *Kochia scoparia* (L) (Schrad), bajo riego. 3^a Reunión Nacional de Nutrición Animal, UAAAN, , Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Lawrence, G.H. 1951.** Taxonomy of vascular plans. 1st. Ed. The Mcmillan Co. New York, USA. 823 pp.
- Lugg, D., P. Cuesta y G. Norcross. 1983.** Effect of N and P fertilization on yield and quality of *Kochia* grown in the greenhouse. Commun. In Soil Sci. Plant Anal. 14 (9): 859.
- Martínez B., A. 1992.** Producción de semilla de *Kochia scoparia* en secano, considerando volumen y calidad de la misma en base a pruebas de germinación y análisis proximal, así como digestibilidad in vitro. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- NRC. 1998.** Nutrient Requirements of Swine. Tenth Revised Edition. National Academy Press. Washington. D.C. 212p.
- Olivares, S. 1993.** Paquetes de diseños experimentales F.A.U.A.N.L. versión 2.4 Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México.

- Oyervides, V. L. 2004.** Inclusión de heno de *Kochia scoparia* en la ración de cerdos en crecimiento. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Powley, J. S., P. R. Cheeke, D. C. England, T. P. Davidson y W. H. Kennick, 1981.** Performance of growing – finishing swine fed high levels of alfalfa meal: effects of alfalfa level, dietary additives and antibiotics. J. Anim. Sci. 53:308 – 316.
- Radeleff, R.D. 1967.** Toxicología Veterinaria. Ed. Acribía. España. Pag.64.
- Rodríguez, J. C. 1988.** Sustitución de diferentes niveles de alfalfa por *Kochia scoparia* (L) (Schrad) en raciones para corderos criollos en crecimiento. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 46 p.
- Rodríguez del A., J. M. 1994.** Que es la *kochia*. Publicación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Sherrod, L. 1971.** Nutritive value of *Kochia scoparia* I. Yield and chemical composition and three stages of maturity. Agronomy journal. 62 (2): 343. United States of America.
- Sherrod, L. B., 1973.** Nutritive value of *Kochia scoparia* (L.) (Schrad). III. Digestibility of *kochia* compared with alfalfa hay. J. Dairy Sci. 56:823-826.
- Smith, D., A Wiese y A. Cooley. 1975.** Postemergence control of *Kochia* and Russian thistle in early spring. Agronomy Journal 67:752.
- Stahly, T. S. 1993.** Impact of nutritional regimen on lean growth and carcass composition. Winter Swine series. Breeding, feeding and marketing lean pock. Iowa State University.
- Stahly, T. S. and G. L. Cronwell. 1986.** Responses to dietary additions of fiber (alfalfa meal) in growing pigs housed in a cold, warm or hot thermal environment. J. Anim. Sci. 63:1870 – 1876.

Stublendieck, J. 1981. North American range plants. 1st. Ed. Natural Resources Enterprises, inc. Nebraska. USA. 305 pp.

Tri – State. 1998. Swine Nutrition Guide. Purdue University. Ohio State University and Michigan State University. Bulletin 869.

villares, J. 1979. Atlas de malas hierbas: Volúmenes I. 1^a. Ed. Ediciones Mundi Prensa. España.

Villarreal, Q. J. A. 1983. Malezas de Buenavista. Editorial UAAAN. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P.71.

Waura, M., R. Rice, R. Hansen y P. Sims. 1977. Food habits of cattle on short grass range in northeastern Colorado. J. Range Management 30(4): 261.

Welkie, G., y M. Caldwell. 1970. Leaf anatomy of species in some dicotelydon families as related to the C3 and C4 pathways of carbon fixation. Canada. J. of Botany 48:2135.