



CIENCIA **XV**UANL
ANIVERSARIO

Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco

TILO GUSTAVO DOMÍNGUEZ GÓMEZ *, ROQUE GONZALO RAMÍREZ LOZANO**, ANDRÉS EDUARDO ESTRADA CASTILLÓN*, LAURA MAGDALENA SCOTT MORALES*, HUMBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ*, MARÍA DEL SOCORRO ALVARADO*

Las variadas especies vegetales que se distribuyen en la región noreste de México se categorizan en varios grupos, con base en sus adaptaciones ecológicas y usos forestales, los cuales constituyen el llamado tipo de vegetación “Matorral espinoso tamaulipeco (MET)”, el cual se extiende sobre 125,000 km² desde la planicie costera del Golfo de México hasta la ribera sur de Texas, en Estados Unidos de Norteamérica.^{1,2} La vegetación de esta área consta de pequeños árboles y arbustos conocidos localmente como “matorrales”.³⁻⁵ El MET está compuesto por casi 60 especies leñosas, muchas de ellas importantes en la producción forestal, silvopastoril (madera, postes, leña, forraje, etc.), las cuales constituyen las actividades más comunes.

Las plantas leñosas de los matorrales son económicamente importantes para la población rural, ya que son utilizadas como fuente de forraje para los animales.⁶ No obstante, las grandes variaciones en condiciones climáticas y edáficas en las zonas áridas y semiáridas propician tipos de matorrales extremadamente diversos, en términos de composición de especies, altura, densidad y asociaciones de plantas.^{7,8} Además, la vegetación de esta zona ha presentado notables cambios en la estructura, composición y una degradación lenta e irreversible, tal vez como resul-

tado de diversas actividades humanas, como la tala selectiva de determinadas especies o sobrepastoreo por ganado.⁹

La ganadería a gran escala ha sido practicada durante 350 años en esta zona.⁹ Los resultados de largo plazo de este tipo de pastoreo son la pérdida de la calidad y la cantidad de especies de plantas forrajeras, seguido por una reducción de la cubierta vegetal que cubre y protege el suelo.⁹ La ventaja de las especies nativas del MET como fuente de alimento radica en que éstas presentan hojas durante la mayor parte del año, con un contenido relativamente alto de proteína cruda; en cambio, las herbáceas y zacates de los pastizales son fuente importante de forraje sólo en las temporadas de lluvia.¹⁰

La mayoría de esas plantas proporciona hábitat para la vida silvestre y cobertura para prevenir la erosión del suelo.¹¹ Este tipo de vegetación se caracteriza por un amplio rango de patrones de crecimiento, diversidad en la longevidad foliar, dinámicas de crecimiento y de contrastantes desarrollos fenológicos.¹² Las características de clima y suelo del noreste de

* Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales.

** Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas.

Contacto: tilo.dominguezgm@uanl.edu.mx

México no son uniformes; la distribución irregular de precipitación y temperatura ha ocasionado que a lo largo del tiempo se constituyan varios tipos de vegetación.¹⁰ La amplia diversidad de plantas nativas del noreste de México tiene un potencial forrajero, y es ejemplo típico de una gran plasticidad en la respuesta a factores climáticos y edáficos extremos.

Qué es el forraje

El forraje se define como cualquier parte comestible no dañina en una planta, o una parte de la planta con nutrientes disponible para los animales en pastoreo y fauna silvestre. La planta o parte de ésta debe cumplir varios requisitos antes de ser considerada como forraje. Los más importantes son la palatabilidad y disponibilidad y si provee o no nutrientes. Con respecto a la última condición, muchas plantas consideradas como tóxicas o dañinas no se catalogan como especies forrajeras, porque no proveen nutrientes al ser consumidas, más bien causan enfermedades, daños tóxicos y, en ocasiones, la muerte. Hay excepciones en aquellos animales capaces de consumir cierta cantidad de plantas tóxicas sin daños. Asimismo, algunas plantas tóxicas se consideran un buen forraje, y son tóxicas únicamente con un manejo inadecuado.¹³

Además, el valor nutritivo de un forraje es una función de la cantidad consumida de alimento y la eficiencia con que los nutrientes se extraen de este alimento durante la digestión.¹⁴ El alimento consumido por el rumiante se determina por el llenado ruminal que está directamente relacionado con la velocidad de digestión o, más específicamente, a la velocidad del paso de partículas fibrosas por el rumen.¹⁵ La productividad de los rumiantes está relacionada con el potencial que un alimento suplementa, a través de una efectiva fermentación microbiana

en el rumen, las cantidades y el balance de los nutrientes necesarios para el mantenimiento y función productiva del animal. No hay una definición simple del valor nutritivo. La composición química por sí misma es una pobre definición del valor nutritivo, dado que la disponibilidad de nutrientes de los forrajes es variable.¹³

Se ha demostrado que el consumo de la materia seca digestible (o energía) está altamente correlacionado con la productividad del rumiante para cualquier alimento, pero no provee información de la composición de nutrientes absorbidos. Conforme el conocimiento acerca de la nutrición en rumiantes se ha expandido, también ha aumentado la necesidad de distinguir alimentos de acuerdo con su capacidad de suplementar nutrientes en proporciones balanceadas para satisfacer funciones productivas particulares.¹⁶

Factores que afectan la calidad del forraje

Las plantas, sin embargo, crecen en medios adecuados a sus requerimientos; algunas experimentan fluctuaciones de acuerdo con el medio ambiente y el estrés, que modifican su morfología y su tasa de desarrollo, limitan la producción y alteran su calidad. Esto causado por numerosos factores, siendo los de mayor importancia: la temperatura, el déficit de agua, la radiación solar, la deficiencia de nutrientes y las plagas.¹⁷

Con respecto a la temperatura, se ha observado que los componentes de la pared celular depositados en condiciones de bajas temperaturas se encuentran menos lignificados y presentan altos valores en digestibilidad. En cambio, en temperaturas altas, la síntesis de lignina se incrementa preferentemente, y causa que el forraje producido presente baja digestibilidad. También se ha encontrado que las concentraciones de fibra detergente ácido (FDA), celulosa y sílice se incrementa cuando aumenta la tempera-

tura, pero las concentraciones de hemicelulosa disminuyen. Sin embargo, los niveles de FDA, celulosa y sílice decrecen y el nivel de lignina se incrementa con un aumento en la radiación solar; no obstante, la temperatura tiene efecto más profundo sobre la calidad del forraje que el flujo de luz.¹⁸

El estrés producido por la falta de agua en las plantas forrajeras se traduce en un incremento en la digestibilidad y en una disminución en las concentraciones de la pared celular y la lignina, en comparación con los forrajes no estresados.^{19, 20} Con respecto a esta particularidad, Wilson¹⁹ considera que se debe a que el estrés causado por agua ocasiona un crecimiento lento, además de un retraso en el desarrollo del tallo.¹⁹

Debido a que el contenido de nutrientes de los forrajes es influenciado por la cantidad y disponibilidad de productos metabólicos y anabólicos, incluyendo los contenidos celulares y la pared celular, cualquier factor que altere estos productos también afecta la calidad del forraje. La temperatura usualmente tiene un gran impacto en calidad del forraje, más que otros factores ambientales a los que se enfrentan las plantas. La temperatura de la planta es el resultado de interacciones complejas entre ésta y el intercambio de energía en el medio ambiente, y es influenciada por el flujo de la densidad de radiación, calor de conducción, calor de convección, calor latente, la respiración, la energía almacenada y las características anatómicas y morfológicas, fisiológicas y bioquímicas. Además, debido a las variaciones en la cobertura, aspectos particulares de las partes de las plantas y el resultado de diferencias en la carga de radiación, la temperatura de los tejidos varía ampliamente en cualquier tiempo.²¹ Una baja en la digestibilidad del forraje a altas temperaturas ha sido consistentemente asociada con un aumento sustancial en la cantidad de pared celular indigestible.²² El alto potencial de producción vegetal está,

por lo general, asociado negativamente a muchas plantas adaptadas a la sequía. Asimismo, las características xeromórficas de las plantas decrecen en climas cálidos o secos, teniendo paredes celulares delgadas, cutícula delgada y tejido altamente lignificado.

Estas características, por lo común, se asocian con una baja digestibilidad. El estrés por agua, generalmente, tiene un pequeño efecto sobre la calidad del forraje más que sobre el crecimiento y desarrollo, y la mayoría de los efectos sobre la calidad del forraje son positivos; primero, debido a que la madurez se retrasa por estrés hídrico.²³ El sombreado típicamente tiene un reducido efecto sobre la calidad de las plantas, comparado con la morfología o producción. Los componentes de la pared celular se depositan antes en el siguiente orden: hemicelulosa, celulosa y lignina; aunque hay traslapes entre otros. La reducción en la composición de la pared celular por el sombreado se refleja en un aumento en la digestibilidad de la materia seca, en 5%, con un sombreado intenso.²⁴

Importancia de árboles y arbustos forrajeros

Los árboles y arbustos contribuyen a asegurar una dieta nutritiva para el ganado. Muchos árboles forrajeros tienen su hábitat en zonas áridas y semiáridas donde las condiciones del medio son difíciles para el cultivo de pastos introducidos; en estos casos, el pastoreo depende exclusivamente de dichos árboles y arbustos ya que, de otra forma, los animales no sobrevivirían.²⁵ En numerosas regiones del mundo, la mayor parte de los ganaderos y pastores reconoce el valor de los árboles y ha establecido medidas para su protección; pero en otras, estas medidas se las dejan a la naturaleza que actúa sobre la misma regeneración de las especies. Cuando hay exceso de pastoreo el suelo se erosiona y, por tanto, disminuye su capacidad productiva, lo que se refleja

en la pérdida de cubierta vegetal que podría seguir suministrando forraje durante varios años. Cuando el suelo se somete a cultivos intensivos, el espacio para los árboles es poco o nulo. Muchas veces las necesidades de alimentación de los rebaños se compensan con el forraje producido por árboles plantados en los linderos, como cercas vivas y cortinas rompevientos.²⁶

La ventaja de utilizar el estrato arbustivo como fuente de alimento radica en que las arbustivas presentan hojas verdes durante la mayor parte del año, con un alto contenido de proteína cruda;²⁷ en cambio, las herbáceas latifoliadas y zacates de los pastizales son fuentes importantes de forraje sólo en las temporadas de lluvia.²⁸ Hay evidencia considerable de que la inclusión de hierbas y arbustos en la dieta del ganado mejora el comportamiento de éste, cuando los pastos están en latencia y son de baja calidad²⁹⁻³¹. Holechek *et al.*³² señalan que las hojas de hierbas y arbustivas contienen más proteína, fósforo y carbohidratos solubles que los pastos en similares estados de madurez.³² Asimismo, el contenido de nutrientes de un forraje está determinado por su composición química y digestibilidad, pero la composición se determina por la naturaleza de la planta.¹⁷ En cambio, otros autores reportan que el contenido de nutrientes del ramoneo sugiere que, en general, las hojas de arbustos y árboles contienen más altos niveles de calcio y proteína cruda que muchos forrajes comerciales.³³ Algunos arbustos contienen altos niveles de compuestos antinutricionales en regiones tropicales; sin embargo, cuando las hojas de árboles se han usado como suplementos, los rumiantes incrementaron el peso vivo o la producción de leche, y redujeron el costo de producción por el uso de árboles nativos de bajo costo.

Varias características agronómicas deseables dentro de las especies arbustivas y árboles son potencialmente importantes en la alimentación animal, den-

tro de las cuales destacan que: sean de fácil establecimiento, que compitan con éxito contra malas hierbas, que sean altamente productivas aun después de cortadas o usadas por el pastoreo, que se adapten con facilidad a climas particulares y a diferentes condiciones edáficas y del medio ambiente, que prosperen con poco o nada de fertilizantes, y resistan a enfermedades y plagas locales; asimismo, que posean una adecuada producción de semilla o que se propaguen vegetativamente, además de un buen contenido de nutrientes y palatabilidad por los animales.³⁴

De acuerdo con la mayoría de los investigadores, los principales factores que limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo son: el bajo contenido proteico de las plantas, un bajo consumo de energía debido al alto contenido de fibras en los forrajes y deficiencias de minerales y vitaminas.^{35,36} Sin embargo, la escasez de nutrientes minerales limita la producción vegetal en la mayoría de los ambientes. En condiciones naturales, la cantidad de nutrientes disponibles es siempre limitada y las adiciones externas son escasas, por lo que las plantas necesitan reciclar, reducir las pérdidas y maximizar la eficiencia en el uso de nutrientes para conseguir una máxima producción de biomasa, con una cantidad dada de nutrientes.³⁷ De acuerdo con las experiencias y observaciones de campo obtenidas en el noreste de México, las plantas leñosas (árboles y arbustos), características de los ecosistemas naturales del matorral xerófilo, desempeñan una doble función en el hábitat, ya que además de constituir la principal fuente de alimento, cumplen con la función de servir como medio de cobertura y protección al suelo, para evitar la erosión.^{11,38}

Importancia del ramoneo

Se consideran plantas de ramoneo aquéllas de valor nutritivo, con un alto nivel de proteína, bajo conte-

nido de fibra y aun cuando el contenido de lignina o sílice sea alto, su efecto sobre la digestibilidad sea contrarrestado por un bajo contenido de pared celular y un bajo grado de asociación de la lignina con celulosa y un alto contenido de proteína y minerales solubles.³⁹ El ramoneo ofrece a los animales la mejor oportunidad de satisfacer sus requerimientos, porque posee alimentos frescos, como hojas, semillas, frutos y rebrotes que proveen un beneficio colateral al reducir la infestación de parásitos. Asimismo, ayuda como suplemento cuando la calidad del forraje declina y sostiene el rendimiento de animales en pastoreo, a lo largo de las diferentes estaciones del año.⁴⁰ Las hojas, tallos, yemas, frutos de árboles y arbustos, que en conjunto constituyen el ramoneo, representan un importante recurso alimenticio para los rumiantes en pastoreo. Además, la condición perenne de éstos les permite mantenerse verdes durante los inviernos húmedos, y no disminuye notablemente el contenido de nutrientes, como los pastos y hierbas con ciclo vegetativo anual, que al madurar disminuyen la disponibilidad de sus nutrientes accesibles para el animal que los consume.

Sin embargo, muchas de las especies arbustivas reducen el aprovechamiento de sus nutrientes, especialmente de la proteína.⁴¹ Bajo condiciones de pastoreo, todos los pequeños rumiantes consumen forraje selectivamente, las cabras y el venado no son la excepción. Mientras que en rumiantes bajo condiciones tropicales se ha observado una alta selectividad durante el ramoneo, sobre todo durante la estación seca en que estas especies de plantas mantienen forraje verde de un gran contenido nutricional.⁴² Por lo general, se les considera como ramoneadores, debido a que consumen vegetación del matorral, aunque prefieren las hierbas más que los arbustos, pero están obligados a consumir arbustivas cuando las plantas herbáceas no están presentes en el agostadero o declinan en calidad nutritiva. En la mayoría de los

estudios realizados, el ramoneo excede 50% de los componentes de la dieta anual de cabras y venados. Varias causas explican la habilidad de éstos para consumir forraje proveniente de árboles pequeños y arbustos, destaca lo siguiente: son de talla pequeña, el total de los nutrientes consumidos por peso corporal es alto, además, su boca pequeña, labios móviles y lengua prensil permiten una gran selección de hojas pequeñas, entre otros.^{43,26}

La dieta y el hábitat de los pequeños rumiantes se caracterizan por ser variados. Los venados, cabras y borregas en libre pastoreo prefieren el follaje proveniente de árboles, arbustos y herbáceas dicotiledóneas sobre monocotiledóneas (ramoneo). Los recursos alimenticios apropiados para especies pueden ser inadecuados para otras especies, aunque las especies sean muy similares en apariencia y forma.⁴⁰

El follaje clasificado como ramoneo puede ser rico en nutrientes, pero frecuentemente contiene químicos secundarios, como taninos terpenos/terpenoides u otros compuestos que restringen la disponibilidad de los nutrimentos, o en otra forma dañan al animal. Sin embargo, se reporta que al agregar alimentos comunes, como la cebada, se reduce la sobrecarga de compuestos secundarios y entonces mejora el valor nutritivo del ramoneo.⁴⁴

Otro aspecto importante del ramoneo es el control de especies tóxicas, cuando se hace de forma simultánea entre equinos y rumiantes, ya que aparentemente controlan la pérdidas de animales por plantas venenosas, debido a que cabras y borregas consumen y controlan vegetación rica en taninos en las áreas donde hay sequía.⁴⁰ Las cabras y borregas reducen la dispersión de malezas y plantas leñosas vía semilla, y se han usado con éxito para reducir el crecimiento excesivo de arbustivas para el mejoramiento de hábitats de vida silvestres.⁴⁰

Utilización de arbustivas en la alimentación animal

Las hojas, yemas y ramas de árboles y arbustos constituyen un componente de la vegetación nativa y no son siempre comunes en áreas montañosas frías y regiones semiáridas. Las especies presentes y su densidad varían ampliamente con respecto al clima, tipo de suelo y precipitación. Se ha encontrado extensa variabilidad en los valores nutritivos en especies de arbustos y árboles usados en la alimentación del ganado. Esta variación se debe a la amplia diversidad inherente de los valores nutritivos entre especies, así como a la fluctuación encontrada en las especies, por las diferencias en las partes de las plantas, edad del tejido, tipos de suelo y condiciones ambientales pre-
valecientes, en las cuales las plantas crecen.⁴⁵

Por ello, uno de los principales problemas que limitan la producción animal en muchas áreas del mundo es el estado nutricional de los animales. Según muchos investigadores, las plantas con baja calidad nutrimental limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo.³⁶ Por otra parte, el contenido de nutrientes de los forrajes está en función de su digestibilidad, composición química y presencia de toxinas o factores antinutritivos. El estudio de árboles y arbustos que se desarrollan en regiones áridas y semiáridas en el mundo, como fuente de alimento para pequeños rumiantes bajo sistemas de manejo extensivo, recientemente ha cobrado gran interés por parte de los nutricionistas del pastizal. Además, fomenta una nueva forma de utilización de los recursos naturales que conlleva la generación de productos alimenticios en beneficio del hombre.

Los recursos naturales que se encuentran en los agostaderos del norte de México son útiles en la alimentación animal bajo sistemas extensivos; sin embargo, pocos de éstos se han estudiado para tal fin.

Existe evidencia considerable de que la inclusión de arbustos en la dieta del ganado mejora el comportamiento de éste, cuando los pastos están en latencia y son de baja calidad.³¹ Las plantas arbustivas en las regiones semiáridas del noreste de México representan una importante fuente de alimentos para los rumiantes.⁴⁶ Ramírez y Ledezma⁴⁷ reportan que las hojas de arbustos como *Acacia amentacea* y *Acacia farnesiana* son consumidas por el ganado y el venado cola blanca en el noreste de México, y representan un suplemento económico para las cabras, ya que la utilización de nitrógeno y el consumo de materia seca es similar cuando se adiciona a la dieta heno de alfalfa o especies nativas, como el huizache (*Acacia farnesiana*).⁴⁷

Degen *et al.*⁴⁸ mencionan que las especies del género *Acacia* son una fuente de follaje atractiva, debido a la tolerancia a la sequía, a la habilidad de desarrollo en suelo pobre y porque producen buena biomasa y una elevado contenido de proteína.⁴⁸ De la misma manera, Guerrero⁴⁹ menciona que las especie *Opuntia* toleran las altas temperaturas y la falta de lluvia, característica de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país. Además, es un forraje interesante, porque transforma el agua y los carbohidratos solubles con mucha más eficiencia que los pastos y leguminosas. Asimismo, se considera que el nopal maduro produciría hasta 100 toneladas de cladodios de cactus en lugares donde la precipitación es menor de 150 mm anuales.⁴⁹

Ramírez y González⁴⁵ mencionan que los pequeños rumiantes en pastoreo en el noreste de México seleccionan 32 plantas arbustivas nativas de la flora de esta región (tabla I), que pertenecen al MET de la Planicie Costera del Golfo; todas representan un importante componente del agostadero para la nutrición de los rumiantes, debido a que dichas plantas proporcionan una dieta de calidad; sin embargo, conforme cambian las estaciones, varía su calidad nutricional.⁴⁵

Existe considerable evidencia⁵⁰ de que cuando el rumiante incluye las hierbas en su dieta mejora su comportamiento, sobre todo en periodos en los que otros grupos de plantas tienen bajo contenido de nutrientes. Aparentemente, los pequeños rumiantes en pastoreo, en los agostaderos del noreste de México, seleccionan hierbas con alto contenido de nu-

trientes cuando están disponibles; especialmente en las épocas húmedas y son las siguientes: *Tiquilia greggii*, *Dyssodia pentachaeta*, *Haplopappus spinulosus*, *Heliotropium angiospermum*, *Palafoxia texana*, *Polyanthes maculosa*, *Ruellia corzoi*, *Sida filicaulis*, *Zephyranthes arenicola*, entre otras de menor importancia.

Tabla I. Arbustos y árboles nativos forrajeros que crecen en el noreste de México, usos y efectos.^{45,66}

Familia	N. científico	N. común	A	M	T	E	O
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita		✓		L	
<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal	✓	✓			I, P
<i>Celastraceae</i>	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	Capul		✓		L	O
<i>Compositae</i>	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Tatalencho		✓			
<i>Ebenaceae</i>	<i>Diospyros texana</i>	Chapote prieto	✓	✓	H	L	I, P, TC
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Bernardia myricaefolia</i>	Oreja de ratón		✓			
	<i>Acacia amentacea</i>	Chaparro prieto		✓		L	C
	<i>Acacia berlandieri</i>	Guajillo	✓	✓	G	L	
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache		✓	H	L, C	TC, F, C, I, P, F*, B, O
	<i>Acacia wrightii</i>	Uña de gato		✓	H	L	C, I, P, TC, O
	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Hierba del potro		✓	H	L	O
<i>Fabaceae</i>	<i>Desmanthus virgathus</i>	Huizachillo		✓			
	<i>Eysenhardtia texana</i>	Vara dulce		✓		L	O
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena		✓	G		F*
	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Retama		✓	H		I, P, TC
	<i>Parkinsonia texana</i>	Palo verde	✓	✓		L	
	<i>Ebenopsis ebano</i>	Ébano		✓			
	<i>Havardia pallens</i>	Tenaza		✓	H	L	I, P
<i>Oleaceae</i>	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	✓	✓	H	L, C	I, P, TC
	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero		✓			
	<i>Condalia hookeri</i>	Brasil	✓	✓	H, G	L, C	I, P, TC, O
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo		✓	H		
	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Junco		✓	G		
	<i>Castela erecta</i> var. <i>texana</i>	Chaparro amargoso		✓		L	
<i>Rutaceae</i>	<i>Helietta parvifolia</i>	Barreta		✓	H	L	I, F*
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima		✓		L	
<i>Sapotaceae</i>	<i>Syderoxylon celastrinum</i>	Coma	✓	✓		L	O
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Cenizo		✓			
<i>Ulmaceae</i>	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno		✓	H	L	I, P, TC
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana macropoda</i>	Mejorana		✓	G		
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora		✓	H		F*, B, O
	<i>Guaiaacum angustifolium</i>	Guayacán		✓			

A:Alimentación, M:Medicinal, T:Tóxica, (H:Humano, G:Gandería) E: Energía (L:Leña, C:Carbón), O:Otros, (I: Industrial, P:Pigmentos, O: Ornamental, TC: Taninos condensados, C: Construcción, F: Forestal, F*:Fungicida, B: Bactericida).

Contenido de macronutrientes

Los análisis de nutrientes aplicados a las plantas dan la pauta para determinar su potencial y definir el contenido de nutrientes que posee cada una de ellas, y así darle el mejor uso, según el propósito específico. Asimismo, se ha establecido y documentado que los análisis foliares de elementos minerales se han empleado como indicadores, no solamente de estrés entre especies vigorosas y pobres, sino para describir la productividad de un ecosistema.¹¹ Aunado a lo anterior, los nutrientes minerales juegan un papel importante no únicamente en procesos y funciones biológicas de la planta, sino determinan en gran medida la cantidad y calidad de forrajes, e incrementan la productividad del mismo cuando las condiciones climáticas son favorables.¹¹ El contenido de macronutrientes de hierbas y arbustos se ilustra en las tablas II y III. Aparentemente, el forraje de arbustivas nativas, que crece en el noreste de México (tabla III), y que consumen los rumiantes en pastoreo, contiene calcio (Ca) en concentraciones suficientes, durante todo el año, para satisfacer los requerimientos de rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos.⁵¹ Las hierbas nativas (tabla II) contienen más altas cantidades de Ca que las arbustivas y, los pastos nativos, entre las cuales sobresalen *Heliotropium angiospermum*, *Tequilia greggii* y *Ruellia corzoi*.²⁶ Sin embargo, el fósforo (P) es un nutriente limitante en el noreste de México para los rumiantes en pastoreo que consumen la vegetación nativa. La deficiencia de este elemento se considera la más difundida e importante, económicamente, de todos los minerales no disponibles que afectan al ganado en pastoreo.⁵² Los suelos deficientes en P son comunes, y los forrajes producidos en estos suelos son pobres en P. Además, muchas gramíneas con más de 3.0 g/kg de P, durante las primeras etapas de crecimiento están disponibles sólo por cortos periodos

de tiempo para rumiantes en pastoreo.⁵² Las condiciones de aridez y el aumento en la madurez también repercuten en bajas concentraciones de P en el forraje.⁵³ O, posiblemente en el alto contenido de Ca en el suelo que obstaculiza la absorción de P en las plantas.⁵⁴ O, probablemente los bajos contenidos de P en el tejido foliar entre especies forrajeras corresponden a demandas fisiológicas que cada especie tiene, o bien, a mecanismos de desarrollado.⁵⁵ Por lo tanto, todas las plantas arbustivas y herbáceas tuvieron niveles insuficientes de P para las demandas específicas de rumiantes; sin embargo, se ha determinado que los pequeños rumiantes en pastoreo no muestran los síntomas de deficiencia característicos de la deficiencia de P. Lo anterior explica que los animales consumen hierbas con alto contenido de P, siempre y cuando estén disponibles en el agostadero. Además, es probable que los animales tengan mecanismos de conservación y transferencia de P, proveniente del tejido óseo, similar a aquellos conocidos del Ca. Tales mecanismos permitirían a los animales seleccionar plantas con alto contenido de P en la primavera, y conservarlo para los periodos críticos. Aparentemente, el potasio (K) y magnesio (Mg) contenidos en las plantas arbustivas y hierbas no son nutrientes limitantes para el crecimiento y el desarrollo corporal de los animales rumiantes.

Sin embargo, por lo común, el sodio (Na) es el mineral más deficiente en los ecosistemas de clima templado, como los del noreste de México, y es el único nutriente por el cual los herbívoros desarrollan un alto apetito. Aparentemente, todas las plantas nativas son deficientes en Na. La sal común, por lo general, se utiliza para compensar la deficiencia. El fósforo también debe ser suplementado.⁵¹

Contenido de micronutrientes

El contenido de micronutrientes de hierbas y arbus-

tos se ilustra en las tablas IV y V. El forraje proveniente de algunas arbustivas y hierbas nativas, que crecen en el noreste de México, tiene concentraciones marginalmente menores de Cu a los requeridos por los rumiantes en pastoreo para llevar a cabo las funciones metabólicas. En muchas regiones del mundo, después del P, la deficiencia de Cu es la más importante para animales en pastoreo.⁵⁶

El hierro (Fe) es un mineral que se encuentra en abundancia en todos los tipos de plantas que seleccionan los rumiantes en pastoreo en el noreste de México. Las deficiencias de Fe para rumiantes en pastoreo son raras, a menos que ocurra pérdida de sangre (por parásitos o enfermedad). Todas las arbustivas y hierbas tienen concentraciones de Fe que cubren y, en muchas de éstas, exceden los requerimientos de Fe de rumiantes adultos.²⁶ Los forrajes varían considerablemente en su contenido de Mn, pero las concentraciones, por lo común, son superiores a 20 mg/kg.⁵⁷ Aunque los requerimientos de este elemento se incrementan cuando el contenido de Ca y P es alto en la dieta, la mayoría de las plantas arbustivas forrajeras tiene concentraciones de Mn, para satisfacer los requerimientos metabólicos de pequeños rumiantes.²⁶ Doce de las 32 arbustivas tienen concentraciones de Zn marginalmente bajas para los requerimientos metabólicos de rumiantes en pastoreo. El requerimiento mínimo de Zn para rumian-

Tabla II. Promedios anuales del contenido de Ca, K, Mg, Na, P (g/kg base seca) de hierbas nativas forrajeras que crecen en el noreste de México y los requerimientos mínimos de rumiantes en pastoreo.⁴⁵

Hierbas	Ca	K	Mg	Na	P
<i>Tiquilia greggii</i>	49	15	5	0.7	1.2
<i>Dyssodia pentachyata</i>	32	16	5	0.9	1.5
<i>Haplopappus spinulosus</i>	36	18	4	0.7	1.6
<i>Heliotropium angiospermum</i>	37	27	11	1.8	1.9
<i>Palafoxia texana</i>	18	30	9	1.1	1.6
<i>Polyanthes maculosa</i>	33	26	6	0.7	2.0
<i>Ruellia corzoi</i>	39	24	11	0.7	1.6
<i>Sida filicaulis</i>	22	30	6	1.0	1.4
<i>Zephyranthes arenicola</i>	23	33	5	0.6	2.8
Requerimientos	3	1	6	1.0	3.0

Tabla III. Promedios anuales del contenido de Ca, K, Mg, Na, P (g/kg base seca) de arbustivas nativas forrajeras que crecen en el noreste de México y los requerimientos mínimos de rumiantes en pastoreo.⁶⁶

Arbustivas	Ca	K	Mg	Na	P
Fabaceae					
<i>Acacia amantácea</i>	8	8	4	0.3	1.0
<i>Acacia berlandieri</i>	11	8	6	1.0	1.0
<i>Acacia farnesiana</i>	10	10	8	0.4	1.0
<i>Acacia wrightii</i>	32	15	4	0.3	1.9
<i>Caesalpinia mexicana</i>	33	6	2	0.2	0.9
<i>Desmanthus virgatus</i>	13	9	8	0.4	1.0
<i>Eysenhardtia texana</i>	25	8	2	0.2	0.9
<i>Leucaena leucocephala</i>	12	16	6	1	1.0
<i>Parkinsonia aculeata</i>	19	12	2	0.3	1.4
<i>Parkinsonia texana</i>	12	16	11	0.4	1.0
<i>ebenopsis ebano</i>	22	13	3	0.2	1.0
<i>Havardia pallens</i>	21	8	4	0.3	0.9
<i>Prosopis glandulosa</i>	6	16	4	0.4	1.3
Promedio	17	11	5	0.4	1.1
Otras familias					
<i>Bernardia myricaefolia</i>	42	7	2	0.1	0.9
<i>Castela erecta</i> var. <i>texana</i>	29	8	7	0.3	0.7
<i>Celtis pallida</i>	45	16	13	0.1	1.5
<i>Condalia obovata</i>	10	12	2	0.3	1.1
<i>Cordia boissieri</i>	14	17	8	1	1.3
<i>Diospyros texana</i>	26	15	5	0.3	0.7
<i>Forestiera angustifolia</i>	28	14	3	0.4	1.4
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	11	20	6	0.2	1.3
<i>Helietta parvifolia</i>	29	9	3	0.1	0.7
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	53	17	14	0.3	1.5
<i>Lantana macropoda</i>	22	22	2	0.8	1.8
<i>Larrea tridentate</i>	39	25	6	0.8	1.0
<i>Leucophyllum texanum</i>	8	15	5	0.4	1.0
<i>Opuntia engelmannii</i>	26	17	3	0.2	0.5
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	14	13	15	1	1.0
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	77	14	9	0.2	0.9
<i>Syderoxylon celastrinum</i>	30	14	5	0.4	1.0
<i>Zanthoxylum fagara</i>	45	14	5	0.2	1.8
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	8	23	5	0.3	1.0
Promedio	29	15	6	0.4	1.1
Requerimientos	3	1	6	1	3.0

tes varía con la forma química de combinación con otros componentes de la dieta, con excepción de *Parkinsonia texana*, *Leucophyllum frutescens*, *Gymnosperma glutinosum*, *Helietta parvifolia*, *Lantana macropoda* y *Parkinsonia aculeata*. En cambio, todas las hierbas tienen niveles de Zn, en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de rumiantes en pastoreo (30 mg/kg).⁴⁵

Tabla IV. Promedios anuales del contenido de Cu, Fe, Mn, y Zn (mg/kg base seca) de hierbas nativas forrajeras que crecen en el noreste de México y los requerimientos mínimos de rumiantes en pastoreo.⁴⁵

Hierbas	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Tiquilia greggii</i>	14	173	55	67
<i>Dyssodia pentachyata</i>	15	267	46	63
<i>Haplopappus spinulosus</i>	15	196	50	56
<i>Heliotropium angiospermum</i>	19	151	44	55
<i>Palafoxia texana</i>	15	230	65	48
<i>Polyanthes maculosa</i>	12	253	46	47
<i>Ruellia corzoi</i>	16	371	56	39
<i>Sida filicaulis</i>	13	426	81	44
<i>Zephyranthes arenicola</i>	19	428	82	42
Requerimientos	8	40	30	30

Contenido de proteína en plantas nativas

Uno de los principales problemas que limita la producción animal en muchas áreas del mundo es el estado nutricional de los animales. De acuerdo con la mayoría de los investigadores, los principales factores que limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo son: el bajo contenido proteico de las plantas, el bajo consumo de energía debido al alto contenido de fibra en los forrajes y las deficiencias de minerales o de vitaminas.^{37,52} Uno de los nutrientes más importantes para los animales en pastoreo es la proteína. Aparentemente, el nivel de proteína de 7% en un forraje se considera como conveniente para mantener la actividad de los microorganismos benéficos (bacterias, protozoarios y hongos) en el rumen del animal. Con excepción del nopal y el pasto *Aristida longiseta*.

El contenido de proteína cruda en hierbas y arbustivas se ilustra en las tablas VI y VII. Este contenido relativamente constante a través del año, es más alto que el de los pastos durante la época de seca, por lo que el ramoneo de árboles y arbustos durante esta época se considera un suplemento proteico para los rumiantes domésticos y de vida silvestre.²⁶ En matorrales del noreste de México, se ha encontrado vegetación nativa con mayor contenido de proteína

Tabla V. Promedios anuales del contenido de Cu, Mn, Fe y Zn (mg/kg base seca) de arbustivas y hierbas nativas forrajeras que crecen en el noreste de México y los requerimientos mínimos de rumiantes en pastoreo.⁶⁶

Arbustivas	Cu	Fe	Mn	Zn
Fabaceae				
<i>Acacia amentacea</i>	13	99	20	22
<i>Acacia berlandieri</i>	6	122	27	17
<i>Acacia farnesiana</i>	8	110	33	34
<i>Acacia wrightii</i>	20	244	152	46
<i>Caesalpinia mexicana</i>	4	58	56	32
<i>Desmanthus virgatus</i>	10	442	61	28
<i>Eysenhardtia texana</i>	5	107	57	85
<i>Leucaena leucocephala</i>	14	149	30	21
<i>Parkinsonia aculeata</i>	8	102	42	33
<i>Parkinsonia texana</i>	18	103	25	55
<i>Ebenopsis ebano</i>	6	37	46	19
<i>Havardia pallens</i>	7	93	50	15
<i>Prosopis glandulosa</i>	16	117	35	49
Promedio	10	137	49	35
Otras familias				
<i>Bernardia myricaefolia</i>	3	67	30	33
<i>Castela erecta</i> var. <i>texana</i>	4	274	66	47
<i>Celtis pallida</i>	5	74	40	24
<i>Condalia obovata</i>	11	137	20	18
<i>Cordia boissieri</i>	11	259	19	24
<i>Diospyros texana</i>	8	105	120	16
<i>Forestiera angustifolia</i>	5	262	129	81
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	7	73	41	161
<i>Helietta parvifolia</i>	5	57	46	43
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	9	167	78	47
<i>Lantana macropoda</i>	13	100	45	47
<i>Larrea tridentate</i>	5	334	122	54
<i>Leucophyllum texanum</i>	15	364	23	41
<i>Opuntia engelmannii</i>	17	64	36	19
<i>Guaiacum angustifolium</i>	13	156	19	26
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	8	132	32	40
<i>Syderoxylon celastrinum</i>	3	163	60	38
<i>Zanthoxylum fagara</i>	6	198	121	42
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	17	89	62	17
Promedio	9	162	58	43
Requerimientos	8	40	30	30

en primavera, porque muchas gramíneas y hierbas están en crecimiento y las arbustivas han renovado su follaje; se repite este fenómeno a mediados de junio y septiembre, debido a las precipitaciones estacionales.²⁸ Por ello, todas las arbustivas y herbáceas que crecen en el noreste de México contienen

niveles de proteína para cubrir las demandas de pequeños rumiantes en la mayoría de sus estados fisiológicos. Por lo tanto, es importante mantener la diversidad de plantas forrajeras en el agostadero para proveer a los animales en pastoreo con otro tipo de vegetación (hierbas) y, de esta manera, aumentar las opciones de consumo de plantas con proteína de mayor disponibilidad ruminal.⁴³

Contenido de fibra en las plantas

Los forrajes de baja calidad se caracterizan por su alto contenido de polisacáridos estructurales (celulosa y hemicelulosa: carbohidratos que representan la principal fuente de energía para los rumiantes) y de lignina (compuesto químico indigestible que limita el aprovechamiento de los carbohidratos).⁵⁸ Hay una considerable variación entre especies de plantas, con respecto a la concentración y composición de los carbohidratos estructurales que conforman la fibra (pared celular). La concentración de celulosa es típicamente más alta en las paredes de las leguminosas que en las gramíneas.

Esto refleja una concentración mucho más baja de hemicelulosa en leguminosas comparadas con los pastos. La concentración de celulosa frecuentemente parece ser similar entre pastos. Sin embargo, los pastos perennes de clima cálido realmente contienen carbohidratos estructurales más abundantes que los pastos de clima templado.¹⁷ El contenido de pared celular promedio de las hierbas y arbustivas se muestra en las tablas VI y VII. Aparentemente, aquellas plantas forrajeras por su bajo contenido de pared celular indican una elevada calidad nutricional, debido a su elevado contenido celular, que es abundante en carbohidratos no estructurales, como el almidón, que las plantas almacenan principalmente en las hojas y semillas y son muy solubles (digestibles). Como era de esperarse, la celulosa y la

hemicelulosa tienen un comportamiento similar al de la pared celular en los dos grupos de plantas (hierbas, arbustos). Por lo general, la celulosa tiende a ser más elevada en las plantas forrajeras. La lignina es el componente de la fibra, reconocido como limitante de la digestión ruminal de los polisacáridos de la fibra en el rumen.¹³ Al someter a un análisis de regresión simple entre los datos de lignina y los de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de las hierbas (tabla VI) y arbustivas (tabla VII), se obtuvo un coeficiente de correlación negativo ($r = -0.41$; $P < 0.05$). Lo anterior significa que al elevar los niveles de lignina en las plantas, la DMO disminuye significativamente. Lo anterior confirma la influencia negativa de la lignina sobre la digestibilidad de los nutrientes en las plantas arbustivas.⁴⁵

Contenido de taninos en las plantas

El contenido de taninos en las arbustivas se ilustra en la tabla VII. Los taninos son compuestos fenólicos, y se consideran factores principales detrás de los problemas de bajo valor nutricional de las plantas leguminosas forrajeras.^{59,60} Forman parte integral del sistema de defensa contra los herbívoros y otros patógenos de las plantas, como bacterias, hongos, in-

Tabla VI. Promedios anuales de la composición química (% base seca) y digestibilidad *in situ* de la materia orgánica (DMO, % base seca) de hierbas nativas forrajeras que crecen en el noreste de México.⁴⁵

Hierbas	P	F	C	H	L	DMO
<i>Tiquilia greggii</i>	14	45	23	7	8	61
<i>Dyssodia pentachaeta</i>	11	50	30	11	10	50
<i>Haplopappus spinulosus</i>	15	38	16	10	10	66
<i>Heliotropium angiospermum</i>	20	39	18	13	7	64
<i>Palafoxia texana</i>	17	39	15	17	5	73
<i>Polyanthes maculosa</i>	12	25	11	8	4	85
<i>Ruellia corzoi</i>	17	43	15	14	8	70
<i>Sida filicaulis</i>	17	35	18	13	5	75
<i>Zephyranthes arenicola</i>	24	30	18	5	3	87

P: Proteína, F: Fibra, C: Celulosa, H: Hemicelulosa, L: Lignina

sectos y virus.⁶¹ Los taninos forman parte importante de las características que determinan la apetencia a las plantas de los herbívoros, debido a las características astringentes de estos compuestos.⁶² De esta manera, la planta reduce la frecuencia de ataque de los rumiantes y mejora sus posibilidades de sobrevivir. Se ha comprobado que las plantas que reciben mayor ataque de los herbívoros son capaces de aumentar su concentración de taninos.⁶³

Los taninos están ampliamente distribuidos en el follaje de las plantas, y en algunos herbívoros disminuyen la palatabilidad y digestibilidad de la materia seca y proteína.²⁶ Algunas veces actúan como toxinas, más que como inhibidores de la digestión. La diversidad de efectos de los taninos sobre la digestión en parte se debe a la capacidad fisiológica de los animales para utilizarlos; asimismo, debido a las diferencias en las reacciones químicas de los diversos tipos de taninos. En algunos mamíferos, las proteínas salivales reaccionan con los taninos. En el venado, estas proteínas salivales ligadoras de taninos son glucoproteínas con grandes cantidades de prolina, glicina y glutamato/glutamina, pero no se relacionan con la proteína salival ligadora de taninos encontrada en especies no rumiantes.^{64,65} La mayoría de los herbívoros, selectivos de los forrajes que consumen, seleccionan plantas con bajas concentraciones de taninos, relativamente. Los pequeños rumiantes en el noreste de México prefieren seleccionar hojas maduras que los rebrotes de chaparro prieto (*Acacia amentacea*); aparentemente, el material maduro contiene menos taninos condensados, aun cuando las hojas nuevas contienen más nutrientes.²⁶

En sus dietas, los pequeños rumiantes, domésticos y silvestres, en el noreste de México consumen, durante la mayor parte del año, sobre todo, especies arbustivas. Algunas contienen cantidades elevadas de taninos condensados (tabla VII), otras tienen nive-

Tabla VII. Promedios anuales de la composición química (% base seca) y digestibilidad *in situ* de la materia orgánica (DMO, % base seca) de arbustivas nativas que crecen en el noreste de México.^{45,66}

Arbustivas	P	F	C	H	L	T	DMO
Fabaceae							
<i>Acacia amentacea</i>	17	45	15	11	14	19	28
<i>Acacia berlandieri</i>	22	34	9	8	16	23	29
<i>Acacia farnesiana</i>	21	33	8	14	14	2	59
<i>Acacia wrightii</i>	22	41	18	13	13	1	47
<i>Caesalpinia mexicana</i>	14	28	13	7	8	1	62
<i>Desmanthus virgatus</i>	20	35	8	8	12	9	31
<i>Eysenhardtia texana</i>	21	34	11	15	10	1	63
<i>Leucaena leucocephala</i>	24	44	7	28	9	8	63
<i>Parkinsonia aculeata</i>	19	49	23	15	13	3	49
<i>Parkinsonia texana</i>	25	27	7	12	7	9	64
<i>Ebenopsis ebano</i>	21	42	12	19	21	2	35
<i>Havardia pallens</i>	21	36	17	11	9	2	63
<i>Prosopis glandulosa</i>	20	44	16	11	15	1	61
Promedio	20	38	13	13	12	6	50
Otras familias							
<i>Bernardia myricaefolia</i>	17	29	18	4	7	0	60
<i>Castela erecta</i> var. <i>texana</i>	15	43	8	12	22	4	58
<i>Celtis pallida</i>	23	25	11	6	5	0	53
<i>Condalia obovata</i>	16	41	7	11	5	1	47
<i>Cordia boissieri</i>	15	38	21	5	9	0	55
<i>Diospyros texana</i>	13	33	15	8	11	2	61
<i>Forestiera angustifolia</i>	17	42	7	23	12	0	66
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	15	30	8	6	9	5	68
<i>Helietta parvifolia</i>	13	24	14	2	4	0	68
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	21	39	10	15	11	3	53
<i>Lantana macropoda</i>	17	30	8	8	8	0	67
<i>Larrea tridentata</i>	17	25	7	4	10	2	52
<i>Leucophyllum frutescens</i>	12	44	9	11	24	1	48
<i>Opuntia engelmannii</i>	5	39	13	24	1	0	50
<i>Guaiacum angustifolium</i>	17	41	13	10	16	2	43
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	15	51	15	17	11	0	46
<i>Syderoxylon celastrinum</i>	17	53	31	15	13	3	49
<i>Zanthoxylum fagara</i>	22	34	9	14	9	0	61
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	16	30	5	12	12	13	54
Promedio	16	36	12	11	10	2	56

P:Proteína, F:Fibra, C:Celulosa, H:Hemicelulosa, L:Lignina, T:Taninos

les intermedios y, las menos, están prácticamente desprovistas de taninos. Al correlacionar el contenido de taninos condensados en las plantas arbustivas y los valores de digestibilidad de la materia orgánica de esas mismas plantas, se encontró una relación negativa ($r = -0.53$; $P < 0.001$). Lo anterior indicaría que el follaje de arbustivas, con mayor contenido de taninos condensados en su materia orgánica, es me-

nos digerido por los microbios de rumen del herbívoro.⁴⁵

CONCLUSIONES

La importancia de los arbustos nativos en el noreste de México radica en que proporcionan contenidos de nutrientes y proteínas a lo largo de las diferentes estaciones del año, las cuales satisfacen los requerimientos de pequeños rumiantes, mientras que las hierbas sólo están presente en épocas lluviosas. Otro aspecto importante de los arbustos consumidos es que controlan especies tóxicas, de forma simultánea entre equinos y rumiantes, ya que aparentemente controlan las pérdidas de animales por plantas venenosas, debido a que cabras y borregos consumen y controlan vegetación rica en taninos en las áreas donde hay sequía. Además, este tipo de vegetación desempeña una doble función en el hábitat, ya que además de constituir la principal fuente de alimento, cumple con la función de servir como medio de cobertura y protección al suelo, para evitar la erosión. Asimismo, es factible el uso de estas especies en los sistemas extensivos, porque es una fuente complementaria de nutrimentos, disminuye el uso de insumos externos al sistema y conlleva a un beneficio del hombre.

RESUMEN

La ventaja de utilizar el estrato arbustivo como fuente de alimento radica en que las arbustivas presentan hojas verdes durante la mayor parte del año y con un alto contenido de proteína cruda a lo largo del año. Se observa un aumento en primavera, debido a que muchas gramíneas y hierbas están en crecimiento, y las arbustivas han renovado su follaje; se repite este fenómeno a mediados de junio y septiembre, debido a las precipitaciones estacionales. En cam-

bio, las hierbas y zacates de los pastizales son fuente importante de forraje sólo en las temporadas de lluvia. No obstante estas ventajas, algunos arbustos contienen altos niveles de compuestos antinutricionales que han afectado su digestibilidad, pero debe considerarse que aún no se conocen del todo las formas como actúan, ya que se ha descubierto que traen un beneficio a la fauna silvestre al reducir la infestación de parásitos como nematodos.

Palabras clave: Proteína, Precipitación, Digestibilidad, Fauna silvestre, Minerales.

ABSTRACT

Advantages of using the shrub as a food source is that the bushes have green leaves and crude protein high content during the most of the year, which increases on spring due grasses and weeds are growing, as well as shrubs renewed their bushy foliage, this phenomenon is repeated in mid-June and September due to seasonal rainfall. In contrast, grasses and pasture grasses are important sources of forage only in the rainy season. Despite these advantages, some shrubs contain high levels of antinutritional factors which have affected its digestibility, but should be considered not yet fully understood the ways they act and has been found to bring a benefit to wildlife by reducing parasites such as nematode infestation.

Keywords: Protein, Rainfall, Digestibility, Wildlife, Minerals.

REFERENCIAS

1. Foroughbakhch, R. 1992. Establishment and growth potential of fuelwood species in northeastern México. *Agroforestry Systems*.19:95-108.

2. Foroughbakhch, R., Reyes, R.G., Alvarado, V.M. A., Hernández, Piñero, J.L., Rocha, A. 2005. Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern México. *Forest Ecology and Management*. 216:359-366.
3. Ludwig, J. A., Reynold, J. F., Whitson, P. D. 1975. Size biomass relationships of several Chihuahuan desert shrubs. *American Midland Naturalist*. 94:451-461.
4. Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, 745 pp.
5. Garrett, H, 2002. *Texas tree. A lone star book*. Traylor Trade Publishing Lanham, Maryland, 253 pp.
6. Von Maydel, H. J. 1996. Appraisal of practices to manage woody plants in semiarid environment. In: Bruns, S. J., Luukanen, O, Woods, P. (eds) *Dry land forestry research*. International Foundation for Science, Stockholm. Pp. 47-64.
7. Battey, N. H. 2000. Aspects of seasonality. *Journal of Experimental Botany*. 51:1769-1780.
8. Eviner, V. T. 2003. Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. *Annual Review Ecology, Evolution, and Systematics*. 34:455-485.
9. Foroughbakhch, R., Hernández, P. J. L., Alvarado, V. M. A., Céspedes, C. E., Rocha, E. A., Cárdenas, A. M.L. 2009. Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems*. 77:181-192.
10. Moya, R. J. G., Ramírez, R. G., Foroughbakhch, R., Hauad, L. A., González, R. H. 2002. Variación estacional de minerales en las hojas de ocho especies arbustivas. *CiENCIA UANL*. 5:59-65.
11. González, R. H., Cantú, S. I. 2001. Adaptación a la sequía de plantas arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco. *CiENCIA UANL*. 4:454-461.
12. Reid, N., Marroquín, J., Beyer, M. P. 1990. Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern México. *Forest Ecology and Management*. 36:61-79.
13. Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, N. Y., USA, 476 pp.
14. Colleman, S. W., Henry, D. A. 2002. Nutritive of herbage. En: M. Freer y H. Dove (Eds). *Sheep Nutrition*. CABI Publishing in association with CSIRO Publishing: Wallingford, United Kingdom, pp. 1-26.
15. Forbes, J. M., Provenza, F. D. 2000. En: J.A. Cronjé (Editor). *Integration of Learning and Metabolic Signals into a Theory of Dietary Choice and Food Intake*. Ruminant Physiology Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. CABI Publishing: Wallingford, United Kingdom, pp. 3-20.
16. Forbes, J. M. 2007. *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*. 2a Edition. CABI, UK. pp. 11-37.
17. Buxton, D. R., Fales, S. L. 1994. Plant environment and quality. En G.C. Fahey Jr. (Editor). *National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization*. University of Nebraska: Lincoln, Nebraska, USA, pp. 55-199.
18. Nelson, C. J., Moser, L. E. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey, G. C. Jr (ed) *forage Quality, Evaluation and utilization*. University of Nebraska, Lincoln, USA, pp. 115- 154.
19. Wilson, J. R. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbaje quality. In J.B. Hacker (ed) *Nutritional limits to animal production from pasture*. CAB, Farnham, U.K. pp. 111-131.
20. Halim, R. A., Buxton, D.R., Hattendorf, J. J., Carlson, R. E. 1989. Water stress effects on alfalfa quality after adjustment for maturity differences. *Agronomy Journal*. 81: 189-194.
21. Alldredge, M. W., Peek, J.M., Wall, W. A. 2002. Nutritional quality of forages used by elk in northern Idaho. *Journal of Range Management*. 55: 253-259.
22. Waterman, R. C., Grings, E. E., Geary, T. W., Roberts, A. J., Alexander, L. J., MacNeil, M. D. 2007. Influence of seasonal forage quality on glucose kinetics of young beef cows. *Journal of Animal Science*. 85: 2582-2595.
23. Bruinenberg, M., Valk, H. H., Korevaar, H., Struik, P. C.

2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science*. 52: 297-301.
24. Linl, C.H., McGraw, R. L., George, M.F, Garrett, H. E. 2001. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*. 53: 269-281.
25. Ramírez, O. R., Ramírez L. R. G., Romero V. E., González R. H., Armenta Q. J. A., Avalos C. R. 2008. Diet and nutrition of range goats on a sarcocaula shrubland from Baja California Sur, México. *Small Ruminant Research*. 76: 166-176.
26. Ramírez, L. R. G. 2009. Nutrición de rumiantes: sistemas extensivos. 2ª edición. Editorial Trillas: Monterrey, Nuevo León, México, 313 pp.
27. Ramírez, O. R. 2003. Dinámica estacional del valor nutritivo y digestión ruminal del forraje de 10 arbustiva de Baja California Sur, México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 199 pp.
28. Moya, R. J. G. 2002. Variación estacional del perfil nutritivo y digestibilidad *in situ* de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutra del follaje de ocho especies arbustivas del noreste de México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 128 pp.
29. Genin, D., Pijoan, A. P. 1993. Seasonality of goat diet and plant acceptabilities in the coastal scrub of Baja California, México. *Small Ruminant Research*. 10: 1-10.
30. Kibria, S. S., Nahar T.N., Mia M. M. 1994. Tree leaves as alternative feed resource for black bengal goats under stall-fed conditions. *Small Ruminant Research*. 13: 217-223.
31. Papachristou, T. G., Nasti, A. S. 1993. Nutritive value of diet selected by goats grazing on kerme oak shrublands with different shrub and herbage cover in northern Greece. *Small Ruminant Research*. 12: 35-41.
32. Holechek, J. L., Piper R. D., Herbel C. H. 1989. Range Management Principles and Practices. Prentice Hall Publ. Co., Englewood Cliffs, New Jersey.
33. Blair, G. J. 1990. The diversity and potential value of shrubs and tree fodder. In: Shrubs and Tree Fodder for Farm animals. Devendra C. (ed.). Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia, International Development Research Center (IDRC) 276e, Ottawa, Canada, pp. 2-11.
34. Ivory, D. A. 1990. Major characteristics and nutritional value of shrubs and tree fodders. In: C. Devendra (ed.) Shrubs and Tree Feeders for Farm Animals, Proceedings of a Workshop in Denpasar, Indonesia, IDRC 276 e, Ottawa, Canada, pp. 22-38.
35. Corah, L. 1996. Trace mineral requirements of grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 59:61-67.
36. McDowell, L. R. 1996. Feeding mineral to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*. 60: 247-253.
37. Escudero, A., Mediavilla, S. 2003. Dinámica interna de los nutrientes. Ecosistemas. Alicante, España. 12:1-8.
38. Villareal, G. J. G. 1999. Venado cola blanca. "Manejo y aprovechamiento cinegético", Unión Ganadera Regional de Nuevo León. pp. 81-125.
39. Gómez, M. E., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C., Rosales, M., Molina, C. H., Molina, E., Molina, C. H., Molina, J. P. 1997 Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Segunda edición. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Cali, Colombia, 147 pp.
40. NRC, 2007. National Research Council. Nutrient Requirement of Small Ruminant. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy of Press. Washington, DC. pp. 166-178.
41. Ramírez, L. R. G., Alanís F. G. J., Núñez G. M. A. 2000. Dinámica estacional de la digestión ruminal de la materia seca del nopal. *CiENCiA UANL*. 3: 267-273.
42. Castro, R. A. 2002. Ganadería de carne gestión empresarial. Producción bovina. Tomo II. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica, 255 pp.
43. Ramírez, L. R. G. 2004. Nutrición del venado cola blan-

- ca. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N.L., México, 240 pp.
44. Ben Salem, H., Ben Salem, I., Nefzaoui A., Ben Said M. S. 2003. Effect of PEG and olive cake feed blocks supply on feed intake, digestion, and health of goats. *Small Ruminant Research*. 49: 275-288.
 45. Ramírez, L. R. G., González, R. H. 2010. Calidad nutricional de plantas forrajeras del noreste de México. De la lechuguilla a las biopelículas vegetales. Las plantas útiles de Nuevo, León, pp. 517-537.
 46. Ramírez, L. R. G. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Ruminant Research*. 34: 215-230.
 47. Ramírez, L. R. G., Ledezma, T. R. A. 1997. Forage utilization from native shrubs *Acacia rigidula* and *Acacia farnesiana* by goats and sheep. *Small Ruminant Research* 25:43-50.
 48. Degen, A. A., Blanke A., Becker K., Kam M., Benjamin R. W., Makkar H. P. S. 1997. The nutritive value of *Acacia saligna* and *Acacia salicina* for goats and sheep. *Animal Science*. 64:253:258.
 49. Guerrero, C. M. 2008. Valor nutricional de forrajes nativos del norte de México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 135 pp.
 50. Holechek, J. L., Pieper R. D., Herbel C. H. 2001. Range Management: Principles and Practices. 4th edition. Prentice Hall: Upper Saddle River, New Jersey, USA, 587 pp.
 51. Ramírez, L. R. G., González, R. H., Gómez, M. M. V., Cantú, S. I., Uvalle, S. J. I. 2010. Variación en espacio y tiempo del contenido de macro y microminerales en seis plantas nativas consumidas por rumiantes en el noreste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12:267-281.
 52. McDowell, L. R. 2003. Minerals in Animal and Human Nutrition. 2nd edition, Elsevier. The Netherlands. pp. 256-315.
 53. Spears, W. J. 1994. Minerals in forage. En: G.C. Fahey Jr. (Editor in Chief). National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. University of Nebraska: Lincoln, Nebraska, USA, pp. 281-311.
 54. Bidwell, R. G. S. 1990. Fisiología vegetal. AGT Editor, S.A. México, D. F., 784 pp.
 55. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. San Diego, CA: Academic Press, Inc., 889 pp.
 56. McDowell, L. R. 1985. Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. Academic Press, New York.
 57. Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, 483 pp.
 58. Barrios, A., Ventura, M. 2005. Uso de la amonificación seca para mejorar la calidad del heno. Manual de ganadería. Doble Propósito. Ed. Astro Data S.A. Caracas, Venezuela. pp. 251-255.
 59. Perevolotsky, A., Landau, S., Slanikove, N., Provenza, F. 2006. Upgrading tannin-rich forages by supplementing ruminants with Polyethylene Glycol (PEG). BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D.DeB.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. pp. 221-234.
 60. Ramírez, L. R. G. 2006. Nutritional characteristics of browse species from Northeastern Mexico consumed by small ruminants. BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval, C. F. D., DeB, D. Hovell, J. F. J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University Press. pp. 251-260.
 61. Blain, J. C. 1998. Aspectes nutritionnels et toxicologiques des tannins. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 149:911-920.
 62. Provenza, F.D. 2006. Behavioural mechanisms influencing use of plants with secondary metabolites by herbivores. BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F.D. De B.D. Hovell, J.F.J. Torres-Acosta and A. Ayala-Burgos. Nottingham University

- Press, pp. 183-195.
63. O'Reilly, G. 2002. Tannin wars. Department of Business, Industry & Resource Develop, pp. 234-255.
64. Makkar, H. P. S. 2006. Chemical and biological assays for quantification of major plant secondary metabolites. BSAS Publication 34. The assessment of intake, digestibility and the roles of secondary compounds. Edited by C.A. Sandoval-Castro, F. D., Hovell De B.D., Torres-Acosta J. F. J. and Ayala-Burgos, A. Nottingham University Press, pp. 235-249.
65. Hoste, H., Jackson R., Athanasiadou S., Thamsborg S. M., Hoskin S.O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. Trends in Parasitology. 22: 253-261.
66. Ramírez, L. R.G. 2008. Nutrición de caprinos en pastoreo. Trillas. México, D. F. 208 pp.

Recibido: 11 de mayo de 2012

Aceptado: 8 de junio de 2012