

# Uso de plantaciones de Numularia (*Atriplex nummularia*) bajo riego y fertilización como banco de proteína para el sistema vaca cría

## Use of Numularia (*Atriplex nummularia*) plantations under irrigation and fertilization as a protein source for the cow-calf system

RUBÉN A. SAUCEDO TERÁN<sup>1,3</sup>, ESTEBAN GUTIÉRREZ RONQUILLO<sup>1</sup>, HÉCTOR O. RUBIO ARIAS<sup>2</sup>, REY M. QUINTANA MARTÍNEZ<sup>2</sup> Y PEDRO JURADO GUERRA<sup>1</sup>

Recibido: Noviembre 10, 2010

Aceptado: Febrero 20, 2011

### Resumen

Se determinó la producción y calidad del forraje de una plantación de Numularia bajo riego y fertilización, y se evaluó su uso como fuente de proteína para vacas en pastoreo. Bajo un arreglo factorial se aplicaron ocho dosis de fertilización nitrófosforada. Bajo un diseño aleatorio se manejaron dos grupos de 12 vacas en un pastizal mediano. Las vacas del primer grupo recibieron 1.5 kg/día de harinolina. El segundo grupo tuvo acceso a la plantación en sustitución de la harinolina. Posteriormente, los dos grupos tuvieron acceso a la plantación como única fuente de proteína. El mayor contenido ( $P < 0.05$ ) de proteína cruda (27.43 %) se obtuvo con la dosis 180-30. La máxima disponibilidad de forraje (244.92 g/planta) se obtuvo con la dosis 120-30, aunque no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en esa variable. Los menores contenidos de cenizas se obtuvieron con las mayores dosis de fertilización, pero los tratamientos resultaron iguales ( $P > 0.05$ ). Los dos grupos de vacas perdieron peso durante el experimento. La mayor pérdida (27 kg) correspondió a las vacas suplementadas con Numularia, aunque no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ) en las variables de peso y condición de las vacas, ni en el peso de crías al destete. Cuando los dos grupos pastorearon en la plantación, el mayor peso final ( $P < 0.05$ ) correspondió a las vacas anteriormente suplementadas con harinolina, sin encontrarse diferencias ( $P > 0.05$ ) en la condición de las vacas ni en el peso de crías al destete. La aplicación de fertilizantes mejoró la calidad nutricional de las plantaciones de Numularia bajo riego. El forraje de Numularia puede sustituir a la harinolina como suplemento para vacas lactantes durante la época de sequía.

**Palabras clave:** forraje, nitrógeno, fósforo, suplementación, bovinos de carne.

### Abstract

Forage yield and quality of Numularia under irrigation and fertilization were determined. Eight nitrogen-phosphorus fertilization rates were evaluated under a factorial arrangement. Also, Numularia was used as a protein source for grazing cows. Two groups of twelve cows each were evaluated under a completely randomized design both grazing on an open middle grass rangeland. Cows from the first group received 1.5 kg/hd/d of cotton seed meal, while the second group browsed on a Numularia plantation. Afterwards, both groups browsed on Numularia as the only protein source. The highest ( $P < 0.05$ ) Numularia protein content (27.4 %) was shown by the 180-30 rate. Maximum yield (244.9 g/pl) was obtained with the 120-30 rate, although yield did not show differences ( $P > 0.05$ ) among treatments. Minimum ash content corresponded to the higher fertilization rates, nevertheless, that variable resulted no different ( $P > 0.05$ ) among fertilization rates. Both cow groups lost weight during the experiment. The highest weight loss (27 kg/hd) was shown by the Numularia group, however, no differences ( $P > 0.05$ ) were observed between treatments. Cow body score condition and weaning calf weight were similar ( $P > 0.05$ ) between treatments. After both cow groups browsed on Numularia, the highest final cow weight was observed on the previously cotton seed meal fed group, although, no differences ( $P > 0.05$ ) on cow body score condition either weaning calf weight were observed. Fertilization improved Numularia protein content under irrigation. Numularia forage can substitute cotton seed meal as a feeding supplement for lactating beef cows during drought.

**Keywords:** forage, nitrogen, phosphorus, supplementation, beef cattle.

<sup>1</sup> Sitio Experimental La Campana-Madera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 33, carretera Chihuahua-Ojinaga. Aldama, Chih. 32910

<sup>2</sup> Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: saucedo.ruben@inifap.gob.mx

## Introducción

Los pastizales de las zonas áridas y semiáridas de México se encuentran seriamente deteriorados, como consecuencia de una prolongada sequía y la falta de aplicación de buenas prácticas de manejo de pastizales. En el estado de Chihuahua se estima que alrededor de dos terceras partes de los predios ganaderos se encuentran en condición pobre, predominando suelos con diferentes grados de erosión y la presencia de zacates anuales y herbáceas efímeras (Royo *et al.*, 2005; Bezanilla *et al.*, 2006). Lo anterior ha afectado de manera negativa al sistema tradicional de cría de ganado bovino, el cual muestra bajos niveles de productividad. Debido a la disminución en la disponibilidad de forraje, los animales son obligados a recorrer grandes distancias en busca de alimento, de tal modo que una parte del forraje obtenido a través del pastoreo se utiliza como la fuente de energía requerida para caminar (Di Marco y Aello, 1998).

Desafortunadamente, en muchos de los casos, el deterioro de los pastizales es irreversible, de continuar las prácticas tradicionales de manejo, por lo que es impostergable el ajuste de la carga animal y la implementación de sistemas de rotación del pastoreo, entre otras prácticas. Bajo ciertas circunstancias, se puede prescindir de la disminución de la carga animal, siempre y cuando se pueda contar con fuentes de forraje adicionales al agostadero. En ese sentido, el establecimiento de plantaciones de arbustos forrajeros constituye una alternativa importante como medio para disminuir la dependencia del ganado hacia el forraje producido en el agostadero, y contribuir a revertir el proceso de deterioro de los pastizales (Saucedo, 2003).

La *Numularia (Atriplex nummularia)* es un arbusto de alto contenido de proteína que, además de contribuir a incrementar la disponibilidad de forraje en los ranchos ganaderos, también puede ser utilizada como forraje de buena calidad para la alimentación de animales demandantes de altos niveles de proteína bajo condiciones de pastoreo (Dayenoff *et al.*, 2004). En un trabajo realizado bajo condiciones de temporal en una área con precipitación anual de 189 mm, Guevara *et al.* (2005) obtuvieron producciones de forraje de hasta 6,465 kg/ha con plantas de *Numularia* de tres años de edad. Aganga *et al.* (2003) reportaron un contenido de proteína cruda de hasta 18.7 % y una digestibilidad aparente *in*

*vitro* de la materia seca de hasta 75.5 % en el forraje de *Numularia*. No obstante, a la fecha no se dispone de información acerca de la capacidad productiva de la *Numularia* bajo condiciones de riego restringido y fertilización, así como de su posible uso como sustituto de suplementos proteicos para vacas lactantes en el sistema vaca-cría.

El primer objetivo fue determinar la calidad y la producción de forraje de una plantación de *Numularia* bajo riego por goteo, como respuesta a la fertilización. Un segundo objetivo fue evaluar la plantación de *Numularia* como fuente de proteína para vacas lactantes en pastoreo.

## Materiales y métodos

El trabajo constó de dos experimentos, y se llevó a cabo en el Campo Experimental La Campana, ubicado en la región central del estado de Chihuahua, en el km 80 de la carretera Chihuahua-Ciudad Juárez. El clima del área de estudio es semiárido extremo con temperatura media anual de 16°C, mínimas extremas de -11°C en el invierno y máximas extremas de 40°C en el verano. La precipitación media anual es de 370 mm cuya mayor proporción se registra durante los meses de julio a septiembre (Medina *et al.*, 2006). La vegetación del área de estudio es la correspondiente a un pastizal mediano abierto en condición de regular a buena con dominancia de los zacates nativos navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), lobero (*Lycurus phleoides*), tres

barbas (*Aristida spp*) y el introducido africano (*Eragrostis lehmaniana*).

El terreno donde se estableció la plantación fue barbechado, rastreado y nivelado. En dicho terreno, el cual tenía un desnivel de 1 %, se estableció un equipo de riego por goteo. Las líneas principales de riego consistieron de tubería de pvc de 4" de diámetro y se instalaron en la parte alta del terreno a una profundidad de 90 cm. Las líneas de drenaje, consistentes en tuberías de pvc de 2" se instalaron en la parte baja del terreno a una profundidad de 60 cm. Se empleó una cintilla calibre 8000, de 0.5" de diámetro, con emisores a cada 60 cm y un gasto de 1.7 L/h. La cintilla fue instalada a una profundidad de 25 a 30 cm y a una distancia de 1.5 m entre líneas de riego. El agua para riego fue proveída por un pozo de tubería de 4.0" de diámetro equipado con una bomba de 30 caballos y un gasto de alrededor de 16 L/seg. La cintilla fue operada bajo una presión de 14 psi. Como el gasto generado por el pozo superaba dicha presión, parte del agua fue enviada a una pila y a un agujero con el fin de obtener la presión requerida. La plantación de Numularia recibió un riego de seis horas por semana durante ocho meses, lo cual equivale a un volumen total de 3,626.7 m<sup>3</sup>/ha/ciclo.

La Numularia se estableció mediante la técnica de trasplante. Las plantas fueron producidas en vivero hasta alcanzar una altura promedio de 20 cm. El trasplante en campo se llevó a cabo en surcos de 1.5 m de distancia en los que previamente se colocó la cintilla de riego. Los hoyos en los que se trasplantó la Numularia estuvieron ubicados a una distancia aproximada de 15 cm de la cintilla y con una profundidad de entre 15 y 20 cm. Lo anterior fue con el fin de que las plantas recién trasplantadas quedaran en contacto con el bulbo de riego. Aún así, el trasplante se efectuó bajo condiciones de suelo húmedo mediante la aplicación de un riego por gravedad, empleando para ello los surcos de trasplante y una línea superficial de pvc de 4.0" existente en la cabecera de la plantación. La distancia entre plantas fue de 1.0 m, de tal modo que la

densidad de trasplante era de 6,666 plantas/ha. La superficie total destinada para el establecimiento de la plantación fue de aproximadamente 3.0 ha. En total se establecieron 15,000 plantas de Numularia, de las cuales 6,000 se trasplantaron en el mes de septiembre de 2004 y 9,000 en diciembre del mismo año. Cabe mencionar que debido a la fenología de la Numularia en el norte de México, la época más apropiada para llevar a cabo su trasplante bajo condiciones de riego sería de septiembre a diciembre, aunque no se encontró ninguna referencia al respecto. En junio de 2005 se trasplantaron 5,000 plantas de Numularia, de las cuales aproximadamente el 30 % se utilizaron para sustituir las plantas muertas de los trasplantes anteriores, cuyas muertes se debieron al ataque de roedores (ratas, ratones y topes).

*Experimento 1.* Una vez establecida la plantación, el 27 de julio de 2006 se aplicaron ocho tratamientos de fertilización consistentes en dosis crecientes de nitrógeno (0, 60, 120 y 180 kg/ha) y fósforo (0 y 30 kg/ha). Como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (20.5 - 00) y fosfato monopotásico (00 - 52 - 34) como fuente de fósforo. Los tratamientos de fertilización se aplicaron con tres repeticiones en parcelas de 4.5 x 28 m con tres surcos de plantas de Numularia de 16 meses de edad. Dado que los fertilizantes se aplicaron al voleo, se había planteado el efectuar un riego por gravedad con el propósito de efectuar la fertilización bajo condiciones de suelo húmedo. Sin embargo, dicho riego no fue necesario, ya que en los 30 días subsecuentes al día de aplicación de la fertilización se registró en el área de estudio una precipitación de 131 mm.

En el surco central de cada parcela se marcaron 10 plantas de Numularia seleccionadas al azar: A partir del 27 de octubre del 2006, al final del periodo de evaluación de la respuesta a la fertilización, todas las plantas marcadas fueron totalmente defoliadas. El material cortado (hojas y tallos tiernos) fue secado, pesado y analizado para determinar la disponibilidad de forraje, así como su contenido

de proteína cruda y cenizas, siguiendo la metodología de AOAC (1990) en ambas variables. Los datos derivados del experimento de fertilización fueron analizados con base en un diseño completamente al azar, bajo un arreglo factorial 4X2 (cuatro niveles de nitrógeno y dos niveles de fósforo) y tres repeticiones. La comparación de medias por efecto de tratamientos se llevó a cabo con la aplicación de la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 5 %.

*Experimento 2.* Para evaluar la utilización de la plantación de Numularia como banco de proteína para vacas lactantes en pastoreo se manejaron dos grupos de animales: El primero estuvo constituido por 12 vacas paridas de la raza Salers. Estos animales se sometieron a un periodo de adaptación de 15 días contados a partir del 26 de abril del 2006, permaneciendo bajo condiciones de pastoreo en un pastizal mediano abierto. En esa misma fecha, las vacas recibieron un suplemento proteico consistente en 1.5 kg de harinolina por vaca por día. Además de la harinolina, el ganado fue suplementado con sal y minerales a libre acceso. A partir del 10 de mayo del 2006 inició la primera etapa experimental, en la cual los animales siguieron sometidos al mismo esquema de alimentación antes descrito, durante un periodo de 39 días. Las vacas tenían un peso promedio inicial de 465 kg y una calificación de condición corporal de 3.5. Sus crías tenían cuatro meses de edad y un peso promedio de 130 kg.

El segundo grupo de animales estuvo constituido por 12 vacas paridas de la raza Salers, cuya alimentación base también consistió en el pastoreo del ganado en un pastizal mediano abierto. Las fechas de periodo de adaptación e inicio de la primera etapa experimental fueron las mismas para ambos grupos. Las vacas tenían un peso promedio inicial de 490 kg y una calificación de condición corporal de 3.9. Sus crías tenían cuatro meses de edad y un peso promedio de 128 kg.

En contraste con el primer grupo, el

segundo grupo de animales recibió forraje de Numularia como fuente de suplemento proteico. Para tal efecto, vacas y crías tenían acceso a una plantación de Numularia en la cual pastoreaban durante dos horas al día. De la superficie total de la plantación, una extensión aproximada de 1.0 ha fue dividida en tres potreros de igual tamaño con el propósito de efectuar una rotación del pastoreo en la misma. Los animales fueron cambiados de potrero cuando se llegaba al 70 % de utilización del forraje disponible. La utilización del forraje en la plantación fue estimada a través de la técnica de fotos antes y después descrita por Saucedo (1999). La plantación fue manejada bajo las mismas condiciones del experimento 1, con excepción de la fertilización, ya que en el experimento 2 no se aplicaron fertilizantes, debido a que todavía no se disponía de información sobre las dosis a aplicar.

A partir del 19 de junio, una vez concluida la primera etapa experimental, el grupo de animales del tratamiento de harinolina también tuvo acceso a la plantación de Numularia, y siguió pastoreando en el pastizal mediano abierto hasta el 19 de julio del 2006. Estos animales ya no recibieron harinolina, de tal modo que sus requerimientos de proteína fueron suplementados con el forraje de Numularia, obtenido a través del pastoreo.

Como variables de respuesta se midieron los cambios de peso y condición corporal. Para tal efecto, los animales fueron pesados al inicio y al final de cada etapa experimental. Los cambios en la condición corporal de las vacas se determinaron de manera visual con la misma frecuencia que los pesajes, de acuerdo a la escala del 1 al 9 de la técnica reportada por Herd y Sport (1986) en la que un índice de 1 corresponde a una vaca extremadamente delgada y uno de 9 a una vaca obesa. Para evitar posibles sesgos, los cambios en la condición corporal fueron siempre juzgados por dos observadores. En los casos en los que no hubo coincidencias entre observadores, se promediaron las calificaciones. Los pesos

finales de las vacas fueron ajustados por covarianza con respecto al peso inicial y posteriormente analizados con base en un diseño completamente al azar de cuatro repeticiones y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Los cambios de pesos de las crías fueron analizados con base en un diseño completamente al azar de tres repeticiones y la prueba de Tukey para comparar las medias. Los cambios de condición de las vacas fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de Kruskal Wallis.

También se realizó un análisis económico de la utilización de la plantación de Numularia y su comparación contra la práctica tradicional de suplementación, consistente en el ofrecimiento de harinolina. Para tal efecto, se determinaron los costos de inversión requeridos para el establecimiento de la plantación y se registraron los costos de operación de ambas opciones de suplementación. En el caso del establecimiento de la plantación, se consideraron los costos del equipo de riego para una superficie de 6.5 ha y los costos de operación relativos al manejo de 24 vacas pastoreando durante un periodo de 120 días. Dicho periodo de utilización comprende los meses de sequía dentro del ciclo de máxima producción de forraje de la Numularia, el cual comprende de abril a octubre. En los costos de trasplante se incluyeron los costos de preparación del terreno. En los costos de mano de obra se incluyeron los costos de la mano de obra requerida para la instalación de la cintilla, así como los de riego y manejo del ganado. Los costos de fertilización corresponden a la dosis de 120-30-00. Los costos de suplementación tradicional se calcularon con base en los costos proporcionales de operación para el manejo de 12 vacas y un precio de la harinolina de \$3.20/kg.

## Resultados y discusión

*Experimento 1.* El efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre el contenido de proteína cruda en las hojas y tallos tiernos de la Numularia se muestra en el Cuadro 1. En dicho

cuadro se puede observar que el contenido de proteína cruda se incrementó considerablemente por efecto de la aplicación de fertilizantes, pasando de 16.1 % en el tratamiento testigo (00-00), hasta alcanzar una concentración máxima ( $P < 0.05$ ) de 27.43 % en la dosis de 180-30. En el Cuadro 1 también se puede observar cierta tendencia en el efecto sinérgico del nitrógeno y el fósforo, aunque su interacción no resultó significativa ( $P > 0.05$ ). Los mayores contenidos de proteína cruda se obtuvieron con las dosis más altas de nitrógeno y fósforo. Lo anterior quedó de manifiesto por el contenido de proteína cruda de 20.3 % obtenido con la dosis 180-00, el cual fue menor que el contenido de las plantas fertilizadas con la dosis 120-30 y similar al contenido de la dosis 120-00 y del resto de los tratamientos con menores cantidades de nitrógeno. Estos resultados superan los contenidos de proteína del follaje de Numularia reportados en la literatura (Aganga *et al.*, 2003; El-Shatnawiu y Abdullah, 2004; Guevara *et al.*, 2005). De igual manera, la Numularia sobrepasa el contenido de proteína cruda de forrajes tradicionales como la alfalfa, aún tratándose de variedades de alto valor nutritivo (Núñez, 2000).

El Cuadro 1 muestra los cambios en el contenido de cenizas en el forraje de Numularia como efecto de la fertilización. Se puede observar que, contrariamente a lo que se esperaba, el contenido de cenizas en los tratamientos de mayores dosis de fertilización fue ligeramente menor en comparación al testigo y a las dosis menores, aunque no se encontraron diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Aún así, el contenido de cenizas en el forraje Numularia fue muy alto, siendo esta una característica típica de las especies del género *Atriplex* (Aganga *et al.*, 2003). Lo anterior se deriva del hecho de que la mayoría de dichas especies son plantas naturalmente adaptadas o tolerantes a suelos altamente salinos (DAWA, 2004; NSW, 2004). No obstante, el alto contenido de sales en la Numularia no tiene ningún efecto sobre las cualidades organolépticas de la carne o la leche (Hopkins y Nicholson, 1999) y en raras ocasiones causa daños o efectos tóxicos en

los animales, sobre todo si estos tienen acceso a agua fresca (NSW, 2004; Van Niekerk *et al.*, 2004).

**Cuadro 1.** Efecto de la fertilización nitrofosforada sobre el contenido de proteína cruda, cenizas y la disponibilidad de forraje en una plantación de Numularia bajo riego por goteo.

Tratamiento	Proteína cruda %	Cenizas %	Materia seca g/planta
00-00	16.1 c	25.2 a	168.1 a
00-30	17.6 c	27.2 a	169.7 a
60-00	21.2 bc	28.3 a	185.1 a
60-30	20.4 bc	25.7 a	235.4 a
120-00	20.8 bc	27.9 a	147.9 a
120-30	25.5 ab	26.6 a	244.9 a
180-00	20.3 bc	26.4 a	189.1 a
180-30	27.4 a	25.5 a	224.7 a

ab letras diferentes indican diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

La disponibilidad de forraje en las plantas de Numularia con los diferentes tratamientos de fertilización se encuentra en el Cuadro 1. La máxima disponibilidad de forraje se obtuvo con la dosis 120-30 con un promedio de 244.92 g/planta, superando incluso a las dosis de 180-00 y 180-30, cuyos promedios de disponibilidad de forraje fueron de 196.59 y 229.79 g/planta, respectivamente. Sin embargo, debido a la alta variación en la disponibilidad de forraje dentro de tratamientos, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) por efecto de tratamientos de fertilización. En el Cuadro 1 también puede observarse cierta tendencia en el efecto sinérgico del nitrógeno y el fósforo, ya que las disponibilidades de forraje con las mayores dosis de nitrógeno, cuando este se aplicó solo, fueron menores que las obtenidas con las combinaciones de ambos nutrientes. No obstante, tampoco se encontró un efecto significativo ( $P > 0.05$ ) de la interacción del nitrógeno y el fósforo.

Los datos anteriores de disponibilidad de forraje corresponden a plantas de 16 meses de edad post-transplante. Estos indicadores de crecimiento son similares a los resultados encontrados bajo condiciones de temporal, pero en áreas con el manto freático ubicado a 1.0 m de profundidad (Guevara *et al.*, 2005). Un reto

importante en el presente trabajo era el establecer la Numularia en suelos con bajos contenidos de sales, como es el caso de los suelos del área de estudio. A pesar de que el género *Atriplex* son plantas originarias de suelos altamente salinos (DAWA, 2004; NSW, 2004), también es un hecho que especies como la Numularia se desarrollen adecuadamente bajo condiciones de ausencia o de muy bajo contenido de sales (Ramos *et al.*, 2004).

**Experimento 2.** Los cambios de peso en el ganado por efecto del tipo de suplemento ofrecido se muestran en el Cuadro 2. En ese cuadro se puede observar que las vacas de los dos grupos de trabajo mostraron pérdidas importantes de peso durante el periodo de evaluación. La mayor diferencia de peso correspondió a las vacas suplementadas mediante el pastoreo de Numularia, mismas que perdieron en promedio un total de 27 kg. Sin embargo, el análisis estadístico reveló que las medias de ambos tratamientos no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ). Dichas pérdidas de peso pueden tener su explicación en el hecho de que los requerimientos nutricionales, en particular los de energía, no fueran cubiertos por los suplementos ofrecidos, sobre todo considerando que las vacas se encontraban en la etapa pico de la curva de la lactancia (Reynolds y Tyrrell, 2000; Baumann *et al.*, 2004). Sin embargo, independientemente de la suplementación, es circunstancia normal que las vacas bajo condiciones de pastoreo pierdan peso durante la lactancia, sobre todo cuando esta coincide con la época de sequía (Anchondo *et al.*, 2006).

**Cuadro 2.** Cambios de peso (kg) y condición en vacas lactantes<sup>1</sup> y crías de la raza Salers alimentadas con dos tipos de suplemento proteico bajo condiciones de pastoreo en la época de sequía.

Suplemento	10/05/2006			19/06/2006		
	Peso de vacas	Condición de vacas	Peso de crías	Peso de vacas	Condición de vacas	Peso de crías
Harinolina <sup>2</sup>	465	3.5	131	452 a	3.3 a	147 a
Numularia <sup>3</sup>	490	3.9	128	463 a	3.4 a	144 a

<sup>1</sup> Cuatro meses de lactación

<sup>2</sup> 1.5 kg de harinolina por vaca por día

<sup>3</sup> Dos horas de pastoreo al día en la plantación de Numularia  
 Valores con la misma letra no difieren estadísticamente ( $P > 0.05$ )

Las deficiencias nutricionales del ganado pudieron haber sido cubiertas incrementando la cantidad de suplemento, aunque en el caso de la harinolina la cantidad ofrecida sobrepasa la dosis tradicional de 1.0 kg por vaca por día (Chávez *et al.*, 1979). No obstante, con base en el estado fisiológico y peso inicial de las vacas, así como del consumo normal de proteína (3.8 %, base seca) en los pastizales durante la época de sequía, el ganado de este estudio debería haber recibido aproximadamente 1.57 kg de harinolina por día para cubrir las deficiencias de proteína, de acuerdo con lo reportado por Farmer *et al.* (2001).

En el caso del hato suplementado con Numularia, el ganado permaneció dos horas diarias en la plantación porque a partir de ese tiempo el ganado dejaba de consumir el arbusto. El ganado podría tener un acceso vespertino en la plantación a fin de que consumieran una mayor cantidad de forraje de Numularia; sin embargo, esto no sería del todo posible ya que el consumo se ve limitado por los altos contenidos de cenizas en la Numularia (Aganga *et al.*, 2003), además de que implicaría un incremento en las labores de manejo del ganado. Por otro lado, considerando que las pérdidas de peso se debieran mayormente a deficiencias de energía, el incremento en el consumo de Numularia sería de poco efecto, dado que este arbusto tiene un bajo aporte energético (Mirreh *et al.*, 2003; Guevara *et al.*, 2005). Al respecto, Bolaño y Mercado (2004) y Dayenoff *et al.* (2004) señalaron que si bien el forraje de Numularia puede ser utilizado como complemento proteínico en combinación con el pastoreo de pastizales secos o rastrojos de cultivos deficientes en nitrógeno, como alimento único la Numularia no cubre los requerimientos nutritivos del ganado. Por su parte, Casson *et al.* (1996) y Aganga *et al.* (2003) indicaron que el forraje proveniente de las especies de *Atriplex* utilizadas como alimento complementario no debe constituir más del 25 a 30 % de la dieta de ovinos. Los mismos autores señalaron que el alto contenido de sales de este tipo de plantas

es el principal factor determinante de su palatabilidad. Por otro lado, los animales alimentados en plantaciones del género *Atriplex* invariablemente perdieron peso, lo que se atribuyó a un alto consumo de agua requerido para contrarrestar los altos consumos de sodio y potasio, contenidos en el forraje (Atiq-Ur-Rehman *et al.*, 1994; Casson *et al.*, 1996; Wilson, 1996).

A pesar de las pérdidas de peso, el índice de condición corporal de los grupos de vacas no sufrió cambios notables (Cuadro 2). El hato de vacas suplementadas con Numularia perdió cinco décimas de punto en su índice de condición corporal, quedando con una calificación de 3.4, pero este índice final fue prácticamente igual al del grupo de vacas suplementadas con harinolina, cuya calificación tuvo un promedio de 3.3. Aún así, la condición corporal de los dos grupos de vacas se encontraba distante de un índice corporal de 5 a 6, que es el estado mínimo requerido para dar inicio al siguiente ciclo de reproducción (Eversole *et al.*, 2000).

Las crías de los dos tratamientos de suplementación mostraron cambios de peso similares, sin verse afectados por las pérdidas de peso de las vacas (Cuadro 2). Ambos grupos tuvieron una diferencia de peso de 16 kg en 39 días, lo que equivale una ganancia diaria de 410 g. Los pesos finales fueron de 147 y 144 kg para las crías de los tratamientos de harinolina y Numularia, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

Cuando los dos grupos de animales fueron sometidos al pastoreo de Numularia como única fuente de proteína, las vacas que anteriormente fueron suplementadas con harinolina tuvieron una ganancia de peso de 17 kg, pasando de 452 a 469 kg (Cuadro 3). En contraparte, el grupo de vacas que fue suplementado mediante el pastoreo de Numularia tuvo una ligera pérdida de peso, razón por la cual, los pesos finales de ambos grupos resultaron diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ). Lo anterior puede atribuirse a un mayor consumo de Numularia

en el grupo de animales previamente suplementados con harinolina. Estos animales se encontraban ávidos de forraje verde, dado que el periodo de lluvias se inició a partir del 27 de julio y por lo tanto en el pastizal solo disponían de forraje seco. En lo referente al estado general de los animales, ambos grupos tuvieron un índice de condición corporal prácticamente igual ( $P>0.05$ ), mostrando una tendencia hacia el incremento (Cuadro 3). Aún así, la condición corporal de los dos grupos de animales seguía siendo indeseable, en términos de su posibilidad de entrar en calor y preñarse en los tiempos requeridos.

**Cuadro 3.** Cambios de peso (kg) y condición en vacas lactantes<sup>1</sup> y crías de la raza Salers alimentadas con forraje de Numularia<sup>2</sup> como suplemento proteico bajo condiciones de pastoreo en la época de sequía. Chihuahua, 2006.

Esquema anterior de suplementación	19/06/2006			19/07/2006		
	Peso de vacas	Condición de vacas	Peso de crías	Peso de vacas	Condición de vacas	Peso de crías
Vacas suplementadas con harinolina	452	3.3	147	469 a	3.71 a	169 a
Vacas suplementadas con Numularia	463	3.4	144	461 b	3.75 a	166 a

<sup>1</sup> Cinco meses de lactación.

<sup>2</sup> Dos horas de pastoreo al día en la plantación de Numularia. ab letras diferentes indican diferencias ( $P<0.05$ ) entre tratamientos.

Las crías de los dos grupos de vacas mostraron un cambio de peso de 16 kg y no se encontraron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) en los pesos finales (Cuadro 3). Los pesos obtenidos en las crías son bastante aceptables, ya que son los equivalentes a las ganancias de peso de becerros bajo condiciones de corral o de repasto con suplementación. Por otro lado, es importante considerar que se trata de animales muy jóvenes (seis meses de edad), que se mantuvieron bajo condiciones de pastoreo y que el periodo de observación correspondió a la época de sequía.

El análisis económico de las dos opciones de suplementación arrojó resultados interesantes (Cuadro 4). Los costos de producción de la plantación de Numularia fueron de \$5.39 por vaca por día, resultando menores en un 21 % en comparación a la suplementación con harinolina, cuyos costos fueron de \$6.85

por vaca por día. Al respecto, es importante señalar que aproximadamente el 60 % de los costos de producción de la plantación de Numularia corresponden a la amortización de la inversión. Por tal motivo, una vez que la inversión haya sido amortizada, los costos de la plantación serán solo los relativos al manejo de la misma. De ese modo, el pastoreo de Numularia constituye una alternativa más barata que la suplementación con harinolina. No obstante, lo anterior solo será posible si la plantación es manejada de manera adecuada, evitando su sobreutilización y procurando sostener o, en su caso, incrementar la densidad de plantas.

**Cuadro 4.** Costos de suplementación de vacas lactantes con dos fuentes de proteína bajo condiciones de pastoreo en la época de sequía.

Concepto	Pastoreo en plantación de Numularia			Harinolina
	Inversión	Amortización	Costo /ha/año	Costo/mes
Pozo agrícola	2,000,000.00	50	5,714.28	
Tubería y filtros	77,822.00	10	1,111.74	
Cintilla	50,415.00	4	1,800.53	
Planta y trasplante	13,332.00	20	666.60	
Cercos	9,000.00	20	450.00	
Fertilización <sup>1</sup>			1,296.00	
Energía eléctrica			3,600.00	
Mano de obra			875.00	437.50
Harinolina				1,728.00
Combustibles				300.00
<b>Total</b>			15,514.16	2,465.50
<b>Costo/vaca/día</b>			\$5.39 <sup>2</sup>	\$6.85 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> (120-30-00)

<sup>2</sup> Calculado con base en 24 vacas pastoreando durante 120 días.

<sup>3</sup> Calculado con base en un precio de la harinolina de \$3.20/kg.

Lo anterior implica aplicar un esquema de utilización semejante al evaluado en este trabajo, el cual contemple un periodo máximo de 120 días por año, con su respectivo sistema de rotación del pastoreo. Desafortunadamente, no se encontraron referencias sobre esquemas de

utilización de plantaciones de Numularia bajo riego. En condiciones de temporal, se recomienda que la plantación no sea pastoreada por más de tres semanas, y que después de la utilización se considere un periodo de recuperación de seis a doce meses (NSW, 2004). Cabe mencionar que varias de las plantas defoliadas al 100 % para fines de determinación de disponibilidad de forraje no sobrevivieron al invierno posterior al estudio (datos no reportados). Lo anterior significa que una sobreutilización de la Numularia no sólo afecta su rendimiento forrajero, sino que también pone en riesgo la sobrevivencia de la plantación. En contraparte, un manejo adecuado de la plantación permitirá su utilización por un tiempo indefinido, aunque no se encontraron referencias al respecto. En el Rancho El Jeromín, municipio de Aldama, existe una plantación de Numularia que ha sido utilizada para la alimentación de ganado desde 1997. A la fecha, dicha plantación se encuentra en buenas condiciones generales y no se aprecian señales de deterioro que pongan en riesgo su aprovechamiento futuro, al menos en un corto plazo (datos sin publicar).

## Conclusiones

La aplicación de fertilizantes mejora la calidad nutricional de las plantaciones de Numularia bajo condiciones de riego por goteo.

El forraje de Numularia puede sustituir a la harinolina como suplemento para vacas lactantes en pastoreo durante la época de sequía, obteniéndose resultados similares en los cambios de peso de vientres y crías lactantes pero con menores costos de producción.

Las vacas participantes en el estudio tuvieron importantes pérdidas de peso en ambas opciones de suplementación, resultando por lo tanto necesario continuar con este tipo de trabajos y solucionar las deficiencias nutricionales implicadas.

Se sugiere evaluar el efecto de incrementar las cantidades ofrecidas de los dos suplementos o, en su defecto, complementarlas con fuentes adicionales de energía, sobre todo en el caso de la Numularia.

Una limitante del trabajo fue que no se determinó el consumo de forraje en el experimento 2, lo cual habría arrojado información valiosa para hacer una mejor interpretación de los cambios de peso en el ganado.

## Literatura citada

- ATIQ-UR-REHMAN, J.B. Mackintosh, J.A. Fortune y B.E. Warren. 1994. Can the voluntary feed intake of wheat straw in sheep be improved by mixing with saltbush pastures? *Proceedings Aust. Soc. Anim. Prod.* 20: 175-177.
- AGANGA, A.A., J.K. Mthetho y S. Tshwenyane. 2003. *Atriplex nummularia* (old man saltbush): a potencial forage crop for arid regions of Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition.* 2(2):72-75.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. U.S.A.
- BAUMANN T.A., G.P. Lardy, J.S. Caton y V.L. Anderson. 2004. Effect of energy source and ruminally degradable protein addition on performance of lactating beef cows and digestion characteristics of steers. *Journal of Animal Science.* 82: 2667-2678.
- BEZANILLA, G., C. Villalobos, E. Santos, C. Escobedo, J. Tena. 2006. Prácticas de manejo del agostadero para su conservación y uso eficiente. Memoria de la Primera Jornada de Transferencia Tecnológica de Alternativas de Desarrollo de la Cadena Productiva de Bovinos para Carne. Facultad de Zootecnia-UACH. Chihuahua, México. p. 53-56.
- BOLAÑO, M. y L. Mercado. 2004. Ingesta de *Atriplex nummularia* por cabras criollas en estabulación permanente. <http://www.inta.gov.ar/ramacaida/info/documentos/caprinos/anummula.htm>
- CASSON T.B.E., W.K. Schleuter y K. Parker. 1996. On farm sheep production from sheep pastures. *Proceedings. Aust. Soc. Anim. Proa.* 21: 173-176.
- CHÁVEZ A., M.H. González y L.C. Fierro. 1979. Comparación del uso de la morea, gallinaza, harina de sangre y harinolina en la suplementación invernal de bovinos en pastoreo. *Bol. Pastizales. RELC-INIP-SARH.* Vol. X, No. 1. p. 2-6.
- DAWA. 2004. Salinity tolerance of plants for agriculture and revegetation. [http://www.plantstress.com/Articles/Salinity\\_m/salinity\\_m\\_files/salt%20tol%20australia](http://www.plantstress.com/Articles/Salinity_m/salinity_m_files/salt%20tol%20australia)
- DAYENOFF, P., M. Bolaño y L. Mercado. 2004. Ingesta de *Atriplex nummularia* por cabras criollas en estabulación permanente. <http://www.inta.gov.ar/ramacaida/info/documentos/caprinos/anummula.htm#Resultados>
- EL-SHATNAWI M.K.J. y A.Y. Abdullah. 2004. Composition changes of *Atriplex nummularia* L. under a Mediterranean environment. <http://ingenta.com/isis/searching/ExpandTOC/ingenta?issue=pubinfobike:/nisc/rf/2>
- DI MARCO, O.N y M.S. Aello. 1998. Energy cost of cattle walking on the level and on a gradient. *Journal of range Management.* 51: 9-13.
- EVERSOLE, D.E., M. Browne, J. Hall, y R. Dietz. 2000. Body condition scoring in beef cows. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. U.S.A. Publication No. 400-795.
- FARMER, C.G., R.C. Cochran, D.D. Simms, E.A. Klevesahl. T.A. Wickersham y D.E. Johnson. 2001. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. *Journal of Animal Science.* 79:2276-2285.

- GUEVARA, J.C., L.I. Allegretti, J.A. Paez, O.R. Estevez, H.N. Le Houérou y J.H. Siva Colomer. 2005. Yield, nutritional value, and economic benefits of *Atriplex nummularia* Lindl. Plantation in marginal dryland areas for conventional forage crops. *Arid Land research and Management*. 1: 327-340.
- HERD, D.B. y L.R. Sport. 1986. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. *Texas Agric. Ext. Serv. Bulletin* 1526:1-11.
- HOPKINS D.L. y A. Nicholson. 1999. Meat quality of wether lambs grazed on saltbush (*A. nummularia*) plus supplements or Lucerne (*Medicago sativa*). *Meat Science*. 51: 91-95.
- MEDINA G.G., G. Díaz P., M. Berzoza M., M.M. Silva S., A.H. Chávez S. Y A.D. Báez G. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chihuahua. Libro técnico No. 1. INIFAP. 235 p.
- MIRREH, M.M., A.A. Osman, M.D. Ismail, M.S. Al Daraan y M.M. Al Rowaili. 2003. Evaluation of six halophytic shrubs under center pivot sprinkler irrigation. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-Arid Zones. Hammamet, Tunisia. p. 293-308.
- NSW. 2004. Old man saltbush. *Atriplex nummularia*. <http://www.ricecrc.org/reader/past-forage-shrubs/dpi484.htm>
- NÚÑEZ H.G. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa. En: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico No.2. Campo Exp. La Laguna-INIFAP. Matamoros, Coah. p. 163.
- RAMOS J., M.J. López y M. Benloch. 2004. Effect of NaCl and KCl salts on the growth and solute accumulation of the halophyte *Atriplex nummularia*. *Plant and soil*. 259: 163-168.
- REYNOLDS, C.K. y H.F. Tyrrell. 2000. Energy metabolism in lactating beef heifers. *Journal of Animal Science*. 78: 2696-2705.
- ROYO, M., A. Melgoza, J.S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. Conferencia Magistral. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. UAZ, INIFAP. Abril 20 y 21 de 2005. Zacatecas, Zac. México.
- SAUCEDO T.R.A. 1999. Producción de forraje y respuesta a la defoliación del chamizo (*Atriplex canescens*) durante la primavera. Folleto científico No. 1. Campo Exp. La Campana-INIFAP. 20 p.
- SAUCEDO, T.R.A. 2003. Guía técnica para el establecimiento y utilización de plantaciones de chamizo. Folleto para Productores No. 10. Campo Exp. La Campana- INIFAP. Chihuahua, Chih. 16 p.
- VAN NIEKERK W.A., C.F. Sparks, N.F.G. Retoman y R.J. Coertze. 2004. Interspecies and location variation in oxalic acid concentrations in certain *Atriplex* species and *Cassia sturtii*. *South African Journal of Animal Science*. 34: 101-104.
- WILSON, A.D. 1996. The intake and excretion of sodium by sheep fed on species of *Atriplex* (saltbush) and *Kochia* (bluebush). *Aust. J. Agri. Res.* 17: 155-163. 

Este artículo es citado así:

Saucedo, R. A., E. Gutiérrez, H. O. Rubio, R. M. Quintana, P. Jurado. 2011: *Uso de plantaciones de Numularia (Atriplex nummularia) bajo riego y fertilización como banco de proteína para el sistema vaca cría. TECNOCENCIA Chihuahua* 5(1): 9-18.

## Resúmenes curriculares de autor y coautores

**RUBÉN ALFONSO SAUCEDO TERÁN.** Ingeniero Zootecnista y Maestro en Ciencias en Producción Animal por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Doctorado en Ciencias Ambientales por el Centro de investigación en Materiales Avanzados. Investigador de tiempo completo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y Maestro Invitado del Centro de investigación en Materiales Avanzados. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1, desde enero de 2003. Es coautor de un libro y varios capítulos de libros. Ha publicado diversos artículos sobre pastizales y temas ambientales en revistas nacionales e internacionales.

**ESTEBAN GUTIÉRREZ RONQUILLO.** Ingeniero Zootecnista, Maestro en Ingeniería de los Recursos Hidráulicos de las Zonas Áridas por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Tiene 26 años de servicio ininterrumpido como investigador de tiempo completo en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

**HÉCTOR OSBALDO RUBIO ARIAS.** Terminó su programa Doctoral en New Mexico State University, USA en el año 1989. Fue Investigador Titular en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por 31 años, donde se encuentra ya jubilado. En la actualidad, es Profesor de medio tiempo en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua y maestro invitado por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV-CONACYT) desde el año 2004. Tiene tres libros publicados y aparece como coautor en 5 más. Tiene alrededor de 60 publicaciones internacionales y 40 nacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y aparece como experto en bioseguridad por la CONABIO.

**REY MANUEL QUINTANA MARTÍNEZ.** Ingeniero Zootecnista y Maestro en Ciencias en producción Animal por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es profesor investigador de tiempo completo en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en el Departamento de Manejo de Recursos Naturales, Cuerpo Académico: Manejo de Recursos Naturales y Ecología en Consolidación. Área: Hidrología y suelo.

**PEDRO JURADO GUERRA.** Ingeniero Zootecnista por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Tiene Maestría y Doctorado en Manejo de pastizales por Texas Tech University. Es Investigador de tiempo completo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en la Red Nacional de Innovación en Pastizales y Forrajes. Es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1, desde enero de 2008 y miembro de la Society for Range Management y de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Ha publicado diversos artículos sobre Pastizales en revistas nacionales e internacionales.