



PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE FORRAJE DE ATRIPLEX EN UN SUELO SALINO

PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF ATRIPLEX FORAGE IN A SALINE SOIL

Enrique Enríquez Carrillo*, Miguel Antonio Parra Galindo y Felipe Ramírez Moreno

Campo Experimental Costa de Hermosillo. Área de Forrajes y Pastizales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Blvd. Del Bosque No. 7, esquina con Paseo de la Pradera, Col. Valle Verde, Hermosillo, Sonora México, C.P. 83200.

RESUMEN

Se evaluó la producción y valor nutritivo del forraje seco aprovechable (FSA) de los ecotipos: *Atriplex canescens* "Chihuahua" (CCH), *A. canescens* "Costa de Hermosillo" (CCO), *A. canescens* "Nuevo México" (CNM) y *A. nummularia* (ANU) en un suelo salino. El FSA por planta fue mayor ($P < 0,05$) en ANU (2,7 kg) y CCH (2,3 kg) que en CCO y CNM (2,0 kg). La proteína cruda (PC) en hojas fue similar ($P \geq 0,05$) fluctuando de 16,2% en CNM a 17,4% en CCO, mientras que en tallos osciló entre 6,7% en CCH y 8,1% para ANU. Los ecotipos CNM y CCH tuvieron más calcio (Ca) en hojas (1,4%), pero menos en tallos con 0,2 y 0,4%, respectivamente. CNM y CCO fueron más altos ($P < 0,05$) en fósforo (P) en hojas (0,16%) y CNM en tallos (0,10%). La mayor ($P < 0,05$) digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) en hojas correspondió a CNM y ANU con 64,9 y 63,3%, respectivamente, y en tallos fue para ANU con 32,2%. Aunque ANU fue superior en producción de FSA, contenido de PC, Ca y DIVMS en tallos, todos los ecotipos evaluados representan una alternativa de producción de forraje de buena calidad en tierras agrícolas salinas de la Costa de Hermosillo.

Palabras clave: *Atriplex*, chamizo, forraje, suelos salinos, reconversión productiva

ABSTRACT

The production and nutritive value of usable forage (FSA) of ecotypes were evaluated: *Atriplex canescens* "Chihuahua" (CCH), *A. canescens* "Costa de Hermosillo" (CCO), *A. canescens* "New Mexico" (CNM) and *A. nummularia* (ANU) in a saline soil. The FSA per plant was higher ($P < 0,05$) in ANU (2,7 kg) and CCH (2,3 kg) than in CCO and CNM (2,0 kg). The crude protein in leaf (PC) was equal ($P \geq 0,05$) ranging from 16,2% in CNM to 17,4% in CCO, while in stems ranged between 6,7% in CCH and 8,1% for ANU. The ecotypes CNM and CCH showed the highest calcium (Ca) content in leaves (1,4%), but the lowest in stems, with 0,2 and 0,4%, respectively. CNM y CCO showed the highest values ($P < 0,05$) of phosphorus (P) in leaves (0,16%) and CNM in stems (0,10%). The highest ($P < 0,05$) *in vitro* digestibility of dry matter (DIVMS) in leaves was for CNM and ANU with 64,9 and 63,3%, respectively, while in stems was for ANU with 32,2%. Although, ANU was higher in FSA, content of PC, Ca and DIVMS in stems, all ecotypes represent an alternative for the production of quality forage in saline agricultural land of the Costa of Hermosillo.

Keywords: *Atriplex*, chamise, forage, saline soils, reconversion



INTRODUCCIÓN

El agotamiento gradual del agua dulce del subsuelo en las áreas agrícolas más próximas a la costa, debido principalmente al desbalance entre la extracción y la recarga de los acuíferos, ha ocasionado la intrusión de agua de mar elevando en forma gradual el contenido de sales en los pozos, y por consecuencia en las tierras irrigadas, volviéndolas no aptas para la explotación de cultivos tradicionales. Esto ha provocado que grandes extensiones agrícolas costeras de Sonora actualmente estén improductivas y algunas en el abandono total (CNA, 1999).

Considerando la importancia de la explotación ganadera en el estado y el problema de la escasez de forraje en las épocas críticas, que año con año se observa en la mayoría de los agostaderos de la entidad, una buena alternativa para continuar utilizando estas tierras podría ser la explotación de especies forrajeras nativas o introducidas con requerimientos mínimos de humedad y alta tolerancia a la salinidad, que además de producir forraje de buena calidad, den protección al suelo contra la erosión.

El género *Atriplex* de la familia *Chenopodiaceae*, cuyas especies son conocidas comúnmente con el nombre de chamizo, se distribuye ampliamente en zonas áridas y semiáridas del mundo. Muchas de esas especies son halófitas facultativas que prosperan mostrando una alta productividad, tanto en ambientes salinos como no salinos, y tienen una importancia significativa en la revegetación de tierras con problemas de salinidad en ambientes de baja precipitación, por lo que han sido reconocidas como arbustos tolerantes a sequías y sales (Watson, 1993).

Además de proveer de sombra y hábitat para animales silvestres, el valor de estos arbustos como resguardo contra la erosión del suelo es también reconocido, ya que sus raíces ayudan a prevenir este fenómeno a veces muy común en las zonas áridas y semiáridas del mundo (Petersen *et al.*, 1986). Por otra parte, existen algunas especies forrajeras de *Atriplex* que son muy apreciadas por su alto valor nutritivo

en áreas de apacentamiento, ya sean pastizales o matorrales (Soltero y Fierro, 1984). Por lo anterior, algunas de estas especies han sido introducidas y sembradas en suelos con o sin problemas de salinidad, específicamente para producir plantas de ramoneo suplementarias para el ganado y la fauna silvestre, o para estabilizar tierras severamente perturbadas.

La producción y el valor forrajero de estas especies como plantas de ramoneo, valiosas dentro de las comunidades de los agostaderos y terrenos agrícolas con problemas de salinidad, ha sido reconocido y parecen encajar mejor en un sistema de provisión de forraje cuando éste es limitado en otras plantas del agostadero; es decir, constituyen una reserva forrajera para períodos de sequía o períodos normales de escasez (Watson, 1993).

El chamizo es un valioso arbusto forrajero, particularmente en invierno cuando éste presenta una más alta digestibilidad y contenido de proteína que la mayoría de las plantas forrajeras del agostadero (Hart *et al.*, 1996). Sin embargo, como en muchas otras especies, la época de verano coincide con la mayor producción de tejido foliar (Valencia *et al.*, 1981).

El género *Atriplex* comprende alrededor de 417 especies que se distribuyen principalmente en las zonas áridas y semiáridas del mundo, en rangos de precipitación pluvial media que fluctúan de los 100 a los 500 mm anuales. Dentro de las nueve regiones principales donde se distribuye el género destacan, por su diversificación y abundancia, las zonas áridas de Norteamérica, Sudamérica y Australia, encontrándose entre 60–90 especies en cada una de estas regiones (CONAZA, 1994).

En México, *A. canescens* se distribuye en los estados de Baja California, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Tamaulipas y Sonora (CONAZA, 1994; Niembro, 1987).

En Sonora *A. canescens* forma parte de la vegetación nativa y es reconocida como una especie deseable

por su producción y buena calidad de forraje en zonas con clima semicálido árido en el matorral mediano subinerme y pastizal halófito abierto al noreste del estado, así como en los matorrales mediano parvifolio y parvifolio subinerme crasicalescente al noroeste de la entidad. Es representativo, también, de las zonas con clima cálido muy árido, en los matorrales arbocricalescente y sarcocricalescente y en agrupaciones de halófitas y vegetación de dunas en la franja costera, así como en el matorral arbosufrutescente en la parte central del Estado (COTECOCA, 1987).

Atriplex nummularia es una arbustiva originaria de Australia, donde habita naturalmente en áreas con lluvias entre 150 y 400 mm y soporta temperaturas hasta de -10 °C. Se desarrolla en toda clase de suelos, pero prefiere los profundos aunque sean salinos. Estas características la hacen una especie prometedora para las zonas áridas del mundo. En México se ha introducido como arbusto forrajero por su alto valor nutritivo, en los estados de San Luis Potosí y Coahuila, principalmente.

Con base en los antecedentes citados, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la producción y el valor nutritivo del forraje de tres ecotipos de *A. canescens* y uno de *A. nummularia*, establecidos en un suelo agrícola salino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un terreno de la región agrícola Costa de Hermosillo, donde previamente se establecieron, mediante trasplante, cuatro ecotipos forrajeros de *Atriplex*. El clima en el sitio de estudio es muy seco semi-cálido (BWh) con precipitación y temperatura media anual de 150 mm y 22 °C, respectivamente. El suelo es profundo franco-arcilloso, pH=7,7 y 4128 partes por millón (ppm) de sales solubles en la capa arable y franco arenoso, pH=7,9, y 1978 ppm de sales en los 60-70 cm de profundidad.

Los ecotipos evaluados fueron: uno de *A. nummularia* (ANU) que es una especie de origen

australiano y tres de *A. canescens* identificados como "Chihuahua" (CCH), "Costa de Hermosillo" (CCO) y "Nuevo México" (CNM), por el lugar de origen de la semilla que se utilizó para la producción de las plantas en vivero. El establecimiento se auxilió con riegos ligeros de agua rodada salina con 2807 ppm de sales. Al término del crecimiento de verano de 2001, dos años después del trasplante, se cosechó el forraje de los diferentes ecotipos. La altura media de las plantas al momento de la cosecha fluctuó de 114 cm en CNM a 149 cm en CCO y la cobertura de copa entre 2,2 m² en ANU y 4,2 m² en CNM.

Para estimar la producción de forraje seco aprovechable, se seleccionaron al azar seis plantas (repeticiones) de cada uno de los ecotipos (tratamientos), cosechando toda la hoja y tallos hasta de 6 mm de diámetro. Se seleccionaron muestras de ambas estructuras por separado y se secaron a 55 °C durante 48 horas para la obtención del peso en base seca; posteriormente fueron molidas en un molino Willey con malla de 1 mm para determinar contenido de proteína cruda (PC), calcio (Ca) y fósforo (P) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

El contenido de PC, Ca y P, se determinó de acuerdo a los procedimientos descritos por la AOAC (1990). La DIVMS se obtuvo por el método de Tilley y Terry (1963), modificado por Minson y McLeod (1972) y citado por Llamas y Tejada (1990). Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Para la comparación de medias entre tratamientos se usó la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje

En la Tabla 1, se observa que la producción de forraje seco aprovechable (FSA) por planta fue mayor ($P < 0,05$) en ANU (2,7kg) que en CCO y CNM (2,0 kg), pero igual ($P \geq 0,05$) a CCH (2,3 kg). También se observa que la proporción (%) de hoja en el FSA fue



de 48,2, 52,1, 53,0 y 56,3 en CNM, ANU, CCH y CCO, respectivamente.

Si se considera que la densidad de plantas para cada material evaluado fue de 1800 individuos ha⁻¹ la producción de forraje aprovechable de los diferentes ecotipos fluctuó entre 3582 kg ha⁻¹ para CCO y 4955 kg ha⁻¹ para ANU.

En un estudio similar realizado en Zacatecas, la producción de biomasa fue de 1,24 kg de materia seca promedio por planta en una población de *Atriplex canescens* de seis años de edad, establecida en un suelo agrícola sin auxilio de riego y con una precipitación media anual de 407 mm (Echavarría *et al.*, 2009).

En otro trabajo donde las especies *Atriplex halimus*, *A. nummularia*, *A. canescens* y *A. polycarpa*, fueron defoliados en diferentes estaciones del año para estimar la producción de forraje y el crecimiento anual de las especies, se observó que la productividad de materia seca por hectárea observada en primavera (702 kg) y verano (725 kg), resultaron significativamente más altas que las de otoño (518 kg) e invierno (527 kg). Las tendencias de la productividad mostraron que *A. nummularia* (770 kg) tuvo la más alta producción, seguida por *A. halimus* (716 kg), *A. canescens* (671 kg) y *A. polycarpa*, con 437 kg (El-Din, 1993). La misma tendencia se observó en el presente estudio, donde *A. nummularia* tuvo la más alta producción de forraje.

Tabla 1 Producción de forraje seco aprovechable (FSA) y proporción hoja-tallo del mismo en cuatro ecotipos de *Atriplex*, en un suelo agrícola salino de la Costa de Hermosillo.

Table 1 Usable dry forage production (FSA) and leaf-stem ratio of the same in four ecotypes of *Atriplex* in a saline agricultural land of the Costa of Hermosillo.

ECOTIPO	FSA (kg planta ⁻¹)*	Hoja (%)	Tallo (%)
<i>A. canescens</i> "Nuevo México"	2,013 ^b	48,2	51,8
<i>A. canescens</i> "Chihuahua"	2,298 ^{ab}	53,0	47,0
<i>A. canescens</i> "Costa de Hermosillo"	1,990 ^b	56,3	43,7
<i>A. nummularia</i>	2,753 ^a	52,1	47,9

* Valores con distinto superíndice dentro de cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$)

Por otra parte, en un trabajo con plantaciones de *A. nummularia* de 2-6 meses de edad, se observó que la producción promedio de biomasa fue de 0,374 kg por arbusto, variando de 0,036 a 1,100 kg, dependiendo de la edad, tipo de suelo, y de la precipitación (Bauman y Jaritz, 1994). Como se puede observar, la producción y disponibilidad de forraje y/o biomasa en los arbustos de *Atriplex* es muy variable y ésta depende de diversos factores como la especie y/o ecotipo, manejo y edad de las plantas, clima, tipo de suelo, época del año, entre otros.

Valor nutritivo del forraje

Como se observa en la Tabla 2, el contenido de proteína cruda (PC) en hoja fue igual ($P \geq 0,05$)

fluctuando de 16,2% en CNM a 17,4% en CCO, mientras que en tallos los valores más altos ($p < 0,05$) de PC correspondieron a ANU (8,1%) y CCO (7,6%). Las mayores ($P < 0,05$) digestibilidades *in vitro* de la materia seca (DIVMS) en hojas, correspondieron a CNM y ANU con 64,9 y 63,3%, respectivamente, mientras que en tallos fue para ANU con 32,2%.

En la Tabla 3 se aprecia que en CNM y CCH se detectó el mayor contenido de calcio (Ca) en hojas, con 1,4%, pero los más bajos en tallos, con 0,2 y 0,4%, respectivamente. Los ecotipos CNM y CCO fueron más altos ($P < 0,05$) en contenido de fósforo (P) en hojas (0,16 %) y CNM en tallos (0,12%).

Tabla 2 Proteína cruda (PC) y digestibilidad del forraje seco aprovechable (DIVMS) de cuatro ecotipos de *Atriplex*, en un suelo agrícola salino de la Costa de Hermosillo.

Table 2 Crude protein (PC) and usable dry forage digestibility (DIVMS) in four ecotypes of *Atriplex* in a saline agricultural land of the Costa of Hermosillo.

ECOTIPO	PC (%)		DIVMS (%)	
	Hoja*	Tallo*	Hoja*	Tallo*
<i>A. canescens</i> "Nuevo México"	16,2 ^a	7,3 ^b	64,9 ^a	23,6 ^c
<i>A. canescens</i> "Chihuahua"	16,6 ^a	6,7 ^c	61,5 ^{ab}	22,1 ^c
<i>A. canescens</i> "Costa de Hermosillo"	17,4 ^a	7,6 ^{ab}	59,7 ^b	28,8 ^b
<i>A. nummularia</i>	16,5 ^a	8,1 ^a	63,3 ^a	32,2 ^a

*Valores con distinto superíndice dentro de cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$)

Tabla 3 Contenido de fósforo (P) y calcio (Ca) en el forraje aprovechable de cuatro materiales de *Atriplex* en un suelo agrícola salino de la Costa de Hermosillo.

Table 3 Phosphorus (P) and calcium (Ca) content in four ecotypes of *Atriplex* in a saline agricultural land of the Costa of Hermosillo.

ECOTIPO	Hoja		Tallo	
	P* (%)	Ca* (%)	P* (%)	Ca* (%)
<i>A. canescens</i> "Nuevo México"	0,16a	1,45a	0,12a	0,24d
<i>A. canescens</i> "Chihuahua"	0,11b	1,40a	0,07c	0,36c
<i>A. canescens</i> "Costa de Hermosillo"	0,16a	1,18ab	0,10b	0,53b
<i>A. nummularia</i>	0,11b	1,00b	0,10b	0,81a

* Valores con distinto superíndice dentro de cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$)

Aunque en el presente trabajo se determinó la calidad del forraje de *Atriplex* sólo al término del crecimiento de verano, los valores encontrados están dentro del rango de los reportados en otros estudios similares donde se ha evaluado la calidad del forraje de *Atriplex canescens* a través del año, a saber: En una investigación realizada en un matorral micrófilo del estado de Chihuahua donde se determinaron los promedios mensuales de nutrientes en *A. canescens* durante la época de sequía (enero a junio), se observó que la mayor fluctuación en el contenido de proteína cruda en hojas fue de 14,9 a 18,4% en los meses de febrero y abril, respectivamente; mientras que en

tallos fue de 6,5 a 9,1% para los meses de febrero y marzo, respectivamente. En cuanto a la digestibilidad de las hojas ésta varió desde 61,1 hasta 64,8% para los meses de junio y enero, respectivamente, mientras que en tallos fue de 23,6 a 36,3% para los meses de enero y mayo, respectivamente (Soltero y Fierro, 1984). En otros estudios similares, se ha observado también que la digestibilidad in vitro de *A. canescens* disminuye a medida que avanza la fenología del arbusto. Por ejemplo, se han determinado valores de: 68,7, 54,8, 42,8 y 24,7% para crecimiento, floración, madurez y latencia, respectivamente (Soltero, 1980). Por su parte, Urrutia *et al.* (2007), encontraron valores de 17,8%



de PC y 67,1% de digestibilidad en hojas de *Atriplex canescens*, en un estudio realizado en el estado de San Luis Potosí. Otros investigadores han encontrado que especies como *A. canescens* mantienen un buen nivel de proteína a través del año, incluyendo el período de madurez fisiológica, aún cuando parte de las hojas caigan al suelo en el otoño, y que la mayoría de los nutrientes que comprenden la materia orgánica de la hoja no son afectados por la estación. Además, agregan, la fracción mineral de la hoja se incrementa durante el período de invierno, debido quizá al menor contenido de humedad en la misma (Valencia *et al.*, 1981).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que aunque se observó que ANU sobresalió en producción de FSA, contenido de PC, Ca y DIVMS en tallos, todos los ecotipos evaluados son capaces de producir una considerable cantidad de forraje de excelente calidad, bajo las condiciones en que se realizó el estudio; por lo tanto, estos materiales pueden representar una buena alternativa para la reconversión productiva de suelos agrícolas salinos de la región agrícola Costa de Hermosillo.

REFERENCIAS

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bauman, M.M. y Jaritz, G. 1994. Potential and limitations of forage shrubs in eastern Morocco. In Al-Awamia (Abstr.). 87:125-140.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 1999. Gerencia Regional del Noroeste. Superficie afectada por sales en la República Mexicana.
- CONAZA (Comisión Nacional de las Zonas Áridas). 1994. Costilla de vaca *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Saltillo, Coahuila, México.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1987. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de Sonora. S.A.G., México, D.F.
- Echavarría, Ch.F.G., Serna, P.A., Rubio, A.F.A., Rumayor, R.A.F. y Salinas, G.H. 2009. Productividad del chamizo *Atriplex canescens* con fines de reconversión: dos casos de estudio. 47(1):93-106. <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200812225878.pdf>. Consultado 30 jun, 2011
- El-Din, S.S. 1993. Effect of grazing season on the productivity parameters of five range shrubs. Arab Gulf Journal of Scientific Research. 11:209-219.
- Hart, R.H., Cibils, A.F., Ashby, M.M. y Swift, D.M. 1996. *Atriplex canescens* impact on understory vegetation under different seasons of grazing. Agricultural Research Service. Technology Transfer Information Center.
- Llamas, L.G. y Tejada, H.I. 1990. Técnicas de laboratorio para el análisis de forrajes para rumiantes. En: Manual de Técnicas de Investigación en Ruminología. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México, A.C. Castellanos, R.A., Llamas, L.G. y Shimada, A.S. (eds). México, D.F. pp. 29-42.
- Minson, D.J. y McLeod, M.N. 1972. The *in vitro* technique: it's modification for large numbers of tropical pasture samples. Division of tropical pastures, technical paper No. 8, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia.
- Niembro, A. 1987. Arbustos Útiles de México. Ed. Limusa, México, D.F.
- Petersen, J.L., Ueckert, D.N. y Potter, R.L. 1986. Cultural practices for establishing four wing saltbush within perennial grass stands. Journal of Range Management. 39:460-463.
- Soltero, S. 1980. Importancia del chamizo (*Atriplex canescens*) en la dieta de bovinos durante la época de sequía. Tesis de licenciatura. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.
- Soltero, S. y Fierro, L. 1984. Contenido y fluctuación de nutrientes de chamizo (*Atriplex canescens*) durante el período de sequía en un matorral micrófilo de *Atriplex-Prosois*. Boletín Pastizales Vol. 15 No. 1. Rancho Experimental La Campana, INIP-SARH.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Segunda Ed. en Inglés. McGraw-Hill/ Interamericana de México, S.A. de C.V. Naucalpan de Juárez, Edo. de México, México. pp. 622.
- Tilley, J.M.A. y Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops, Brit. Grassl. Soc. 18:104.
- Urrutia, M.J., Díaz, G.M.O., Gámez, V.H., Rivera, L.T., Beltrán, L.S. y Luna, V.J. 2007. Utilización de chamizo (*Atriplex canescens*) y nopal (*Opuntia ficus indica*) como principales alimentos para producción de leche caprina en la estación de estiaje. Quinto Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/90-urrutias.pdf. Consultado 28 jun, 2011.
- Valencia, M., Gasto, J. y Nava, R. 1981. Época y frecuencia de utilización de *Atriplex canescens*. Monografía técnico-científica. Vol. 7 No. 1. UAAN, Saltillo, Coah., México.
- Watson, C. 1993. Establecimiento de especies arbustivas del género *Atriplex*. En IX Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales A.C. Hermosillo, Sonora. pp. 126-132.