

Artículo científico

Valor proteico del rebrote de primavera de *Trichloris pluriflora* Fourn. en la Llanura Deprimida Salina Semiárida de Tucumán

Protein level of spring regrowth of *Trichloris pluriflora* Fourn. in the Saline Semiarid Plain Depressed from Tucumán

L.E. Olea; C. Sosa; M. Fernández; J.R. Toll Vera; M.G. Nicosia; G.O. Martín (h)*; S.N. Agüero; A. González Coletti; E. Ojeda Férez

Cátedras de Forrajes y Climatología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. Florentino Ameghino s/n, Finca El Manantial, (4000), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. *E-mail: gomarth@faz.unt.edu.ar

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el nivel proteico del rebrote de primavera de *Trichloris pluriflora* Fourn., bajo diferentes condiciones edáficas y de tenor salino en la Llanura Deprimida Salina Semiárida de Tucumán, Argentina. El estudio se realizó en un establecimiento ganadero ubicado al sureste del Departamento Leales, Provincia de Tucumán. Para cumplir con el objetivo se trabajó sobre un potrero de 60 hectáreas de un pastizal monofítico de *T. pluriflora* sobre el que se identificaron tres microambientes o condiciones ambientales (CA), resultantes de la variación de la pendiente del suelo, el tenor de salinidad edáfica y el nivel de acumulación de agua en el perfil. Para cada CA se recolectaron 4 muestras al azar de 1 m² de la forrajimasa de *T. pluriflora*, separándose los componentes tallos verdes, hojas verdes, tallos secos, hojas secas e inflorescencias. El material se secó en estufa a 65 °C hasta peso constante. Las muestras obtenidas se analizaron por el método de Kjeldahl a fin de determinar su valor proteico en dos momentos dentro del período de rebrote de primavera: a) segunda quincena de setiembre y b) mediados de noviembre. Las conclusiones indican que diferentes niveles de concentración salina y humedad del suelo determinan variaciones en el contenido proteico de los componentes de la planta y que, durante todo el período de rebrote de primavera los componentes hojas verdes y tallos verdes de *T. pluriflora* superan el nivel mínimo de 6% de proteína bruta requerido para una adecuada digestibilidad del alimento por parte de los herbívoros en pastoreo.

Palabras clave: Forrajeras; Salinidad; Contenido de proteína.

Abstract

The objective of this study was to determine the protein level of spring regrowth of *Trichloris pluriflora* Fourn. under various soil conditions and saline tenor in the Saline Semiarid Plain Depressed of Tucuman. The study was performed in a cattle ranch located in the southeast of the Leales Department, Tucumán Province, Argentina. To meet the objective we worked on a paddock of 60 hectares of monofitic pasture of *T. pluriflora* on three microenvironments or environmental conditions (CA) resulting from the change in the slope of the ground, the tenor of soil salinity and the level of water accumulation in the profile. For each CA, 4 samples were collected at random from 1 m² of *T. pluriflora* forages, separating components into green stems, green leaves, dry stalks, dry leaves and inflorescences, and proceeding to the drying oven at 65 °C to constant weight. The samples were analyzed by the Kjeldahl method to determine protein at two points within the period of spring regrowth: a) second half of September and b) mid-November. The results indicate that different levels of salt concentration and soil moisture determine variations in the protein content of plant components and that, throughout the period of spring regrowth, the components green leaves and green stalks of *T. pluriflora*, exceed the 6% minimum level of crude protein required for proper digestibility of food by grazer herbivores.

Keywords: Fodder; Salinity; Protein content.

Introducción

Los suelos afectados por exceso de sales, se encuentran en su mayor parte en las zonas semiá-

ridas y áridas del mundo. De acuerdo con un informe de FAO, su superficie mundial, incluyendo suelos salinos y sódicos, es de 831 millones de hectáreas (Martínez Beltrán y Manzur, 2005). Los

Recibido 11/10/15; Aceptado 16/11/15.

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

problemas de salinidad se encuentran usualmente en zonas donde las precipitaciones no son suficientes para transportar las sales fuera del área donde se encuentran las raíces. En algunos sitios, la deposición de sales se debe a un inadecuado drenaje, lo que origina la presencia de una napa freática elevada que saliniza continuamente el perfil del suelo, donde el balance hídrico es regulado por transpiración y/o evaporación y no por drenaje (FAO, 1973).

En Argentina, aproximadamente el 11% del territorio se encuentra afectado por salinización (Maddaloni, 1986). FAO (1976) clasifica a la Argentina como el tercer país con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo, después de Rusia y Australia. En la Llanura Deprimida de Tucumán, la presencia de un manto freático próximo a la superficie, tiene relevancia sobre el balance hídrico de la región e incide en forma marcada en la génesis y morfología de los suelos, en el régimen hídrico y en las condiciones de aireación (Zuccardi y Fadda, 1985). Bajo estas circunstancias, la presencia de sales es frecuente en los sitios más bajos de la llanura y es allí donde la cobertura de pastos de valor forrajero, es una limitante a la producción animal (Martín *et al.*, 2003).

La tolerancia de una especie a la salinidad, es un carácter complejo que involucra respuestas al estrés iónico y osmótico a nivel celular, la coordinación de esas respuestas a nivel de organismo y la interacción con el medio circundante (Cheeseman, 1988; Yeo, 1998). Es por ello que las especies adaptadas a zonas salinas han desarrollado diversas estrategias. Por ejemplo, dentro de la familia *Poaceae*, tribu *Chloridoideae* (a la que pertenece *Trichloris pluriflora* Fourn.), la existencia de glándulas de sal a nivel foliar constituye su principal mecanismo de tolerancia a la salinidad (Liphshitz y Waisel, 1974). Entre las especies nativas del noroeste argentino (NOA) que pueden sobrevivir en condiciones de salinidad, *T. pluriflora* presenta alta preferencia de consumo por los bovinos, aceptable digestibilidad, buena oferta de forraje y capacidad de colonización sobre sitios vacíos, por lo que se la considera una especie indicadora de buena condición del pastizal en sitios altos y media loma de la llanura chaqueña del NOA (Kunst *et al.*, 2007). Esta especie, que por su importancia en la comunidad vegetal ha sido objeto de trabajos de fisiología y mejoramiento genético regionales (Martín *et al.*, 1972; Domínguez *et al.*, 1978; Salvioli *et al.*, 1978; Suárez *et al.*, 1982), es un

destacado componente forrajero para la ganadería extensiva de la región. Esto determina la necesidad de conocer sus cualidades para posibilitar su adecuado manejo y conservación dentro del ecosistema natural y propiciar su mayor dispersión hacia áreas de suelos salinos a fines de mejorar las posibilidades productivas de esas áreas.

Sin duda que dentro de sus atributos, el valor nutricional es uno de los más significativos al momento de evaluar su aptitud como alimento para el ganado de cría en ambientes limitantes como son los ecosistemas con problemas de salinidad. Al respecto, Díaz *et al.* (1970) determinan los valores de proteína bruta en poáceas naturales del NOA indicando que en *T. pluriflora* éstos varían entre el 9,5% y el 3,8%, desde prefloración a estado diferido o seco, respectivamente. Kunst *et al.* (1998), realizaron una recopilación de datos botánicos y productivos de las principales forrajeras nativas de la región chaqueña semiárida argentina y destacan que *T. pluriflora* presenta un contenido de proteína bruta en prefloración de alrededor del 10% de su materia seca, situándola en segundo lugar por su calidad nutritiva, debajo de *Setaria leiantha*. Es importante considerar que para que una especie forrajera pueda ser adecuadamente metabolizada por el aparato digestivo de los herbívoros de producción, el nivel proteico del material consumido debe superar el 6% de la materia seca (Galyean, 1996; Mac Loughlin, 2010). Ávila *et al.* (2008) y Quiroga *et al.* (2008), en los Llanos de La Rioja, realizaron estudios de la composición química de la materia seca de *Trichloris crinita*, especie muy emparentada genética y ecológicamente con *T. pluriflora* (Gabutti *et al.*, 2011), informando que el porcentaje de proteína bruta en hoja varía entre valores de 13% en los meses de noviembre y diciembre (estado de prefloración) y 7% en los meses de julio a setiembre (estado diferido).

En base a lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel proteico del rebrote primaveral de *T. pluriflora* Fourn., bajo diferentes condiciones edáficas y de tenor salino en la Llanura Deprimida Salina Semiárida de Tucumán.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento ganadero ubicado al sureste del Departamento Leales, Provincia de Tucumán, Argentina, dentro de la Llanura Deprimida Salina Semiárida. La zona presenta clima mesotermal semiárido cálido

Tabla 1. Temperatura (en °C) y precipitación media mensual (en mm) del sitio de ensayo. Departamento Leales, Tucumán, Argentina.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp.	26,1	25,1	22,9	19,4	16,3	12,7	12,6	14,6	17,7	21,3	23,8	25,8
Pp.	153	141	132	49	26	8	4	3	9	46	86	107

(DB₄da') según la clasificación de Thornthwaite, con un período libre de heladas de 306 días y una precipitación media anual de 750 mm concentrada entre los meses de diciembre y marzo (Torres Bruchmann, 1981; Bianchi y Yañez, 1992; Minetti, 1997). La temperatura media anual es de 19,5 °C, con una temperatura media para enero de 26,0 °C y para julio de 12,5 °C (Tabla 1) (Torres Bruchmann, 1981). La estructura de vegetación del área se presenta como un halofital de porte medio a bajo (según el gradiente de salinidad, a mayor salinidad menor porte y volumen de plantas), integrado por jumeales de *Allenrolfea vaginata* y *A. patagonica* y matorrales de cachiyuyo (*Atriplex cordobensis* y *A. lampa*) y de palo azul (*Cyclolepis genistoides*). Esta formación se combina en los sectores de menor tenor salino, con ejemplares de brea (*Cercidium australe*) y algarrobillos de bajo porte (*Prosopis reptans*); con relación al estrato herbáceo, se observa una escasa cobertura de pastos (menor al 20% de la superficie), predominando *T. pluriflora* y *Sporobolus piramidatus* (Martín *et al.*, 2003).

Mediante desmonte y rolado como técnicas para eliminar leñosas y halófitas del terreno y el posterior manejo racional del pastoreo de la vegetación herbácea recuperada, se logró estabilizar la estructura de vegetación del área en un pastizal monofítico de cobertura continua de *T. pluriflora*.

Para cumplir con el objetivo propuesto, se trabajó sobre un potrero de 60 hectáreas con las características antes mencionadas (Figura 1), sobre el que se identificaron tres microambientes o condiciones ambientales (CA), resultantes de la variación de la pendiente del suelo, el tenor de salinidad edáfica y el nivel de acumulación de agua en el perfil.

**Figura 1.** Vistas de un pastizal monofítico de *Trichloris pluriflora* en la Llanura Deprimida Salina del Dpto. Leales, Tucumán, Argentina.

La determinación previa de estas variables (Martín *et al.*, 2014), se hizo cuantificando la humedad del suelo en los primeros 50 cm de profundidad a través del método gravimétrico; la obtención de la conductividad eléctrica (C.E.) hasta los 60 cm de profundidad (en tres estratos de 20 cm c/u) para definir el nivel de salinidad y la medición de una pendiente de 0,6% a lo largo del potrero. Estos valores permitieron la sectorización del sitio de estudio y la definición de tres CA coexistentes en el pastizal a evaluar:

CA 1: sector más alto del terreno, con menor tenor salino (7 a 10 dS/m) y menor nivel de acumulación hídrica (98 mm al inicio del invierno).

CA 2: sector de media altura con tenor salino de 12 a 15 dS/m y una humedad acumulada de 123 mm al inicio del invierno.

CA 3: sector bajo con alta salinidad (17 a 21 dS/m) y mayor nivel de acumulación hídrica (142 mm al inicio del invierno).

Para cada CA, se recolectaron 4 muestras al azar (mediante el método del cuadrante), de 1 m² de la forrajimasa de *T. pluriflora*, cosechándose todo el material disponible por arriba del "factor de uso" de la especie (en este caso, alrededor del 55% de forrajimasa consumible del total de la biomasa aérea de cada planta), dejando un rastrojo de 14 a 15 cm de altura.

De cada muestra se separaron los componentes tallos verdes, hojas verdes, tallos secos, hojas secas e inflorescencias, procediéndose a su secado en estufa a 65 °C hasta peso constante. Las muestras así obtenidas, fueron remitidas al Laboratorio de Análisis de Forrajes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia-Universidad Nacional de Tucumán, a fin de determinar su valor proteico en dos momentos dentro del período de rebrote de primavera: a) segunda quincena de setiembre y b) mediados de noviembre.

Los análisis de laboratorio se hicieron siguiendo el protocolo propuesto por el análisis proximal según normas de la A.O.A.C. (1988), determinándose la concentración de proteína bruta (P.B.) a partir de la determinación de N total mediante análisis semi-micro Kjeldahl por destilación-titulación multiplicado por el factor 6,25; el resultado se

expresó como porcentaje sobre base seca (COM-CAL, 1987).

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado en cada una de las fechas del estudio, comparándose las medias mediante prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los análisis se corrieron en el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2, discriminados por CA, época de medición y parte componente de la planta.

La CA 2 presentó los valores proteicos más elevados en las dos épocas evaluadas, para todos los componentes de la planta. Esto puede deberse al hecho que *T. pluriflora* muestra buena tolerancia frente a niveles de salinidad edáfica como los encontrados en esta CA (12 a 15 dS/m) (Martín *et al.*, 2014). En la CA 1 el factor limitante fue el bajo nivel hídrico del suelo mientras que en la CA 3 lo fue el elevado nivel salino.

En la primavera temprana (2ª quincena de setiembre), los valores de proteína del sitio de menor tenor salino (CA 1) superaron a los de la condición de más alta salinidad edáfica (CA 3). Esto puede deberse a que el mayor estrés salino en esta última CA, produce alteraciones nutricionales en las plantas, provocando dificultades para la absorción de nutrientes esenciales, lo que incide sobre el proceso de síntesis proteica (Brown *et al.*, 1982). Lo mismo sucedió en la primavera tardía (mediados de noviembre).

A mediados de noviembre el nivel proteico fue superior en todos los componentes de la planta a igual CA que en la segunda quincena de setiembre, posiblemente debido a que en ese momento,

incide positivamente una mayor disponibilidad hídrica por el inicio del período de lluvias. Asimismo, las hojas y tallos verdes superaron significativamente en nivel de proteína a los materiales en estado seco en los dos períodos analizados. Al mismo tiempo, se observó una diferencia en la concentración proteica entre hojas y tallos a favor de las primeras. Esto puede deberse al mayor porcentaje de fibra cruda que presentan los tallos para un mismo estado fenológico, lo cual reduce el contenido proteico en sus tejidos (García *et al.*, 2009).

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Díaz *et al.* (1970) y Kunst *et al.* (1998) en que al estado de prefloración (mediados de noviembre), *T. pluriflora* presenta valores cercanos al 10 % de proteína bruta en hojas verdes. Respecto de lo reportado por Ávila *et al.* (2008) y Quiroga *et al.* (2008) en los Llanos de La Rioja para *T. crinita*, observamos que a igual estado fenológico (pre-floración), *T. pluriflora* tiene 1 a 3 % menos de proteína en hojas verdes que la especie antes citada. En concordancia con lo expuesto por Brown *et al.* (1982), los valores de salinidad presentes en nuestro estudio no se deben descartar como una posible causa de esta diferencia.

Conclusiones

Los diferentes niveles de concentración salina y humedad del suelo, se asociaron con variaciones en el contenido proteico de los componentes de la planta en *T. pluriflora* en la Llanura Deprimida Salina Semiárida de Tucumán.

Se comprueba que durante todo el periodo de rebrote primaveral, los componentes hojas verdes y tallos verdes de la planta, superaron el nivel mínimo de 6 % de proteína bruta requerido para una adecuada digestibilidad del alimento por parte de

Tabla 2. Valor proteico (en porcentaje) de material de *Trichloris pluriflora* en rebrote de primavera en la Llanura Deprimida Salina Semiárida de Tucumán.

Época de muestreo	Condiciones ambientales	Partes de la planta				
		Tallos verdes	Hojas verdes	Tallos secos	Hojas secas	Infloresc.
2ª quincena setiembre	CA 1	6,30 cB	8,87 cA	4,11 cD	5,12 cC	4,81 cC
	CA 2	7,28 bB	10,73 bA	5,31 bD	6,79 aC	6,12 aC
	CA 3	6,13 cB	8,52 cA	3,67 dD	4,81 dC	4,46 cC
Mediados noviembre	CA 1	7,61 bB	11,03 bA	4,99 bD	6,32 bC	5,60 bD
	CA 2	8,48 aB	11,90 aA	5,95 aD	7,35 aC	6,56 aD
	CA 3	6,56 cB	10,91 bA	4,37 cD	5,69 cC	5,25 bC

Letras distintas por columna (minúsculas) indican diferencias significativas entre condiciones ambientales y fechas mientras que letras distintas por fila (mayúsculas) indican diferencias significativas entre partes de la planta ($p < 0,05$) según prueba de Tukey.

los herbívoros en pastoreo.

Referencias bibliográficas

- A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists) (1988). Official Methods of Analysis. 20^o ed., Washington Press, Washington, USA.
- Ávila R., Quiroga E., Ferrando C., Blanco L. (2008). Dinámica de la calidad a lo largo del año de dos gramíneas nativas de los Llanos de La Rioja. Sitio Argentino de Producción Animal I: 1-2.
- Bianchi A.R., Yañez C. (1992). Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. 2^a ed., INTA EEA Salta, Salta, Argentina.
- Brown P.L., Halvorson A.D., Siddoway F.H., Mayland H.F., Miller M.R. (1982). Saline seep diagnosis, control and reclamation. United State Department of Conservation Research Report 30: 1-38.
- Cheeseman J.M. (1988). Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology* 87: 547-550.
- COMCAL (1987). Evaluación química y químico-biológica de forrajes. 1^a ed., EEA INTA Balcarce, Balcarce, Argentina.
- Díaz H.B., Lagomarsino E.D., Prette R.I., Rodríguez Rey J.C. (1970). Productividad de las pasturas naturales de las zonas ganaderas de Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 7(3-4): 675-724.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). Infostat Software Estadístico (Manual del Usuario, versión 2008). Grupo Infostat, FCA - Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Domínguez H.F., Rodríguez Rey J.A., Folquer de Martínez M.E., Saade E. (1978). Influencia de dos niveles hídricos en el crecimiento y desarrollo de *Trichloris pluriflora* Fourn.: II. Análisis del crecimiento. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 15(12): 271-278.
- FAO (1973). Drainage of salty soils. *Irrigation and Drainage* 16: 1-82.
- FAO (1976). Esquema para la evaluación de tierras. *Boletín de Suelos* 32: 1-66.
- Gabutti E.G., Cozzarin I.G., Reynoso M., Privitello M.J., Pensiero J., Zabala J.M. (2011). Caracterización agronómica de poblaciones nativas de *Trichloris crinita* y *T. pluriflora*. *Revista Argentina de Producción Animal* 31: 574.
- Galyean M.L. (1996). Protein levels in beef cattle finishing diets. *Journal of Animal Science* 74: 2860-2870.
- García D.E., Medina M.G., Moratinos P., Cova L.J., Torres A., Santos O., Perdomo D. (2009). Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avances en Investigación Agropecuaria* 13(2): 25-39.
- Kunst C., Cornacchione M., Bravo S. (1998). Características agronómicas de gramíneas del campo natural de la Región Chaqueña. *Sitio Argentino de Producción Animal* I: 1-10.
- Kunst C., Ledesma R., Monti E., Castillo J., Godoy J. (2007). Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del Sudoeste de Santiago del Estero. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 36(1): 33-61.
- Lipshitz N., Waisel Y. (1974). Existence of salt glands in various genera of the *Gramineae*. *New Phytologist* 73: 507-513.
- Mac Loughlin R.J. (2010). Requerimientos de proteína y formulación de raciones en bovinos para carne. En: Sitio Argentino de Producción Animal, http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/42-formulacion_proteina.pdf, consultado: noviembre 2015.
- Maddaloni J. (1986). Forage production on saline and alkaline soils in the humid region of Argentina. *Reclamation and Revegetation Research* 5: 11-16.
- Martín G.O., Salvioli R.A., Guyot N.H., Rovella C.A. (1972). Interacción de caracteres agronómicos y variabilidad de una población de Pasto Crespo (*Trichloris pluriflora* Fourn). *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 9(2): 215-240.
- Martín G.O.(h), Raya F., Lucas J., Fernández D., Ortega E., Colombo M.B., Lagomarsino E.D., Toll Vera J.R., Nicosia M.G., Varela O., De Marco N. (2003). Diversidad y cobertura de la vegetación halófila de la Llanura Deprimida Salina Semiárida del Dpto. Leales, Tucumán, Argentina. III^a Reunión de Producción Vegetal y I^a de Producción Animal del NOA. 4-5 agosto, Tucumán, Argentina. CD Sección 02 (N^o 4).
- Martín G.O.(h), Nicosia M.G., Fernández M.M., Olea L.E., Toll Vera J.R., Agüero S.N. (2014). Disponibilidad de tallos y hojas en *Trichloris pluriflora* diferido, bajo diferentes condiciones ambientales en la Llanura Deprimida de Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 34(2): 162-165.
- Martínez Beltrán J., Manzur C.L. (2005). Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. *Proceedings of the International Salinity Forum* 1: 311-313.
- Minetti J.L. (1997). Ocho décadas de precipitaciones promedio en la Provincia de Santiago del Estero (1911-1990). INTA y Fundación Carl C.; Z. CALDENIUS-NOAA.
- Quiroga E., Ávila R., Ferrando C., Blanco L. (2008). Dinámica de la calidad y de material verde en los componentes morfológicos de dos gramíneas nativas del Chaco Árido. *Revista Argentina de Producción Animal* 28(Supl. 1): 484-485.
- Salvioli R.A., Latina C.A., Suárez L.A., Cruz E.J. (1978). Valoración de progenies en *Trichloris pluriflora* Fourn. en base a parámetros genéticos. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 15(9): 219-230.
- Suárez L.A., Latina C.A., Salvioli R.A. (1982). Ecogenética en *Trichloris pluriflora*. *Revista Agronómica*

- del Noroeste Argentino 19: 43-60.
- Torres Bruchmann E. (1981). Climatología General y Agrícola de la Provincia de Santiago del Estero. Publicación Especial 1301 Facultad Agronomía y Zootecnia, Univesidad Nacional de Tucumán: 1-199.
- Yeo A.R. (1998). Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *Journal of Experimental Botany* 49: 915-929.
- Zuccardi R.B., Fadda G. (1985). Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Miscelánea N° 86 Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán: 1-51.