

GRAMÍNEAS INDICADORAS DE CONDICIÓN EN SITIOS DE PASTIZAL DEL SUDOESTE DE SANTIAGO DEL ESTERO

KUNST, C.; LEDESMA, R.; MONTI, E., CASILLO, J.; GODOY, J.¹

RESUMEN

El inventario del campo natural, base para su manejo sostenible con fines ganaderos, requiere de la determinación de la condición del pastizal. El objetivo de este estudio fue la identificación de especies de gramíneas y latifoliadas indicadoras de la misma en el sudeste de Santiago del Estero. El área de estudio comprendió dos unidades de pastizal: 'Planicie Sur-Sierras' y 'Planicie ondulada' y tres sitios de pastizal: alto, media loma y bajo. Se estimó la frecuencia relativa (presencia-ausencia) de especies en parcelas = 1 ha dispuestas al azar en un gradiente de intensidad de pastoreo en cada sitio de pastizal, clasificándolas en tres condiciones: buena, regular y pobre. Se muestrearon un total de 110 parcelas. Para identificar la capacidad discriminante de las especies, se utilizó su frecuencia promedio por condición del pastizal, la significancia estadística de sus pruebas de F en análisis univariados, análisis canónico de discriminantes y las respectivas funciones discriminantes por condición. Los datos de campo fueron complementados con información sobre preferencia animal extraída de la bibliografía. En las dos unidades de pastizal estudiadas, las especies *Setaria lachnea*, *Trichloris pluriflora*, *Gouinia latifolia* y *Digitaria insularis* indicaron, generalmente, condición buena-regular en los sitios

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, Jujuy 850, 4200, Santiago del Estero, Argentina. Correo electrónico: ckunst@intasgo.gov.ar

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

alto y media loma, mientras que *Pappophorum pappipherum*, *Paspalum spp* y *Trichloris pluriflora* indicaron la misma condición en el sitio bajo. *Chloris ciliata* y *Digitaria californica* no fueron muy abundantes, pero indicarían condición buena a regular de los sitios alto y media loma. En todos los sitios, las especies indicadoras de condición pobre son latifoliadas en general, *Amphilophium cynanchoides* y especies del género Malvacéas. Se observó una relación directa entre condición del pastizal (~ composición botánica) y oferta de biomasa aérea, apoyando el uso de especies indicadoras en el manejo práctico del campo natural de la zona.

Palabras clave: *región chaqueña, manejo campo natural, especies clave.*

ABSTRACT

GRASS SPECIES INDICATORS OF RANGE CONDITION IN RANGE SITES OF SOUTHWESTERN SANTIAGO DEL ESTERO

Range inventories are the basis of proper range management and require the determination of range condition. The objective of this study was to identify key species associated to range condition in southwestern Santiago del Estero. The study area was two range units: 'Southern plain-Sierras' and 'Rolling Plains' and three range sites: upland, midland and bottomland. The relative frequency (presence-absence) was estimated in plots area=1ha located at random along a gradient of grazing intensity and classified into three conditions: good, fair and poor. The identification of indicator species was based on their average frequency by condition, statistical significance of their F-tests in univariate analysis, canonical discriminant analysis and the discriminant functions by range condition. Field data were complemented using information on species preference existing in the literature. In the two range units under study, the species *Setaria lachnea*, *Trichloris pluriflora*, *Gouinia latifolia*, y *Digitaria insularis* indicated good-fair range condition in the upland and midland range sites, while *Pappophorum pappipherum*, *Paspalum spp* and *Trichloris pluriflora* did the same for the bottomland site. *Chloris ciliata* and *Digitaria californica* were not as frequent as the previous species, but they were associated to the good-fair condition in the upland site. Forbs in general, *Amphilophium cynanchoides* and forbs belonging to the genera *Malvaceae* were key species in the poor range condition. There was a direct relationship between range condition (~ botanical composition) and standing crop and forage, thus allowing the use of indicator species in practical range management.

Key words: *Chaco region, range management, key species.*

34 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

INTRODUCCIÓN

En la región chaqueña argentina el 'campo natural' está compuesto por bosques, arbustales, pastizales y sabanas (Bordón, 1983), y constituye un importante recurso forrajero de los sistemas ganaderos bovinos (Fumagalli, Kunst y Pérez, 1997). Un manejo apropiado del campo natural es necesario para mantener una oferta de forraje sostenible y compatible con los requerimientos ecológicos, económicos y sociales de la región.

El 'inventario' es la base del manejo pastoril del campo natural y es un elemento clave para la planificación de establecimientos ganaderos, ya que brinda información sobre receptividad actual y potencial, estado de degradación de pasturas, posibles prácticas de manejo a aplicar, etc. (Danckwerts y Teague, 1989; Landi, 1999). El inventario consiste en la delimitación de 'sitios de pastizal' (~ 'ecosistemas', el 'ser') y la determinación de la 'condición' de la vegetación dentro de cada uno de ellos (el 'estar', Anderson, del Águila, Marchi, Vera, Oriente y Bernardón, 1980; Gastó, Cosio y Canario, 1993). Un 'sitio de pastizal' es una porción del ecosistema producto de una combinación de factores físicos y bióticos particulares que se caracteriza por poseer una comunidad de plantas específica, y es considerado como la 'unidad básica de la tierra' en clasificaciones del ecosistema (Gastó *et al.*, 1993; Bailey, 1996; Klijn y Udo de Haes, 1994). La delimitación de sitios de pastizal se realiza a base de información organizada de manera jerárquica sobre clima, fisiografía y suelos para finalizar con un mapa de estos a un nivel de percepción (~ escala) apropiado para el manejo (Gastó *et al.*, 1993; Briske, Fuhlendorf y Smeins, 2005). La 'condición' es un concepto que indica el estado actual de la comunidad vegetal presente en un sitio de pastizal, resultado de disturbios y prácticas de manejo (Wilson y Tupper, 1982; Stuart-Hill y Hobson, 1991; Gastó *et al.*, 1993; Pyke, Herrick, Shaver y Pellant, 2003).

En la práctica, la determinación de la condición debe efectuarse de manera consistente y repetible, con métodos simples y de bajo costo, permitiendo a su vez una evaluación cuantitativa de la oferta de forraje y de la carga animal. Tradicionalmente se la realiza a base de la comparación de la composición botánica, fisonomía y oferta de forraje de comunidades vegetales de un mismo sitio de pastizal, sometidas a diferentes manejos. El empleo de la presencia de ciertas especies y comunidades de plantas o atributos biológicos de estas, junto a otras características del

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

ecosistema como 'fitómeros' o 'indicadores', que permiten integrar variables ambientales difíciles de medir directamente (Ej. 'salud de ecosistema') es una herramienta utilizada en ecología y en manejo de pasturas naturales desde antaño (Anderson, 1980; Friedel, 1988; O'Connor, Haines y Snyman, 2001; Kashian, Barnes y Walker, 2003; Pyke *et al.*, 2003).

Para la región chaqueña, argentina distintos autores (Morello y Saravia Toledo, 1959; Bragadín, 1959; Díaz 1963, 1965a y 1965b; Díaz y Bragadín, 1965; Anderson *et al.*, 1980; Kunst, 1982; Bordón, 1974 y 1981; Kunst, Renolfi, Pérez y Dalla Tea, 1986 y 1995) brindan información sobre la preferencia de bovinos por algunas gramíneas y latifoliadas nativas de la región chaqueña occidental que permite clasificar a las especies sobre la base de distintas características, facilitando así los inventarios del campo natural con objetivo agronómico. Distintos aspectos, entre ellos, la falta de una adecuada clasificación del campo natural ('sectorización', Lacroze 1999) e indefinición de niveles de percepción, subjetividad, énfasis en objetivos ecológicos o botánicos, y diferencias en métodos de muestreo imposibilitan, a veces, el uso de esa información en la práctica.

El objetivo de este trabajo fue identificar las especies de gramíneas y latifoliadas nativas que permitan diferenciar entre las condiciones pobre, regular y buena de sitios de pastizal, empleándose como base las unidades y sitios de pastizal delimitadas por Kunst, Monti, Pérez y Godoy (2006) para el sector sudeste de Santiago del Estero. Esta información facilitará el inventario del campo natural de la zona y su manejo sustentable, simplificando la tarea de monitoreo y supervisión del manejo de pasturas (Friedel y Blackmore, 1988; Schmidt, Theron y Van Hoven, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Comprende los departamentos de Choya y Guasayán de la Provincia de Santiago del Estero, entre los 27° 45' - 28° 45' de latitud sur y 64° 45' - 65° 30' longitud oeste. El área es un cuadrado de 50 km x 50 km de lado, aprox. 250.000 ha. El clima es semiárido-subtropical con inviernos fríos y secos, y veranos cálidos y lluviosos (Boletta, 1988). La precipitación anual media oscila entre 500 - 600 mm (Bianchi y Yañez, 1999). Las unidades de pastizal muestreadas fueron: 'Sierras', 'Planicie Sur' y 'Planicie ondulada' (Kunst *et al.*, 2006). Una 'unidad de pastizal' representa un nivel de percepción del paisaje a distancias de 10-20 km

(nivel de percepción similar a una escala cartográfica de 1:125.000 a 1:20.000) mientras que un 'sitio de pastizal' representa un nivel de percepción del paisaje a distancias de 1000-2000 m (nivel de percepción similar a una escala cartográfica mayor de 1:20.000). En la práctica, este nivel de percepción representa una catena de suelos, desde una posición topográfica de alto o cumbre hasta el bajo. Para más información sobre delimitación y características generales de unidades y sitios de pastizal ver Kunst *et al.*, (2006). Las diferencias en composición botánica de la vegetación en nivel de Unidades y Sitios de Pastizal fueron evaluadas y declaradas significativas por Kunst *et al.*, (2006). En este trabajo solo se efectuó la evaluación y discusión de diferencias botánicas entre la condición del pastizal de los sitios, teniendo en cuenta solo el estrato herbáceo (gramíneas y latifoliadas), para seleccionar luego las especies indicadoras.

Conceptos y definiciones. Gradientes: En el proceso de selección de especies indicadoras, es esencial distinguir entre los cambios de composición botánica y fisonomía debidos al clima, suelos (gradientes ambientales), disturbios (Ej. Régimen de fuego) de los causados por el pastoreo bovino (Friedel y Blackmore, 1988; Gibson y Bosch, 1996). En la región chaqueña, la presencia de leñosas de cierto tamaño modifica, además, el gradiente de luz solar. La influencia de la geomorfología y suelos se tuvo en cuenta estratificando el muestreo por unidades y sitios de pastizal, mientras que la distribución de luz solar fue evaluada en el muestreo de cobertura leñosa (Kunst *et al.*, 2006). El efecto del pastoreo fue evaluado mediante una cronología inferida: áreas similares en fisiografía y suelos, pero sometidas a un manejo diferente fueron muestreadas al mismo tiempo, es, decir que el sitio de pastizal se mantuvo constante, pero la intensidad de disturbio fue variable (Myster, 2001). Ello implica que la información obtenida es producto de una sola observación en el tiempo y debe ser interpretada dentro de esas limitaciones.

Características de sitios de pastizal. Se consideraron tres sitios de pastizal: alto, media loma y bajo. El sitio alto se caracteriza por una posición topográfica de 'cumbre', posee suelos de textura limo-arenosa (gruesa) y debido a su posición en el paisaje, 'pierde' agua de lluvia por escorrentía hacia sectores relativamente más bajos del paisaje (Morillo, 1968; Kunst *et al.*, 2006). La vegetación predominante es el bosque de

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

dos quebrachos (*ssp*, quebracho colorado y *Aspidosperma* quebracho blanco). El estrato herbáceo es abundante solo en sectores donde el dosel arbóreo y arbustivo es menos denso o cuando se forma el 'pastizal de quemados' luego de un fuego (Morello y Saravia Toledo, 1959).

El sitio bajo ocupa una posición topográfica 'de fondo' adonde se acumula agua de escorrentía. Originalmente, el sitio bajo tiene disponibilidad de plena luz solar para el estrato herbáceo, y puede estar ocupado por una sabana, pero puede estar 'invadido' por leñosas arbóreas y arbustivas debido al sobrepastoreo o al exceso de fuego. Gramíneas comunes de este sitio son *Elionorus muticus* (aibe) y *Pappophorum pappipherum*. Especies arbustivas características son *Acacia aroma* (tusca), *Schinus spp* (molle) y *Prosopis nigra* (algarrobo) (Kunst, Bravo, Moscovich, Herrera, Godoy y Vélez, 2003).

El sitio 'media loma' puede considerarse como un ecotono entre los sitios alto y bajo. En general, se caracteriza por una menor cobertura de leñosas, mayor suelo desnudo y erosión. Es un lugar adonde el agua se escurre, pero no se acumula (Kunst, observación personal). La fisonomía de vegetación es generalmente un parque.

El límite entre sitios, en el terreno, es gradual. La existencia de distintos ecosistemas ('sitios') a lo largo de un gradiente topográfico, con diferente tipo de suelo y composición botánica del estrato arbóreo y arbustivo, fue informada para la región chaqueña por Morello y Adámoli, Neumann, Colina y Morello (1974); Peña Zubiarte, Salazar, Scoppa y Musto (1978); López de Casenave, Pelotto, y Protomastro (1995). Es un hecho común, en otras regiones semiáridas del mundo (Mauchamp, Rambal y Lepart, 1994; Teague y Smit, 1992).

Definición de 'condición del campo natural'. Se empleó un enfoque utilitario de la condición del campo natural. Se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos de la vegetación natural y de su fisonomía, que poseen 'valor' para la ganadería bovina de cría: (a) oferta de forraje, (b) composición botánica y frecuencia de especies con alta preferencia animal, (c) grado de accesibilidad al tránsito y pastoreo, de manera subjetiva; y (d) cobertura arbórea y arbustiva. Así, las parcelas de muestreo con la mayor magnitud de oferta de forraje, más accesibilidad y mejor composición botánica fueron clasificadas en condición 'buena'. En el otro extremo se clasificaron parcelas de muestreo como de condición pobre.

38 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

La información sobre manejo pasado de las parcelas muestreadas fue corroborada mediante entrevistas a productores locales. De acuerdo con lo sugerido por Pieper y Beck (1990), el concepto de condición se empleó como herramienta de evaluación, no como una teoría de la vegetación. La información sobre características agronómicas y la preferencia del bovino por especies de gramíneas nativas fue extraída de la bibliografía.

Sistema de muestreo. La unidad de muestreo fue una parcela superficie = 1 ha, que fue ubicada al azar, en distintas situaciones de uso del campo natural, dentro de cada sitio del pastizal, en las unidades de pastizal mencionadas. Un total de 110 parcelas fueron muestreadas en el estudio, y fueron clasificadas en tres categorías de condición de pastizal: buena (B), regular (R) y pobre (P), de acuerdo con las características mencionadas anteriormente.

La frecuencia relativa (ausencia-presencia) se empleó como un estimador de la abundancia de las especies presentes en una parcela, tanto leñosas como herbáceas. La misma se expresó como un porcentaje del número de submuestras adonde estaba presente una determinada especie. La oferta de biomasa aérea (materia seca, MS) y frecuencia relativa de especies de gramíneas y herbáceas, se estimó empleando el método BOTANAL (Tothill, Hargreaves y Jones (1978). La frecuencia y cobertura de leñosas arbóreas y arbustivas se estimó mediante el método de Levy-Madden (Kunst *et al.*, 2006). Los registros de leñosas obtenidos altura d» 3m fueron considerados cobertura arbustiva; los registros obtenidos altura e» 3 fueron considerados cobertura arbórea. En los dos casos, el número de submuestras por parcela, para el cálculo de la frecuencia relativa fue 52. La oferta de forraje fue estimada sobre la base de la oferta de biomasa aérea, teniendo en cuenta las especies deseables del pastizal, información esta extraída de Kunst (1982).

Las especies se determinaron por comparación con ejemplares depositados en el herbario de la EEA Santiago del Estero del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La nomenclatura de especies de gramíneas se basó en Ragonese (1951) y Burkart (1969) y fue actualizada según el Catálogo de Plantas Vasculares de la República Argentina (Instituto de Botánica Darwinion, 2007).

Análisis de datos. (a) Análisis estadísticos. Los datos de campo se volcaron en una matriz donde las columnas representaron las especies y

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

las filas las parcelas muestreadas. Se efectuaron los siguientes cálculos y análisis para cada sitio de pastizal:

(a) promedio y desviación estándar de la frecuencia relativa de cada especie de gramínea y latifoliada en las tres condiciones del pastizal;

(b) Análisis de la Varianza, empleando las tres clases de condición del pastizal (pobre, regular y buena) como variable dependiente categórica, y como variables independientes la frecuencia relativa de las siguientes especies de gramíneas y latifoliadas: *Setaria lachnea* (nees) Kurth (SELA), *Setaria spp* (SESP), *Digitaria insularis* Mez ex Ekman, comb. superfl. (DIN), *Digitaria californica var. californica* (Benth.) Henrard (DCA), *Gouinia latifolia* (Griseb.) Vasey (GLA), *Chloris ciliata* Hack (CHL), *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (TCR), *Trichloris pluriflora* E. Fourn. (TPL), *Papophorum pappipherum* (Lam.) Kuntze (PAP), *Paspalum chacoense* Parodi y *P. unispicatum* (Scribn. & Merr.) Nash (PAS), *Amphilophium cynanchoides* (DC.) L.G. Lohmann (AMP), latifoliadas varias (LAT) y malváceas (MAL). Se calculó la prueba de F para cada especie, estimándose su significancia y probabilidad.

(c) Análisis canónico de discriminantes, a fin de reducir la complejidad de los datos y utilizar un enfoque objetivo para la identificación y separación de grupos de parcelas en distinta condición del pastizal, y especies relacionadas a cada condición del pastizal (Johnson y Wichern, 1988; Foran, Bastin y Shaw, 1986; Friedel, Bastin y Griffin, 1988; Uresk, 1990) y

(d) Funciones clasificatorias por condición del pastizal para cada sitio, basadas en el análisis canónico de discriminantes (Johnson y Wichern, 1988).

Las especies de gramíneas y latifoliadas que ocurrían con una frecuencia relativa $< 4 - 5\%$ por condición del pastizal fueron descartadas del análisis, debido a que la mayoría de las técnicas multivariadas no son afectadas por especies poco frecuentes, que conllevan un pequeño porcentaje de la información (Clarke y Warwick, 1994). Las especies *P. chacoensis* y *P. unispicatum* fueron englobadas en el género *Paspalum* (PAS) a fin de alcanzar el umbral citado. De manera similar se procedió con las especies *D. californica* y *D. californica var. villosissima* (DCA).

La significancia estadística de los ejes del análisis canónico fue evaluada mediante la prueba Lambda de Wilk's (SAS, 1998). Para evaluar la similitud entre 'clases' o grupos de observaciones. se empleó la magnitud

de la distancia de Mahalanobis (D^2) entre los centroides de las clases ubicados en el plano definido por los ejes del análisis canónico.

Para los cálculos matemáticos se utilizaron el PROC CANDISC del paquete SAS (SAS, 1998) y las funciones clasificatorias por condición se calcularon mediante el programa 7M del paquete estadístico BMDP, que estima funciones de clasificación mediante análisis discriminante por etapas (stepwise discriminant analysis; Dixon, 1992). La magnitud de F necesaria para entrar en la función discriminante, estimada por el programa 7M, fue fijada en 1 (Dixon, 1992). Se empleó un $\alpha = 0,05$ como referencia para todos los análisis estadísticos.

Debido a la gran similitud en su composición botánica (> 90%), las unidades de pastizal 'Planicie Sur' y 'Sierra' se combinaron para conformar una única unidad, que se denominó 'Planicie Sur-Sierras'.

(b) Interpretación de resultados. La frecuencia relativa es un estimador de la abundancia de una especie en particular, siendo útil para monitorear cambios en la vegetación (Bonham, 1989). El análisis canónico de discriminantes es un método paramétrico, que asume que la abundancia de las distintas especies presenta una distribución de Gauss a lo largo del(os) gradiente(s) muestreado(s). Debido a que ese supuesto teórico no pudo ser comprobado para las especies nativas, los datos fueron analizados empleando métodos no paramétricos (Kunst *et al.*, 2006): análisis multidimensional (Minchin, 1987) y la prueba de R para evaluar las diferencias en composición botánica entre parcelas de distinta condición (Clarke y Warwick, 1994). Debido a la similitud de resultados entre los dos enfoques se continuó con el análisis paramétrico.

De manera arbitraria el eje horizontal se empleó para graficar el eje 1 y el eje vertical para el eje 2 resultantes del análisis canónico de discriminantes. Se asumió que dichos ejes representaban gradientes ambientales: debido a que las parcelas fueron agrupadas en función a la condición, ese gradiente debía estar asociado al primer eje del análisis (Gibson y Bosch, 1996). A menor magnitud de D^2 , más similares se consideraron los grupos de observaciones o clases. En el contexto de este trabajo, 'clases' se refiere a condición del campo natural y 'similitud' se refiere a la composición botánica de cada parcela. Una magnitud de D^2 estadísticamente significativa se interpretó como que las parcelas poseen composición botánica diferente, y aunque se ubican en el mismo sitio de pastizal, las condicio-

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

nes del pastizal son distintas. Este resultado hace posible la identificación y selección de especies indicadoras.

Para evaluar la 'capacidad discriminatoria' y seleccionar las especies indicadoras por condición se emplearon: (a) magnitud del promedio de la frecuencia relativa por condición; (b) significancia estadística de la prueba de F de las especies en el análisis univariado; (c) magnitud y signo de los coeficientes canónicos estandarizados de las especies; y (d) magnitud y signo de los coeficientes de las especies en las funciones de clasificación por cada condición del pastizal. Una alta frecuencia en determinado sitio y condición sugiere una asociación positiva de la especie con las mismas. De acuerdo con la posición de las parcelas en un eje canónico, el coeficiente de una especie puede tener signo positivo o negativo: éste se asoció a la capacidad indicadora.

Se graficó además la posición de las parcelas, de las especies y de los centroides de las respectivas clases en el espacio delimitado por las funciones canónicas a fin de colaborar en la identificación de las especies indicadoras.

En los sitios alto y bajo de la UP 'Planicie ondulada' solo se muestrearon 12 parcelas en cada uno, respectivamente, debido a la escasa superficie disponible de dichos sitios. Ello produjo que el análisis canónico no convergiera. Debido a este resultado, las especies indicadoras se seleccionaron teniendo en cuenta solo la frecuencia media de las especies por condición y el resultado de los tests univariados.

RESULTADOS

En todos los sitios de pastizal adonde fue posible realizar el análisis discriminante, el primer eje del análisis canónico explicó entre un 80 – 90% de la varianza o inercia total (Tabla 1). Debido a que la variable clasificatoria fue la condición del pastizal, se asume que este eje representa el gradiente de manejo causante de la misma. El segundo eigenvalue explicó un porcentaje menor y no puede asociarse a ningún gradiente.

Unidad de Pastizal 'Planicie Sur-Sierras'

Sitio Alto. El análisis discriminante separó de manera apropiada las tres condiciones del pastizal a lo largo del eje canónico 1 (Fig. 1a). Entre las condiciones pobre y buena, $D^2 = 139,58$ ($p < 0,0001$), entre la regular y pobre $D^2 = 65, 18$ ($p < 0,001$) y entre la regular y buena $D^2 = 42, 50$ ($p <$

42 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

Tabla 1. Análisis canónico de discriminantes de parcelas agrupadas en distinta condición del pastizal ubicadas en sitios de pastizal de las UP 'Planicie Sur-Sierras' (PSS) y 'Planicie ondulada' (PO), sudoeste de Santiago del Estero. Abreviaturas: EV: eigenvalue.

UP	Sitio de pastizal	EV		% Varianza explicado	P > F
		Orden	Magnitud		
PSS	Alto	1	23,49	88,2	0,0001
		2	3,13	11,27	0,0118
	Media Loma	1	148,50	97,01	0,387
		2	2,91	2,57	0,765
	Bajo	1	24,83	96,9	0,091
		2	0,80	3,14	0,915
PO	Alto	—	—	—	—
	Media Loma	1	61,19	93,5	0,0001
		2	4,29	6,54	0,07
Bajo	—	—	—	—	

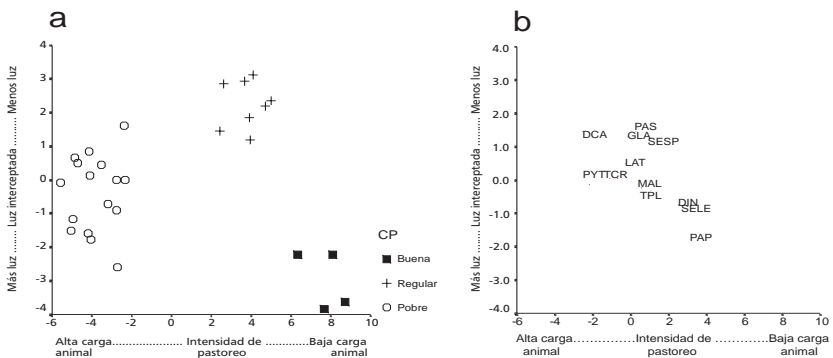


Figura 1. Unidad de Pastizal Planicie Sur-Sierras, sitio alto: (a) análisis canónico de discriminantes de parcelas muestreadas; (b) ubicación de gramíneas en el espacio representado por los dos ejes canónicos. Referencias: ver texto. PYT = *Amphilophium cynachoides*

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

0.005). Las parcelas en condición pobre se ubicaron hacia el extremo negativo del eje canónico 1, mientras que las parcelas en condición buena hacia el extremo positivo (Fig. 1a). Las especies más abundantes fueron SELA, SESP, TPL, LAT y DIN (Tabla 2). Las especies TPL ($p < 0,0001$), LAT ($p < 0,007$), SESP ($p < 0,0102$), DIN ($p < 0,04$), AMP ($p < 0,06$) y SELA ($p < 0,0711$) presentaron la mayor significancia de la prueba de F. Las especies DIN y SELA presentaron la mayor magnitud de coeficientes canónicos y con signo positivo, seguidas por SESP, TPL, GLA, LAT y TCR con magnitud

Tabla 2. UP Planicie Sur-Sierras, sitio alto: frecuencia media (ausencia-presencia) de especies por condición del pastizal. Abreviaturas en el texto. n = número de muestras.

Especies	Condición del pastizal			Promedio general
	Pobre	Regular	Buena	
SELA	4,87	11,93	6,37	7,1
SESP	2,82	14,4	4,44	6,36
TPL	1,17	9,46	14,58	5,45
LAT	2,49	8,97	9,09	5,28
DIN	3,03	6,12	12,41	5,25
AMP	8,07	11	0,54	5
TCR	5,95	3,94	1,41	4,73
GLA	5,48	2,92	2,23	4,28
DCA	3,68	3,09	2,22	3,31
n	16	8	4	28

des cercanas a cero, y las especies AMP y DCA con signo negativo (Tabla 3 y Fig. 1b). Las especies SELA, SESP y TCR presentaron una magnitud importante en las funciones discriminatorias correspondientes a las condiciones buena y regular, ocurriendo lo contrario con DCA (Tabla 4).

Sitio Media Loma. El análisis discriminante separó las parcelas en condición pobre de aquellas en condición regular y buena y como en el caso anterior, las parcelas en condición pobre se ubicaron en extremo negativo del primer eje canónico (Fig. 2a). La distancia entre la condición pobre y la regular ($D^2 = 10,67$; $p < 0,23$) y entre la condición pobre y buena ($D^2 = 8,72$, $p < 0,26$) se consideraron marginalmente significativas. A su vez, la distancia entre parcelas en condición regular y buena no fue

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

Tabla 3. UP Planicie Sur-Sierras, sitio alto: contribución parcial de cada especie en los dos ejes del análisis canónico de discriminantes.

Especies	Eje 1	Eje 2
DCA	-2,536	1,45
AMP	-2,207	-0,139
TCR	-0,698	0,0618
LAT	-0,293	0,506
GLA	-0,155	1,295
TPL	0,535	-0,254
SESP	0,957	1,107
DIN	2,507	-0,737
SELA	2,677	-0,757

Tabla 4. UP Planicie Sur-Sierras, sitio alto: funciones discriminantes por condición del pastizal.

Especie	Condición del pastizal		
	Pobre	Regular	Buena
SELA	0,079	0,87	0,55
SESP	0,11	0,59	0,35
TPL	0,1	0,83	0,9
DCA	0,28	-0,73	-0,5
LAT	0,12	0,55	0,55
CONSTANTE	-2,19	-15,84	-12,21

significativa ($D^2 = 1,49$; $p < 0,57$). Las especies con mayor frecuencia promedio fueron LAT, SELA, TPL, PAP y PAS (Tabla 5). Las especies con mayor significancia de sus tests de F fueron MAL ($p < 0,001$); AMP ($p < 0,0328$); PAP ($p < 0,0731$) y DIN ($p < 0,12$). Las especies DIN, GLA y PAP presenta-

Tabla 5. UP Planicie Sur-Sierras, sitio media loma: frecuencia media (ausencia-presencia) de especies por condición del pastizal. Abreviaturas en el texto, n = número de parcelas.

Especies	Pobre	Regular	Buena	general
LAT	11,89	7,26	13,97	12,45
SELA	10,23	16,9	10,54	11,69
TPL	1,16	6,11	10,5	8,51
PAP	15,74	0	7,27	6,96
PAS	0	5,06	7,98	6,44
DIN	1,48	9,04	3,95	4,59
GLA	3,28	2,64	3,71	3,45
DCA	0,4	3,31	3,76	3,25
CHL	0	0,25	4,22	2,95
SESP	0,35	3,24	2,85	2,61
AMP	6,78	0,51	1,5	1,97
MAL	8,4	0	0,22	1,2
n	2	3	11	16

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

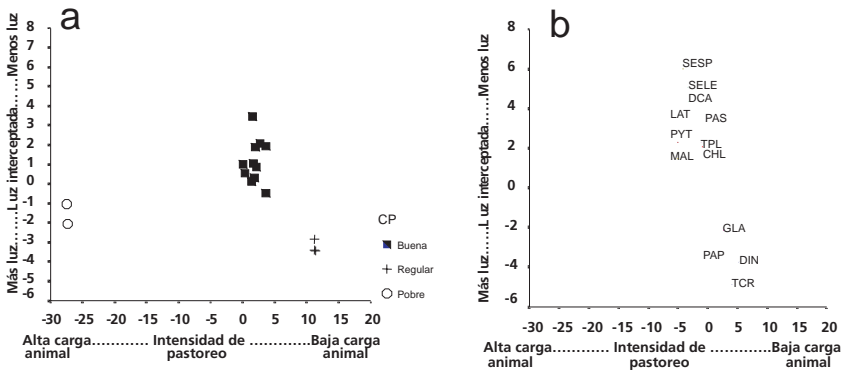


Figura 2. Unidad de Pastizal Planicie Sur-Sierras, sitio media loma: (a) análisis canónico de discriminantes de parcelas muestreadas; (b) ubicación de gramíneas en el espacio representado por los dos ejes canónicos. Referencias: ver texto. PYT = *Amphilophium cynachoides*

Tabla 6. UP Planicie Sur-Sierras, sitio media loma: contribución parcial de cada especie en los dos ejes del análisis canónico de discriminantes.

Especies	(eje 1)	(eje 2)
AMP	-5,203	2,287
MAL	-5,120	1,490
LAT	-4,716	3,690
SESP	-4,239	6,019
SELA	-3,302	5,084
DCA	-3,296	4,357
TPL	-1,182	2,317
CHL	-1,010	2,055
PAS	-0,460	3,390
PAP	1,772	-3,554
GLA	2,519	-2,140
DIN	5,214	-3,748

Tabla 7. UP Planicie Sur-Sierras, sitio media loma: funciones discriminantes por condición del pastizal.

Especies	Condición del pastizal		
	Pobre	Regular	Buena
TPL	1,27	0,18	0,64
GLA	-5,3	0,79	-0,31
CHL	3,71	0,11	1,24
DIN	-15,19	2,97	-0,85
PAS	-4,1	0,99	0,085
AMP	35,06	-4,61	3,57
LAT	7,28	0,83	0,97
MAL	56,58	-7,01	5,84
CONSTANTE	-381,61	-14,48	-15,28

46 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

ron la mayor magnitud de coeficientes canónicos y signo positivo, mientras que en el otro extremo se ubicaron AMP y MAL (Tabla 6). En las funciones discriminantes, las especies AMP, LAT y MAL tuvieron un peso importante para la correspondiente a la condición pobre. DIN es importante para la condición regular (Tabla 7). Se observó una distribución dual en la abundancia de PAP, presente con alta frecuencia en la condición buena y en la pobre.

Sitio bajo. El análisis discriminante separó las parcelas en condición buena y regular de las clasificadas como pobre, pero en forma contraria a los casos anteriores, las parcelas en condición buena y regular se ubicaron en el extremo negativo (Fig. 3a). La distancia entre las condiciones pobre y regular del pastizal fue significativa ($D^2 = 6,56$, $p < 00001$), así como entre las parcelas en condición buena y pobre ($D^2=7,6$, $p < 0001$). Entre la condición regular y la buena la distancia no fue significativa (Fig. 3a). Las especies de mayor abundancia fueron TPL, PAS, DIN, LAT, MAL y SELA (Tabla 8). Se observó que PAS, DIN y LAT poseen una distribución con dos picos de abundancia, en la condición buena y pobre, respectivamente (Tabla 8). Las especies con mayor magnitud y significancia de sus

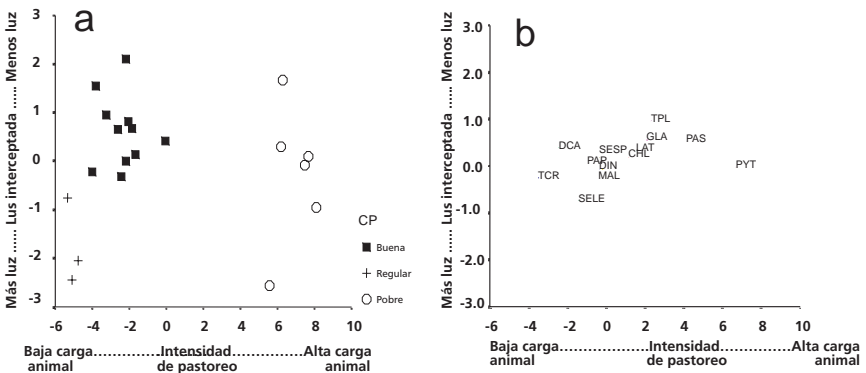


Figura 3. Unidad de Pastizal Planicie Sur-Sierras, sitio bajo: (a) análisis canónico de discriminantes de parcelas muestreadas; (b) ubicación de gramíneas en el espacio representado por los dos ejes canónicos. Referencias: ver texto. PYT = *Amphilophium cynachoides*

prueba de F fueron AMP ($p < 0.001$), DIN ($p < 0.0345$); PAS ($p < 0.0435$); TPL ($p < 0,0836$), SELA ($p < 0,0985$); TCR ($p < 0.12$); GLA ($p = 0.115$) y MAL ($p < 0,18$). La mayor magnitud de los coeficientes canónicos fue obtenida por AMP y PAS, seguidas por GLA y TPL. Las especies SELA, PAP y DIN presentaron las magnitudes menores, con signo negativo (Tabla 9). SELA, SESP, TPL y DIN poseen un peso importante en las funciones discriminatorias de la condición buena (Tabla 10).

Unidad de pastizal 'Planicie Ondulada'

Tabla 8. UP Planicie Sur-Sierras, sitio bajo: frecuencia media (ausencia-presencia) de especies por condición del pastizal. Abreviaturas en el texto, n = número de parcelas.

Especies	Condición del pastizal			Promedio general
	Pobre	Regular	Buena	
TPL	6,95	6,41	18,07	12,99
PAS	9,76	1,84	8,59	7,93
DIN	8,8	0,23	8,66	7,44
LAT	11,84	1,53	5,99	7,08
SELA	2,13	12,1	5,37	5,41
PAP	2,18	1,82	7,34	4,96
MAL	7,1	0	4,83	4,79
GLA	0,31	11,86	4,27	4,22
n	6	3	11	20

Especies	Condición del pastizal		
	Pobre	Regular	Buena
SELA	-0,12	0,82	1,10
SESP	-2,89	3,21	6,62
TPL	0,33	0,71	1,32
DIN	-0,52	0,27	0,80
PAS	-0,23	1,32	2,64
AMP	5,09	0,07	-1,32
LAT	0,64	-0,31	-0,71
CONSTANTE	-4.26	-344.29	-13.41

Tabla 9. UP Planicie Sur-Sierras, sitio bajo: contribución parcial de cada especie en los dos ejes del análisis canónico de discriminantes.

Especies	Eje 1	Eje 2
SELA	-1,44	-0,75
PAP	-0,90	0,07
DIN	-0,37	-0,06
SESP	-0,36	0,18
MAL	-0,24	-0,07
CHL	1,15	0,19
LAT	1,54	0,33
GLA	2,06	0,56
TPL	2,30	0,96
PAS	4,10	0,53
AMP	6,68	-0,02

Tabla 10. UP Planicie Sur-Sierras, sitio bajo: funciones discriminantes por condición del pastizal.

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

Sitio alto. Las especies más abundantes fueron SELA, SESP, GLA, TCR y PAP (Tabla 11). Las especies DCA ($p < 0,0001$), PAP ($p < 0,0024$), TPL ($p < 0,0081$) y TCR ($0,0131$) presentaron la mayor magnitud y significancia en los prueba de F. Las especies SELA y GLA son las más abundantes en la condición buena; SESP, PAP, TCR, TPL y DCA en la condición regular; y AMP y LAT en la condición pobre (Tabla 11).

Tabla 11. UP Planicie ondulada, sitio alto: frecuencia media (ausencia-presencia) de especies por condición del pastizal, Abreviaturas en el texto, n = número de parcelas.

Especies	Condición del pastizal			Promedio general
	Pobre	Regular	Buena	
SELA	16,44	11,15	27,48	18,32
GLA	11,17	5,15	23,43	13,23
SESP	7,98	16,32	5,21	8,68
PAP	2,51	11,97	5,38	4,8
TCR	1,54	16,16	1,97	4,09
AMP	6,98	0	0	4,07
LAT	5,65	0,85	0	3,44
TPL	0,93	7,67	3,41	2,67
DCA	0,21	9,38	1,01	1,94
n	7	2	3	12

Sitio media loma. El análisis discriminante separó de manera aceptable las condiciones regular y buena de la pobre ($D^2 = 253,65$, $p > 0,0001$ y $D^2 = 319,88$, $p > 0,0002$, respectivamente); pero la separación entre las condiciones regular y buena fue menor y marginalmente significativa ($D^2=28,81$; $p > 0,11$; Fig. 4a). Las parcelas en condición buena y regular se ubicaron en el extremo negativo del eje 1 del análisis canónico (Fig. 4a). Las especies más abundantes fueron PAP, LAT, SELA y DIN (Tabla 12). Las especies que presentaron la mayor magnitud en sus prueba de F fueron SELA ($p < 0,0001$), LAT ($p < 0,0001$) y PAP ($p < 0,0003$). Las especies PAS, AMP y PAP presentaron coeficientes canónicos con signo negativo, mientras que LAT, SELA y MAL con signo positivo (Tabla 13). Las especies PAP, PAS y AMP tuvieron el mayor peso en la función discriminante de la condición buena, mientras que LAT y MAL para la condición pobre (Tabla 14).

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

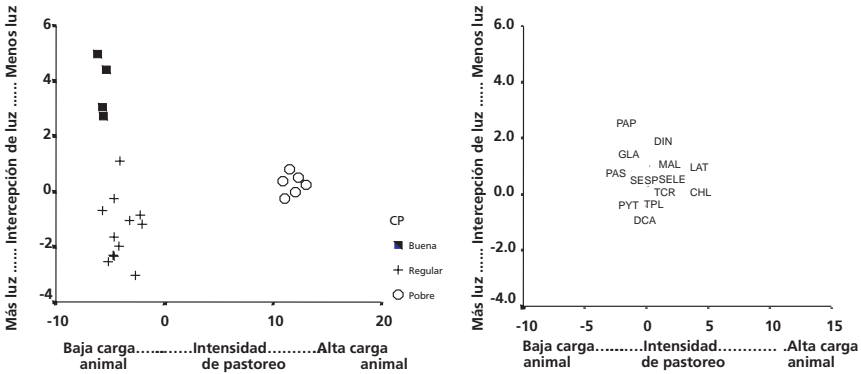


Figura 4. a) Ejes 1 y 2 del análisis canónico de discriminantes sobre la frecuencia de especies del sitio media loma de la unidad Guasayán, b) Localización de las especies en el espacio representado por los dos ejes canónicos. Referencias: ver texto. PYT = *Amphilophium cynachoides*

Tabla 12. UP Planicie ondulada, sitio media loma: frecuencia media (ausencia-presencia) de especies por condición del pastizal. Abreviaturas en el texto.

Especies	Condición del pastizal			Promedio general
	Pobre	Regular	Buena	
PAP	9,43	43,57	67,10	38,54
LAT	23,75	3,19	8,35	9,73
SELA	20,45	4,95	6,72	9,50
DIN	9,62	7,30	0,76	6,74
MAL	9,31	0,16	1,89	2,97
TPL	0,30	4,41	1,84	2,82
AMP	1,86	2,85	0,59	2,17
TCR	4,09	0,60	0,72	1,57
CHL	4,31	0,12	0,00	1,24
PAS	0,00	0,37	4,81	1,08
N	6	12	4	22

Tabla 13. UP Planicie ondulada, sitio media loma: contribución media de cada especie en los dos ejes del análisis canónico de discriminantes.

Especies	Eje 1	Eje 2
PAS	-1,87	0,71
AMP	-0,58	0,39
PAP	-0,49	2,46
TPL	-0,11	-0,41
TCR	0,08	0,27
DIN	0,23	1,01
CHL	0,76	0,33
MAL	1,10	0,61
SELA	1,21	0,56
LAT	1,78	0,52

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

Tabla 14. UP Planicie ondulada, sitio media loma: funciones discriminantes por condición del pastizal,

Especies	Condición del pastizal		
	Pobre	Regular	Buena
SELA	5,77	2,01	2,25
CHL	5,11	1,04	1,01
DIN	2,71	2,21	2,72
PAP	1,29	1,65	2,31
PAS	-9,15	2,99	6,25
AMP	0,96	3,53	4,66
LAT	6,58	1,03	0,83
MAL	2,70	0,13	0,05
Constante	-180,28	-57,93	-109,11

Tabla 15. UP Planicie Ondulada, sitio bajo: frecuencia media (ausencia-presencia) de especies por condición del pastizal. Abreviaturas en el texto.

Especies	Condición del pastizal			Promedio general
	Pobre	Regular	Buena	
PAP	19,55	12,69	30,99	21,08
TPL	9,81	11,88	14,09	11,93
SELA	16,96	10,94	3,21	10,37
DIN	10,33	2,8	2,95	5,36
LAT	2,93	0	3,63	2,19
PAS	0,18	1,63	3,25	1,68
n	4	4	4	12

Sitio bajo. Las especies más abundantes fueron PAP, TPL, SELA y DIN (Tabla 15). Ninguna especie obtuvo una magnitud significativa en la prueba de F. PAP, TPL y PAS fueron abundantes en la condición buena, mientras que DIN y SELA en la condición pobre (Tabla 15).

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

La mayor oferta de biomasa aérea y forraje de herbáceas se observó en los sitios bajos (3000-5000 kg/ MS/ha⁻¹) con el respecto a los sitios altos (1000-2000 kg/ MS/ha⁻¹) en buena condición en las dos unidades de pastizal, disminuyendo a medida que la condición del pastizal empeoró a 100-1000 kg/ MS/ha⁻¹, respectivamente (Kunst *et al.*, 2006). De manera paralela, aumenta la cobertura de leñosas y disminuye la accesibilidad debido a la presencia de arbustos en todos los sitios (Kunst *et al.*, 2006).

DISCUSIÓN

A pesar de la diferenciación entre sitios y condición del pastizal, las especies de gramíneas con frecuencia relativa superior al umbral de 3-5% de frecuencia fueron casi siempre las mismas. Las gramíneas *Elionorus muticus*, *Heteropogon contortus*, *Schizachirium spp*, *Botriochloa spp* y leguminosas herbáceas (Ej. *Desmanthus virgatus*), especies características de sabanas y parques del Chaco semiárido (Kunst, Pérez, Perotti, Giorgis y Apestegui, 1998; Kunst *et al.*, 2003) se observaron en la zona de estudio, pero su frecuencia relativa fue inferior al umbral de 5% por lo que no fueron incluidas en este análisis. Las gramíneas eran abundantes en épocas pasadas en la zona (Sarmiento, 1968; Zuccardi y Fadda 1971). Esta disminución en la frecuencia de algunas especies y comunidades vegetales se atribuye al sobrepastoreo y al exceso de uso en el fuego. Se observa por otra parte que la frecuencia relativa promedio de las distintas especies de gramíneas posee menor magnitud en los sitios alto y media loma. Este hecho se atribuye al aumento de cobertura de leñosas, tanto arbóreas como arbustivas.

El resultado del análisis discriminante aplicado al sitio alto de la unidad de pastizal 'Planicie Sur-Sierras' sugiere que la composición botánica de las tres condiciones del pastizal fue significativamente diferente. De acuerdo con la frecuencia de las especies en las distintas condiciones y a los análisis estadísticos, DIN, TPL y SELA serían indicadoras de condición buena-regular; GLA y SESP de condición regular; LAT y TCR de condición regular-pobre, mientras que DCA y AMP de condición pobre. En el sitio media loma de la misma unidad de pastizal, las diferencias en composición botánica son inexistentes. Sin embargo, los resultados sugieren que DIN, PAP, TPL, PAS y GLA indican condición buena-regular; SELA, CHL y DCA condición regular; LAT y SESP condición regular-pobre; y MAL, AMP

52 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

condición pobre. Para el sitio bajo, solo se diferenció de manera significativa la composición botánica entre la condición buena-regular y la pobre. La especie PAP sería indicadora de condición buena a regular, TPL y SELA de condición regular; GLA, LAT y MAL indicarían de condición regular a pobre, y AMP condición regular. La alta frecuencia de de TCR en la condición pobre y distribución dual de PAS, DIN y LAT podría explicarse por su preferencia animal.

Para el sitio alto de la unidad de pastizal 'Planicie ondulada' se consideró que GLA; SELA, SESP, TCR y PAP serían indicadoras de condición buena a regular; y AMP y LAT serían indicadoras de condición pobre. En el sitio media loma, la composición botánica de las condiciones regular y buena fue considerada similar, pero la composición botánica entre estas últimas condiciones del pastizal y la pobre fue significativa. De acuerdo con los resultados obtenidos, las especies PAP y PAS indicarían condición buena, mientras que SELA, LAT y MAL condición pobre. En el sitio bajo, PAP y TPL serían indicadoras de condición buena, mientras que SELA y DIN de condición pobre.

SELA (*Setaria lachnea*), fue la gramínea más frecuente en al área de estudio. Es una especie cespitosa, altura 1 -1,20 m en su plenitud (Burkart, 1969). Su presencia en bosques y arbustales es informada por Bordón (1981), Anderson (1982), Kunst, Dalla Tea, Pérez y Renolfi (1987). Posee buena preferencia animal, digestibilidad y contenido de proteína aceptables, pero no difiere bien (Díaz, 1965; Bordón, 1981; Kunst, 1982). En general, se la observó en abundancia en las condiciones regular a buena del pastizal de los sitios alto y media loma en las dos unidades de pastizal. Por su adaptación a condiciones de 'media luz' y sus características agronómicas regulares sugiere condición buena del sitio alto, pero regular a mala en el sitio bajo.

TPL (*Trichloris pluriflora*) fue también muy abundante en la zona. Es una especie erecta, de pocos macollos y cañas robustas (Burkart, 1969). Es abundante en el 'pastizal de los quemados', áreas con alta disponibilidad de luz solar por la falta de dosel arbóreo y arbustivo (Morello y Saravia Toledo, 1959; Bordón, 1981). La preferencia de la especie por los bovinos es alta, posee aceptable digestibilidad, calidad y buena oferta de forraje (Díaz, 1965; Anderson, 1980; Kunst, 1982; Kunst *et al.*, 1986, 1987, 1995). Por ello se la considera indicadora de condición buena del pastizal en los sitios alto y media loma.

PAP (*Pappophorum pappipherum*) es una especie erecta, robusta, con pocas cañas y altura 1-1,30 m (Burkart, 1969). Esta especie fue muy abundante en la unidad de pastizal 'Planicie ondulada', en la condición buena a regular de los sitios media loma y bajo, sectores con luz solar plena. Su alta frecuencia relativa promedio (~ 30%) se atribuye a su adaptación a la textura gruesa de los suelos de esa unidad del pastizal (Kunst *et al.*, (2006)). Posee, sin embargo, preferencia mediana a baja por el bovino (Anderson, 1982; Bordón, 1981). Debido a estas características, se la considera indicadora de condición regular-buena de los sitios media loma y bajo de la unidad de pastizal 'Planicie ondulada'.

GLA (*Gouinia latifolia*) es especie erecta, alta, de cañas fuertes. Adámoli, Neumann, Colina y Morello (1972) la citan como abundante en el 'pastizal de los quemados'. En el área de estudio es frecuente en los sitios alto y media loma en condición buena a regular. Posee alta preferencia animal (Morello y Saravia Toledo, 1959; Bordón, 1974), pero utilitariamente se la considera regular debido a su baja relación hoja/tallo (Díaz, 1964, 1972). Se la considera indicadora de condición regular a buena de los sitios alto y media loma en las dos unidades de pastizal.

Dentro del grupo LAT (Latifoliadas varias) se incluyeron una serie de especies de hoja ancha cuyo reconocimiento era imposible en condiciones de campo. Fueron frecuentes en las condiciones regular a pobre de todos los sitios, confirmando que son abundantes en las etapas iniciales de la sucesión vegetal luego de un disturbio en la región chaqueña. Por ello se las considera indicadoras de las condición regular a pobre de todos los sitios.

DIN (*Digitaria insularis*) es una especie alta, cespitosa con rizomas cortos y abultados (Burkart, 1969). Fue abundante en los tres sitios de pastizal, en las condiciones regular a buena. Posee buena preferencia animal solo cuando está seca, es decir cuando la planta está en receso (Kunst, 1982). Por ello se la considera indicadora de condición regular.

AMP (*Amphilophium sp.*) es una trepadora leñosa nativa. En la zona de estudio fue abundante en la condición pobre en la mayoría de los sitios de pastizal.

TCR (*Trichloris crinita*) posee hábito cespitoso, erecto y su altura no excede los 0,80 m en su plenitud (Burkart, 1969). Fue abundante en las condiciones pobre a regular de los sitios alto y media loma, indicando una adaptación de la especie a la 'media sombra', con problemas de

54 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

accesibilidad (Kunst *et al.*, 1995). Esta preferencia por lugares sombreados es confirmada por Ragonese (1951). Posee digestibilidad aceptable y una alta-muy alta preferencia animal, pero su calidad es baja (Ragonese, 1951; Díaz, 1965; Anderson, 1982). Su abundancia en la condición pobre-regular se atribuye a que allí se encontraría protegida de la búsqueda de los animales. Por ello es que la considera indicadora de condición buena del sitio alto.

DCA (*Digitaria californica*) es una especie cespitosa, con rizomas cortos, de altura 0,20-0,80 m (Burkart, 1969). Es abundante en arbustales y bosques (Kunst *et al.*, 1987;). Posee alta preferencia animal (Anderson, 1982; Brizuela, Ferrando y Blanco, 2003). Su comportamiento en este estudio es similar a la especie anterior.

Dentro de SESP (*Setaria spp.*) se incluyeron especies del género *Setaria* cuya identificación en el campo es imposible (*Setaria fiebrigii*, *Setaria leucopila*). Son de baja altura y hábito cespitoso, frecuentes en la condición regular-pobre del pastizal.

CHL (*Chloris ciliata*) es una especie cespitosa, con macollos comprimidos, en mata densa, altura hasta 0,50 m (Burkart, 1969). Es una especie muy preferida por los vacunos (Kunst *et al.*, 2006).

Dentro del término PAS se engloban especies del género *Paspalum*, entre ellas las especies *unispicatum* y *chacoensis*, consideradas buenas forrajeras (Burkart, 1969). Fueron abundantes en las dos unidades de pastizal, en las condiciones regular a buena en los sitios con buena disponibilidad de luz solar.

Existió una asociación directa entre la condición del pastizal (~composición botánica) y la oferta de biomasa y forraje, es decir, en la receptividad. Este resultado es similar al obtenido en otras áreas del país y del mundo (Willis y Trollope 1987; Tiedemann, Beck y Ecret, 1991; Blanco, Ferrando, Oriente, Recalde, Biurrún y Berone, 2003) y permite la aplicación de esta información en el manejo del campo natural del sudeste de Santiago del Estero.

CONCLUSIONES

A pesar de la pérdida de diversidad causada por el manejo irracional, que tiende a homogeneizar la vegetación y causar pérdida de diversidad, fue posible identificar especies indicadoras de condición del pastizal en el

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

área de estudio. En la región chaqueña, la condición del campo natural está relacionada con la oferta de forraje, la accesibilidad y la cobertura de leñosas. A modo de resumen del estudio, se presenta en las Figs. 6 y 7 un esquema adonde se identifican, para cada unidad y sitio de pastizal, las distintas especies indicadoras. La información generada debe interpretarse de una manera general, no rígida, representando un gradiente de manejo del pastoreo entre la condición buena y la pobre.



Figura 6. Unidad de pastizal Planicie Sur-Sierras, sudoeste de Santiago del Estero: especies indicadoras de condición del campo natural para tres sitios de pastizal.

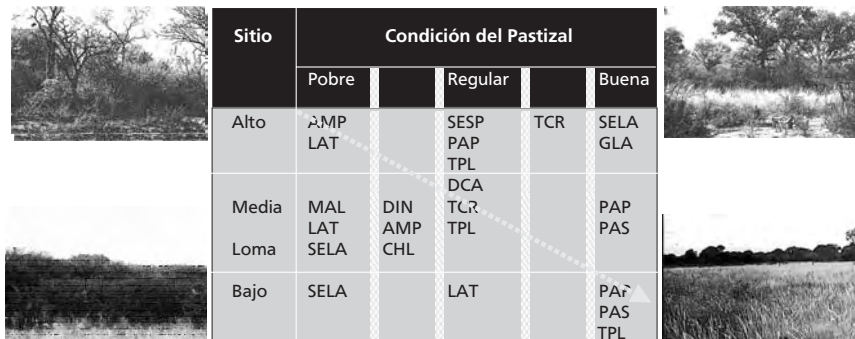


Figura 7. Unidad de pastizal Planicie ondulada, sudoeste de Santiago del Estero: especies indicadoras de condición del campo natural para tres sitios de pastizal.

56 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

BIBLIOGRAFÍA

- ADÁMOLI, J., NEUMANN, R., COLINA, A., MORELLO, J. 1972. El Chaco aluvional salteño. INTA, Revista de Investigaciones Agropecuarias Serie 3: 165-237.
- ANDERSON, D. 1982. Apuntes 2do. Curso de Manejo de pasturas naturales. INTA, EEA Villa Mercedes, San Luis.
- ANDERSON, D., DEL AGUILA, J., MARCHI, A., VERA, J. C., ORIONTE, E., BERNARDÓN, A. 1980. Manejo racional de un campo en la región árida de Los Llanos de La Rioja. INTA, Bs. As.
- ANDERSON, D., ORIONTE, E., VERA, J., NAMUR, P. 1977. Utilización invernal de gramíneas estivales en un establecimiento ganadero de Los Llanos de la Rioja. IDIA Sup. 35 321-329.
- BAILEY, R. 1996. Ecosystem geography. Springer-Verlag, Berlin.
- BIANCHI, A., YAÑEZ, C. 1992. Las precipitaciones en el noroeste argentino (2da edición). INTA EEA Salta.
- BLANCO, L., FERRANDO, C., ORIONTE, E., RECALDE, D., BIURRUN, F., BERONE, G. 2003. Composición botánica y producción forrajera en cuatro sitios de los Llanos de La Rioja. Rev. Argentina de Producción Animal 24: (supl. 1) 111-113.
- BOLETTA, P. 1988. Clima. En: Desmonte y habilitación de tierras en la Región Chaqueña Semiárida. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, pp 7-19.
- BONHAM, C. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. J. Wiley & Sons, New York.
- BORDON, A. 1974. Observaciones no sistemáticas sobre forrajeras: géneros desde A hasta la E., Departamento de Producción Animal, Doc. N° 935, INTA EERA Sáenz Peña (Inédito).
- BORDÓN, A. 1981. Recursos Naturales del Chaco árido y semárido: aprovechamiento forrajero de especies leñosas y herbáceas. Departamento de Producción Animal Doc. N° 1218. INTA EERA Sáenz Peña (Inédito). EERA Sáenz Peña (Inédito).
- BORDÓN, A. 1983. Comentarios e ideogramas sobre la vegetación de la Pcia. del Chaco emergentes de una muestra de descripciones de vegetación en relación a series de suelo. Bol. No 86, INTA EERA Saénz Peña.
- BRAGADÍN, E. 1959. Las pasturas en la región de los Llanos (Provincia de La Rioja). Revista Agronómica del Noroeste Argentino 3: 289-334.
- BRISKE, D.; FUHLENDORF, S., SMEINS, F. 2005. State-and-transition models: thresholds, and rangeland health: a synthesis of ecological concepts and perspectives. Rangeland Ecology and Management 58: 1-10.
- BRIZUELA, E.; FERRANDO, C.; BLANCO, L. 2003. Distribución vertical de hojas y la relación hoja-tallo en *Digitaria californica* (Benth) Henr. diferida. Rev. Argentina

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

de Producción Animal, 24: (supl. 1) 121-122.

BURKART, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina): Parte II: Gramíneas. INTA, Colección Científica, Tomo VI, parte II, Buenos Aires, 551 p.

CLARKE, K.; WARWICK, R. 1994. Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. Natural Env. Res. Council, UK. 144 p.

DANCKWERTS, J., TEAGUE, W. 1989. Veld management in the Eastern Cape. Pasture Research Section, Stutterheim, Southern Africa.

DÍAZ, H. 1963. Valor forrajero de la vegetación natural de las zonas ganaderas del Dpto. Graneros, Tucumán. Memoria de las Jornadas Forrajeras del Noroeste Argentino. Estación Experimental Agrícola de Tucumán, Publicación Miscelánea 12:

DÍAZ, H. 1965a. Las pasturas naturales en la zona del Bachi (Dpto. Burruyacu, Tucumán). Revista Industrial y Agrícola de Tucumán 43:

DÍAZ, H. 1965b. Valor forrajero de las pasturas naturales de la zona de Rodeo Grande, Tucumán. Revista Agronómica del Noroeste Argentino 4:

DÍAZ, H., BRAGADÍN, E. 1965. Las zonas ganaderas de la Provincia de Tucumán. Estación Experimental Agrícola de Tucumán, Boletín 98.

DIXON, W. (editor) 1992 BMDP Statistical Software Manual Release 7

FORAN, B., BASTIN, G., SHAW, K. 1986 Range assessment and monitoring in arid lands: the use of classification and ordination in range survey. Journal of Environmental Management 22: 67-84.

FRIEDEL, M. 1988. The development of veld assessment in the northern Transvaal II: Mixed bushveld. Journal of the Grassland Society of Southern Africa 5: 55-63.

FRIEDEL, M., BASTIN, G., GRIFFIN, G. 1988. Range assessment and monitoring in arid lands: the derivation of functional groups to simplify vegetation data. Journal of Environmental Management 27: 85-97.

FRIEDEL, M., BLACKMORE, A. 1988. The development of veld assessment in the northern Transvaal: I. Red Turfveld. Journal of the Grassland Society of Southern Africa 5: 20-37.

FUMAGALLI, A., KUNST, C., PÉREZ, H. 1997. Intensificación de la producción de carne en el NOA. p. 53-61. En: J. Carrozzino, D. Rearte (Eds.) Memoria del 1er. Congreso Nacional de Producción Intensiva de Carne. INTA - Forum Arg. de Forrajes. Buenos Aires. 261 p.

GASTÓ, J., COSIO, F., PANARIO, D. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos, Santiago, Chile.

GIBSON, R.; BOSCH, O. 1996. Indicator species for the interpretation of vegetation condition on the St. Bathans Area, Central Otago, New Zealand. New Zealand Journal of Ecology 20: 163-172.

58 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

- INSTITUTO DE BOTÁNICA DARWINION. 2007. Catálogo de Plantas Vasculares de la República Argentina. [www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina]
- JOHNSON, R., WICHERN, D. 1988. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- KASHIAN, D., BARNES, B., WALKER, W. 2003. Ecological species groups of landform-level ecosystems dominated by jack pine in northern Lower Michigan, USA. *Plan02t Ecology* 166: 75-91.
- KLIJN, F., UDO DE HAES, A. 1994. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. *Landscape Ecology* 9: 89-104.
- KUNST C., BRAVO, S., MOSCOVICH, F., HERRERA, J., GODOY, J., VÉLEZ, S. 2003. Fecha de aplicación de fuego y diversidad de herbáceas en una sabana de *Elionorus muticus* (Spreng) O. Kuntze (aibe). *Rev. Chilena de Historia Natural* 76: 105-115
- KUNST C., PÉREZ, H., PEROTTI, M., GIORGIS, R., APESTEGUI, J. 1998. Intensificación de la producción ganadera en el sudeste de la Pcia. de Sgo. del Estero: II. Análisis de la oferta de forraje del campo natural. p. 64. *Memorias I Congreso Nac. Prof. Cambio Rural, SAGPyA*, Buenos Aires, 343 p.
- KUNST, C. 1982. Descripción, ecología, valor nutritivo, calidad y valor forrajero de algunas gramíneas del campo natural de la Provincia de Santiago del Estero. *Recopilación bibliográfica*. INTA EERA Famaillá.
- KUNST, C., DALLA TEA, F., PÉREZ, H., RENOLFI, R. 1987. Vegetación natural y oferta de biomasa herbácea del sitio «Valle fluvial actual del Río Dulce», región chaqueña occidental, Sgo. del Estero. *Revista Argentina de Producción Animal* 7: 163-179.
- KUNST, C., MONTI, E., PÉREZ, H., GODOY, J. 2006. Assessment of the rangelands of southwestern Santiago del Estero, Argentina for grazing management and research. *Journal of Environmental Management* 80: 248-265.
- KUNST, C., RENOLFI, R., PÉREZ H., DALLA TEA, F. 1986. Clasificación de gramíneas de bosques y arbustales de la región chaqueña occidental por sus caracteres ecológicos y productivos. *Revista Argentina de Producción Animal* 6, Sup. 1: 6.
- KUNST, C., RENOLFI, R., PÉREZ H., DALLA TEA, F. 1995. Preferencia de bovinos por gramíneas nativas de bosques y arbustales de la región chaqueña occidental. *Revista Argentina de Producción Animal* 15: 110-113.
- LACROZE, T. 1999. Suplementación sobre pastizales naturales manejados bajo pastoreo racional. p. 51-78, en: Chiossone, G.: *Memorias de 4ª Jornada Regional de Manejo de Pastizales Naturales*, INTA AER San Cristóbal, Santa Fe.
- LANDI, M. 1999. Pastizales naturales: inventario de los recursos y sistemas de pastoreo. p 43-50, en: Chiossone, G., *Memorias de 4ª Jornada Regional de Manejo de Pastizales Naturales*, INTA AER San Cristóbal, Santa Fe.
- LOPEZ DE CASENAVE, J., PELOTTO, J., PROTOMASTRO, J. 1995. Edge-interior

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

- differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *Forest Ecology and Management* 72: 61-69.
- MAUCHAMP, A., RAMBAL S., LEPART, J. 1994. Simulating the dynamics of a vegetation mosaic. *Ecological Modelling* 71: 107-130.
- MINCHIN, P. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio* 69: 89-107.
- MORELLO, J., SARAVIA TOLEDO, C. 1959. El bosque chaqueño I y II. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 3: 5-81/209-258.
- MYSTER, R. 2001. Mechanisms of plant response to gradient and after disturbances. *The Botanical Review* 67: 441-452.
- O'CONNOR, T., HAINES, L., SNYMAN, A. 2001. Influence of precipitation and species composition on phytomass of a semiarid African grassland. *Journal of Ecology* 89: 850-860.
- PEÑA ZUBIATE, C., SALAZAR, J., SCOPPA, C., MUSTO, J. 1978. Carta de suelos de los Departamentos Belgrano y General Taboada, Santiago del Estero. INTA, Buenos Aires.
- PIEPER R., BECK, R. 1990. Range condition analysis: modifications to meet multiple use objectives. *Journal of Range Management* 43: 550-552.
- PYKE, D., HERRICK, J., SHAVER, P., PELLANT, M. 2003. What is the standard for rangeland health assessments?. *Proc. VII International Rangeland Congress* 764-766.
- RAGONESE, A. 1951. La vegetación de las Salinas Grandes. INTA, *Revista de Investigaciones Agrícolas* 5: 3-232.
- SARMIENTO, G. 1963. Las comunidades vegetales del Chaco semiárido santiagueño. Tesis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- SAS (1998) Release 6.12 Edition. SAS Institute Inc. Cary, N. C.
- SCHMIDT, A. THERON, G., van HOVEN, W. 1994. A gradient analysis and selection of key ecological species for veld management in a degraded environment near Vila Nova, northwestern Transvaal, South Africa. *South Africa Journal of Botany* 35: 684-689.
- STUART-HILL, G., HOBSON, F. 1991. An alternative approach to veld condition assessment in the grassveld region of South Africa. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa* 8: 179-185.
- TEAGUE, W., SMIT, G. 1992. Relations between woody and herbaceous components and the effects of bush clearing in southern African savannas. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*. 9: 60-71.
- TIEDEMAN J., BECK, B., ECRET, R. V. 1991. Dependence of standing crop on range condition rating in New Mexico. *Journal of Range Management* 44: 602-605.
- TOTHILL, J., HARGREAVES, J., JONES, R. 1978. BOTANAL. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I.

60 Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste...

RIA, 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.

Field sampling. CSIRO, Australian Div. Trop. Crops and Pastures. Brisbane, Queensland, Trop. Argon. Tech Mem. 8.

URESK, D. 1990. Using multivariate techniques to quantitatively estimate ecological stas in mixed grass prairie. *Journal of Range Management* 43: 282-285.

WILLIS, M., TROLLOPE, W. 1987. Use of key grass species for assessing veld condition in the eastern Cape. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa* 4: 113-115.

WILSON A., TUPPER, G. 1982. Concepts and factors applicable to the measurement of range condition. *Journal of Range Management* 35: 684-698.

ZUCCARDI, R., FADDA, G. 1971. Los suelos del área de Guasayán, Santiago del Estero. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 9: 273-305.

Recibido en febrero de 2006 y aprobado en abril de 2007.