

RECUPERACIÓN VEGETAL EN AMBIENTES ÁRIDOS: USO DE CERRAMIENTOS EN ECOSISTEMAS DEGRADADOS DE LA CUENCA SALINAS GRANDES, ARGENTINA

VEGETATION RECOVERY IN ARID ENVIRONMENTS: USE OF ENCLOSURES IN DEGRADED ECOSYSTEMS IN THE SALINAS GRANDES BASIN, ARGENTINA

Ana Marina del Carmen Contreras^{*}; Rubén Omar Coirini;
Ricardo Miguel Zapata; Marcos Sebastián Karlin

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
CC.509 5000 Córdoba, Argentina
Correo-e: anitamarinac@gmail.com

RESUMEN

Salinas Grandes es una cuenca endorreica con diferentes ambientes, definidos por el suelo, la salinidad y la topografía, vinculados a la dinámica hídrica y eólica. La actividad productiva principal es la cría de ganado en forma extensiva; por realizarla inadecuadamente se generó una degradación asociada a pérdidas de productividad y biodiversidad. Por tal situación, se evaluaron la dinámica de recuperación vegetal y el incremento de la producción forrajera, al considerar la instalación de cerramientos en dos ambientes diferentes de la cuenca. El área de estudio se ubica en la zona árida del centro norte de Argentina. En los ambientes Zona baja (187 msnm) y Zona alta (192 msnm) de la cuenca se consideraron áreas con alambrado perimetral (cerramientos), así como el área circundante (testigo). Las variables en estudio fueron diversidad florística, cobertura vegetal y producción forrajera. Para ello se usaron, durante dos épocas del año los métodos Point Quadrat modificado y Braun Blanquet. Al término de tres años se produjeron incrementos de diversidad florística ($\Delta H = +0.8$; $+3.03$), cobertura vegetal ($\Delta\% = +4.83$; $+13.55$) y producción forrajera ($\Delta\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ MS} = +23.84$; $+35.4$) en los ambientes Zona baja y Zona alta. La técnica de cerramiento fue eficiente en el proceso de recuperación de la vegetación.

PALABRAS CLAVE:

Chaco árido, productividad, biodiversidad, sobrepastoreo.

ABSTRACT

Salinas Grandes is an endorheic basin with different environments, defined by soil, salinity and topography, and related to water and wind dynamics. The main productive activity is extensive livestock raising, which has been undertaken poorly and thus generated degradation associated with loss of productivity and biodiversity. Therefore, the aim of this study was to assess the dynamics of vegetation recovery and changes in forage yield by fencing off areas with wire (enclosures) and leaving adjacent areas open (control), both in Lowland (187 masl) and Highland (192 masl) environments within the basin. The study area is located in the north-central region of Argentina. We determined the floristic diversity, plant cover and forage production by using the Point Quadrat and modified Braun Blanquet methods in the dry and rainy seasons. After three years, increases in floristic diversity ($\Delta H = +0.8$; $+3.03$), plant cover ($\Delta\% = +4.83$; $+13.55$) and forage yield ($\Delta\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ DM (dry matter)} = +23.84$, $+35.4$) were observed for the Lowland and Highland zones, respectively. The enclosure technique was efficient for the vegetation recovery process.

KEYWORDS: Arid Chaco, productivity, biodiversity, overgrazing.



Recibido: 26 de junio, 2012
Aceptado: 8 de mayo, 2013
<http://www.chapingo.mx/revistas>
doi: 10.5154/r.rchsza.2012.05.005

INTRODUCCIÓN

Las regiones áridas, semiáridas y salinas son consideradas, a escala mundial, zonas marginales desde el punto de vista de la producción agropecuaria. En Argentina, las zonas áridas y semiáridas presentan marcados procesos de desertificación y ocupan tres cuartas partes de su superficie total, con 2,700,000 km², donde se asienta cerca del 30 % de la población total del país (PAN, 2004). En la cuenca endorreica Salinas Grandes, la vegetación presenta cambios en cuanto a fisonomía y composición florística entre el borde del bolsón salino y la salina central, en concordancia con un gradiente positivo del contenido de sal del suelo (Cabido *et al.*, 1992). Dadas las limitantes climáticas y edáficas, este ecosistema es muy susceptible a la degradación, con la consiguiente pérdida de productividad y biodiversidad, si no se realiza un manejo adecuado. En la región, la tala indiscriminada del recurso forestal y el sobrepastoreo han conllevado a procesos severos de degradación ambiental (Santa Cruz *et al.*, 1998). Esto, sumado a las diferencias existentes entre clases texturales de suelo y la topografía en estrecho vínculo con la dinámica hídrica y eólica, ha determinado la presencia de diferentes ambientes y sub-ambientes, los cuales se encuentran distribuidos a manera de parches (Ruiz Posse *et al.*, 2007).

La actividad productiva principal de los habitantes de la cuenca Salinas Grandes es la cría de ganado caprino y vacuno en forma extensiva. Esta producción es realizada por familias de pequeños productores en grandes superficies de uso común, mediante manejo tradicional, que permiten al ganado alimentarse sin control en cualquier superficie.

Está probado que excluir temporalmente al ganado y aplicar otras pautas de manejo puede estimular la restauración de los componentes naturales (Terán, 1995). En el presente trabajo se evaluaron la dinámica de recuperación vegetal y el incremento de la producción forrajera, generados a partir de la instalación de cerramientos en dos ambientes diferentes de la cuenca. Nosotros consideramos el supuesto de que cada uno de esos ambientes y sub-ambientes presenta una oferta de recursos naturales diferente en espacio y tiempo, lo que genera una fuerte interrelación desde el punto de vista productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro de la Región del Chaco, la cuenca Salinas Grandes comprende una superficie localizada en las cercanías de 26° 30' y 30° 40' de latitud sur y 63° 15' y 65° 25' de longitud oeste (Figura 1), compartida por las provincias de Córdoba, Catamarca, Santiago del Estero y La Rioja. Es una zona de confluencia de las subregiones fitogeográficas Chaco Árido, Chaco Semiárido y Chaco Serrano. Por lo tanto, comprende un área de transición con presencia de especies propias. Desde el centro de la cuenca hacia el borde de las sierras de Ancasti se pueden observar dos grandes ambientes con sub-

INTRODUCTION

Globally, arid, semi-arid and saline regions are considered marginal areas from the point of view of agricultural production. In Argentina, arid and semi-arid areas show marked desertification processes and occupy three-quarters of its total area, with 2,700,000 km², where about 30 % of the country's total population lives (PAN, 2004). In the Salinas Grandes endorheic basin, the vegetation presents changes in terms of physiognomy and floristic composition between the edge of the saline bolson and the central salina, consistent with a positive gradient of the soil salt content (Cabido *et al.*, 1992). Given the climatic and edaphic constraints, this ecosystem is highly susceptible to degradation, with consequent loss of productivity and biodiversity, if proper management is not performed. In the region, indiscriminate logging and overgrazing have led to severe environmental degradation processes (Santa Cruz *et al.*, 1998). The foregoing, coupled with the differences between soil textural classes and topography in close association with the water and wind dynamics, has resulted in the presence of different environments and sub-environments, which are distributed in the form of patches (Ruiz Posse *et al.*, 2007).

The main productive activity of the inhabitants of the Salinas Grandes basin is extensive goat and cattle raising. This production is done by small farmers in large areas of common use, by traditional management, which allows uncontrolled livestock feeding in every area.

It is a proven fact that temporarily excluding livestock and implementing other management guidelines can stimulate the restoration of natural components (Terán, 1995). This study evaluated the dynamics of vegetation recovery and the increase in forage production generated by fencing off areas (enclosures) in two different basin environments. We hold to the assumption that each of these environments and sub-environments presents a supply of different natural resources in space and time, which generates a strong inter-relationship from the standpoint of production.

MATERIALS AND METHODS

Within the Chaco Region, the Salinas Grandes basin covers an area between 26° 30' and 30° 40' south latitude and 63° 15' and 65° 25' west longitude (Figure 1), shared by the provinces of Córdoba, Catamarca, Santiago del Estero and La Rioja. It is a confluence area where the phytogeographic sub-regions of Arid Chaco, Semi-arid Chaco and Mountain Chaco merge together. It is, therefore, a transition area with the presence of its own species. From the center of the basin to the edge of the Sierras de Ancasti, there are two large environments with associated sub-environments: the Lowlands and its sub-environments, 'Salinas' (more properly known as 'Vegetated Salinas'), 'Vegetated Floodplains' and 'Salt Affected Forests,' and the Highlands with the sub-environments 'Slightly Salt Affected Forest,' 'Typical Arid



FIGURA 1. Ubicación general y detalle de la cuenca Salinas Grandes.
FIGURE 1. General and specific location of the Salinas Grandes basin.

ambientes asociados: las Zonas Bajas y sus sub-ambientes, 'Salino' propiamente dicho, 'Salino vegetado', 'Bajo bueno vegetado' y 'Monte con influencia salina', así como las Zonas Altas con los sub-ambientes 'Monte con escasa influencia salina', 'Chaco árido típico', 'Duna' o 'Bordo', 'Barreal' y 'Área peridoméstica' (Karlin *et al.*, 2010).

La región presenta un clima continental, mesotérmico, árido con inviernos secos. La oscilación térmica es grande. El promedio de precipitación anual varía entre 300 mm y 490 mm. El periodo más lluvioso es noviembre-marzo, mientras que los meses más secos son junio, julio y agosto. La evapotranspiración potencial anual es de 950 mm, pero se produce un déficit hídrico durante todo el año. La temperatura media anual es de 20.5 °C, con máxima y mínima absolutas de 42 °C y -6 °C, respectivamente. Las heladas ocurren entre abril y septiembre, aunque son de frecuencia baja (Dargám, 1995).

Ubicación de las áreas de estudio y muestreo

El área de estudio comprende dos de los sub-ambientes descritos por Ruiz Posse *et al.* (2007) y Karlin *et al.* (2010): 'Bajo bueno' en la Zona baja y 'Monte con escasa influencia salina' en la Zona alta, donde se encuentran asentadas dos comunidades rurales.

El área de muestreo del sub-ambiente 'Bajo bueno' se encuentra en la comunidad Palo Santo (29° 53' 27" S y 65° 17' 28" O) (Figura 2). El material originario de este sub-ambiente está

Chaco, 'Dunes', 'Mudflats', and 'Peridomestic Areas' (Karlin *et al.*, 2010).

The region has a continental, mesothermal, arid climate with dry winters. The temperature variation is large. Average annual rainfall varies between 300-490 mm. The rainiest period is from November to March, while the driest months are June, July and August. The annual potential evapotranspiration is 950 mm, but there is a water deficit throughout the year. The mean annual temperature is 20.5 °C, with absolute maximum and minimum temperatures of 42 °C and -6 °C, respectively. Frosts occur between April and September, although infrequently (Dargám, 1995).

Location of the study area and sampling plots

The study area comprises two of the sub-environments described by Ruiz Posse *et al.* (2007) and Karlin *et al.* (2010): 'Vegetated Floodplains' in the Lowlands and 'Slightly Saline Affected Forest' in the Highland Zone, where two rural communities are located.

The sampling area of the 'Vegetated Floodplains' sub-environment is within the Palo Santo community (29° 53' 27" S and 65° 17' 28" W) (Figure 2). The parental materials comprising this sub-environment are formed by wind sediment on the surface and alluvial sediments below. It presents soluble salts and is flooded with low frequency; it also presents a layer of sand on the surface. Electrical conductivity (1:1) varies between 15 and 30 dS·m⁻¹. In the sampled soil layer



FIGURA 2. Ubicación de las áreas de muestreo. Imagen obtenida por el satélite Landsat 5 TM. Fuente: SIG-250 IGM.

FIGURE 2. Location of the sampling areas. Image obtained by the Landsat 5 TM satellite. Source: SIG-250 IGM.

formado por sedimentos eólicos en la superficie y fluviales en la profundidad, presenta sales solubles y es poco inundable, con una capa arenosa en la superficie. La conductividad eléctrica (1:1) varía entre 15 y 30 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. En el estrato edáfico de 0-20 cm de profundidad, los valores de pH varían entre 7.36 (ligeramente alcalino, según Arens y Etchevhere, 1966), durante la época húmeda, y 7.17 (muy ligeramente alcalino), durante la época seca. Las especies vegetales características de este ambiente son *Atriplex argentina* Speg., *Stetsonia coryne* (Salm-Dyck) Britton & Rose, *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart, *Cyclolepis genistoides* Kuntze y *Allenrolfea patagonica* (Moq.) Kuntze, entre otras (Ruíz Posse et al., 2007; Karlin et al., 2010).

El área de muestreo del sub-ambiente 'Monte con escasa influencia salina' se ubica en la comunidad km 969 (29° 25' 41" S y 64° 58' 12" O), en la parte este de la Ruta Nacional No. 157 (Figura 2). Dicho sub-ambiente corresponde a una zona de transición entre los faldeos de las sierras de Ancasti y Llano del Bolsón Salino. Los suelos son de textura franco-arenosa gruesa con escasa presencia de sales; presentan valores de conductividad ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) entre 0.29 (no salino) y 5.38 (moderadamente salino) (Dahnke y Whitney, 1988). Los valores de pH del estrato 0-20 cm de profundidad varían de 7.04 (muy ligeramente alcalino, según Arens y Etchevhere, 1966) durante la época húmeda a 6.74 (muy levemente ácido) durante época seca. Entre las especies vegetales que se encuentran se citan a *Aspidosperma quebracho blanco* Schltdl., *Mimozyanthus carinatus* (Griseb.) Burkart y *Larrea divaricata* Cav. como dominantes, acompañadas por otras especies típicas del Chaco árido como *Capparis atamisquea* Kuntze, *Senna aphylla* (Cav.) H. S. Irwin & Barneby y *Ziziphus mistol* Griseb., entre otras (Karlin et al., 2010).

from 0-20 cm deep, pH values range from 7.36 (slightly alkaline, according to Arens and Etchevhere, 1966) during the rainy season to 7.17 (very slightly alkaline) during the dry season. Plant species characteristic of this environment are *Atriplex argentina* Speg., *Stetsonia coryne* (Salm-Dyck) Britton & Rose, *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart, *Cyclolepis genistoides* Kuntze and *Allenrolfea patagonica* (Moq.) Kuntze, among others (Ruíz Posse et al., 2007; Karlin et al., 2010).

The sampling area of the 'Slightly Salt Affected Forest' sub-environment is located in the community of Km 969 (29° 25' 41" S and 64° 58' 12" W), in the easternmost part of National Route No. 157 (Figure 2). This sub-environment is in a transition area between the foothills of the Sierras de Ancasti and the Saline Basin Plains. The soils are coarse sandy loam with little presence of salts; they present conductivity values ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) between 0.29 (non saline) and 5.38 (moderately saline) (Dahnke and Whitney, 1988). The pH values of the 0-20 cm deep sampled layer vary from 7.04 (very slightly alkaline, according to Arens and Etchevhere, 1966) during the rainy season to 6.74 (very slightly acidic) during the dry season. Among the plant species found there, *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl., *Mimozyanthus carinatus* (Griseb.) Burkart and *Larrea divaricata* Cav. are cited as dominant, and they appear with other species typical of the Arid Chaco such as *Capparis atamisquea* Kuntze, *Senna aphylla* (Cav.) H. S. Irwin & Barneby and *Ziziphus mistol* Griseb., among others (Karlin et al., 2010).

Research design and sampling techniques

Two areas of approximately one hectare each were selected as sampling areas, one to serve as a control and the other as a treatment (enclosure). Three randomly selected areas (10 m x 30 m) were defined within the control and treatment plots. Each one of them had as a longitudinal axis a 30-m-long fixed transect, which is a suitable length for the study of a plant community with shrub and tree strata (Passera et al., 1986). On each transect a sampling point was located every 30 cm, giving a total of 100 sampling points. The transects were identified and georeferenced using a Garmin E-trex Vista Global Positioning System (GPS) Receiver.

The information was recorded twice a year, based on the rainfall regime of the region. The first sampling period comprised the months of November and December, before the rainy season, which was called the 'dry season.' The second sampling period coincided with the end of the rainy season, the months of March and April, which was called the 'wet season'; in total there were six sampling times during the three years the trial lasted. Within each area, control and enclosure, an inventory of the vegetation was conducted using the Braun Blanquet phytosociological method (Braun Blanquet, 1979; Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Roig, 1973). With the values obtained, the Shannon Index (H) was calculated as an indicator of floristic diver-

Diseño de la investigación y técnicas de muestreo

Se seleccionaron dos superficies de aproximadamente una hectárea cada una por área de muestreo, para servir una como testigo y la otra como tratamiento (cerramiento). Tres superficies (10 m x 30 m) independientes se delimitaron al azar, dentro del testigo y tratamiento. Cada una de ellas tuvo como eje longitudinal un transecto fijo de 30 m de largo, longitud adecuada para el estudio de una comunidad vegetal con estratos arbustivos y arbóreos (Passera *et al.*, 1986). Sobre cada transecto se ubicó un punto de muestreo cada 30 cm, dando un total de 100 puntos de muestreo. Los transectos fueron identificados y georreferenciados mediante un receptor de Posicionamiento Global (GPS) Garmin, modelo E-trex Vista.

La información se registró dos veces por año, al considerar el régimen pluviométrico de la región. La primera época de muestreo comprendió los meses de noviembre y diciembre, antes de comenzar la estación lluviosa; se denominó época seca. La segunda época de muestreo coincidió con la finalización del periodo lluvioso, meses de marzo-abril, por lo cual se denominó época húmeda; en total hubo seis momentos de muestreos durante los tres años que duró el ensayo. Dentro de cada superficie, testigo y cerramiento, el inventario de vegetación se realizó al usar el Método Fitosociológico de Braun Blanquet (Braun Blanquet, 1979; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Roig, 1973). Con los valores obtenidos, el Índice de Shannon (H) se calculó como indicador de diversidad florística (Begon *et al.*, 2006). La vegetación se registró con el Método Point Quadrat modificado (Passera *et al.*, 1986). Esta información permitió calcular la cobertura vegetal (%), la cantidad de materia seca (kg) y la receptividad ganadera (Equivalente Vaca [EV]).

Análisis estadístico de los datos

El análisis de los datos se realizó con el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008). Las variables fueron sometidas a una Prueba de "t" para estimar diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad florística

Los valores del Índice de diversidad de Shannon (H) sugieren que la diversidad florística al finalizar el ensayo fue mayor en los cerramientos, en ambos ambientes (Cuadro 1).

La diversidad dentro del cerramiento se incrementó conforme el tiempo avanzó (Figura 3). Esto coincide con lo señalado por Santa Cruz *et al.* (1998), quienes propusieron el uso de cerramientos como un medio para la recuperación de la diversidad vegetal.

El índice de diversidad florística se comportó de manera diferente en cada ambiente. Si bien el cerramiento favoreció

sity (Begon *et al.*, 2006). The vegetation was recorded with the modified Quadrat Point Method (Passera *et al.*, 1986). This information was used to calculate the plant cover (%), the amount of dry matter (kg) and cattle receptivity (Cow Equivalent [CE]).

Statistical analysis of the data

Data analysis was performed using InfoStat statistical software (Di Rienzo *et al.*, 2008). The variables were subjected to a "t" Test to estimate significant differences.

RESULTS AND DISCUSSION

Floristic diversity

The values of the Shannon Diversity Index (H) suggest that the floristic diversity at the end of the trial was greater in the enclosures, in both environments (Table 1).

The diversity within the enclosure increased as time progressed (Figure 3). This is consistent with the results reported by Santa Cruz *et al.* (1998), who proposed the use of fences (enclosures) as a means of recovering plant diversity.

The floristic Diversity Index behaved differently in each environment. While the enclosure favored an increase in diversity and the control suffered a loss thereof, there were very marked fluctuations in both controls. These fluctuations in diversity experienced by both, the enclosure and the control in each of the environments, may be due to the large interannual variability presented by the precipitation. These changes may also be associated with the characteristics of the species in each plant community, as the Lowland environments consist mainly of evergreen species adapted to salt stress, which reduces the rate of vegetative growth, while the Highland communities have a large amount of deciduous species that bear lower salt stress. These factors, coupled with continued exposure to grazing in the control areas, make diversity fluctuations more marked in them (Karlin *et al.*, 2009).

In both the Highland and Lowland areas, the enclosure favored the appearance of individuals of certain species that were not present at the start of the trial (Tables 2 and 3), many of which are important as forage. On the other hand, the loss of individuals of certain species in the Highland control area may be related to the combination of low abundance and coverage, at the start of the trial, and with continuous grazing and trampling. The only specimen that was lost in the Lowland control corresponds to the species *Opuntia quimilo* K. Schum. This may be due to sampling error.

In the Highland environment, within the enclosure individuals of perennial herbaceous species that were recorded in previous sampling times were lost. This may be related to the interannual variability presented by the precipitation; such a situation would cause perennial herbaceous spe-

CUADRO 1. Índice de diversidad de Shannon (H).
TABLE 1. Shannon Diversity Index (H).

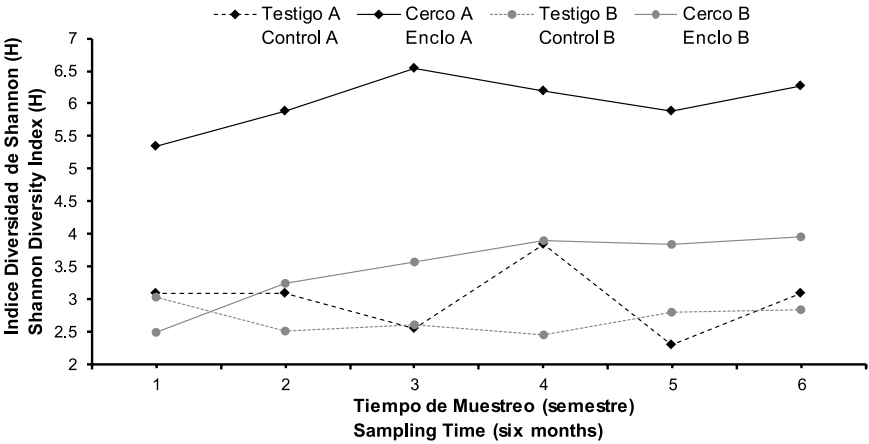
Ambiente / Environment	Tratamiento / Treatment	H	n	EE / SE	p
Zona Baja / Lowlands	Testigo / Control	2.70	6	0.09	0.0090*
	Cerramiento / Enclosure	3.50	6	0.23	
Zona Alta / Highlands	Testigo / Control	2.99	6	0.30	<0.0001*
	Cerramiento / Enclosure	6.02	6	0.27	

n = número de observaciones; EE= error estándar.

*Existen diferencias significativas a $P \leq 0.05$.

n = number of observations; SE= standard error.

*Significant differences exist at $P \leq 0.05$.



1, 3 y 5: muestreos en épocas secas; 2, 4 y 6: muestreos en épocas húmedas. A: ambiente alto (km 969); B: ambiente bajo (Palo Santo).
1, 3 y 5: dry season samplings; 2, 4 y 6: wet season samplings. A: Highlands (Km 969); B: Lowlands (Palo Santo).

FIGURA 3. Evolución del Índice de diversidad de Shannon, durante el tiempo que duró el ensayo, inducida por los testigos y cerramientos en ambos ambientes.

FIGURE 3. Evolution of the Shannon diversity index during the trial period, induced by the controls and enclosures in both environments.

el incremento y el testigo sufrió la pérdida de diversidad, existieron fluctuaciones muy marcadas en ambos testigos. Estas fluctuaciones en la diversidad que experimentaron tanto el cerramiento como el testigo en cada uno de los ambientes, pueden deberse a la gran variabilidad interanual que presenta la precipitación. E inclusive, esos cambios pueden asociarse a las características propias de las especies que conforman cada comunidad vegetal, ya que la comunidad del ambiente Zona baja está conformada principalmente por especies perennifolias adaptadas a soportar un estrés salino grande, el cual reduce la tasa de crecimiento vegetativo; mientras que el área de la comunidad de la Zona alta presenta un gran porcentaje de especies caducifolias que soportan un estrés salino menor. Estas causas, sumadas a la continua exposición al pastoreo de las áreas testigo, hacen que las fluctuaciones en la diversidad sean más marcadas en ellas (Karlin *et al.*, 2009).

Tanto en la Zona alta como en la Zona baja, el cerramiento favoreció la aparición de ejemplares de especies que no se encontraban al comenzar el ensayo (Cuadros 2 y 3); muchas

cies to behave almost as if they were annual species, as observed during the trial, since dead vegetation in dry periods becomes part of the soil mulch. Herbaceous species of the Lowland environment also showed this behavior.

In both environments, the highest floristic richness values occurred during the fourth sampling time, coinciding with a wet season. Species considered as good forage, in each environment, increase their coverage and abundance within the enclosure and decrease them in the control. These results are consistent with those of Passera *et al.* (1996), who concluded that by creating enclosures, a significant increase is obtained in the coverage of forage species, as a result of the exclusion of livestock.

Plant cover

The percentage of plant cover found at the end of the trial in the Lowland environment, within the enclosure, was 5 % higher than that found for the control, a value that is associated with a nonsignificant difference (Table 4). This may

CUADRO 2. Relevamiento fitosociológico dentro del cerramiento y testigo durante el ensayo en la comunidad 'Palo Santo' (ambiente Zona baja).
TABLE 2. Phytosociological survey within the enclosure and control during the trial in the community of 'Palo Santo' (Lowland environment).

Bioformas Raunkiaer / Raunkiaer Lifeforms		1		2		3		4		5		6	
		E		C		E		C		E		C	
Especie / Species													
Terófito / Therophytes													
<i>Eragrostis</i> sp.*													
<i>Trichloris cinita</i> *		2+1	2+1	3+2	2+1	3+1		3+2		3+1	x	3+2	1+1
<i>Sporobolus pyramidatus</i> *		2+1		2+1	1+1	2+1	2+1	3+1	2+1	2+1	2+1	2+1	1+1
<i>Pappophorum</i> sp.*				x				3+1	1+1	3+1		2+1	
<i>Setaria</i> sp.*								2+1	2+1			1+1	
<i>Alternanthera nodifera</i> *		x		2+1		2+1		2+1		1+1		1+1	
<i>Monanthochloa</i> sp.*								2+1					
<i>Lippia salsa</i> *		3+1	3+1	3+1	2+1	2+1	2+1	3+2	2+1	3+2	2+1	3+2	3+2
<i>Prosopis reptans</i>		4+3	4+4	4+2	3+2	3+2	4+4	4+2	4+4	3+2	4+4	4+2	4+4
<i>Lycium tenuispinoso</i>		3+2	3+3	3+2	4+3	4+3	3+2	4+2	3+4	4+3	3+4	3+4	4+3
<i>Geoffroea decorticans</i>		4+2	3+2	3+2	3+2	2+2	3+2	3+2	3+1	3+2	3+2	4+2	3+2
<i>Lycium chilense</i> *		3+2	4+3	3+2	4+3	3+2	4+3	3+4	4+3	3+3	3+2	3+2	2+2
<i>Grahamia bracteata</i>		1+1	3+2	1+1	1+1	2+1	3+2	2+1	2+1	1+1	3+2	*	2+1
<i>Allenroifea patagonica</i>		3+2	3+3	4+3	3+2	3+3	3+3	3+2	3+2	3+2	3+4	4+3	5+4
<i>Erhetia cortesia</i>		5+3	4+2	4+3	4+2	2+2	4+2	4+2	4+2	4+3	4+2	4+2	3+2
<i>Cyclolepis genistoides</i> *		3+1	2+1	x	2+2	2+2	x	2+2	1+1	2+3	x	2+2	1+1
<i>Atriplex argentina</i> *		4+3	3+2	4+3	3+3	4+3	3+2	4+3	3+2	4+3	3+3	4+3	3+2
<i>Maytenus</i>		3+1	1+1	2+1	2+1	3+2	2+1	2+2	2+1	2+2	x	2+2	2+1
<i>Vitis</i> sp.*													
<i>Plectocarpa tetraacantha</i>		3+1	2+2	2+1	1+1	2+1	2+1	3+1	2+1	1+1	2+2	2+1	3+2
<i>Suaeda divaricata</i> *			x		1+1	1+1	x	1+1	1+1	1+1	x	1+1	1+1
<i>Prosopis nigra</i>		1+1		1+1		1+1		1+1		2+1		2+1	
<i>Mimoxanthus carinatus</i>		3+1	2+1	4+3	2+1	2+1	2+1	2+1	x	3+2	2+1	3+2	x
<i>Stetsonia coryne</i>		2+1	x	2+2	x	2+2	x	2+1	x	2+1	x	3+2	x
<i>Opuntia quimilo</i>		x	x	x	1-1	x		x		x		x	
<i>Opuntia sulpturea</i>		1+1		2+1		2+1		1+1		1+1		x	
Total sp.		20	17	21	18	21	16	24	19	21	17	23	17

CUADRO 3. Relevamiento fitosociológico dentro del cerramiento y testigo durante el ensayo en la comunidad 'km 969' (ambiente Zona alta).
TABLE 3. Phytosociological survey within the enclosure and control during the trial in the community of 'km 969' (Highland environment).

Bioformas Raunkiaer / Raunkiaer lifeforms	Especie / Species	1			2			3			4			5			6		
		C	T	E	C	T	E	C	T	E	C	T	E	C	T	E	C	T	E
Terófito / Therophytes	<i>Eragrostis sp. *</i>							1+1											
	<i>Gonphrena martian *</i>	2+2	1+1		3+1	x		1+1	2+2		2+1	x		1+1	2+1	2+1	4+3		
	<i>Alternanthera nodifera *</i>	2+1			2+2			3+3			3+2			2+1		2+1			
	<i>Aristida mendocina *</i>				2+1						2+1	1+1							
	<i>Aristida sensioni *</i>							2+1											
	<i>Chloris sp. *</i>							2+1			1+1			2+1			2+1		
	<i>Digitaria sp. *</i>				1+1	1+1			1+1		2+1	2+1			1+1				
	<i>Justicia xylostioydes *</i>		x		x			x	x		1+1	x			x				
	<i>Justicia echegarayii *</i>		2+1			3+2		2+2	2+1		2+2	2+1		2+2	2+1	2+2	x		
	<i>Pappophorum sp. *</i>	3+1	3+1		1+1	2+1			3+1		1+1	2+1		3+1	2+1	3+1	1+1		
Hemicriptófitas / Hemicrophytes	<i>Passiflora sp.</i>		2+1		1+1				2+1										
	<i>Sellaginella sellowii</i>	1+1			1+1				1+1		2+1			1+1		3+1			
	<i>Setaria sp. *</i>				3+2	2+1		2+2			2+2	1+2		2+2		2+2	1+1		
	<i>Sporobolus pyramidalus *</i>	3+2	3+1		2+1	3+1		4+2	3+1		3+2	3+2		4+2	3+1	4+2	2+1		
	<i>Trichloris crinita</i>	1+1	3+1		1+1	3+1		2+1			2+1			3+1	2+1	3+1	1+1		
	<i>Boerhavia sp. *</i>								1+1			2+1							
	<i>Lippia salsa *</i>	3+1	x		3+1			4+2			3+2	x		3+1		3+1	x		
	<i>Malvaceae</i>		2+1			2+1													
	<i>Solanum sp.</i>	4+2	4+3		3+2	2+1		4+3	4+2		3+2	3+2		4+2	4+3	4+2			
	<i>Geoffroea decorticans</i>	2+2	2+1		2+2	2+1		2+1	1+1		2+1	2+1		2+1	2+1	2+1	1+1		
Caméfitas / Chamaephytes	<i>Lycium chilense *</i>		3+2		x	3+2		3+2	3+2		3+2	3+2		3+2	3+1	3+2			
	<i>Lycium tenuispinosum</i>	4+3	2+1		3+3			3+2	1+1		3+3	4+3		3+2	2+1	3+2	5+4		
	<i>Prosopanche sp.</i>				x														
	<i>Prosopis reptans</i>	3+1	3+2		3+1	1+1		4+2			3+2	3+2		3+2	3+2	3+2			
	<i>Capparis atamisquea *</i>	2+1	2+1		1+1	3+2		3+2	2+1		3+2	3+2		3+2	2+1	3+2	1+1		
	<i>Castella coccinea *</i>	3+2	1+1		3+2	1+1		3+2	1+1		3+2	1+1		3+2	1+1	3+2	2+2		
	<i>Cyclolepis genistoides *</i>	3+2			3+3			4+3			4+3			4+3		4+3			
Geófitas / Geophytes																			

Leñosas / Woody Nanofanerófitas / Nanophanerophytes	<i>Erhetia cortesia</i>	4+2	3+2	3+2	3+2	3+2	3+2	4+2	4+2
	<i>Grabowskia duplicata</i> *	2+1	3+2	1+1	1+1	1+1	1+1	2+1	2+1
	<i>Maytenus vitis-ideae</i> *	4+	4+3	4+3	4+3	3+3	4+3	3+2	3+2
	<i>Prosopis sericantha</i>	x	2+2	x	x	x	x	x	x
	<i>Senna aphylla</i>	3+	3+2	3+2	3+2	3+2	3+2	3+2	3+2
	<i>Tabebuia nodosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Trichomania usillo</i> *	3+	4+2	3+3	4+2	2+1	3+3	3+2	2+1
	<i>Ximeria americana</i> *	2+1	1+1	2+1	2+2	1+1	2+2	2+2	1+1
	<i>Acacia praecox</i>	4+3	3+2	4+3	3+2	2+1	3+2	2+2	3+3
	<i>Cercidium</i>	x	3+2	2+1	3+2	1+1	2+1	1+1	2+1
	<i>Larrea divaricata</i>	5+4	4+4	4+4	5+4	5+4	5+4	4+3	5+4
	<i>Mimozanthus carinatus</i>	3+	4+1	2+2	4+2	x	3+1	2+1	3+1
	<i>Prosopis nigra</i>	3+	2+1	2+1	2+1	4+3	2+1	2+1	3+2
	<i>Zyziphus mistol</i>								x
	<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	3+	2+1	3+2	2+1	3+3	2+1	3+2	2+1
Suculentas / Succulent	<i>Opuntia sulphurea</i>	2+1	x	1+1	1+1	x	1+1	2+1	2+1
	<i>Stetsonia coryne</i>	x	2+2	x	2+2	x	1+1	x	1+1
	Total Sp.	29	26	36	24	36	24	34	21

C: cerramiento; T: testigo 1, 3 y 5; muestreos época seca 2, 4 y 6; muestreos época húmeda
El par de números indica: primer término (abundancia) y el segundo (cobertura) según método fitosociológico Braun Blanquet.
(x) Indica un solo individuo de la especie observado, (*) Especies vegetales con importancia forrajera.

E: enclosure; C: control 1, 3 y 5; dry season samplings 2, 4 and 6; wet season samplings
The pair of numbers indicates: first term (abundance) and the second (coverage) according to the Braun-Blanquet phytosociological method.
(x) Indicates a single individual of the species observed, (*) Plant species with forage importance.

■ Especies encontradas sólo en el cerramiento al comenzar el ensayo / Species found only in the enclosure at the beginning of the trial
■ Especies encontradas sólo en el testigo al comenzar el ensayo / Species found only in the control at the beginning of the trial
■ Especies nuevas encontradas al finalizar el ensayo / New species found by the end of the trial
■ Especies perdidas al finalizar el ensayo / Species lost by the end of the trial
■ Especies registradas por única vez en el cerramiento o el testigo / Species recorded only once in the enclosure or control

de ellas son importantes desde el punto de vista forrajero. En cambio, la pérdida de los individuos de determinadas especies en el testigo de la Zona alta podría tener relación con la combinación de baja abundancia y cobertura, al inicio del ensayo, así como con el pastoreo y el pisoteo continuos. El único ejemplar que se perdió en el testigo del ambiente Zona baja correspondía a la especie *Opuntia quimilo* K. Schum. Tal hecho pudo deberse a un error de muestreo.

En el ambiente Zona alta, dentro del cerramiento se perdieron individuos de especies herbáceas perennes que fueron registradas en momentos de muestreo previos. Esto podría estar relacionado con la variabilidad interanual que la precipitación presenta; tal situación provocaría que las especies herbáceas perennes se comportaran prácticamente como si fueran anuales, según lo observado durante el ensayo, dado que en las épocas secas la vegetación muerta pasa a formar parte del mantillo. Las especies herbáceas del ambiente Zona baja también mostraron este comportamiento.

En ambos ambientes, los valores mayores de riqueza florística ocurrieron en el cuarto momento de muestreo, el cual coincidió con una época húmeda. Las especies consideradas como buenas forrajeras, en cada ambiente, aumentan su cobertura y abundancia dentro del cerramiento y las disminuyen en el testigo. Estos resultados se condicen con los de Passera *et al.* (1996), quienes concluyeron que mediante la aplicación de clausuras se obtiene un aumento significativo de la cobertura de especies forrajeras, como consecuencia de la exclusión del ganado.

El par de números indica: primer término (abundancia) y el segundo (cobertura) según método fitosociológico Braun Blanquet.

(x) Indica un solo individuo de la especie observado, (*) Especies vegetales con importancia forrajera.

Cobertura vegetal

El porcentaje de cobertura vegetal encontrado al finalizar el ensayo en el ambiente Zona baja, dentro del cerramiento, fue 5 % mayor que el encontrado para el testigo, valor que se asocia a una diferencia no significativa (Cuadro 4). Esto puede deberse al efecto regulador dominante de variables físicas-químicas, como la salinidad que limita la tasa de crecimiento de la vegetación que compone esta comunidad (Cavanna *et al.*, 2007). Por ello, se necesitaría un tiempo mayor al que duró el ensayo para detectar diferencias en su recuperación. En cambio, en el ambiente Zona alta se encontraron diferencias significativas; el cerramiento presentó 15 % más de cobertura vegetal que el testigo.

Santa Cruz *et al.* (1998) y de la Orden *et al.* (2006) obtuvieron resultados similares instalando cerramientos para mejorar la cobertura vegetal y reducir los procesos erosivos. El pastoreo y pisoteo excesivos deterioran la vegetación y favorecen

be the dominant regulatory effect of physical-chemical variables, such as salinity which limits the growth rate of the vegetation that makes up this community (Cavanna *et al.*, 2007). Therefore, it would take longer than the trial lasted to detect recovery differences. By contrast, in the Highland environment, significant differences were found; the enclosure showed 15 % more plant cover than the control.

Santa Cruz *et al.* (1998) and de la Orden *et al.* (2006) obtained similar results by fencing off areas to improve plant cover and reduce erosion. Excessive grazing and trampling deteriorate the vegetation and favor soil exposure (Boza López *et al.*, 1996), while their exclusion favors an increase in cover within the enclosure (Figures 4a and 4b; 5a and 5b).

Forage production

In both environments there were significant differences between the control and the enclosure, in terms of $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ DM (Table 5). Once the trial ended, in the Lowland environment, the forage dry matter produced increased by 24 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ within the enclosure, while in the Highland environment the increase was 35 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; similar results were found by Passera *et al.* (1996).

As a result of the increased availability of dry matter, the number of hectares needed to maintain a Cow Equivalent decreased by 8 ha in the Lowland environment and 3 ha in the Highland environment. Karlin *et al.* (2010) and Coirini *et al.* (2010), in the Salinas Grandes region, determined similar livestock receptivities for the control and enclosure sub-environments.

Figure 6 shows the fluctuations in the availability of dry matter in the controls and enclosures of each environment throughout the trial and their influence on livestock receptivity.

In order to manage the environment properly and ensure its sustainability, the stocking rate or livestock receptivity must be adjusted based on the availability of dry matter, since, according to Boza López *et al.* (1996), moderate grazing maximizes the diversity of grasses and improves vegetation cover.

CONCLUSIONS

The enclosure technique was efficient in improving vegetation and forage productivity in the studied environments of the Salinas Grandes basin. Within the enclosures, floristic diversity increased in both environments, and species considered as good forage increased in abundance and coverage.

Forage production increased by 24 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ DM in the Lowland environment and 35 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ DM in the Highland environment. This suggests that it is feasible to reduce the number of hectares necessary to maintain a Cow Equivalent.

CUADRO 4. Porcentaje de cobertura vegetal.

TABLE 4. Percentage of plant cover.

Ambiente / Environment	Tratamiento / Treatment	% Cobertura Vegetal / % Plant Cover	n	EE / SE	p
Zona Baja / Lowlands	Testigo / Control	51.78	18	1.98	0.1594
	Cerramiento / Enclosure	56.61	18	2.72	
Zona Alta / Highlands	Testigo / Control	56.67	18	2.05	0.0002*
	Cerramiento / Enclosure	70.22	18	2.44	

n = número de observaciones; EE= error estándar.

*Existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

n = number of observations; SE= standard error.

*There are significant differences according to Tukey's test at $P \leq 0.05$.



FIGURA 4. a) Ambiente Zona baja al comenzar el ensayo (izquierda); b) Ambiente Zona baja al finalizar el ensayo (derecha).
FIGURE 4. a) Lowland environment at the beginning of the trial (left); b) Lowland environment at the end of the trial (right).



FIGURA 5. a) Ambiente Zona alta al comenzar el ensayo (Izquierda); b) Ambiente Zona alta al finalizar el ensayo (derecha).
FIGURE 5. a) Highland environment at the beginning of the trial (left); b) Highland environment at the end of the trial (right).

CUADRO 5. $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MS.

TABLE 5. $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ DM.

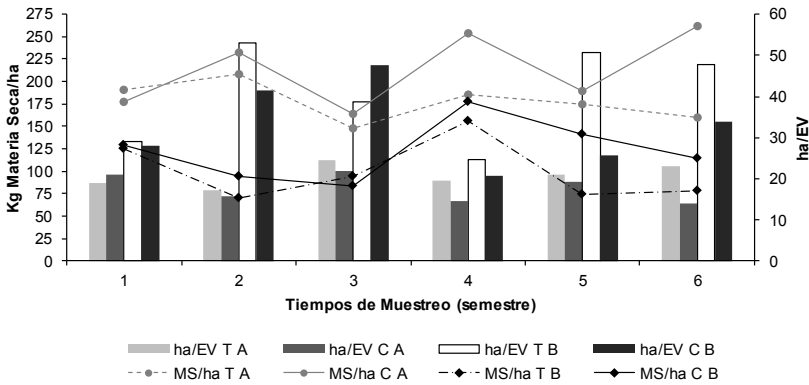
Ambiente / Environment	Tratamiento / Treatment	$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MS / DM	n	EE / SE	p
Zona baja / Lowlands	Testigo / Control	99.80	18	8.98	0.0746
	Cerramiento / Enclosure	123.64	18	9.35	
Zona alta / Highlands	Testigo / Control	177.70	18	6.74	0.0113*
	Cerramiento / Enclosure	213.10	18	11.37	

n = número de observaciones; EE= error estándar.

*Existen diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

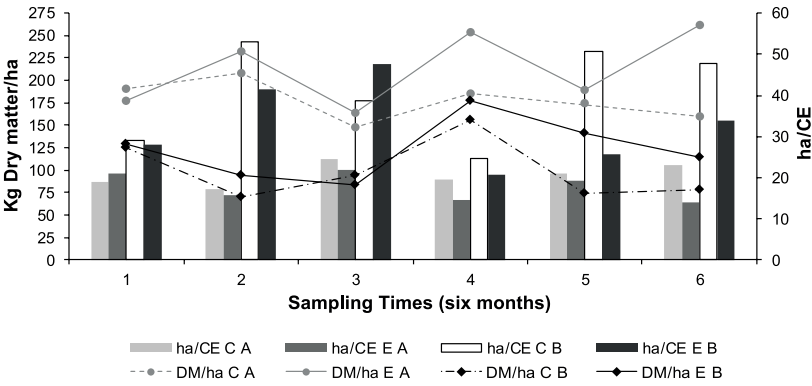
n = number of observations; SE= standard error.

*There are significant differences according to Tukey's test at $P \leq 0.05$.



A: Ambiente 'Zona Alta' (Km 969); B: Ambiente 'Zona baja' (Palo Santo). T: testigo; C: cerramiento.

FIGURA 6. Producción forrajera determinada en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MS y receptividad ganadera en testigo y cerramiento de dos ambientes.



A: 'Highland' environment (Km 969); B: 'Lowland' environment (Palo Santo). C: control; E: enclosure.

FIGURE 6. Forage production determined in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ DM and livestock receptivity in the control and enclosure in the two environments.

la exposición del suelo (Boza López *et al.*, 1996), mientras que la exclusión del mismo favorece el incremento de la cobertura dentro del cerramiento (Figuras 4a y 4b; 5a y 5b).

Producción forrajera

En ambos ambientes se presentaron diferencias significativas entre testigo y cerramiento, en cuanto a $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS (Cuadro 5). Una vez que finalizó el ensayo, en el ambiente Zona baja, la materia seca forrajera producida se incrementó en $24 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ dentro del cerramiento, mientras que en el ambiente Zona alta este incremento fue de $35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; resultados similares fueron encontrados por Passera *et al.* (1996).

Como consecuencia del aumento en la disponibilidad de materia seca, la cantidad de hectáreas necesarias para mantener un Equivalente Vaca disminuyó 8 ha en el ambiente Zona baja y 3 ha en la Zona alta. Karlin *et al.* (2010) y Coirini *et al.* (2010), en la región de las Salinas Grandes, determinaron receptividades ganaderas similares para los subambientes testigo y cerramiento.

La Figura 6 muestra las fluctuaciones de la disponibilidad de materia seca en los testigos y cerramientos de cada ambiente a lo largo del ensayo y su influencia en la receptividad ganadera.

Para realizar un manejo adecuado del ambiente y garantizar la sustentabilidad del mismo, la carga animal o receptividad ganadera debe ir ajustándose con base en la disponibilidad de materia seca, ya que, según Boza López *et al.* (1996), el pastoreo moderado maximiza la diversidad de pastos y mejora la cubierta vegetal.

CONCLUSIONES

La técnica de cerramiento fue eficiente en el proceso de mejora de la vegetación y la productividad forrajera en los ambientes estudiados de la cuenca Salinas Grandes. Dentro de los cerramientos se incrementó la diversidad florística en ambos ambientes, y las especies consideradas como buenas forrajeras incrementaron su abundancia y cobertura.

La producción forrajera se incrementó en $24 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS en el ambiente Zona baja y $35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS en la Zona alta. Ello sugiere que es factible disminuir la cantidad de hectáreas necesarias para mantener un equivalente vaca.

Es posible que a medida que transcurra el tiempo de cerramiento y con el manejo adecuado, los resultados mejoren desde el punto de vista ecológico y productivo, en pos de alcanzar los objetivos de la sustentabilidad.

LITERATURA CITADA

ARENS, P.; ETCHEVEHERE, P. H. 1966. Normas de reconocimiento de suelos. INTA, Bs. As., Argentina. pp. 46–48.

It is possible that as time elapses within the enclosure and with proper management, the results will improve from an ecological and productive standpoint, in line with the objectives of sustainability.

End of English Version

- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Chapter 16: The nature of the community: patterns in space and time. Blackwell Publishing Ltd. pp. 469–498.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. Blume.
- BOZA LÓPEZ, J.; FONOLLÁ DE CUEVAS, J.; ROBLES CRUZ, A.; FERNÁNDEZ GARCÍA, P.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J. 1996. Impacto de los pequeños rumiantes en la vegetación de las zonas áridas del sureste Ibérico. En: Libro de Actas XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.
- CABIDO, M.; ACOSTA, M.; CARRANZA, M. L.; DÍAZ, S. 1992. La vegetación del Chaco Árido en el oeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Documents Phytosociologiques, 14: pp. 447–459.
- CAVANNA, J.; CASTRO, G.; KARLIN, U.; KARLIN, M. 2007. Especies forrajeras y ciclo ganadero en Salinas Grandes, Catamarca, Argentina. Revista Zonas Áridas 14.
- COIRINI, R.; KARLIN, M. 2010. Evaluación económica de las unidades productivas. En Manejo Sustentable del Ecosistema Salinas Grandes, Chaco Árido. Ed. Encuentro. pp. 249–257.
- DAHNIKE, W. C.; WHITNEY, D. A. 1988. Measurement of soil salinity. In: Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Central Regional Publication 221. North Dakota Agric. Exp. Stn. Bull. 499, 32–34.
- DARGÁM, R. M. 1995. Geochemistry of waters and brines from the Salinas Grandes basin, Córdoba, Argentina. I. Geomorphology and hydrochemical characteristics. International Journal of Salt Lake Research 3: pp. 137–158.
- DE LA ORDEN, E.; QUIROGA, A.; RIBERA, D.; MORLANS, M. 2006. Efecto del sobrepastoreo en un pastizal de altura. Cumbres de Humaya. Catamarca. Argentina. Ecosistemas, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente 15.
- DI RIENZO, J. A.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L. A.; TABLADA, E. M.; CASANOVES, F.; ROBLEDO, C. W. 2008. InfoStat: software estadístico versión 2008. F.C.A. – U.N.C.
- KARLIN, M.; COIRINI, R.; CONTRERAS, A.; BUFFA, E. 2009. Biodiversidad y potencialidad Silvopastoril de cerramientos en diferentes ambientes en las Salinas Grandes, provincia de

- Catamarca (Argentina). En Libro de Resumen I Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.
- KARLIN, M. S. 2010. Geología y Geomorfología. En Manejo Sustentable del Ecosistema Salinas Grandes, Chaco Árido. Ed. Encuentro Grupo Editor: Pp.55–62.
- KARLIN, M.; COIRINI, R.; ZAPATA, R.; CONTRERAS, A. 2010. Manejo de los recursos naturales en Salinas Grandes. En Manejo Sustentable del Ecosistema Salinas Grandes, Chaco Árido. Ed. Encuentro Grupo Editor: pp. 203–222.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. Aims & methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons.
- PASSERA, C. B.; DALMASSO, A. D.; BORSETTO, O. 1986. Método de "Point Quadrat modificado". En: Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. Subcomité Asesor del Árido Subtropical Argentino: pp. 71–79.
- PASSERA, C.; ALLEGRETTI, L.; BORSETTO, O. 1996. Respuesta de la vegetación excluida al pastoreo en una comunidad de *Larrea cuneifolia* del piedemonte mendocino. Multequina 5: pp. 25–31.
- PAN. 2004. Programa de Acción Nacional de lucha contra la Desertificación. Cooperación Técnica Argentino-Alemana. Convenio Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SA y DS) -Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTS)- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): pp. 1–54.
- ROIG, F. A. 1973. El cuadro fitosociológico en el estudio de la vegetación. Contribuciones del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas. CONICET -Gobierno de Mendoza- Universidad Nacional de Cuyo. Deserta 4. pp. 45–67.
- RUIZ POSSE, E.; KARLIN, U. O.; BUFFA, E.; KARLIN, M.; GIAI LEVRA, C.; CASTRO, G. 2007. Ambientes de las Salinas Grandes de Catamarca, Argentina. Multequina 16: pp. 123–137.
- SANTA CRUZ, R.; QUIROGA, A. 1998. Efecto de una clausura tradicional en la recuperación de un área degradada en el campo comunero Las Peñas, Dpto. La Paz. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. Tomo II. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Catamarca. Producciones Científicas. pp. 1–11.
- TERÁN, C. 1995. Sistema silvopastoril y leñosas forrajeras en el monte chaqueño serrano de Chuquisaca. Plan Agroforestal de Chuquisaca Norte y Centro. Sucre. Bolivia.