

CAPÍTULO 9

COSTRAS BIOLÓGICAS EN SITIOS DE MONTE CON DIFERENTES NIVELES DE PERTURBACIÓN

CALABRESE, G. M.¹; ROVERE A. E.² & ZEBERIO, J. M.³

¹ Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina, San Carlos de Bariloche.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Universidad Nacional del Comahue. San Carlos de Bariloche.

³ Universidad Nacional de Río Negro. Sede Atlántica, Viedma.

gcalabrese@unrn.edu.ar

RESUMEN

Las costras biológicas son importantes en los ecosistemas semiáridos, por su papel en el incremento de la estabilidad del suelo, la protección frente a la acción erosiva de la lluvia y el viento, y su aporte de carbono y nitrógeno. El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia y composición de costras biológicas, su representatividad en la cobertura del suelo y su relación con la cobertura de herbáceas y arbustivas en un sector del Monte. El área de estudio corresponde al departamento de Adolfo Alsina, provincia de Río Negro. Se eligieron tres sitios perturbados sometidos a diferentes presiones de pastoreo. En cada sitio se trazaron 10 parcelas de 1m² para evaluar costras, hierbas y porcentaje de suelo desnudo, empleando parcelas de 4m² para arbustos. La cobertura se estimó por medio de la escala Braun-

Blanquet. En cada parcela se recolectó una muestra de la costra, y se identificó su composición en el laboratorio. Los resultados mostraron la presencia de musgos, cianobacterias, algas y líquenes. Se aprecia un aumento significativo en la cobertura de arbustos y una disminución en el porcentaje de hierbas entre las zonas de pastoreo medio y alto con respecto a la zona de baja carga animal. No se observan diferencias significativas en el porcentaje de suelo desnudo; sin embargo, el tamaño de los interparches es menor en los sitios mejor conservados. Las áreas más degradadas presentan mayor cobertura de costras, destacando su papel como camas de semillas, lo que facilitaría la emergencia de plántulas en ecosistemas semiáridos.

Palabras clave: costras biológicas, ecosistemas semiáridos, musgos.

ABSTRACT

Biological soil crusts are important in arid ecosystems, for its role in increase soil stability, give protection from the rain and wind erosion, affect carbon and nitrogen soil input. We studied the presence and composition of biological soil crusts, its representation in soil coverage and its relationship with herbaceous and shrub coverage in the fitogeographic province of Monte. The study area is located in the Adolfo Alsina Department, Río Negro Province. We selected three disturbed sites under different grazing conditions. In each site, ten plots of 1 m² were examined for evaluate crusts, herbs and bare soil, and plots of 4 m² were used for shrubs. Coverage was estimated using Braun-Blanquet scale. A sample of the biological soil crusts was collected from each plot, and their composition was identified in the laboratory. Results showed the presence of mosses, cyanobacteria, algae and lichens in the crusts. A significantly increase in shrubs coverage and decrease in grass coverage were showed from medium and high grazing rates sites to low grazing area. No significantly differences were found in the percent of bare soil, but the inter-patches size was smaller in the best preserved area. Soil crusts size was bigger in the more disturbed area. These crusts have an important role as seed beds,

and could be used as facilitators of seed germination and seedling establishment in arid ecosystems.

Key words: arid ecosystems, biological soil crusts, mosses,

INTRODUCCIÓN

En ecosistemas áridos y semiáridos, la vegetación se dispone formando islas en una matriz de suelo desnudo. En el Monte es frecuente observar una distribución horizontal de la vegetación en forma de islas dominadas por arbustos, debajo de los cuales se desarrolla una alta cobertura de pastos y musgos, rodeadas por zonas sin cobertura vegetal o peladales (Bran et al. 2007). En estos ecosistemas, las costras biológicas son importantes ya que incrementan la estabilidad del suelo, brindan protección frente a la acción erosiva de la lluvia y el viento, y por su aporte de carbono y nitrógeno (Maestre 2003).

La composición de las costras puede variar en función de las condiciones climáticas, textura del suelo y perturbaciones a las que ha sido sometido el sitio (Evans & Johansen 1999). El sobrepastoreo y el cambio en el régimen de fuegos han contribuido a un enriquecimiento de arbustos a expensas de los pastos en numerosas regiones áridas y semiáridas del mundo. Esta alteración ha producido serios problemas debido a que conlleva

va una reducción de la producción de forraje (Busby & Noble 1986). Los pastos y los arbustos son los grupos funcionales más importantes en ecosistemas áridos y semiáridos y el balance entre ellos ha recibido especial atención debido a sus implicancias sobre el pastoreo y la producción ganadera (Aguiar et al. 1996). Para comprender los procesos de deterioro pastoril y entender el funcionamiento de la comunidad en sectores de la estepa extraandina, Golluscio et al. (1982) analizaron la dinámica del agua, la productividad primaria neta, la competencia entre gremios y los procesos de instalación de nuevos individuos. En los trabajos de restauración o rehabilitación, es importante que estén representados todos los grupos funcionales necesarios para el desarrollo y estabilidad del ecosistema. Falk et al. (2006) afirman que la restauración debe incluir grupos funcionales claves a menudo no considerados, tales como la microflora y microfauna del suelo, o la costra criptobiótica.

La germinación de las semillas es uno de los estadios cruciales en el ciclo de vida de especies de zonas áridas y las costras biológicas podrían influir a través de sus efectos sobre las características del suelo (Su et al. 2009) o por su papel como facilitadoras de la germinación y desarrollo de plántulas, como se ha observado en otros ambientes de Patagonia (Rovere & Cala-

brese 2011).

En este trabajo se evaluó la presencia y composición de las costras biológicas del suelo, su representatividad en la cobertura del suelo y su relación con la cobertura de herbáceas y arbustivas en un sector del Monte.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un sector del departamento de Adolfo Alsina, provincia de Río Negro. El área corresponde a la región geomorfológica de las planicies calcáreas arenosas, las temperaturas medias anuales oscilan entre 14°C y 15°C (Godagnone & Bran 2008) y posee una precipitación media anual de 311 mm (De Berasategui 2002). Fitogeográficamente pertenece a la provincia del Monte (Cabrera 1971), en particular, al Monte Oriental (León et al. 1998). Se caracteriza por presentar una vegetación distribuida principalmente en dos estratos, el arbustivo y el herbáceo.

En el área se eligieron tres sitios con diferente intensidad de uso: A) con baja carga animal y un manejo adecuado con períodos de descanso, situado a los 41° 08' 45" de latitud S y 63° 07' 25" de longitud O; B) con una carga intermedia, ubicado a los 41° 09' 10" de latitud S y 63° 23' 23" de longitud O; C) con alta carga animal, ubicado a los 41° 07' 56" de latitud S y 63° 02' 27" de longitud O (Figura 1).

En cada sitio se trazaron al azar 10



Figura 1: Ubicación de los sitios de estudio en el departamento de Adolfo Alsina. (Fuente: Instituto Geográfico Nacional; CONAE, imagen Landsat 5 TM Path 227 Row 88, 2011).

parcelas de 1m^2 para evaluar la cobertura de las costras biológicas, las hierbas y el porcentaje de suelo desnudo, y se emplearon parcelas de 4m^2 para arbustos. La cobertura se estimó por medio de la escala Braun-Blanquet. Se registró la vegetación dominante del estrato herbáceo y arbustivo, siguiendo la nomenclatura de Zuloaga et al. (2008). En cada parcela se recolectó una muestra de costra y en el laboratorio se estudió su composición siguiendo las técnicas tradicionales de micromorfología y microanatomía. Se realizaron mediciones de pH, CE, % de MO (Walkey Black) y N (Kjeldhal) en las muestras de suelo de cada uno de los sitios. Se estimó la capacidad de retención de agua, a partir de 5 muestras de suelo libre de costra y 5 muestras con costras en cada uno de los tres sitios de estudio. Los resultados se analizaron por medio de tests no paramétricos.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS ESTUDIADOS

Sitio A: La cobertura arbustiva es baja y principalmente está representada por individuos aislados de piquillín (*Condalia microphylla*) que no superan los 1,5 m de altura. El estrato herbáceo presenta una cobertura superior al 40% y está representado principalmente por coirón poa (*Poa ligularis*), cebadilla patagónica (*Bromus brevis*), flechilla (*Aristida mendocina*), flechilla fina (*Nassella tenuis*), coirón duro (*Pappostipa speciosa*) y alfilerillo (*Erodium cicutarium*).

Sitio B: Presenta una cobertura arbustiva más alta que el sitio A, con individuos de chilladora (*Chuquiraga erinacea*), jarilla (*Larrea divaricata*), tomillo del campo (*Acantholippia seriphioides*), palo azul (*Cyclolepis genistoides*) y algunos ejemplares de piquillín (*Condalia microphylla*). El estrato herbáceo está representado

por pasto fino (*Schismus barbatus*), pasto hebra (*Poa lanuginosa*), trébol de carretilla (*Medicago minima*) y flechilla fina (*Nassella tenuis*), alcanzando niveles de cobertura inferiores al del sitio A.

Sitio C: Caracterizado por un estrato arbustivo muy desarrollado con ejemplares de piquillín (*Condalia microphylla*), palo azul (*Cyclolepis genistoides*), molle (*Schinus johnstonii*), chilladora (*Chuquiraga erinacea*), yaoyín (*Lycium chilense*), solupe (*Ephedra ochreatea*), tramontana (*Ephedra triandra*), pichanilla (*Senna aphylla*), alpataco (*Prosopis alpataco*) y mata negra (*Brachyclados lycioides*). El estrato herbáceo está representado por trébol de carretilla (*Medicago minima*), peludilla (*Plantago patagonica*), flechilla fina (*Nassella tenuis*) y pasto blanco (*Pappophorum caespitosum*), entre otros.

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE COBERTURA

Aplicando análisis estadísticos se pudo observar que hay diferencias significativas en cuanto a la cobertura arbustiva entre los tres sitios: Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30)=15$ $p < 0,05$. Al analizar las comparaciones de a pares, se observó que hay diferencias significativas entre los sitios A y B ($p=0,002$), y sitios A y C ($p=0,002$), pero no entre los sitios B y C ($p=1$) (Figura 2).

Con respecto a las hierbas se observaron diferencias significativas en la

cobertura total de los diferentes sitios: Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30)=13,0705$ $p=0,0015$. Al analizar las comparaciones de a pares, se observó que no hay diferencias significativas entre los sitios A y B ($p=0,0545$), y sitios B y C ($p=0,8581$), pero sí entre los sitios A y C ($p=0,0018$) (Figura 2).

Con respecto a la cobertura de las costras hay diferencias significativas entre los tres sitios: Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30)=7,5972$ $p=0,0224$. Al analizar las comparaciones de a pares, se observó que no hay diferencias significativas entre los sitios A y B ($p=1$), como así tampoco entre sitios A y C ($p=0,1514$), pero sí entre los sitios B y C ($p=0,0412$) (Figura 2).

Con respecto al suelo descubierto no se encontraron diferencias significativas entre los tres sitios Kruskal-Wallis test $H(2, N=30)=0,5318$ $p=0,7665$ (Figura 2).

COMPOSICIÓN DE LAS COSTRAS

Se observó la presencia de musgos, líquenes, cianobacterias y algas. Los musgos constituyen sus principales componentes, siendo predominantes aquellos de la familia Pottiaceae (géneros *Tortula*, *Syntrichia* y *Barbula*). Únicamente en las costras del sitio menos perturbado (sitio A) se observaron líquenes. Las algas y cianobacterias fueron muy escasas y se registraron principalmente en las costras del sitio más perturbado (sitio C).

ANÁLISIS DE LOS SUELOS Y
RETENCIÓN DE AGUA

Los suelos son levemente alcalinos, con valores más altos de N total en los sitios más perturbados, donde, además, se registró la presencia de cianobacterias en las costras (Tabla 1). En cuanto al porcentaje de materia orgánica total, se registraron valores que oscilaron entre 1 y 1,5 %, según los sitios.

En todos los sitios estudiados se hallaron diferencias significativas entre el porcentaje de agua retenida por el suelo y la retenida por la costra, test pareado de Wilcoxon $n=5$, $T=0$, $Z=2,022600$, $p= 0,0431$ (Figura 3).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el área de estudio se observó cierta heterogeneidad en la estructura y composición de los parches de vegetación natural y en la composición de las costras biológicas. Éstas últimas presentan mayor tamaño en el sector de mayor perturbación, siendo más frecuentes en las proximidades de los arbustos que en las áreas adyacentes desnudas. El uso pastoril intensivo impediría el desarrollo de las costras en los interparches, mientras que los arbustos ofrecerían protección frente al pisoteo y ante el viento y la insolación, facilitando la formación de áreas con costras relativamente grandes. Por otra parte, se observó que las costras actúan reteniendo las semillas de las especies arbustivas y herbáceas que forman las

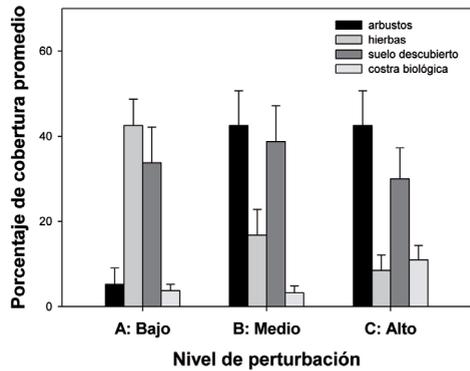


Figura 2: Porcentaje promedio (\pm error estándar) de la cobertura de arbustos, hierbas, suelo descubierto y costra biológica en los tres sitios de estudio.

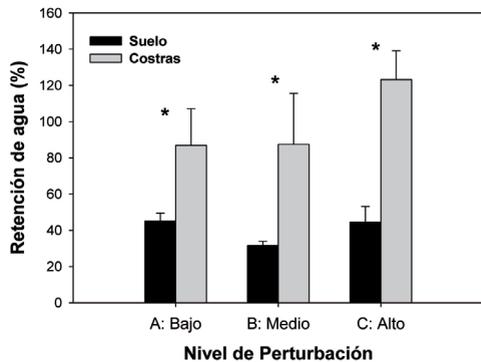


Figura 3: Porcentaje promedio de retención de agua en el suelo y en las costras en los tres sitios de estudio.

islas, lo que sumado a la mayor retención de agua de las costras en relación al suelo desnudo, podría facilitar el establecimiento de plántulas. El papel de las costras en la retención de agua es fundamental en estos ecosistemas, dado que ésta es un factor limitante en las zonas semiáridas. La colonización de plántulas en sitios perturbados de-

	Sitio A	Sitio B	Sitio C
pH	8,36	7,69	7,82
CE	0,05	0,10	0,11
% Nt	0,03	0,12	0,16
% MO total	1,48	1,01	1,33

Tabla 1: Valor de pH, conductividad eléctrica (CE), porcentaje de nitrógeno total (% Nt) y porcentaje de materia orgánica (% MO total), de los suelos en los tres sitios de estudio: A (bajo nivel de perturbación), B (nivel medio de perturbación) y C (alto nivel de perturbación).

pende de varios procesos tales como la existencia de bancos de semillas, la dispersión y depredación de semillas, emergencia y depredación de plántulas, y competencia entre plántulas (Harper 1977). En este sentido, las costras ejercen una importante función en el ecosistema al actuar como cama de semillas.

Si bien no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de suelo desnudo entre los sitios de diferente intensidad de uso pastoril, el tamaño de los interparches es menor en los sitios de baja perturbación. Esto es importante ya que los principales factores erosivos que actúan en la región (viento y agua) impactan con menor intensidad en los interparches más pequeños. En el área menos perturbada las costras resultaron ser más numerosas y de menor superficie.

Se pudo verificar un aumento significativo en la cobertura de arbustos y una disminución en el porcentaje de hierbas entre las zonas de perturbación media y alta con respecto a la zona de menor perturbación. Estos resultados son coincidentes con los observados por Bisigato & Bertiller (1997) quienes estudiaron la dinámica de los parches de vegetación sometidos a diferentes intensidades de pastoreo en zonas áridas del noreste de la Patagonia. Sin embargo, estos autores no incluyen en su estudio las costras biológicas. En relación a trabajos de innovación y desarrollo de herramientas eco-tecnológicas para la restauración en sitios semiáridos, Cortina et al. (2009) mencionan la inoculación con cianobacterias (empleo de costras biológicas). Los autores destacan que la inoculación permite atravesar umbrales abióticos y facilitar la recuperación de ambientes degradados, dado que las costras brindan protección al suelo, alteran los flujos de agua y nitrógeno, y mejoran el rendimiento de las plantas vasculares.

Futuros estudios permitirían evaluar el papel de las costras como facilitadores de la germinación de semillas y su posible aplicación en trabajos de rehabilitación de ambientes perturbados áridos de la Patagonia. Podría pensarse, para la recuperación de áreas degradadas, la utilización de las costras biológicas a modo de elemento

facilitador para el desarrollo de pastos perennes de interés forrajero.

AGRADECIMIENTOS

Universidad Nacional de Río Negro PI 40B-156, Universidad Nacional del Comahue, CONICET y Proyecto de Investigación Plurianual PIP: 11420100100258.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIAR MR, JM PARUELO, OE SALA & LW LAUENROTH (1996) Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: An example from the Patagonian steppe. *Journal of Vegetation Science* 7: 381-390.
- BISIGATO AJ & MB BERTILLER (1997) Grazing effects on patchy dryland vegetation in northern Patagonia. *Journal of Arid Environments* 36: 639-653.
- BRAN DE, GA CECCHI, JJ GAITÁN; JA AYESA & CR LÓPEZ (2007) Efecto de la severidad de quemado sobre la regeneración de la vegetación en el Monte Austral. *Ecología Austral* 17(1): 123-131.
- BUSBY FE & JC NOBLE (1986) Fire in arid semi-arid regions. Pp. 573 In: Joss PJ, PW Lynch & OB Williams (eds) *Rangelands: A resource under siege*: 573. Australian Academy of Science, Canberra.
- CABRERA AL (1971) Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14: 1-42.
- CORTINA J, FT MAESTRE & D RAMÍREZ (2009) Innovations in semiarid restoration. The case of *Stipa tenacissima* L. steppes. En: *Land restoration to combat desertification. Innovative approaches, quality control and project evaluation* (Bautista S., Aronson J., Vallejo R., eds.). Fundación CEAM; 121-144 pp.
- DE BERASATEGUI L (2002) Estadísticas climáticas del valle de Viedma 30 años. Informe técnico N° 27. INTA EEA Valle Inferior. 70 pp.
- EVANS RD & JR JOHANSEN (1999) Microbiotic crusts and ecosystem processes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18: 183-225.
- FALK DA, MA PALMER & JB ZEDLER (2006) Integrating restoration ecology and ecological theory: a synthesis. In: Falk DA, MA Palmer & JB Zedler (eds) *Foundations of restorations of restoration ecology*: 341-345. Island Press, Washington, USA.
- GODAGNONE RE & DE BRAN (eds) (2008) Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de Río Negro: geología, hidrogeología, geomorfología, suelos, clima, vegetación y fauna. INTA, Buenos Aires. 392 pp.
- GOLLUSCIO RA, RJC LEÓN & S PERELMAN (1982) Caracterización fitosociológica de la estepa del oeste del Chubut. Su relación con el gradiente ambiental. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 21:299-324.

- HARPER JL (ed) (1977) Population biology of plants. Academic Press, London, UK.
- LEÓN RJC, D BRAN, M COLLANTES, JM PARUELO & A SORIANO (1998) Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8: 125-144.
- MAESTRE FT (2003) Variaciones en el patrón espacial a pequeña escala de los componentes de la costra biológica en un ecosistema mediterráneo semiárido. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 35-46.
- ROVERE AE & GM CALABRESE (2011) Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 571-580.
- SU Y-G, XR Li, J-G Zheng & G Huang (2009) The effect of biological crusts of different successional stages and conditions on the germination of seeds of three desert plants. *Journal of Arids Environments* 73: 931-936.
- ZULOAGA FO, O MORRONE, MJ BELGRANO (2008) Catálogo de Las Plantas Vasculares Del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*. Ed. Missouri Botanical Garden Press. 3348 pp.