

Investigación

Hawkes ,C.V. 2003. Microorganismos del suelo, plantas en peligro de extinción y la conservación del Matorral de Florida. *Ecosistemas* 2003/2 (URL: <http://www.aet.org/ecosistemas/032/investigacion3.htm>)

Microorganismos del suelo, plantas en peligro de extinción y la conservación del Matorral de Florida.

Christine V. Hawkes. Department of Environmental Studies, Policy, and Management, Ecosystem Sciences Division, 151 Hilgard Hall, University of California, Berkeley, CA 94720-3110. EEUU.

Las costras biológicas son una característica común pero inconspicua de los suelos con buen drenaje en el Matorral de Florida. Estas costras biológicas están constituidas por algas, cianobacterias, hongos, bacterias y, ocasionalmente, musgos y líquenes. En ausencia de disturbio, estos microorganismos y sus excreciones se asocian con partículas inorgánicas, formando una capa en la superficie del suelo que se hace más cohesiva con el tiempo. Al cambiar la estructura física y la naturaleza biológica de la superficie del suelo, las costras biológicas también modifican los ciclos hidrológicos y de nutrientes que afectan a las plantas vasculares. Mis estudios han evaluado las interacciones de las costras biológicas del suelo con cuatro especies herbáceas en peligro de extinción usando una combinación de experimentos de campo e invernadero. Las costras influyeron en la germinación de semillas de tres de las cuatro especies, incrementándola cuando las costras estaban intactas. Basándome en comparaciones entre la abundancia natural y la adición de trazas de 15N, encontré que las costras biológicas mediaban el ciclo de nitrógeno en el Matorral. Las costras en el Matorral de Florida parecen jugar un papel crucial en el funcionamiento de sus comunidades y ecosistemas, sugiriendo que una perspectiva ecosistémica será benéfica para su gestión.

Los microorganismos y las costras biológicas del suelo

En un gramo de suelo existen cerca de mil millones de organismos (Kennedy 1998). Aunque invisibles a la observación directa, los microbios del suelo son esenciales para los ecosistemas por su participación en procesos tales como los ciclos de carbono y de otros nutrientes (Paul y Clark 1996).

En las regiones áridas del planeta, donde la cubierta vegetal es discontinua, los microorganismos del suelo forman lo que se conoce como costras biológicas del suelo (Johansen 1993, Eldridge y Green 1994). Las costras biológicas se desarrollan cuando los organismos agregan partículas del suelo en una capa cohesiva en la superficie del suelo (Bailey et al. 1973, Campbell et al. 1989). El adhesivo que mantiene el suelo agregado lo constituyen los mismos organismos junto con polisacáridos pegajosos que excretan mientras se mueven a través del suelo.

Las costras biológicas son un atributo bien conocido en los desiertos del suroeste de los Estados Unidos y sólo recientemente han sido caracterizadas en el sureste de los Estados Unidos. Las costras del Matorral de Florida son únicas porque ocurren en un clima húmedo donde las condiciones de aridez son ocasionadas por el rápido drenaje del agua en suelos arenosos. En Florida, las costras son más abundantes en áreas abiertas del matorral de *Ceratiola ericoides* (romero de Florida), un hábitat donde son frecuentes los claros entre individuos de este arbusto dominante. Las algas (**Foto 1**) y las cianobacterias (**Fotos 2 y 3**) dominan las costras del matorral, en una comunidad con hongos, bacterias, líquenes y algún que otro musgo (Hawkes y Flechtner 2002).

Las costras no se distribuyen de manera uniforme en el paisaje. Son extremadamente vulnerables al disturbio, incluyendo el fuego y el pisoteo, por lo que se pueden observar diferencias entre sitios debido a su historia de incendios y a diferencias resultantes de disturbios locales como senderos o veredas. Por ejemplo, después de un incendio, las algas y las cianobacterias requieren de 10 a 15 años para alcanzar su máxima abundancia en el Matorral de Florida (Hawkes y Flechtner 2002). La recuperación total del funcionamiento de la costra puede requerir entre 1 y 100 años dependiendo de su composición de especies, nivel de disturbio y distancia a la costra intacta más cercana (Anderson et al. 1982, Belnap 1993).



Foto 1. Detalle de algas microscópicas del sustrato arenoso del Matorral de Florida.



Foto 2. Detalle de cianobacterias.



Foto 3. Detalle de una capa de cianobacterias en el suelo del Matorral de Florida.

Costras del suelo y especies herbáceas en peligro de extinción

La presencia de costras biológicas en el suelo favorece la germinación de varias especies de hierbas en peligro de extinción y endémicas del Matorral de Florida. Las semillas de la hierba perenne *Hypericum cumulicola* (Hypericaceae) germinaron mucho mejor en suelos con costras intactas en comparación con suelos con disturbio o con áreas donde la costra había sido eliminada. Otras dos especies de hierbas del Matorral, la perenne *Eryngium cuneifolium* (Apiaceae) y la anual/bianual *Paranochya chartaceae* (Caryophyllaceae), también germinaron más cuando las semillas estaban sobre costras intactas en el invernadero (Hawkes, en revisión). Sin embargo, la germinación de *Polygonella basiramia*, una hierba perenne, no fue afectada por la costra del suelo. En el Matorral de Florida las costras del suelo parecen reducir las condiciones que afectan negativamente la germinación, incluyendo la sequía y la presencia de arbustos.

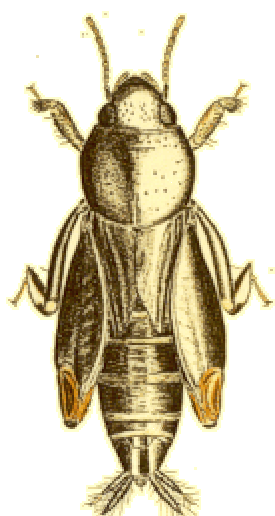


Figura 1. Dibujo de la especie de saltamontes *Neotridactylus archboldi*.

Las costras biológicas del suelo pueden afectar a las semillas de diferentes maneras. La humedad del suelo generalmente se incrementa con la presencia de costras (Kleiner y Harper 1977, Brotherson y Rushforth 1983, Williams et al. 1995), principalmente debido a la rápida absorción y retención de agua por los polisacáridos (Cambpell et al. 1989). La agregación de partículas del suelo y el microrelieve asociados al desarrollo de las costras puede incrementar la disponibilidad de sitios seguros para las semillas donde es menor la probabilidad de depredación y mayor la humedad relativa (Eckert et al. 1986, Boeken y Shachak 1994). Algunos de los microorganismos de las costras también pueden producir inhibidores de hongos y bacterias que podrían reducir el ataque microbiano sobre las semillas, pero estas sustancias químicas pueden también directamente inhibir la germinación y el crecimiento de las plántulas (Lawrey 1986, Harper y Marble 1988, West 1990, Codd 1995).

Las costras edáficas y los insectos del matorral

Una nueva especie de saltamontes (*Neotridactylus archboldi*, **Figura 1** y **Foto 4**) ha sido descubierta recientemente en el ecosistema del Matorral de Florida (Deyrup y Eisner 1986a,b). Esta especie se restringe a hábitats dentro del Matorral de Florida donde perfora madrigueras en arena estabilizada por las costras edáficas (**Foto 5**). Desde sus guaridas, los saltamontes se alimentan de algas y cianobacterias de las costras, dejando túneles elevados que evidencian su paso. Poco se conoce acerca de la interacción de estos saltamontes con las costras del suelo, pero se puede predecir que su pastoreo selectivo puede afectar la composición de especies en la costra y modificar así el papel de éstas en la comunidad.



Foto 4. *Neotridactylus archboldi*.



Foto 5. Un individuo de *Neotridactylus archboldi* en una madriguera excavada por él.

La costra del suelo y el ciclo del nitrógeno

El nitrógeno es generalmente considerado como el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas en los ecosistemas terrestres del mundo, así como un importante determinante de la composición de las comunidades vegetales (Tilman 1987, Paul y Clark 1996, Vitousek y Howarth 1991). Puede incorporarse en los sistemas de dos maneras: por fijación biológica y por deposición atmosférica. En el Matorral de Florida las costras del suelo son importantes para ambos procesos.

Las cianobacterias y algunas otras bacterias de la costra edáfica fijan nitrógeno. Esto es, toman nitrógeno gaseoso de la atmósfera y lo transforman en amoníaco que puede quedar disponible para las plantas (Mayland et al. 1966, Belnap y Harper 1995, Harper y Belnap 2001). En sistemas desérticos pobres en nitrógeno, el nitrógeno fijado por las costras edáficas puede ser la fuente principal de este elemento para las plantas (Evans y Ehleringer 1993). Las costras edáficas en Florida fijan cantidades considerables de nitrógeno en tanto no son perturbadas (después de un incendio o en áreas con pisoteo, su capacidad para fijar nitrógeno se reduce 50 veces (Hawkes, en revisión). Aunque los incendios y la perturbación del suelo son procesos naturales en el Matorral de Florida, el comprender sus impactos puede ayudarnos a manejarlo usando el grado, intensidad y frecuencia de disturbio apropiadas.

El nitrógeno también se incorpora en el Matorral de Florida a través de deposición atmosférica (Hawkes 2000). En este caso, el nitrógeno regresa a la superficie terrestre con la lluvia o el polvo. Debido a la naturaleza arenosa de los suelos en el matorral, la mayoría del nitrógeno en la lluvia se pierde por el rápido drenaje. Las costras actúan como un filtro por el que debe pasar el nitrógeno que entra en el sistema, y al hacerlo retienen una porción del nitrógeno que no queda disponible para las plantas. Sin

embargo, en unos 15 días el nitrógeno en las costras del suelo queda disponible para las plantas, probablemente como resultado de la muerte de los microbios (Hawkes, en revisión). A largo plazo, la captura del nitrógeno por costras intactas debiera reducir las pérdidas por percolación e incrementar su disponibilidad para las plantas.

Las costras biológicas del suelo tienen varias funciones relacionadas con el ciclo del nitrógeno en el ecosistema del Matorral de Florida. Proporcionan una fuente de nitrógeno a las plantas, compiten con las plantas por nitrógeno y retienen en el sistema nitrógeno que de otra manera se perdería. Las costras son probablemente un componente crítico de este ciclo y deben ser consideradas en los planes de gestión de este ecosistema.

Conservación del Matorral de Florida: una perspectiva ecosistémica

En la actualidad, la mayor amenaza para el Matorral de Florida es la pérdida de hábitats, ya que las áreas intactas remanentes se están convirtiendo en terrenos para la agricultura, la urbanización y el comercio. Para el matorral que aún resta, el manejo intensivo de este ecosistema, basado en los incendios, será necesario para evitar la degradación y la pérdida de especies endémicas de plantas y animales. Como las aparentemente invisibles costras del suelo son importantes para el ciclo de nutrientes y la supervivencia de comunidades de plantas e insectos, una perspectiva ecosistémica será importante para aumentar las posibilidades de éxito en los esfuerzos para su conservación.

Agradecimientos

Tom Eisner facilitó las fotografías. Pedro F. Quintana-Ascencio tradujo el manuscrito. Mario González Espinosa y Griselda Quintana Ascencio amablemente editaron la traducción del manuscrito.

Referencias

- Anderson, D.C., Harper, K.T. y Rushforth, S.R. 1982. Recovery of cryptogamic soil crusts from grazing on Utah winter ranges. *Journal Range Management* 35: 355-359.
- Bailey, D., Mazurak, A.P., Rushforth, S.R. y Johansen, J.R. 1973. Aggregation of soil particles by algae. *Journal of Phycology* 9: 99-101.
- Belnap, J. 1993. Recovery rates of cryptobiotic crusts: inoculant use and assessment methods. *Great Basin Naturalist* 53: 89-95.
- Belnap, J. y Harper, K.T. 1995. Influence of cryptobiotic soil crusts on elemental content of tissue of two desert seed plants. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 9: 107-115.
- Boeken, B. y Shachak, M. 1994. Desert plant communities in human-made patches – implications for management. *Ecological Applications* 4: 702-716.

Brotherson, J.D y Rushforth, S.R. 1983. Influence of cryptogamic crusts on moisture relationships of soils in Navajo National Monument, Arizona. *Great Basin Naturalist* 43: 73-78.

Campbell, S.E., Seeler, J.S. y Glolubic, S. 1989. Desert crust formation and soil stabilization. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 3: 317-328.

Codd, G.A. 1995. Cyanobacterial toxins: occurrence, properties, and biological significance. *Water Science and Technology* 32: 149-156.

Deyrup, M. y Eisner, T. 1996a. Description and natural history of a new pygmy mole cricket from relict xeric uplands of Florida (Orthoptera: Tridactylidae). *Memoirs Entomological Society Washington* 17: 59-67.

Deyrup, M. y Eisner, T. 1996b. Photosynthesis beneath the sand in the land of the pygmy mole cricket. *Pacific Discovery* 49: 44-45.

Eckert, R.E .Jr., Peterson, E.E., Mecresse, M.S. y Stephens, J.L. 1986. Effects of soil surface morphology on emergence and survival of seedlings in big sagebrush communities. *Journal of Range Management* 39: 414-420.

Eldridge, D.J. y Greene, R.S.B .1994. Microbiotic crusts: a review of their roles in soil and ecological processes in the rangelands of Australia. *Australian Journal of Soil Research* 32: 389-415.

Harper, K.T. y Marble, J.R. 1988. A role for nonvascular plants in management of arid and semiarid rangelands. En *Application of plant sciences to rangeland management and inventory* (ed. Tueller, P.J.), pp.137-169. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, USA.

Harper, K.T. y Belnap, J. 2001. The influence of biological soil crusts on mineral uptake by associated vascular plants. *Journal Arid Environments* 47: 347-357.

Hawkes, C.V. 2000. *Soil crusts in a xeric Florida shrubland and their interactions with four herbaceous plants*. Ph.D. Dissertation. University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA.

Hawkes, C.V. Effects of biological soil crusts on seed germination of four endangered herbs in a xeric Florida shrubland during drought. *Plant Ecology* (en prensa).

Hawkes, C.V. Nitrogen cycling mediated by biological soil crusts and arbuscular mycorrhizal fungi. *Ecology* (en prensa).

Hawkes, C.V. y Flechtner, V.R. 2002. Biological soil crusts in a xeric Florida shrubland: composition, abundance, and spatial heterogeneity of crusts with different disturbance histories. *Microbial Ecology* 43: 1-12

- Johansen, J R. 1993. Cryptogamic crusts of semiarid and arid lands of North America. *Journal of Phycology* 29: 140-147
- Kennedy, A.C. 1998. The rhizosphere and spermosphere. Principles and applications of soil microbiology (eds. Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G. y Zuberer, D.A.). Prentice Hall, Inc , New Jersey, USA.
- Kleiner, E.F. y Harper, K.T. 1977. Soil properties in relation to cryptogamic ground cover in Canyonlands National Park. *Journal of Range Management* 30: 202-205.
- Lawrey, J.D. 1986. Biological role of lichen substances. *The Bryologist* 89: 111-122.
- Mayland, H.F., McIntosh, T.H. y Fuller, W.H. 1966. Fixation of isotopic nitrogen on a semiarid soil by algal crust organisms. *Soil Science Society of America Proceedings* 30: 56-60.
- Paul, E.A. y Clark, F.E. 1996. *Soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, Inc. San Diego, CA, USA.
- Tilman, D. 1987. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. *Ecological Monographs* 59: 189-214.
- Vitousek, P.M. y Howarth, R.W. 1991. Nitrogen limitation on land and in the sea: how can it occur? *Biogeochemistry* 13: 87-115.
- West, N.E. 1990. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semi-arid regions. *Advances in Ecological Research* 20: 179-223.
- Williams, J.D., Dobrowolski, J.P. y West, NE. 1995. Microphytic crust influence on interill erosion and infiltration capacity. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 38: 139-146.