

## MODELO DE ESTADOS Y TRANSICIONES DE LA ARBUSTIFICACIÓN DE PASTIZALES DE SIERRA DE LA VENTANA, ARGENTINA

### A MODEL OF STATES AND TRANSITIONS FOR THE HIGH ALTITUDE GRASSLANDS OF THE SIERRAS DE CÓRDOBA, ARGENTINA.

*Marcelo D. Barrera y Jorge L. Frangi*

*LISEA. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-Facultad de Ciencias Naturales y  
Museo, Universidad Nacional de La Plata. CC 31, 1900 La Plata, Argentina.*

*E-mail: mbarrera@isis.unlp.edu.ar*

#### RESUMEN

El sobrepastoreo y la disminución de la frecuencia de fuegos, en pastizales de Sierra de la Ventana, han inducido a la arbustificación de estas tierras. La información disponible sobre las poblaciones arbustivas, principalmente de *Eupatorium buniifolium*, y del estrato herbáceo permite proponer un modelo de estados y transiciones que resume los efectos del pastoreo y del fuego sobre las comunidades de pastizal. Se describen tres estados permanentes, resultado de un pastoreo creciente, y un estado transitorio, resultado de la acción del fuego. El modelo permite por un lado, establecer como ocurrió y se mantiene esta arbustificación en la Sierra, y por el otro, predecir la evolución de estas comunidades si algunos de los factores de disturbio (fuego y/o pastoreo) fueran modificados.

**Palabras clave:** arbustificación, pastoreo, fuego, pastizales, Sierra de la Ventana.

#### ABSTRACT

Overgrazing and the decrease of fires frequency in grasslands of Sierra de la Ventana have lead the shrub encroachment of these rangelands. Data available about shrub populations, mainly of *Eupatorium buniifolium*, and about the herb layer allow us to postulate a states and transitions model wich synthesize the grazing and fire effects over the grassland communities. Three permanent states as a result of increasing grazing, and a transient state resulting from fivire, are described. The model allows to explain the pathway and persistence of the shrub encroachment in the Sierras. On the other hand, this model may predict the development of these communities if any of disturbance factors (fire and/or grazing) would be modified.

**Key words:** shrub encroachment, grazing, fire, grasslands, Sierra de la Ventana.

#### INTRODUCCIÓN

La Sierra de la Ventana se ubica en la porción central del Sistema de Ventania (38° a 38° 10' S y 61° 45' a 62° 8' W), incluido en la Pampa del suroeste de la Provincia de Buenos Aires. Los pastizales constituyen el tipo de vegetación dominante del paisaje, donde los géneros más frecuentes son *Stipa*, *Piptochaetium*, *Festuca* y *Briza*, aunque en algunos

sectores se encuentran comunidades arbustivas, principalmente, de *Eupatorium buniifolium* y/o *Discaria americana* (Frangi y Bottino 1995).

Uno de los rasgos llamativos que atraen la atención en la Sierra de la Ventana es la impronta de la actividad humana, que ha provocado cambios de distinta magnitud en la vegetación natural (Frangi y Bottino, 1995; Frangi y Barrera, 1996). La conversión de las tierras a la agricultura de granos y forrajeras

domina en los valles y los faldeos bajos donde la poca o nula pedregosidad y rocosidad superficial permiten el trabajo de la maquinaria agrícola. La ganadería hace uso de las pasturas naturales de las sierras, lomadas y algunos sectores de valle con suelos de poca profundidad de y pedregosidad variable, y de pasturas implantadas (Ricci 1992).

Una consecuencia evidente del sobrepastoreo y la disminución de la frecuencia de fuegos en los pastizales de Sierra de la Ventana es el deterioro del estrato gramíneo y la arbustificación de los mismos. El pastoreo afecta los equilibrios competitivos pasto – arbusto existentes sobre distintos sustratos. Las características de los individuos y las poblaciones arbustivas resultantes del sobrepastoreo dependen de las condiciones edáficas (Barrera y Frangi 1996) y el fuego es un disturbio adicional que modela las comunidades, para el cual los arbustos aquí tratados tienen respuestas morfológicas (xilopodios, tallos subterráneos) y funcionales específicas (alta capacidad de rebrote) (Frangi 1975, Barrera 1991, Barrera y Rivera 1993).

Es conveniente diferenciar entre dos situaciones, sobre suelos con y sin pedregosidad, aun que existen situaciones de profundidad y pedregosidad intermedias. El pastoreo ha originado dos tipos de comunidades estructural y fisonómicamente diferentes, respecto tanto de las comunidades originales presentes como entre sí. Sobre suelos no pedregosos, sin pastoreo, las comunidades dominantes son los *pastizales con arbustos*, mientras que sobre suelos con pedregosidad superficial se observan *matorrales bajos claros*.

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo de estados y transiciones, de acuerdo al propuesto por Westoby *et al.* (1989), de las comunidades arbustivas dominadas principalmente por *E. buniifolium*. La información disponible permite, por un lado, proponer una hipótesis de como ocurrió y se mantiene esta arbustificación en la Sierra, y por el otro, establecer un análisis predictivo

de la evolución de estas comunidades en el caso que algunos de los factores de disturbio (fuego y/o pastoreo) fueran modificados. El producto buscado es un modelo gráfico que sintetice esas relaciones y que permita extraer conclusiones de interés para el manejo de pastizales y la rehabilitación de tierras degradadas por la arbustificación.

Los elementos que se utilizaron para describir cada estado son: la fisonomía de la comunidad, la riqueza de especies del estrato herbáceo (Barrera 1991, Ricci 1992, Frangi y Bottino 1995), la contribución de gramíneas y dicotiledóneas (nativas y exóticas), la biomasa del estrato herbáceo y la densidad, biomasa y edad máxima de *E. buniifolium* (Barrera 1991, Barrera y Frangi 1996).

## ESTADOS Y TRANSICIONES

El esquema de estados y transiciones presentado responde a las situaciones esperadas sobre suelos moderadamente profundos (40 cm) y con escasa pedregosidad superficial de clastos pequeños (10 %), donde la comunidad espontánea sin pastoreo es un pastizal con arbustos dispersos (Figura 1).

### Estado I: Tipo fisonómico: Pastizal con arbustos.

Entre las principales características de estos suelos se encuentra el dominio de la fracción fina; los primeros 10 cm presentan una textura franco-arcillosa. Además, son levemente ácidos, con una buena provisión de materia orgánica (13 %), ricos en N y con una alta capacidad de intercambio catiónico (27,6 meq/100 g).

Bajo esta situación coexisten, explotando distintos horizontes del suelo, pastos y arbustos. Entre 0-10 y 10-20 cm de profundidad se encuentra un 83 y un 17%, respectivamente, de la biomasa radical de las gramíneas, mientras que la biomasa radical de los arbustos es de 44 y 56 % para las mismas profundidades (Barrera y Frangi 1994 1996).

Las hierbas forman dos estratos más o menos definidos, de aproximadamente 40 y 10 cm de altura

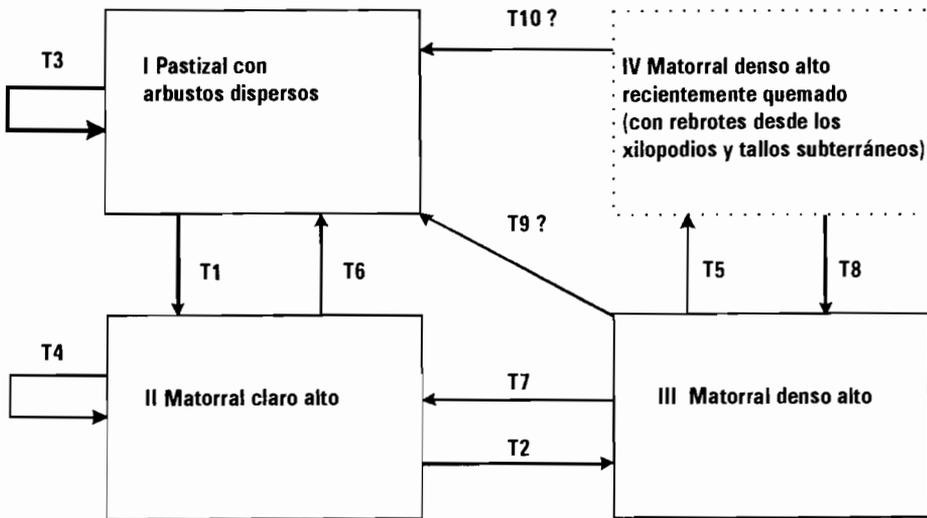


Figura 1. Modelo de estados y transiciones para un pastizal arbustificado de la Sierra de la Ventana, Argentina.

respectivamente. Los pastos, que comprenden un 39 % de las especies, definen el estrato superior compuesto principalmente por *Piptochaetium hackelii*, *P. napostaense* y *Stipa bonariensis*. El estrato inferior está compuesto por *Dichondra sericea* var. *holosericea* y *Chevreulia sarmentosa*. La riqueza florística del estrato herbáceo es de 66 especies, de las cuales un 5% son exóticas.

La densidad de *E. buniifolium* es de 1900 ind.ha<sup>-1</sup>, con una biomasa de 42 g m<sup>-2</sup> y una edad máxima encontrada de 11 años.

Este estado resultaría de la modificación de "flechillares" (*sensu* Frangi y Bottino 1995) por pastoreo liviano e infrecuente que produce cambios de menor magnitud en el estrato herbáceo. Actualmente, está restringido a porciones reducidas de la parte inferior de las pendientes, dentro del Parque Provincial Ernesto Tornquist.

#### Estado II: Tipo fisonómico: Matorral claro alto.

Presenta un estrato herbáceo más rico que el anterior, con 80 especies. Aparecen especies de ciclo anual como *Avena barbata*, *Lolium*

*multiflorum*, *Daucus pusillus*, *Carthamus lanatus*, y un estrato inferior de características xeromorfas compuesto por *Dichondra sericea* var. *holosericea*. Se encuentra compuesto por un 70 % de dicotiledóneas y un 30 % de gramíneas, con un fuerte incremento de las exóticas- 21 %.

La densidad de *E. buniifolium* en este estado es de 2600 ind ha<sup>-1</sup>, con una biomasa de 142 g m<sup>-2</sup> y con una edad máxima encontrada de 17 años.

#### Estado III: Tipo fisonómico: Matorral denso alto.

El estrato herbáceo está compuesto por dos estratos, uno superior de 1.20 m de altura y uno inferior de 50 cm, éste último con predominio de hierbas dicotiledóneas consideradas malezas. Las especies más notorias para el primer estrato son *Avena barbata*, *Lolium multiflorum* y *Stipa papposa* y para el segundo *Carduus nutans*, *Matricaria chamomilla* y *Sisymbrium officinale*. El porcentaje de dicotiledóneas y malezas es notoriamente superior respecto del estado anterior - 76 % y 30 % respectivamente, en tanto es inferior la riqueza - 55 especies-.

La densidad, biomasa aérea y edad máxima para *E. buniifolium* en este estado es de 3100 ind ha<sup>-1</sup>, 223 gm<sup>-2</sup> y 26 años, respectivamente.

**Estado IV: Tipo fisonómico: Matorral denso alto post-fuego.**

Se trata de un estado transitorio de cambios rápidos, especialmente en el estrato herbáceo, cuyo rebrote responde más temprana y velozmente, con presencia de geófitas, que los arbustos. Los rebrotes de los arbustos resultan, tanto de yemas de los xilopodios y ramas (*E. buniifolium*), como de estructuras subterráneas (*D. americana*).

**TRANSICIONES**

**T1**= El factor de disturbio antrópico, que ha actuado crónicamente, es el **pastoreo**. Este se ha concentrado en cerros bajos, faldeos inferiores de los cerros más altos y fondos de valle. La intensidad del mismo ha variado con la tenencia pública o privada de la tierra y con factores socioeconómicos (Frangi y Barrera 1996). El pastoreo continuo e intenso favorece el cambio fisonómico a matorral (Estado II), debido a que juega un papel relevante en la relación competitiva de pastos y arbustos, beneficiando a estos últimos. Al pastorear el Estado I se produce una rápida y marcada reducción de biomasa herbácea (Figura 2), favoreciendo la liberación de sitios, la instalación, el aumento en número y vigor de las leñosas y, por lo tanto, el pasaje al Estado II.

**T2**= Esta transición, que se asocia al pasaje del Estado II al III, se debe a la persistencia del **pastoreo** intenso y al incremento de la degradación del suelo, lo cual favorece –en ausencia o disminución de la frecuencia de incendios– una mayor cobertura de individuos leñosos longevos de mayor porte, que compiten con los pastos al reducir el paso de la luz a través del perfil vegetal. Este paso se caracteriza por conducir la biomasa herbácea a un mínimo y maximizar la biomasa leñosa (Figura 2). La persistencia del pastoreo a largo plazo, en una

comunidad con estrato herbáceo degradado, puede facilitar, en años favorables, la incorporación por vía reproductiva de nuevos ejemplares de arbustos.

**T3, T4 y T5**= Estas tres transiciones se vinculan con la acción del fuego y el mantenimiento de estados dentro de su rango de inercia. Aquellas indican que la acción de incendios con las frecuencias de fuegos naturales no alteran más que temporariamente a los estados. Ello se debería a que fuegos y sequías han sido factores agudos que han condicionado la existencia de estas comunidades. Consecuentemente los vegetales han desarrollado adaptaciones a los mismos. Los pastos hemicriptófitos y geófitos rebrotan rápido y los arbustos poseen estructuras a partir de los que surgen nuevos vástagos.

**T6**= El retiro del ganado facilita la acumulación de biomasa y necromasa herbácea; esto aumenta la capacidad competitiva de las hierbas y el riesgo y frecuencia de fuegos. La ausencia de plántulas sugiere que la instalación de las leñosas es escasa; los factores mencionados reducirían las probabilidades de supervivencia de las plántulas, de manera que el envejecimiento de los arbustos adultos llevaría a una lenta pero progresiva reducción de la importancia del estrato que forman.

**T7**= Esta transición es similar a la anterior, pero más lenta. Parte de una condición competitiva con mayor dominio del arbusto y una peor condición del estrato herbáceo. La recuperación del estrato herbáceo es más lenta ante el retiro del pastoreo y la persistencia del Estado III se prolonga mientras los arbustos se encuentren dentro de su tiempo generacional. La acumulación gradual de biomasa incrementa la posibilidad de fuegos; estos, las sequías tardías y la falta de reclutamiento van en desmedro de los arbustos que, al morir, dejan espacio para el aumento de las herbáceas.

**T8**= Solamente tiempo de recuperación para pasar del estado IV al III. *E. buniifolium* rebrota vigorosamente (91 %) luego de un fuego (Barrera y Rivera 1993). Dos años después, la población muestra una cobertura similar o mayor a la condición prefuego. Un 65 % de las especies herbáceas

fueron registradas tres años después de haber ocurrido el disturbio, lo que indica la rapidez de restauración composicional del sistema.

**T9 y T10:** Esta transición se puede obtener a través del manejo por los productores propietarios de los predios. Después de haber ocurrido un fuego natural (T10) o provocado intencionalmente (T9) sobre un arbustal de máximo desarrollo, el manejo consiste en repetir el fuego después que se haya recuperado la biomasa herbácea y antes que los arbustos alcancen la estructura previa al fuego. La capacidad de rebrote de las leñosas irá disminuyendo con el incremento en la frecuencia de los fuegos, con la consiguiente muerte de los mismos. Esto debería complementarse con ausencia de pastoreo en la etapa de recuperación de los pastos. Otras intervenciones sobre los arbustos, químicas o mecánicas, podrían reemplazar el manejo del fuego.

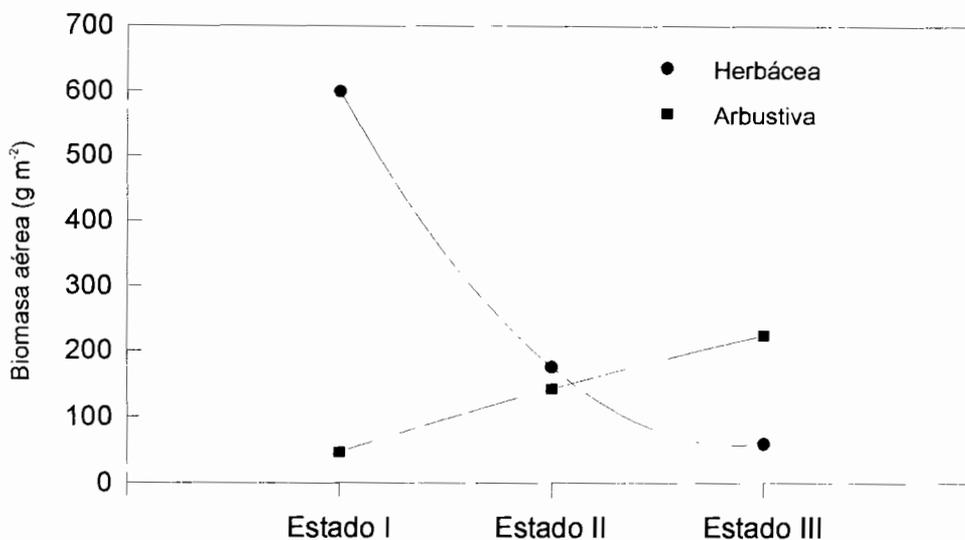
## DISCUSIÓN

La presencia (T1) y continuidad del pastoreo (T2) conduce a un arbustal de alta biomasa y

cobertura (Estado III), debido a que, una vez reducida la competencia de los pastos, los arbustos pueden ampliar su nicho realizado. Esta es la comunidad que hoy se observa en la Sierra de la Ventana como producto de la acción del pastoreo y de la disminución de la frecuencia de fuegos.

El fuego no provoca cambios irreversibles en la composición florística y en la abundancia relativa de tipos biológicos del Estado I, ni parece ser un factor imprescindible en la persistencia de dicho estado. Los cambios son transitorios, afectan la estructura de la biomasa y la cobertura, y el proceso de recuperación puede estimarse en alrededor de 2 años (Frangi *et al.* 1980, Pérez 1995). No obstante, se ha observado una gran inercia florística a la quema natural en «flechillares» no amacollados.

Debido a que la mayor biomasa y necromasa herbácea se encuentran en el Estado I, la T3 es aquella con mayor frecuencia probable de incendios. Esa frecuencia decrece en el sentido T4, T5, debido a la reducción de la masa combustible de fácil ignición. No obstante, debe destacarse que es probable que fuegos originados externamente a



**Figura 2.** Biomasa aérea herbácea y arbustiva en los diferentes Estados (véase explicación en el texto).

la comunidad destruyan matorrales densos (Estado III) debido a la combustibilidad de estos, en particular cuando la cobertura leñosa es elevada. En tales casos podrán observarse, posteriormente a la evolución del Estado IV, matorrales de alta densidad, jóvenes en su estructura aérea, debido a la baja mortalidad que ellos presentan (Barrera 1991, Barrera y Rivera 1993).

De ocurrir un fuego, el inicio de la respuesta es a muy corto plazo (15 días) pasando a una fase de recuperación de la comunidad; que comienza con la presencia de escasas plantas herbáceas (en su mayoría geófitas) y rebrotes desde el xilopodio en *E. buniifolium* provocando el rejuvenecimiento transitorio del arbustal.

Es de esperar que, de retirar el pastoreo y no ocurrir fuegos, se produzca la muerte de los arbustos pudiendo pasar al Estado I, en un proceso de recuperación que dependerá del deterioro general que haya sufrido el sitio y de las condiciones propias del mismo. En un principio *E. buniifolium* no dejaría sus nichos libres por su alta capacidad de rebrote. Pero esa capacidad iría disminuyendo con el tiempo, dependiendo, entre otras cosas, de la tasa de recuperación de las plantas entre fuego. La ausencia de pastoreo, que en su momento reducía las gramíneas, siendo éstas el principal competidor de los arbustos, permitiría a los pastos volver a ocupar los nichos espaciales perdidos.

De este modelo surge que los pasos T1 y T2 (pastoreo) indican la retrogresión del sistema (*sensu* Westman 1985, Westman y O'Leary 1986), y que la recuperación mediante técnicas de manejo, T9 y T10, se puede lograr retirando ese factor y reiterando periódicamente el fuego u otras medidas que afecten a la población leñosa.

## LITERATURA CITADA

BARRERA M.D. 1991. Estudios ecológicos en las comunidades con arbustos de la Sierra de la Ventana. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.  
BARRERA M.D. y S.M. RIVERA. 1993. El xilopodio de

*Eupatorium buniifolium* Hooker & Arnott y su respuesta después del fuego. Revista Facultad de Agronomía, La Plata 69 (1):13-22.  
BARRERA, M.D. y J.L. FRANGI. 1994. Estructura de la biomasa de pastizales en la Sierra de la Ventana (Buenos Aires, Argentina). Revista del Museo de la Plata Tomo XIV N° 100:243-263.  
BARRERA M.D. y J.L. FRANGI. 1996. Estructura poblacional de los arbustos *Eupatorium buniifolium* y *Discaria americana* con relación a la pedregosidad del suelo y el pastoreo en la Sierra de la Ventana, Buenos Aires, Argentina. Revista Facultad de Agronomía, La Plata 101:113-125.  
FRANGI, J. L. 1975. Sinopsis de las comunidades vegetales y el medio de las Sierras de Tandil (Provincia de Buenos Aires). Boletín Sociedad Argentina de Botánica 15(4):293-319.  
FRANGI J.L., M.G. RONCO, N.E. SÁNCHEZ, R.L. VICARI y G.S. ROVETTA. 1980. Efecto del fuego sobre la composición florística y dinámica de la biomasa de un pastizal de Sierra de la Ventana (Buenos Aires, Argentina). Darwiniana 22(4):565-585.  
FRANGI J.L. y O.J. BOTTINO. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista Facultad de Agronomía, La Plata 71(1):93-133.  
FRANGI J.L. y M.D. BARRERA. 1996. Biodiversidad y dinámica de pastizales en la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Pp. 133-164, in G. Sarmiento y M. Cabido (eds): Biodiversidad y Funcionamiento de Pastizales y Sabanas en América Latina, CYTED- CIELAT, Mérida, Venezuela.  
PÉREZ, C.A. 1995. Productividad en pastizales serranos a lo largo del gradiente altitudinal. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata.  
RICCI, S.E. 1992. Las comunidades vegetales relacionadas con la actividad agropecuaria en la Sierra de la Ventana (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.  
WESTMAN, W.E. 1985. Ecology, Impact Assessment, and Environmental Planning. John Wiley & Sons, New York.  
WESTMAN, W.E. y J. F. O'LEARY. 1986. Measures of resilience: the response of coastal sage scrub to fire. Vegetatio 65:179-189.  
WESTOBY, M., B. WALKER y I. NOY MEIR. 1989. Opportunistic management for rangelands not a equilibrium. Journal of Range Management 42 (2):266-274.

---

Recibido enero 1998; revisado marzo 1998; aceptado mayo 1998.