

Diversidad biológica en pastizales de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario

Nancy Esther RICARDO NÁPOLES, Luis HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Guillermina HERNÁNDEZ VIGOA, Ana MARTELL GARCÍA y Hermen FERRÁS ALVAREZ

Instituto de Ecología y Sistemática CITMA. Carretera de Varona Km 3½, Boyeros, Ciudad de La Habana, CP 10 800. AP 8029, Cuba. E mail: cenbio.ies@ama.cu.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales en función de su origen, edad, estado de naturalidad y dinámica de uso presentan patrones espaciales y de abundancia de las especies que determinan la relación entre las herbáceas y leñosas. Otros componentes de los pastizales que influyen en los parámetros de diversidad biológica son la intensidad de la perturbación, la introducción e invasión de especies exóticas.

Ricardo y de Miguel (2002) para realizar la caracterización de las comunidades de pastizal en relación con diferentes parámetros de diversidad biológica (S, H' y J') estudiaron 27 pastizales en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario, estos autores no observaron una relación clara entre la tendencia de variación de estas comunidades y los parámetros de diversidad e identificaron dos grandes tipos de comunidades con características muy diferentes: pastizales presentes en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua y pastizales ubicados en laderas con media o escasa disponibilidad de agua. Consideraron que ambos tipos de comunidades representan los extremos de la principal tendencia de variación florística de la vegetación.

Con el fin de conocer si existe alguna dependencia entre los parámetros de la diversidad biológica (S, H' y J') y las variables del medio físico, ecológicas y del tipo e intensidad de uso de los pastizales con diferente actividad de uso de la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario se decidió realizar un análisis de correlación múltiple y comprobar si las especies introducidas tienen alguna relación con los parámetros de la diversidad y conocer si las especies introducidas y autóctonas, ya sean herbáceas o leñosas, tenían algún comportamiento específico según el tipo de uso del pastizal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron seis pastizales de la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario con diferentes características locales de actividad de uso (tradicional *sensu stricto* y tradicional con eliminación de especies tóxicas y/o venenosas, roturación, introducción de especies y fertilización forzada con estiércol de ganado vacuno), posición geomorfológica y pendiente, cuantificando las especies autóctonas e introducidas y cada una de ellas se analizaron de acuerdo con el tipo de planta (herbácea y/o leñosa) y su relación con parámetros de la diversidad biológica (S, H' y J'). Con anterioridad al muestreo se determinó el área mínima de cada pastizal seleccionado según el método área especie con el fin de registrar la riqueza y diversidad más completa posible.

Para la estimación de la abundancia cobertura se utilizó el método de Braun Blanquet (1951). Para el tratamiento numérico de los datos fitosociológicos se modificó la transformación propuesta por Tüxen y Ellenberg (1937) para los valores: $r = 0,5$; $+ y 1 = 3$. Se diferenciaron las especies introducidas de acuerdo con Ricardo *et al.* (1995) y

las autóctonas según la Obra Flora de Cuba (León, 1946; León y Alain, 1951, 1953, 1957; Alain, 1964, 1974), separándose las especies herbáceas y leñosas.

En cada pastizal se consideraron variables que corresponden al medio físico, ecológicas y al tipo e intensidad de uso:

1- Medio físico: superficie, latitud, longitud, altura media, pendiente, orientación, litología, tipo de suelo, posición geomorfológica (variable discreta alta, media, baja y plana), precipitación mensual y media anual, temperatura media anual, mínima media mensual y máxima media mensual, evapotranspiración potencial (ETP) media anual.

2- Biovolumen vegetal: altura promedio de herbáceas y leñosas, y en 6 clases la cobertura vegetal total, 0 (0%), 1 (1-5%), 2 (5-10%), 3 (10-25%), 4 (25-50%), 5 (50-75%), 6 (>75%), de herbáceas, leñosas (arbustos, árboles), hojarasca en el suelo, suelo desnudo, con lámina de agua.

3- Tipo de uso: tendencia principal de cambio de uso en tres clases 1- Abandono o extensificación, 2-Sin cambio aparente de uso (se mantiene el uso tradicional) y 3- Intensificación del uso tradicional (por roturación, fertilización forzada, introducción de pastos no nativos); actividad asociada al cambio de uso en correspondencia con la tendencia principal; clase de intensidad de cambio de uso 1-bajo (se aleja poco del uso tradicional, tanto por intensificación como por extensificación), 2-medio, 3-alto (se aleja mucho del uso tradicional, tanto por intensificación como por extensificación); grado relativo de intensificación de uso del pastizal con respecto al conjunto de los otros con 4 clases excluyentes (baja, media, alta, muy alta); grado relativo de extensificación de uso del pastizal con respecto al conjunto de los otros con 4 clases excluyentes (baja, media, alta, muy alta); cantidad de años transcurridos desde la última perturbación o cambio de uso y carga ganadera.

4- Variables ecológicas: parte vegetal aérea y subterránea (biomasa, necromasa sobre el suelo considerando la hojarasca mas biomasa muerta en pie, producción primaria neta (PPN), producción primaria neta máxima (PPN max), tasa de renovación de la biomasa, cociente Lignina/Nitrógeno del material vegetal, consumo vegetal realizado por los herbívoros); suelo (materia orgánica, nitrógeno, carbono, relación Carbono/Nitrógeno, P_2O_5 , Potasio, contenido de arena, arcilla y limo).

Para cada comunidad de pastizal se calcularon cuatro parámetros de diversidad: beta de Whittaker (1977), riqueza específica (S), diversidad biológica de Shannon (H'), para lo cual se utilizó el logaritmo en base 2, y equitatividad de Shannon (J') del total de plantas, de herbáceas y de leñosas (Magurran, 1989) Se realizaron análisis de regresión simple y de regresión polinómica de segundo grado (Sokal & Rohlf, 1969) con el fin de detectar relaciones lineales o unimodales entre los parámetros de diversidad y las especies introducidas y autóctonas (herbáceas y leñosas)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar las posibles relaciones entre los parámetros de diversidad y las variables consideradas se calculó una correlación múltiple donde se obtuvo una trama de interrelaciones (Fig. 1).

Se correlaciona significativamente la riqueza total de especies (ST) con la tasa de renovación de raíces, la necromasa, la pendiente, la posición geomorfológica, total de especies introducidas, las especies herbáceas y leñosas introducidas, diversidad de Whittaker y diversidad de especies leñosas de Shannon. Aunque ST no está correlacionada con la diversidad de Shannon de las especies herbáceas sí tiene una correlación significativa aunque negativa con la diversidad de Whittaker. La riqueza de

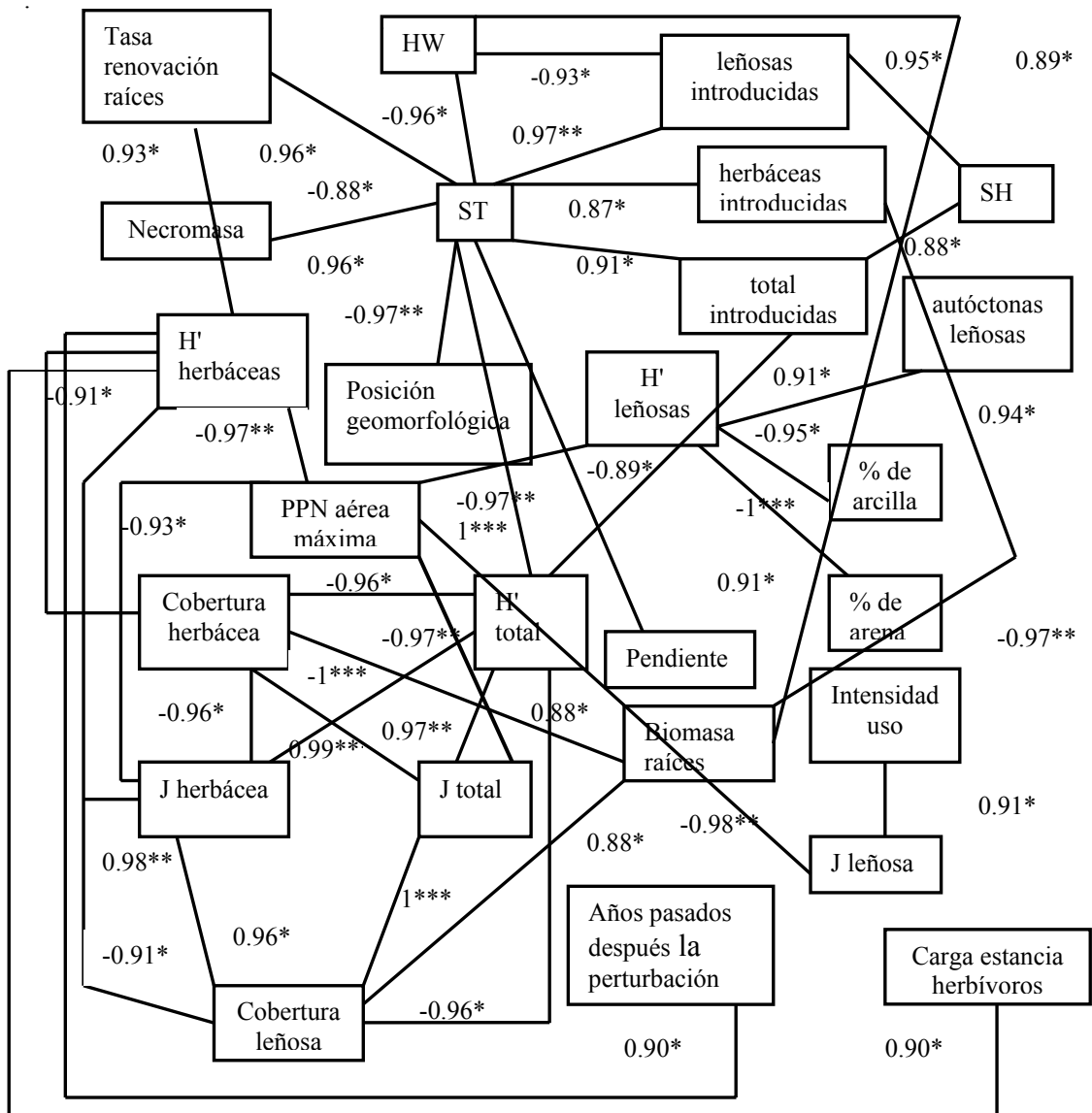


Fig. 1. Correlaciones significativas entre las variables del medio físico, del biovolumen vegetal y de la naturaleza y tipo de uso con los parámetros de diversidad biológica. Simbología: S-riqueza de especies, t-total, H' - diversidad de Shannon; HW- diversidad de Whittaker, J- equitatividad, L- leñosa, H-herbácea, * P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001

especies herbáceas a su vez está correlacionada con el total de especies introducidas y las especies leñosas introducidas, mientras que la riqueza de especies leñosas no se correlaciona con ninguna variable. Kutiel y Danin (1987) realizaron una correlación entre la riqueza de especies y los parámetros del suelo: humedad, contenido de nutrientes y de materia orgánica, capacidad de campo y la fitomasa donde obtuvieron alta correlación con los parámetros del suelo estudiado, principalmente con la capacidad de campo, sin embargo ese estudio es en comunidades anuales con clima semiárido, por lo que nuestros resultados no contradicen aquellos obtenidos por estos autores debido a que nuestras especies tienen diferentes estrategias de desarrollo debido a las condiciones ecológicas donde habitan.

La estrecha asociación entre la riqueza total de especies y el total de especies introducidas está dada por la influencia directa de las especies leñosas introducidas, ya que éstas responden a la intensidad y tipo de actividad de uso que se realiza en estos pastizales que facilitan su penetración y abundancia. Predominan en estos pastizales las especies leñosas *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Griseb., *Turbina corymbosa* (L.) Raf., *Urena lobata* L.; *Mimosa pellita* Kunth ex Willd., *Psidium guajava* L., *Solanum torvum* Sw. y *Turbina corymbosa* (L.) Raf.

La diversidad total de Shannon (H' total) está significativamente correlacionada con el total de especies introducidas, la riqueza total de especies, las coberturas de especies leñosas y herbáceas. La diversidad de especies herbáceas de Shannon (H' herbáceas) a su vez se asocia significativamente con las variables PPN máxima aérea, tasa de renovación de raíces, cobertura de especies leñosas y herbáceas, con la carga animal durante la estancia de los herbívoros y los años transcurridos después de la última perturbación ocurrida; la diversidad de especies leñosas (H' leñosas) se correlaciona con las especies autóctonas leñosas, con el porcentaje de arena y arcilla y con PPN máxima aérea.

La diversidad total no responde al cambio de actividad de uso, sin embargo, sí existe una respuesta inversa significativa con el total de especies introducidas y las coberturas de especies leñosas y herbáceas. La diversidad de herbáceas presenta una correlación significativamente positiva con la carga animal durante la estancia de los herbívoros y los años transcurridos después de la última perturbación ocurrida, lo que nos induce a pensar que la introducción de especies es el factor que determina el estatus de la diversidad total, pero al analizar los componentes de esa diversidad se manifiesta una dependencia positiva con las variables de la actividad de cambio de uso debido a la carga de los herbívoros sobre las especies herbáceas y al tiempo transcurrido desde la última perturbación en estos pastizales. La equitatividad tanto total como herbácea tienen una significativa correlación negativa con la PPN aérea máxima, la cobertura de herbáceas y leñosas.

La diversidad, la equitatividad y la riqueza de especies presentan una alta correlación significativamente positiva, así como la diversidad de especies herbáceas con la equitatividad de especies herbáceas.

La mayoría de las variables consideradas no son significativas lo que indica que las mismas no influyen directamente en la variabilidad principal de la vegetación en estos pastizales. La independencia de tantos factores puede ser debida a una cierta redundancia entre estas variables, más que a la influencia independiente de cada uno de ellas sobre la vegetación. Este último caso indicaría la existencia de un sistema ambiental de gran complejidad y difícil caracterización.

La trama de correlaciones que se observa en la Fig. 1 demuestra que estos pastizales tienen una dinámica compleja de funcionamiento con una conectividad fuerte entre las diferentes variables.

Se analiza la relación entre las especies introducidas y las autóctonas calculadas con los parámetros de diversidad de los pastizales de especies herbáceas y leñosas: riqueza específica, diversidad y equitatividad de Shannon para los totales de especies, de herbáceas y de leñosas para lo cual se realizaron regresiones lineal y polinómica de segundo grado. La Tabla 1 muestra los valores significativos de dicha relación y las ecuaciones correspondientes obtenidas mediante los dos tipos de regresión, los parámetros considerados muestran una relación significativa ($p < 0.05$).

Tabla 1. Regresiones lineales y polinómicas de segundo grado de especies introducidas y autóctonas calculadas con los parámetros de diversidad de los pastizales: riqueza específica, diversidad y equitatividad de Shannon para los totales de especies, de herbáceas y de leñosas.

Riqueza específica			
Total especies introducidas	regresión segundo grado	R ² = 0.909*	Y= -0.2928X ² + 10.77X – 61.853
Especies leñosas introducidas	regresión simple	R ² = 0.937*	Y= 6.1429X + 12.143
Especies leñosas introducidas	regresión segundo grado	R ² = 0.942*	Y= -0.75X ² + 10.75X – 5.5
Riqueza de herbáceas			
Especies leñosas introducidas	regresión simple	R ² = 0.897*	Y= 4.5X + 9
Riqueza de leñosas			
Especies herbáceas autóctonas	regresión segundo grado	R ² = 0.892*	Y= -0.347X ² + 8.0161X – 36.003
Especies leñosas autóctonas	regresión simple	R ² = 0.878*	Y= 1.1216X + 3.6892
Especies leñosas autóctonas	regresión segundo grado	R ² = 0.907*	Y= -0.1348X ² + 2.3454X – 1.3255
Diversidad herbáceas			
Especies herbáceas introducidas	regresión segundo grado	R ² = 0.888*	Y= -0.0938X ² + 2.3672X – 12.57
Diversidad de leñosas			
Especies leñosas autóctonas	regresión segundo grado	R ² = 0.895*	Y= -0.1111X ² + 1.1699X – 0.4891
Diversidad de Shannon			
Especies herbáceas introducidas	regresión segundo grado	R ² = 0.907*	Y= -0.1148X ² + 2.889X – 15.33

Estos resultados indican la relación entre los parámetros de diversidad considerados y las especies autóctonas e introducidas. Al analizar tanto la riqueza como la diversidad se observa respuesta a una regresión simple y de segundo grado. La ausencia de un patrón claro de distribución en la equitatividad indica una elevada heterogeneidad de distribución y abundancia de las especies a lo largo de los diferentes cambios de usos de los pastizales considerados. La significación estadística sugiere que los valores de diversidad muestran un comportamiento unimodal, del tipo de la hipótesis de la perturbación intermedia (Connell, 1978; Huston, 1994).

En estos pastizales predominan las especies introducidas y las especies herbáceas (Fig. 2); las leñosas están representadas entre 17% y 23% del total de especies. Prevalcen las especies autóctonas en ambos pastizales de uso tradicional, mientras dominan las autóctonas herbáceas en el pastizal con fertilización forzada; y las autóctonas leñosas en el pastizal con uso tradicional y extracción de especies fitotóxicas. Las especies introducidas predominan en el pastizal con uso tradicional *sensu stricto*

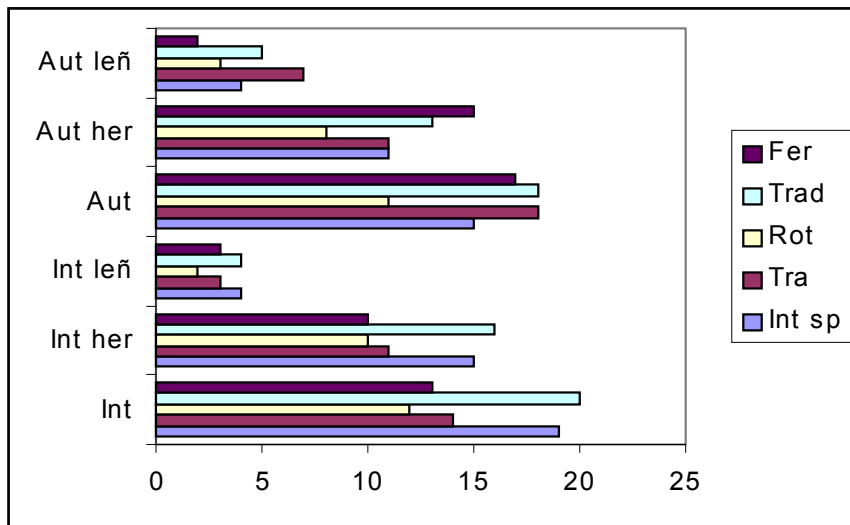


Fig. 2. Tipo de especie (introcuida, autóctona, herbácea, leñosa) por pastizal estudiado en la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Leyenda: Aut: autóctona, Int: introcuida, leñ: leñosa, her; herbácea. Actividad de uso del pastizal: Fer- fertilizado con estiércol vacuno, Trad- tradicional *sensu stricto*, Rot- roturado, Tra- tradicional con extracción de especies tóxico-venenosas, Int sp- introducción de especies.

CONCLUSIONES

La presencia de especies introcuidas en los pastizales de la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario es un factor determinante en su funcionamiento.

La riqueza total de especies depende de la tasa de renovación de raíces, la necromasa, la pendiente, la posición geomorfológica, el total de especies introcuidas y de las especies herbáceas y leñosas introcuidas.

La diversidad biológica no responde al cambio de actividad de uso de los pastizales, sin embargo, sí existe una respuesta inversamente significativa con el total de especies introcuidas y las coberturas de especies leñosas y herbáceas.

La relación entre la riqueza total de especies y el total de especies introcuidas está dada por la influencia directa de las especies leñosas introcuidas, ya que éstas responden a la intensidad y tipo de actividad de uso que se realiza en estos pastizales.

Existe una respuesta diferente de la diversidad biológica y de la diversidad de especies herbáceas y leñosas con respecto a las variables analizadas.

Estos pastizales tienen una dinámica compleja de funcionamiento con una conectividad fuerte con las diferentes variables estudiadas.

Referencias

Alain, Hno. 1964. *Flora de Cuba*, V. Asociación de estudiantes de ciencias biológicas, Publicaciones, La Habana, 363 pp.

----- 1974. *Flora de Cuba*. Suplemento. Instituto Cubano del Libro, La Habana, 150 pgs.

Braun-Blanquet, J. 1951. *Pflanzensoziologie*, Springer-Verlag, Viena, 631 pp

Connel, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199: 1320-1309.

- Huston, M. A. 1994. *Biological Diversity*. Cambridge University Press. Cambridge. 681 pp.
- Kutiel, P. y A. Danin. 1987. Annual species diversity and aboveground phytomass in relation to some soil properties in the sand dunes of the northern Sharon Plains, Israel. *Vegetatio* 70:45-49.
- León, Hno. 1946. *Flora de Cuba* I. Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle 8(1): 1-441.
- León, Hno. 1951. *Flora de Cuba* II. Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle 10: 1-456.
- León, Hno. y Alan, Hno. 1953. *Flora de Cuba* III. Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle 13: 1-502.
- 1957. *Flora de Cuba* IV. Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle 16: 1-556
- Ricardo, N., y J.M. de Miguel. 2002. Variabilidad florística y diversidad biológica en pastizales de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Cuba. *Acta Bot. Cubana*, 156: 1-9.
- Ricardo, N., E. Pouyú, P.Herrera. 1995. The Synanthropic Flora of Cuba. *Fontqueria* 42:367-429.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blume ediciones. Madrid. 832 pp.
- Tüxen, R. & H. Ellenberg. 1937. Der systematische und ökologische Gruppenwert. Ein Beitrag zur Begriffsbildung und Methodik der Pflanzensoziologie. *Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem.* 3:171-184.
- Magurran, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Barcelona. 202 pp.
- Whittaker, R. H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. In *Evolutionary Biology*, Vol. 10 (eds. M.K. Hecht, W.C. Steere y B. Wallace). Plenum, New York, pp. 1-67.