

Diversidad biológica en pastizales con diferentes actividades de uso en la región sur de la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario*

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

ABSTRACT. The Biosphere Reserve Sierra del Rosario (extension: 25 000 ha), approved by UNESCO in 1984, is located in Sierra del Rosario, in the easternmost part of the Guaniguanico mountains which in most of their regions comprise steep mountain ranges (highest altitude: 600 m a. s. l.) and narrow valleys. Starting in the second half of the XIXth century, areas with altitude below 300 m a. s. l. became grasslands for cattle and in some instances, for pork raising. In the southern region of this reserve grasslands with various use activities (introduction of alien species, traditional grasslands with extraction of species, grasslands subjected to plowing, artificial fertilization with cattle manure, traditional grasslands *sensu lato*) were studied in order to learn the existing relations between the parameters of diversity (S, H' y J') and the variables of the physical medium as well as the ecological variables and those of the use intensity type. The total biological diversity was found to have a response to biological and ecological variables different from that of alien and native species when these were calculated separately.

KEY WORDS. Biosphere Reserve Sierra del Rosario, grasslands, biodiversity, alien species, native species.

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.

Rescia *et al.* (2002) en estudios realizados en Vizcaya, País Vasco, obtuvieron que los valores de diversidad se corresponden con el grado de madurez de las formaciones vegetales que persisten en el territorio y con la trama espacial que éstas forman con otros diferentes usos tradicionales. A medida que los usos mantengan una cierta constancia, es decir, que la introducción de los usos modernos se efectúe manteniendo ciertos usos tradicionales, el efecto negativo sobre la diversidad biológica será menor.

Lucio y Gómez (2002) consideran que la percepción de la diversidad está relacionada con al menos dos aspectos el derivado de la estructura o composición abstracta de la imagen del paisaje del pastizal y con los elementos que lo integran.

El conocimiento de los procesos y factores que condicionan los valores de la diversidad, su conservación o

uso sostenible debe necesariamente incidir sobre dichos factores, promoviéndolos o limitándolos según la dirección deseada. Al respecto, Rosenzweig (1995) señaló que es necesario caracterizar la naturaleza de las relaciones entre los procesos y factores con la diversidad, así como, la escala espacial y temporal a la que estas relaciones actúan con preferencia. Solbrig *et al.* (1996) considera que la biodiversidad afecta a las sabanas por su efecto en la productividad, los ciclos de nutrientes, la economía hídrica, las propiedades edáficas y posiblemente la capacidad de recuperación (resiliencia) del ecosistema a largo plazo. En general, una mayor diversidad específica asegura un mejor funcionamiento del ecosistema. (Sarmiento, 1996; Sarmiento y Cabido 1996; Sarmiento y Silva, 1997).

Los problemas asociados a la ganadería extensiva, deforestación, pérdida de biodiversidad, inequidad social y baja productividad son temas vitales para la América Latina que no tienen equivalencia, por su magnitud, en otras regiones del mundo (Sánchez, 1999). MacFadden (1997) señala que la presencia de leñosas en los ecosistemas de países templados está limitada por las condiciones climáticas como consecuencia de las bajas temperaturas y lluvias, en menor medida las edáficas principalmente por estar congelado el suelo o por la alta salinidad.

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 Biosfera Sierra del Rosario se decidió comprobar si las especies introducidas tienen alguna relación con los parámetros de la diversidad, así como, si las especies introducidas y autóctonas, ya sean herbáceas o leñosas, tienen algún comportamiento específico según el tipo de uso del pastizal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cinco pastizales de la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario con diferentes

*Manuscrito aprobado en Junio del 2005

**Instituto de Ecología y Sistemática, A. P. 8029, C. P. 10800, La Habana, Cuba.

características locales de actividad de uso (tradicional *sensu lato* y tradicional con extracción de especies tóxicas y/o venenosas, roturación de la tierra, introducción de especies y fertilización forzada con estiércol de ganado vacuno), 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 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 según Ricardo *et al.* (1995) y las autóctonas con la Obra Flora de Cuba (León, 1946; León y Alain, 1951, 1953, 1957; Alain, 1964, 1974), separándose las especies herbáceas y leñosas. Se realizó la actualización taxonómica de las especies según Adams (1972) y Liogier (1982, 1983, 1985a y b, 1986, 1988, 1989, 1994a,b, 1995a,b, 1996, 1997).

Se consideraron variables del medio físico, ecológicas y del tipo e intensidad de uso. En el medio físico se analizaron: 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.

Las variables ecológicas fueron: altura promedio de plantas 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 y leñosas (arbustos, árboles), hojarasca en el suelo, suelo desnudo, con lámina de agua. En la 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); del suelo materia orgánica, nitrógeno, carbono, relación Carbono/Nitrógeno, P₂O₅, Potasio, contenido de arena, arcilla y limo.

Para analizar el tipo e intensidad de uso se tuvieron en cuenta las variables: 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.

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 y Rohlf, 1969) con el fin de detectar relaciones lineales o unimodales entre los parámetros de diversidad, las especies alóctonas 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.

Whittaker (1977) propuso un índice para medir la diversidad de las comunidades, éste se basa en la distribución de la abundancia de las especies en la cual no se sobre valoran las especies muy abundantes ni las muy raras, considera la curva completa de abundancia de las especies estando sesgado ambos extremos de la distribución, esto explica la correlación significativa obtenida entre la riqueza total y la diversidad de Whittaker.

La riqueza de 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 peltata* Kunth ex Willd., *Psidium guajava* L., *Solanum torvum* Sw. y *Turbina corymbosa* (L.) Raf.

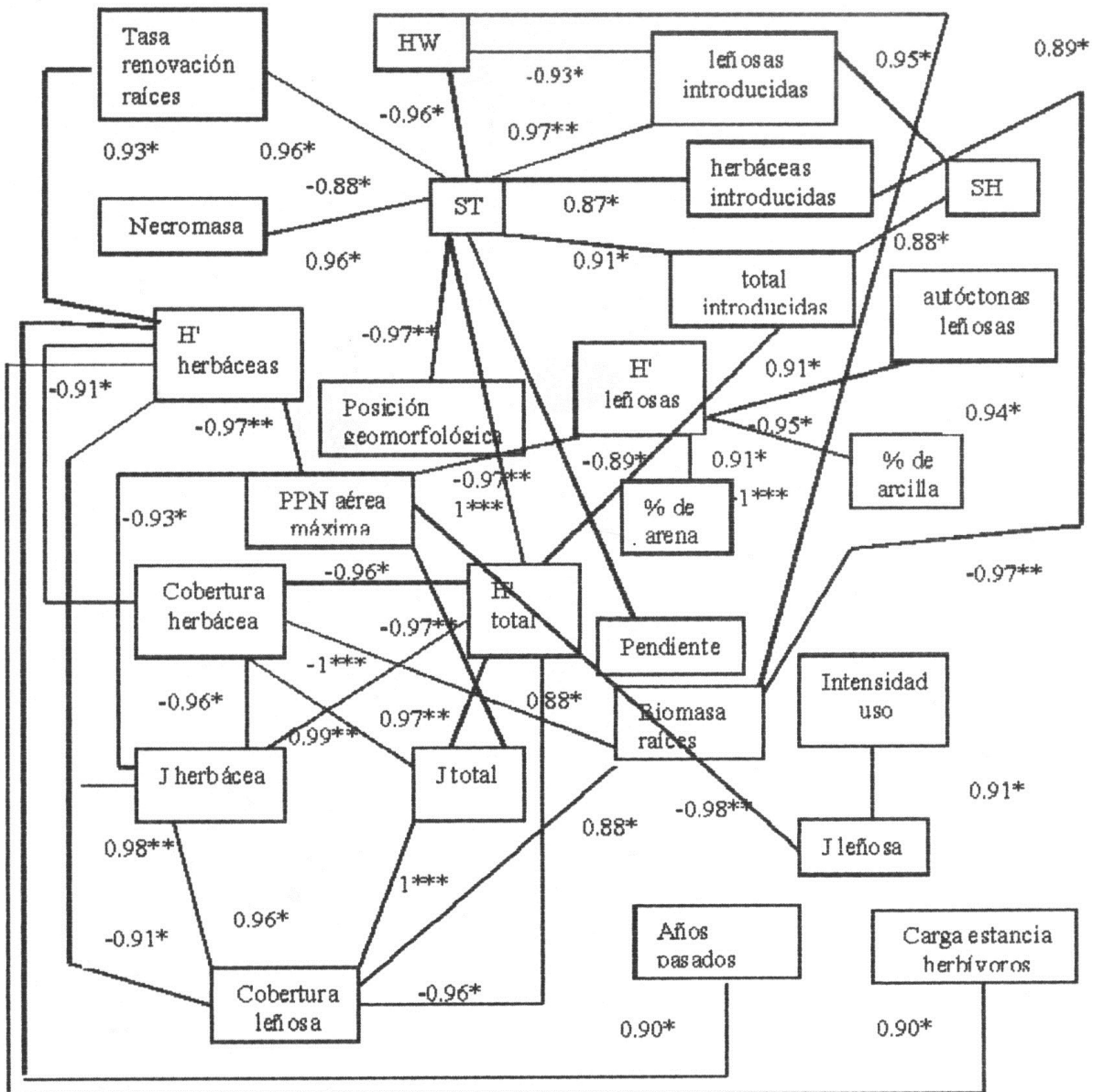


Fig. 1. Correlaciones significativas entre las variables del medio físico, del biovolumen vegetal y de la naturaleza y tipo de uso con los parámetros de diversidad biológica. Simbología: S-riqueza de especies, t-total, H'-diversidad de Shannon, HW-diversidad de Whittaker, J-equitatividad, L-leñosa, H-herbácea, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

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.

Para definir como se relacionan las especies según su origen y el tipo de especie, herbácea y leñosa, con los parámetros de diversidad se realizaron regresiones lineal y polinómica de segundo grado (Tabla 1). La riqueza total se relaciona con las especies introducidas (total y las especies leñosas), la riqueza de herbáceas con las especies leñosas introducidas, mientras que la riqueza de leñosas se relaciona en general con las autóctonas (herbáceas y leñosas).

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 ($p < 0.05$).

Al analizar la diversidad se evidencia que la diversidad de especies herbáceas se relacionan con las especies herbáceas introducidas, la diversidad de las especies leñosas con las autóctonas leñosas y la diversidad total con las herbáceas introducidas. En general, el comportamiento de la riqueza y la diversidad es similar. Estos parámetros se relacionan significativamente con las especies introducidas, con excepción de la riqueza y diversidad de las especies leñosas que se relaciona con las especies autóctonas, en el caso de la riqueza tanto con las especies herbáceas como las leñosas y la diversidad de las leñosas con las autóctonas leñosas.

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. Prevalecen 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 lato*.

Tabla 1. Regresiones lineal y polinómica de segundo grado de especies introducidas y autóctonas calculadas con los parámetros de diversidad de los pastizales: riqueza específica, diversidad y equitatividad para los totales de especies, de herbáceas y de leñosas en cinco pastizales con diferentes actividades de uso en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario. Nivel de significación estadística: * - $p < 0.05$.

Riqueza específica			
Total especies introducidas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.91^*$	$y = -0.2928X^2 + 10.77X - 61.853$
Especies leñosas introducidas	regresión simple	$R^2 = 0.94^*$	$y = 6.1429X + 12.143$
Especies leñosas introducidas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.94^*$	$y = -0.75X^2 + 10.75X - 5.5$
Riqueza de herbáceas			
Especies leñosas introducidas	regresión simple	$R^2 = 0.90^*$	$y = 4.5X + 9$
Riqueza de especies leñosas			
Especies herbáceas autóctonas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.89^*$	$y = -0.347X^2 + 8.01X - 36.003$
Especies leñosas autóctonas	regresión simple	$R^2 = 0.88^*$	$y = 1.1216X + 3.6892$
Especies leñosas autóctonas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.91^*$	$y = -0.134X^2 + 2.34X - 1.3255$
Diversidad de especies herbáceas			
Especies herbáceas introducidas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.89^*$	$y = -0.0938X^2 + 2.36X - 12.57$
Diversidad de especies leñosas			
Autóctonas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.89^*$	$y = -0.111X^2 + 1.17X - 0.4891$
Diversidad total			
Especies herbáceas introducidas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.91^*$	$y = -0.114X^2 + 2.889X - 15.33$

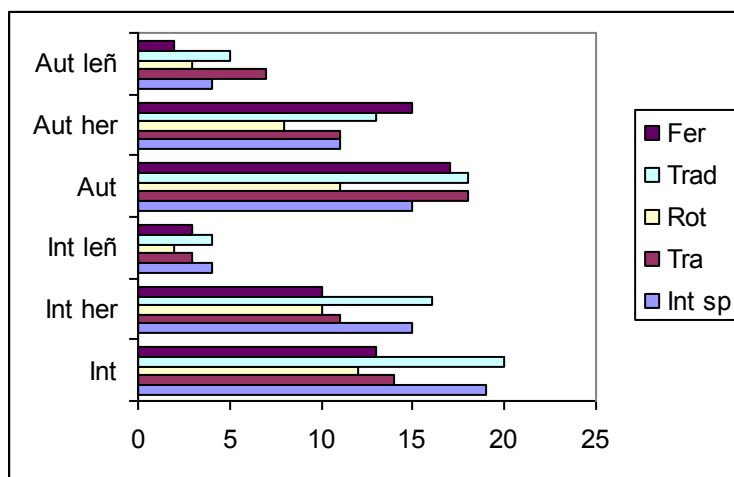


Fig. 2. Tipo de especie (introducida, autóctona, herbácea, leñosa) presente en pastizales con diferentes actividades de uso en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario. Leyenda: Aut: autóctona, Int: introducida, leñ: leñosa, her; herbácea. Actividad de uso del pastizal: Fer- fertilizado con estiércol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

CONCLUSIONES

- ◆ Las especies introducidas en los pastizales de la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario son un factor determinante en su funcionamiento.
- ◆ Existe una respuesta diferente de la diversidad biológica y de la diversidad de especies herbáceas y leñosas con respecto a las variables analizadas.
- ◆ La diversidad biológica tiene una respuesta inversamente significativa con el total de especies introducidas y las coberturas de especies leñosas y herbáceas.
- ◆ La relación entre la riqueza total de especies y el total de especies introducidas está dada por la influencia directa de las especies leñosas introducidas.
- ◆ El total de especies introducidas, la cobertura de especies leñosas y herbáceas se correlacionan en forma inversa y significativa con la diversidad biológica. Las especies leñosas introducidas se relacionan con la intensidad y tipo de actividad de uso que se realiza en estos pastizales.
- ◆ La diversidad biológica total responde en forma diferente a las variables biológicas y ecológicas que la diversidad biológica calculada por separado para las especies herbáceas y leñosas.
- ◆ La diversidad de herbáceas presenta valores extremos después de un período corto de abandono de la actividad de uso.
- ◆ 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.

----- 1951. *Flora de Cuba* II. Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle 10: 1-456.

----- 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

Liogier, A. H. 1982. *La Flora de la Española. Vol. I. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. VI, Serie Científica XII*, Santo Domingo. Rep. Dom., 317 pp.

----- 1983. *La Flora de la Española. Vol. II. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. XLIV, Serie Científica XV*, Santo Domingo. Rep. Dom., 420 pp.

----- 1985a. *La Flora de la Española. Vol. III. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LVI, Serie Científica XXII*, Santo Domingo. Rep. Dom., 431 pp.

----- 1985b. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta. Vol. I. Casuarinaceae to Connaraceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana, Ediciones de la UCE, Editora Taller, 377 pp.

----- 1986. *La Flora de la Española. Vol. IV. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macoris, Vol. LXIV, Serie Científica XXIV*, Santo Domingo. Rep. Dom., 377 pp.

----- 1988. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta. Vol. II. Leguminosae to

- Anacardiaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 481 pp.
- 1989. *La Flora de la Española. Vol. V. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. LXIX, Serie Científica XXVI*, Santo Domingo. Rep. Dom., 398 pp.
- 1994a. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta. Vol. V. Acanthaceae to Compositae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 436 pp.
- 1994b. *La Flora de la Española. Vol. VI. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. LXX, Serie Científica XXVII*, Santo Domingo. Rep. Dom., 518 pp.
- 1995a. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta. Vol. IV. Melastomataceae to Lentibularaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 617 pp.
- 1995b. *La Flora de la Española. Vol. VII. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. LXXI, Serie Científica XXVIII*, Santo Domingo. Rep. Dom., 491 pp.
- 1996. *La Flora de la Española. Vol. VIII. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. LXXII, Serie Científica XXIX*, Santo Domingo. Rep. Dom. 588 pp.
- 1997. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent island. Spermatophyta. Vol. V. Acanthaceae to Compositae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 436 pp.
- Lucio de J.V. y J. Gómez 2002. Percepción de la diversidad paisajística. pp. 101-110. *La Diversidad Biológica de España* Coord. y Eds. F.D. Pineda, J.M. de Miguel, M.A. Casado y J. Montalvo. España 432 pp.
- MacFadden, B.J. 1997. Origin and evolution of the grazing guild in new world terrestrial mammals. *TREE*. 12:182-187.
- Rescia A., M. F. Schmitz, C. T. L. de Pablo y F. D. Pineda 2002. Organización, dinámica y diversidad del territorio. Pp. 111-124. En *La Diversidad Biológica de España*. coord. y Eds. F.D. Pineda, J.M. de Miguel, M.A. Casado y J. Montalvo. España 432 pp.
- 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.
- Rosenzweig, M.L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press.
- Sánchez M. 1999. Sistemas Agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. En: *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143, Roma, pp 1-11
- Sarmiento G. 1996. Aspectos de la biodiversidad en las sabanas tropicales de Venezuela. En: Sarmiento G. y Cabido M. (eds.). *Biodiversidad y funcionamiento de sabanas y pastizales en América Latina*, CYTED y CIELAT, Venezuela. pp. 299-318.
- Sarmiento, G. y M. Cabido (eds) 1996. *Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina*. CYTED-CIELAT. Venezuela.