

Diversidad biológica y su dependencia con la intensidad y el cambio de uso en pastizales de la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario*

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

ABSTRACT. Grasslands of the southern region of the Biosphere Reserve Sierra del Rosario have different use activities and accordingly different standards for the use and management of resources should be related to the parameters of biodiversity (S, H' y J'). Nevertheless, our results confirm that in these grasslands subjected to heavy anthropization there are no marked relations between activities and use intensity and the parameters of biodiversity when the total of species are taken into consideration as a whole. This does not occur when these parameters are calculated by separating species into native, alien, woody and herbaceous, which shows that the parameters of diversity and productive (biomass, primary production, renewal rate) have different responses to various environmental and management fields.

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

INTRODUCCIÓN

En los últimos años mucho se ha debatido sobre la producción animal y el medio ambiente llegándose a un consenso internacional sobre los impactos diferenciales de los tres grandes grupos de sistemas pecuarios: industrial, pastoril y mixto (Steinfeld *et al.*, 1997). Es evidente que los problemas asociados a la ganadería extensiva, deforestación, pérdida de biodiversidad, inequidad social y baja productividad son temas vitales para la América Latina y no tienen equivalencia por su magnitud en otras regiones del mundo (Sánchez, 1999). MacFadden (1997) señala que la presencia de leñosas en los ecosistemas, en países templados, está limitada por las condiciones climáticas como consecuencia de las bajas temperaturas y lluvias, en menor medida edáficas principalmente por estar congelado el suelo o por la alta salinidad.

Fernández Alé *et al.* (1993) encontraron que la abundancia relativa de especies herbáceas y leguminosas leñosas varía con el nivel de stress provocado por la disponibilidad de agua y nutrientes y la perturbación originada por el apacentamiento o labranza; mientras que Rebollo y Gómez Sal (2003) consideran que la mitad de los pastizales existentes en el mundo pierden la vegetación leñosa en forma periódica de manera natural o como resultado de actividades humanas como el pastoreo con ganado, fuegos intencionados, desbroce, roturación, abonado, riego o siega, y en muchos casos por complejas combinaciones de prácticas de manejo.

Otros componentes de los pastizales que influyen en los parámetros de diversidad biológica son la intensidad de la perturbación, la introducción y la invasión de especies exóticas, al respecto Rey Benayas y de la Montaña (2002), en estudio realizado en 48 ambientes mediterráneos, encontraron como una regularidad que la relación entre la diversidad y la intensidad de la perturbación es compleja, aunque en general, tiende a ser mayor en niveles intermedios de perturbación. Rey Benayas y de la Montaña (2002) y Vilá (2002) consideran como factor de amenaza a la biodiversidad la introducción e invasión de especies exóticas, debido a que en su mayoría son buenas colonizadoras, la invasión se facilita por las interacciones mutualistas con la comunidad receptora y se ve limitada por la herbivoría y la competencia,

observaron que el impacto es mayor cuando la especie invasora pertenece a un grupo funcional distinto al de las especies nativas.

Ricardo y De Miguel (2002) obtuvieron, en 27 comunidades de pastizales de la zona sur de la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario, que la respuesta de los parámetros de diversidad es independiente de la variación florística.

Nuestro objetivo es comprobar, en diferentes tipos de pastizales, de la zona sur, en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario, la hipótesis de que diferentes escenarios de uso y de gestión de los recursos deben estar relacionados con los parámetros de la diversidad biológica (S, H' y J'). En caso de existir este tipo de respuesta, pretendemos identificar los tipos e intensidades de explotación que favorecen los parámetros naturalísticos (diversidad biológica, endemismos, etc.) y productivos (tasa de renovación de la biomasa, producción primaria y otros).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo de la vegetación. Se seleccionaron cinco pastizales con diferentes actividades asociadas al cambio de uso (introducción de especies, abandono, roturación de la tierra, fertilización forzada y uso tradicional) de la zona sur en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario. 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 seleccionaron parcelas de 4 X 4m y se utilizó el método de Braun Blanquet (1951). Para la determinación de las especies vegetales se utilizó la Obra Flora de Cuba (León, 1946; León y Alain, 1951, 1953, 1957; Alain, 1964, 1974); 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 diferenciaron las especies alóctonas (introducidas) de acuerdo con Ricardo *et al.* (1995) y las autóctonas (nativas) según la Obra Flora de Cuba cada una de ellas se analizó según el tipo de planta (herbácea y/o leñosa).

En los pastizales, con excepción de aquel con actividad de uso "abandono", se consideraron variables ecológicas y del tipo e intensidad de uso:

*Manuscrito aprobado en Junio del 2005.

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

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, suelo desnudo y con lámina de agua, la textura del suelo y su estabilidad estructural (estas dos últimas se explica la metodología utilizada en el acápite Muestras del suelo).

Altura total y promedio de herbáceas y leñosas; la cobertura vegetal total dividida en seis clases: 0 (0%), 1 (1-5%), 2 (5-10%), 3 (10-25%), 4 (25-50%), 5 (50-75%), 6 (>75%); la cobertura vegetal de herbáceas y leñosas (arbustos, árboles); cantidad de hojarasca en el suelo, para estas variables se consideraron los estados de las especies y evaluaciones visuales en los pastizales estudiados; el contenido de las biomasa aérea y subterránea (viva y muerta) se describen en el acápite Biomasa aérea y subterránea.

Tipo de uso: la tendencia principal de cambio de uso se dividió en dos clases discretas 1-Sin cambio aparente de uso (se mantiene el uso tradicional) y 2-Intensificación del uso tradicional (por roturación, fertilización forzada, introducción de especies); la 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); grado relativo de intensificación de uso del pastizal con respecto al conjunto de los otros, con cuatro clases excluyentes (baja, media, alta, muy alta); cantidad de años transcurridos desde la última perturbación, cambio de uso y carga ganadera.

Fitomasa aérea (biomasa, necromasa sobre el suelo para lo cual se consideró la suma de la hojarasca y la biomasa muerta en pie, producción primaria neta (PPN), producción primaria neta máxima (PPN max), tasa de renovación de la biomasa, cociente Lignina/Nitrógeno, consumo vegetal por los herbívoros) fitomasa subterránea, éstas se describen en el acápite Biomasa aérea y subterránea; características físico-químicas del suelo (pH, materia orgánica, carbono, nitrógeno

Biomasa aérea y subterránea; características físico-químicas del suelo (pH, materia orgánica, carbono, nitrógeno total, relación carbono/nitrógeno, fósforo asimilable, capacidad de cambio de base, fracciones de carbono lábil (carbono y carbohidratos solubles en agua) se describen en el acápite Muestras del suelo.

Análisis numéricos de datos. Con el fin de realizar el tratamiento numérico de los datos fitosociológicos se utilizó la propuesta de Tüxen y Ellenberg (1937) modificándose para los valores de $r = 0,5$; $+ y 1 = 3$. Para cada comunidad de pastizal se calcularon tres parámetros de diversidad: riqueza específica, diversidad biológica y equitatividad de Shannon, estos parámetros se calcularon de dos formas: 1- con la utilización de la abundancia dominancia de las especies y 2- con la biomasa vegetal de las especies. Con la abundancia dominancia de las especies se calcularon la riqueza específica (S), la riqueza total, la riqueza de herbáceas (Sh) y la riqueza de leñosas (Sl); la diversidad biológica de Shannon (H') total,

la diversidad de herbáceas (H'h) y la diversidad de leñosas (H'l) y la equitatividad de Shannon (J') total, la equitatividad de herbáceas (J'h) y la equitatividad de leñosas (J'l). Con la biomasa vegetal de las especies se analizaron las relaciones de los parámetros de diversidad con las características físico-químicas del suelo (Magurran, 1989). Se calculó la diversidad beta de Whittaker (1977).

Se creó una matriz conformada con las especies por filas y 59 variables entre biológicas y ecológicas por columna. En las biológicas se consideraron los atributos morfofuncionales de las especies (Tabla 2) (42 variables absolutas divididas en clases, y 17 variables cuantitativas), además, se consideraron por separado las familias Poaceae, Asteraceae, Leguminosae por su alta incidencia en estos ecosistemas y se agruparon las restantes familias en "otras familias". Las variables ecológicas consideradas fueron: abundancia máxima de las especies (los datos se transformaron mediante el arcoseno de $\sqrt{(Abma/100)}$), frecuencia de aparición, especie nativa o introducida, capacidad de invasión (nula o poca, media, alta), potencial reproductivo, potencial vegetativo, potencial defensivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Análisis de Componentes Principales (ACP), según los diferentes escenarios de uso y de gestión de los recursos, el total de variables y censos, se obtuvo que los dos primeros ejes explicaron 85% de la variación, la mayoría de las variables no realizaban un aporte significativo en el agrupamiento, posiblemente por ser muy redundantes, de este análisis se seleccionaron las variables y especies que se encontraban en la posición óptima de la distribución a lo largo de los ejes de variación, o sea las más activas ($P < 0,001$), con las cuales se realizó un segundo ACP cuyos dos ejes principales explican 92% de la variación (Fig. 1), en el segundo ACP todas las variables jugaron un papel altamente significativo.

Se encuentran correlacionados con el primer eje los pastizales que presentan mayor afectación de uso, aquellos donde se realiza la fertilización forzada con estiércol negativamente y los que se les aplicó roturación de la tierra e introducción de especies positivamente. Estos dos últimos están correlacionados positivamente entre sí y negativamente con el de fertilización forzada.

Los dos pastizales con uso tradicional se correlacionan con el segundo eje y entre sí, el pastizal con uso tradicional que se le realizó la extracción de especies se correlacionó negativamente con el segundo eje y con el pastizal tradicional *sensu lato*, aunque sus características hacen que se separen en su comportamiento en relación con las variables que los caracterizan; en el caso del pastizal con uso tradicional *sensu lato* influye la pendiente y el contenido de arcilla del suelo, mientras en el pastizal donde se realizó la extracción de especies lo caracterizan la relación C/N del suelo, el contenido de arena, la cobertura de herbáceas, altura promedio del matorral, la cantidad de especies introducidas: herbáceas y leñosas así como las especies autóctonas leñosas. Estos a su vez, son independientes de los tipos de pastizales con un intenso y agresivo manejo humano.

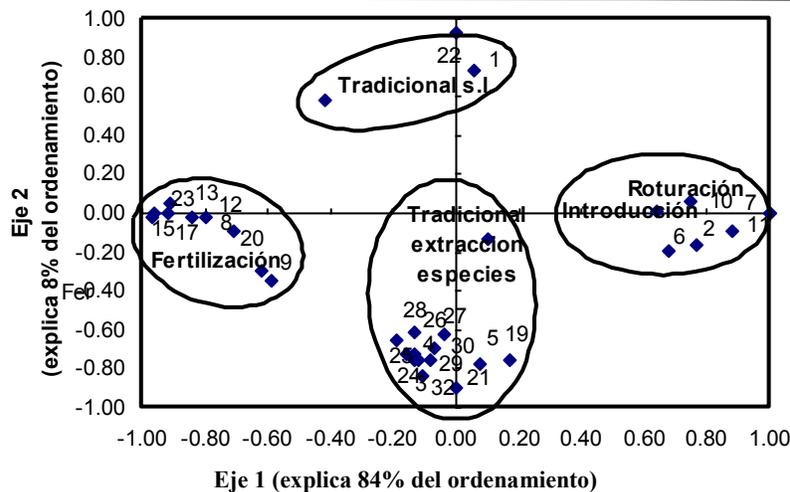


Fig. 1. El análisis de ordenamiento evidencia cuatro grupos bien diferenciados. En el Eje 1 el pastizal con fertilización forzada (8- Biomasa aérea, 9- Biomasa disponible, 12- Relación lignina/N de raíces, 13- Materia orgánica del suelo (%), 15- N del suelo (%), 17- C del suelo (%), 20- Fósforo asimilable en el suelo, 23- contenido de limo (%)) y las especies *Aa- Achyrantes aspera*, *Ba- Bidens alba*, *Bp- Blechum pyramidatum*, *Cn- Cynodon nlemfluensis*, *Ls- Lippia strigulosa*, *Ul- Urena lobata*, *Ps- Pseudoelephantopus spicatus*, *Xs- Xanthium strumarium*) y los pastizales con roturación e introducción de especies (2- Orientación, 6- Carga durante la estancia del ganado, 7- Carga ganadera, 10- Relación lignina/N de la biomasa aérea, 11- Consumo de herbívoros). En el Eje 2, el pastizal con uso tradicional *sensu lato* (1- Pendiente, 22- Contenido de arcilla (%)) y las especies *Cd- Cestrum diurnum*, *Co- Cyperus ochraceus*, *Cd- Cynodon dactylon*, *Ei- Eleusine indica*, *Sr- Sida rhombifolia*) y el pastizal con uso tradicional y extracción de especies (3- Cobertura vegetal total, 4- Cobertura herbáceas, 5- Altura promedio de especies leñosas, 19- Relación C/N del suelo, 21- contenido de arena (%), 24- Total de especies introducidas, 25- Especies introducidas herbáceas, 26- Especies introducidas leñosas, 27- Especies autóctonas leñosas, 28- Riqueza total de plantas superiores, 29- Riqueza total de especies leñosas, 30- Diversidad de especies leñosas, 32- Equitatividad de especies leñosas, y especies *Da- Dichanthium annulatum*, *Hr- Hyparrhenia rufa*, *It- Ipomoea triloba*, *Fs- Fimbristylis spadicea*, *Pn- Paspalum notatum*).

Los pastizales con roturación e introducción de especies están vinculados con la orientación, la carga animal durante la estancia del ganado, la carga ganadera, la relación lignina/N de la biomasa aérea y el consumo de herbívoros. Define el pastizal con fertilización forzada la biomasa aérea, la biomasa disponible, la relación lignina/N de las raíces, la materia orgánica, N, C y P_2O_5 en el suelo y el contenido de limo.

En el análisis dual de las especies y las variables se observa una segregación según los diferentes grupos obtenidos en el ACP, en el pastizal fertilizado dominan *Achyrantes aspera*, *Bidens alba*, *Blechum pyramidatum*, *Cynodon nlemfluensis*, *Lippia strigulosa*, *Xanthium strumarium*, *Pseudoelephantopus spicatus* y *Urena lobata*, especies herbáceas anuales o perennes de vida corta, heliófilas facultativas no resistentes a la sequía bajo condiciones de pleno sol, típicas de ecotonos o lugares semisombreados a veces húmedos, pero con buen drenaje, son típicas de suelos arenosos con bajo contenido de limo, materia orgánica, N y C (Tabla 1).

El pastizal con uso tradicional y extracción de especies lo tipifican *Dichanthium annulatum*, *Hyparrhenia rufa*, *Ipomoea triloba*, *Fimbristylis spadicea* y *Paspalum notatum*, especies mayormente herbáceas perennes de lugares abiertos, típicas de la vegetación segetal, o sabanas antrópicas raras veces en vegetación ruderal, son heliófilas obligadas. Resistentes a la sequía bajo condiciones de pleno sol por tener raíces tuberosas o rizomas que se localizan en suelos con bajo contenido de potasio y medio de materia orgánica, N, C y fósforo asimilable.

El pastizal con uso tradicional lo caracterizan las especies *Cestrum diurnum*, *Cyperus ochraceus*, *Eleusine indica*, *Sida*

rhombifolia, y *Cynodon dactylon*, especies perennes arbustivas o sufruticosas que se dispersan por zoocoría o en forma pasiva, estas especies son heliófilas facultativas, no resistentes a la sequía bajo condiciones de pleno sol, que se presentan en suelos con alto contenido de N, fósforo asimilable y K.

Para determinar las posibles relaciones entre los parámetros de diversidad (S , H' y J') y las variables consideradas, se realizó una correlación múltiple obteniéndose estrechas interrelaciones (Tabla 2), aunque debe señalarse que la riqueza de especies leñosas no se correlacionó significativamente con ninguna variable, así como no se observó relación entre estos parámetros y las actividades asociadas al cambio de uso, sin embargo, al calcular los parámetros de diversidad desglosados en las especies herbáceas y leñosas (Sh , Sl , $H' h$, $H' l$, $J' h$ y $J' l$) se obtuvo que la diversidad de las especies herbáceas ($H' h$) está correlacionada significativamente con la carga durante la estancia del ganado y con los años transcurridos después de la última perturbación, y la equitatividad de las especies leñosas ($J' l$) con la intensidad de uso.

La estrecha asociación entre la S total 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.

Tabla 1. Características florísticas y ambientales preferentes de algunos pastizales con diferentes tipos de actividad de uso en la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario.

Pastizales según el tipo de manejo	Especies que lo caracterizan	Características preferentes
Uso tradicional	<i>Cestrum diurnum</i> <i>Cyperus ochraceus</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Cynodon dactylon</i>	Generalmente especies perennes arbustivas o sufruticosas Heliófilas facultativas Típicas de lugares semisombreados No resistentes a la sequía Suelos con alto contenido de N, fósforo asimilable y K
Uso tradicional con extracción de especies	<i>Dichanthium annulatum</i> <i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Ipomoea triloba</i> <i>Fimbristylis spadicea</i> <i>Paspalum notatum</i>	Especies mayormente herbáceas perennes Heliófilas obligadas Típicas de lugares abiertos Resistentes a la sequía De suelos con bajo contenido de K y medio de materia orgánica, N, C y fósforo asimilable.
Fertilización forzada	<i>Achyranthes aspera</i> <i>Bidens alba</i> <i>Blechnum pyramidatum</i> <i>Cynodon nlemfluensis</i> <i>Lippia strigulosa</i> <i>Xanthium strumarium</i> <i>Pseudoelephantopus spicatus</i> <i>Urena lobata</i>	Especies herbáceas anuales o perennes de vida corta Heliófilas facultativas Típicas de lugares semisombreados No resistentes a la sequía Suelos a veces húmedos con buen drenaje Suelos arenosos con bajo contenido de limo, materia orgánica, N y C
Los pastizales con roturación y con introducción de especies	No presentan especies que los tipifican	Influyen en ellos la orientación, la carga durante la estancia del ganado, la carga ganadera, la relación lignina/N de la biomasa aérea y el consumo de los herbívoros

Tabla 2. Correlaciones significativas de las variables con los parámetros de diversidad en los pastizales con diferentes actividades de uso de la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Leyenda: S- Riqueza, H- diversidad, J- equitatividad, t-total de especies, h- especies herbáceas, l- especies leñosas. PPN Max- Productividad primaria Neta Máxima, Nivel de significación estadística: *- p< 0.05, ** p< 0.01, ***p< 0.001

VARIABLES	St	Sh	Sl	H't	H'h	J't	J'h	J'l
Necromasa aérea	-0.88*							
PPN Max aérea				-0.95*	-0.97**	-0.93*	-0.98***	
Biomasa raíces						0.89*	0.88*	
Tasa renovación de Raíces	0.96**	0.93*						
Contenido arena			0.91*					
Contenido arcilla			-0.95*					
Intensidad uso								0.91*
Años de perturbación					0.90			
Carga estancia ganado					0.90			
Cobertura herbáceas				-96**	-0.91*	-0.99***	-0.96***	
Cobertura matorral				96**	0.91*	0.99***	0.96***	
Total especies introducidas	0.91*	0.88*						
Especies introducidas. leñosas	0.97*	0.95*						
Especies introducidas herbáceas	0.87*							
Autóctonas leñosas			0.94*					
Pendiente	-0.89*							
Posición geomorfológica	-0.97**	-1***						

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 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. Las correlaciones obtenidas demuestran que estos pastizales tienen una dinámica compleja de

funcionamiento con una conectividad fuerte entre las diferentes variables.

Se analiza la relación entre los parámetros de diversidad de las especies introducidas y las autóctonas con las actividades de uso de los pastizales para lo cual se realizaron regresiones

lineal y polinómica de segundo grado. La Tabla 3 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 3. Regresión polinómica de segundo grado de especies introducidas y autóctonas calculadas con las actividades de cambio de uso de los pastizales: tendencia principal cambio de uso de los pastizales (US87), intensidad de cambio de uso (US89), carga durante la estancia del ganado (US91) y años transcurridos desde la última perturbación (US92). Relación significativa (* $p < 0.05$).

Índice diversidad	Tipo regresión	US 87	US 89	US91	US92
Riqueza de especies introducidas leñosas	regresión segundo grado	$R^2 = 1^{**}$	$R^2 = 0.95^*$		
Riqueza de especies leñosas autóctonas	regresión segundo grado	$R^2 = 0.94^*$		$R^2 = 0.92^*$	$R^2 = 0.93^*$
Equitatividad total de las especies leñosas	regresión segundo grado		$R^2 = 0.87^*$		

Estos resultados indican la relación entre los parámetros de diversidad de las especies autóctonas e introducidas con la tendencia principal al cambio de uso de los pastizales, intensidad de cambio de uso, carga durante la estancia del ganado y años transcurridos desde la última perturbación. La relación muestra que las especies leñosas, en general, son las que responden en relación con las actividades de uso, no así las especies herbáceas. La riqueza y la equitatividad muestran una regresión significativa de segundo grado. La significación estadística sugiere que los parámetros de diversidad muestran un comportamiento unimodal, del tipo de la hipótesis de la perturbación intermedia (Connell, 1978; Huston, 1994).

Huston (1994), Schulze y Mooney (1994), Rosenzweig (1995) relacionaron parámetros ecológicos macroscópicos (como la diversidad biológica y la producción primaria, entre otros) con diferentes tipos e intensidades de explotación humana.

Las teorías más antiguas (teorías del equilibrio) relacionaban el incremento de la explotación humana con la

disminución progresiva de la diversidad biológica, recientemente se desarrollan con bastante éxito las denominadas teorías del no-equilibrio (Hutchinson, 1961; MacArthur y Wilson, 1967; Caswell, 1978; Huston, 1979; DeAngelis y Waterhouse, 1987) que explican la dinámica de los ecosistemas sometidos a una explotación constante. Dentro de estas teorías se destaca la hipótesis de la perturbación intermedia (Connell, 1978) que predice una respuesta unimodal de la diversidad frente a un gradiente de perturbación.

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 stricto*.

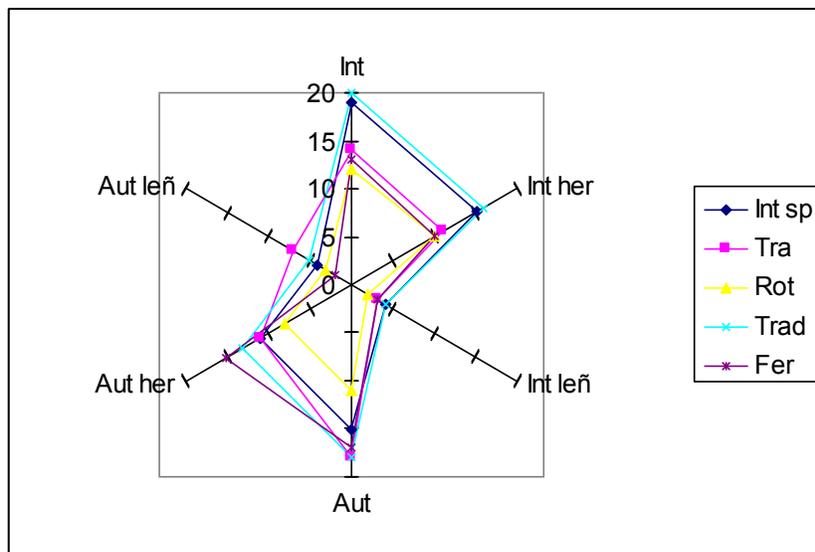


Fig. 2. Tipo de especie (introducida, autóctona, herbácea, leñosa) presente en pastizales con diferentes escenarios ambientales y de uso, en la región sur de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Leyenda: Aut: autóctona, Int: introducida, leñ: leñosa, her; herbácea. Actividad de uso del pastizal: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

CONCLUSIONES

- ◆ Los parámetros ecológicos (riqueza y diversidad biológica, comunidades biológicas, cobertura vegetal) y productivos (biomasa, producción primaria, tasa de renovación) dan respuesta a diferentes escenarios ambientales y de gestión en pastizales antrópicos en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario.
- ◆ El estudio integrado de los pastizales permitió identificar regularidades en las respuestas de estos ecosistemas a distintos factores de explotación.
- ◆ Los pastizales que presentan mayor afectación de uso (con fertilización, introducción de especies y roturación de la tierra) manifiestan semejante dinámica de desarrollo.
- ◆ Los pastizales con uso tradicional mantienen altos valores naturalísticos y productivos.

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.
- Benzecri, J.P. 1980. *L'analyse des données II: L'analyse des correspondances*. Dunot. París. 632 pp.
- Braun-Blanquet, J. 1951. *Pflanzensoziologie*, Springer-Verlag, Viena, 631 pp
- Caswell H. 1978: Predator mediated coexistence: a non-equilibrium model. *American Naturalist* 112: 127-154.
- Connell J.H. 1978. Diversity in tropical rainforest and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- DeAngelis D.L. y J.C. Waterhouse 1987. Equilibrium and nonequilibrium concepts in ecological models. *Ecological Monographs* 57: 1-21.
- Fernández Alés R.; J. M. Laffarga, y F. Ortega. 1993. Strategies in Mediterranean grassland annuals in relation to stress and disturbance. *Journal of Vegetation Science* 4: 313-322.
- Hutchinson G.E. 1961. The paradox of the plankton. *American Naturalist* 95: 137-145.
- Huston M.A. 1979. A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* 113: 81-101.
- 1994. *Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press. USA.
- 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.
- 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
- 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 Macoris, 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 Macoris, 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 Macoris, 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 Macoris, 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.
- MacArthur R.H. y Wilson E.O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.
- MacFadden, B.J. 1997. Origin and evolution of the grazing guild in new world terrestrial mammals. *TREE*. 12: 182-187.
- Magurran, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Barcelona. 202 pp.
- Rebollo, S. y A. Gómez Sal. 2003. Aprovechamiento sostenible de los pastizales. Ecosistemas 2003/3 (URI. <http://www.aeet.org/ecosistemas/0.33/investigación7htm>).

- Rey Benayas, J.M. y E. de la Montaña. 2002. Cambio global y diversidad en ambientes mediterráneos. *Segunda Jornada Científica sobre Medio Ambiente del CCMA-CSIC (2002)*. Madrid pp. 25-28.
- 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
- Schulze E.D. y H.A. Mooney (eds) 1994. *Biodiversity and Ecosystem function*. Springer-Verlag. NY-Berlin.
- Steinfeld H; C. De Haan y H. Blackburn. 1997. Livestock - Environment Interactions. Issues and Options. European Commission Directorate. General for Development, Development Policy Sustainable Development and Natural Resources. European Union. 56 p.
- Tüxen, R. y H. Ellenberg. 1937. Der systematische und ökologische Gruppenwert. Ein Beitrag zur Begriffsbildung und Methodik der Pflanzensoziologie. *Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem.* 3:171-184.
- Vilá, M. 2002. Amenazas de las invasiones biológicas a la biodiversidad. *Segunda Jornada Científica sobre Medio Ambiente del CCMA-CSIC (2002)*. Madrid pp. 29-32.
- 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.