

**Número
Especial**

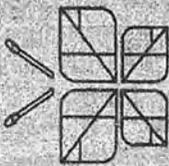
No. 156-162

15 de Octubre del 2002

ISSN 0138-6824

Acta Botánica Cubana

Instituto de Ecología y Sistemática



Variabilidad florística y diversidad biológica en pastizales de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Cuba*

Nancy Esther RICARDO NÁPOLES** y José Manuel de MIGUEL GARCINUÑO***

ABSTRACT. Pasture communities from Sierra del Rosario and their relationships with different parameters of biological diversity (S, H' and J') were characterized. A study of 27 pasture communities in Sierra del Rosario was made allowing identification of two large groups of communities having different characteristics: 1) pastures on lowland terraces with high availability of water and 2) pastures on hill slopes with medium or little availability of water. Both types of communities represent the extremes of a main trend of floristic variation of vegetation in the zone under study. A clear relationship between this trend of variation and biodiversity study parameters values is not observed. Probably, parameters are influenced by pastures acting on a scale of spatial details higher than the one observed in this study. The knowledge of this variation scale seems to be important for basing strategies of conservation and gestion of biodiversity in Sierra del Rosario. The variation of the diversity parameters between the two pasture communities do not show any important difference: within each preferences for definite classes of some environmental variables are observed. These variations are the same in both communities but preferably affect different parameters of biodiversity.

KEY WORDS. Biodiversity, Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La conservación y gestión de la diversidad biológica constituye en la actualidad uno de los pilares básicos de la conservación de la naturaleza. Con la firma del convenio de la Biodiversidad, durante la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992, muchos países se comprometieron a elaborar e implementar estrategias de conservación y de uso sostenible de la diversidad biológica. En el caso de Cuba, se realizó el Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica (Vales *et al.*, 1998) y posteriormente, se elaboró la Estrategia Nacional (Vilamajó *et al.*; 2002), hoy su implementación constituye un importante reto científico, socioeconómico y administrativo.

Gran parte del éxito de las estrategias mencionadas se encuentra en el conocimiento de los procesos y factores que condicionan los valores de diversidad. La conservación o el uso sostenible de la misma debe necesariamente incidir sobre dichos factores, promoviéndolos o limitándolos según la dirección deseada. Para ello es necesario caracterizar la naturaleza de sus relaciones con la diversidad, así como, la escala espacial y temporal a la que estas relaciones actúan con preferencia (Rosenzweig, 1995).

Igualmente necesario es considerar distintos índices o parámetros de diversidad biológica, cada uno de los cuales indica aspectos diferentes de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Lo extraño es que las estrategias de conservación de la biodiversidad consideren a la riqueza específica (S) como único parámetro de la variabilidad interna de comunidades o ecosistemas. Este índice suele utilizarse como indicador naturalístico o como indicador del potencial del territorio para producir recursos utilizables por el hombre (Wilson & Peter, 1988). Sin embargo, existen otros parámetros de diversidad cuyo interés es más científico o ecológico por constituir características macroscópicas de los ecosistemas y, por tanto, ser buenos indicadores de cambios ocurridos en los mismos (Margalef, 1969, 1974). Especialmente interesante es su papel como indicador de cambios frente a diferentes tipos de intensidades de explotación humana. Entre la multitud de índices de este tipo pueden destacarse por la universalidad de su uso los índices de diversidad biológica (H') y de equitatividad (J') de Shannon (Shannon & Weaver, 1945; Pielou, 1975; Magurran, 1989).

Este trabajo aborda por primera vez en la Sierra del Rosario (Cuba) el conocimiento de los factores que determinan la variación de varios parámetros de diversidad (S, H', J') en comunidades de pastizal y la relación de éstos con la variabilidad florística de la vegetación. Se parte de la hipótesis de que existe una relación entre ambos tipos de variación. Desde un punto de vista ecológico, dicha relación indicaría una respuesta similar de ambas características ecológicas al mismo conjunto de factores ambientales y a la misma escala de observación espacial. Esto permitiría utilizar la composición de los pastizales y su variación como un indicador de diversidad biológica en cualquier proyecto de gestión o de conservación de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, aprobada por la UNESCO en 1984, está ubicada en la parte más oriental de la Cordillera de Guaniguanico, con una extensión de 250,7 km², en la Sierra de la que recibe su nombre. Esta Reserva se encuentra en una zona montañosa con alturas de hasta 600 m snm el sistema orográfico cuenta con cordilleras pronunciadas, en muchas de sus regiones se localizan pendientes fuertes que pueden llegar a abruptas, con

*Manuscrito aprobado en mayo del 2000.

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

***Departamento de Ecología de la Universidad Complutense de Madrid (España).

estrechos valles entre ellas. El relieve presenta notable alineamiento en dirección predominante Noroeste-Sureste, fuertemente diseccionado con pendientes de exposición heterogénea en los que predominan los procesos erosivo-denudativos y gravitacionales (Herrera y Menéndez, 1988). Las áreas que se utilizan para aprovechamiento ganadero presentan extensos pastizales que ocupan zonas colinosas y llanuras alomadas, localizadas principalmente en la parte sur del territorio en zonas originalmente ocupadas por bosques (siempreverdes y semidecíduos) y sabanas (Ricardo, 1990).

En los meses de menor pluviosidad se observa la presencia de precipitaciones horizontales, que sobre todo, durante la noche y en las primeras horas de la mañana pueden observarse en forma de nubes bajas o niebla muy densa, por lo que se deposita alta cantidad de rocío en estos pastizales. De acuerdo con los registros climáticos (17 años) la temperatura media multianual es de 24,4°C, y el promedio anual de precipitaciones de 2013,9 mm (Vilamajó *et al.*, 1988).

Muestreo de la vegetación. Se realizó el muestreo de 27 pastizales representativos de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Con anterioridad al muestreo intensivo 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. En cada pastizal se estimó la abundancia de las especies herbáceas, que conforman las comunidades vegetales que caracterizan estos pastizales, presentes en parcelas de 4 X 4 m. Para la estimación de la abundancia se utilizó el método de Braun-Blanquet (1951) con siete clases (r, +, 1, 2, 3, 4, 5), estos valores se transformaron a porcentajes medios de cobertura según la conversión de este autor.

Cada pastizal fue asignado a clases discretas de las siguientes variables ambientales: tipo de pendiente (plano, pendiente), posición geomorfológica (zona alta, media, baja), disponibilidad aparente de agua (muy alta, alta, media, baja) mediante el cálculo del contenido de agua en el suelo cuantificando el contenido de humedad por diferencia de pesada del suelo fresco hasta peso seco constante, litología predominante (caliza, serpentinita), contenido de materia orgánica del suelo (alto, medio, bajo) según Springer y Klee (Thun *et al.*, 1955), grado de intervención humana (alta, media, baja) por observación directa en el terreno, tipo de comunidad vegetal (ruderal, segetal, segetal/ruderal, semiantrópica según Ricardo, 1990) y tipo de suelo (Ferralítico, Fersialítico, Húmico calcimorfo, Fersialítico/Pardo, (Instituto de Suelo, 1979)).

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). Para cada comunidad de pastizal se calcularon tres parámetros diferentes de diversidad: Riqueza específica (S), diversidad biológica de Shannon (H') y equitatividad de Shannon (J') (Magurran, 1989).

Análisis numéricos. La identificación de las tendencias principales de variación de la vegetación se realizó mediante un análisis multivariante de correspondencias (AC) (Benzecri, 1980). La relación entre las especies y las variables ambientales con la principal tendencia de variación detectada en dicho análisis se realizó mediante el estadístico de comparación de medias T de Student y mediante ANOVAS de una vía (Sokal & Rohlf, 1969). Estos mismos estadísticos fueron utilizados para detectar preferencias significativas de los parámetros de diversidad por variables del ambiente y por diferentes comunidades de pastizal. La relación entre los valores de los tres parámetros de diversidad y las tres principales tendencias de variación detectadas en el AC se realizó mediante regresión simple y regresión polinómica de segundo grado (Sokal & Rohlf, 1969) con el fin de detectar relaciones lineales o unimodales, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

♦ **Caracterización florística de las comunidades.** La Fig. 1 muestra la posición de las 27 parcelas estudiadas en el plano de ordenación definido por los dos primeros ejes del análisis de Correspondencia (Benzecri, 1970). Dichos ejes recogen los principales gradientes de la variación florística de los pastizales estudiados. Un estudio de estas variaciones debe, en primer lugar, identificar los principales factores ambientales que las determinan, en este caso se agruparon las comunidades de pastizales en dos grandes grupos:

- Comunidades típicas en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua
- Comunidades típicas en laderas con media o escasa disponibilidad de agua.

La Tabla 1 muestra la relación de diferentes variables ambientales con el principal gradiente de variación de la vegetación (eje 1 del análisis de ordenación). Los valores estadísticamente significativos de la Tabla ($p < 0.05$) señalados en negrita, dan idea de aquellos factores a cuya variación responde con preferencia la composición florística de los pastizales estudiados.

Todas las variables consideradas, con excepción del contenido en materia orgánica del suelo, alcanzan valores significativos lo que indica una clara influencia de las mismas en la variabilidad principal de la vegetación. La importancia de tantos factores puede ser debida a una cierta redundancia entre los mismos, más que a la influencia independiente de cada uno de ellos sobre la vegetación. Este último caso indicaría la existencia de un sistema ambiental de gran complejidad y difícil caracterización.

En el gradiente recogido por el primer eje del análisis de ordenación es posible identificar con claridad dos grandes tipos de comunidades cuyas composiciones florísticas son las de mayores diferencias en la Sierra del Rosario (Fig. 1). Los

factores y especies que mejor caracterizan estadísticamente dichas comunidades se muestran en la Tabla 2.

Por una parte, comunidades de pastizal en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua. Comunidades de este tipo suelen también situarse sobre substratos calizos y suelos Ferralíticos y constituyen a menudo comunidades ruderales o segetales sometidas a una media o intensa intervención humana. Entre las especies más características de estos tipos de pastizales se destacan táxones de la familia Poaceae y Euphorbiaceae, las especies que pertenecen a Poaceae se introdujeron, en diferentes años, para mejorar los pastos en Cuba: *Urochloa maxima* (1774), *Sorghum halepense* (1864), *Rottboellia cochinchinensis* (1908), *Pennisetum purpureum* (1920), mientras que *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) es una especie nativa del país (Ricardo *et al.*, 1995) que se establece en terrenos abandonados, generalmente, utilizados en la agricultura o lugares ruderalizados.

En el extremo opuesto se encuentran comunidades de pastizal propias de laderas con escasa o media disponibilidad de agua. Estas suelen asociarse también con zonas de serpentinitas y suelos Fersialíticos/Pardos y corresponden con frecuencia a comunidades semiantrópicas afectadas por fuego o por pastoreo. Entre las especies características de este tipo de pastizal están *Aristida erecta* (endémica del occidente de Cuba), *Paspalum conjugatum* (especie nativa), y especies introducidas como *Hyparrhenia rufa* (en 1915), *Paspalum notatum* (en 1864), *Viguiera dentata* (en 1862) y *Arundinella deppeana* (en 1864).

♦ **Variabilidad florística y diversidad de la vegetación.** Se analiza la relación de los tres gradientes principales de variación de la vegetación con los siguientes parámetros de diversidad: riqueza (S), diversidad (H') y equitatividad (J') de Shannon. La Tabla 3 muestra los valores de dicha relación obtenidos mediante dos tipos de regresiones. Ninguno de los parámetros considerados muestran una relación significativa ($p < 0.05$) con el gradiente principal de variación de la composición florística de los pastizales. Cuando se comparan los valores medios de estos parámetros en los dos tipos de comunidades de pastizal más contrastados (Tabla 4) tampoco se observa ninguna diferencia significativa entre ellos.

Los resultados anteriores indican la ausencia de relación entre los parámetros de diversidad considerados y las principales tendencias de variación de la vegetación. La ausencia de un patrón claro de distribución indica una elevada heterogeneidad de los valores de los parámetros de diversidad a lo largo de los gradientes considerados. La ausencia de significación estadística del análisis de regresión polinómica de segundo grado invalida también la posibilidad de que los valores de diversidad muestren un comportamiento unimodal en dicho gradiente, del tipo de la hipótesis de la perturbación intermedia (Connell, 1978; Huston, 1994).

De acuerdo con lo anterior puede deducirse que los parámetros de diversidad considerados responden a factores diferentes a los que afectan de forma principal la composición de la vegetación. Estos parámetros podrían responder a gradientes ambientales de escasa incidencia sobre la composición de los pastizales o bien a factores que actúan a escalas de mayor detalle espacial no contempladas en este trabajo. Para comprobar la primera de las hipótesis se han calculado varios ANOVAS sobre la distribución de valores de cada uno de los tres parámetros de diversidad de la vegetación (riqueza, diversidad y equitatividad de Shannon) en clases discretas de las variables ambientales (Tabla 5). La escala espacial de la relación detectada en estos análisis es de poco detalle ya que a cada una de las 27 parcelas muestreadas se le asigna una única clase de una variable.

De los tres parámetros analizados solo dos (diversidad - H' - y equitatividad - J' - de Shannon) muestran cierta sensibilidad a algunas variables ambientales. La disponibilidad aparente de agua parece ser el factor de mayor influencia sobre ambos parámetros. El tipo de suelo parece afectar también a los valores de equitatividad. La riqueza (S) no responde claramente a la variación de ninguna de las variables consideradas.

La respuesta de la diversidad y de la equitatividad a la disponibilidad aparente de agua no se ajusta, sin embargo, a una variación gradual de este factor, sino más bien a clases concretas del mismo. Los valores menores y mayores de ambos parámetros tienden a registrarse en zonas de mucha disponibilidad aparente (alta o muy alta) del territorio. En zonas con valores bajos o medios de humedad los valores de ambos parámetros son intermedios. Aunque los valores de riqueza no alcanzan significación estadística (F de Scheffe) con este factor, hay que hacer notar que tienen una tendencia similar a la comentada.

La equitatividad alcanza sus valores más altos y más bajos en tipos diferentes de suelo (Húmico calcimorfo y Ferralítico, respectivamente), pero estos valores no son significativamente distintos de los registrados en los otros tipos de suelo (Fersialítico o Fersialítico/Pardo). Esta preferencia de la equitatividad por suelos concretos no se aprecia con igual intensidad en los valores de diversidad de Shannon y menos en los valores de riqueza específica. Ambos parámetros no muestran diferencias significativas entre tipos de suelo para el test F de Scheffe.

En general, los resultados anteriores son coherentes con la alta heterogeneidad de los parámetros de diversidad observada a lo largo de los principales gradientes de variación florística (Tabla 3). Salvo la relación del tipo de suelo sobre J' , no se aprecia una tendencia clara de las variables analizadas a influenciar los parámetros de diversidad a esta escala de poco detalle. Muy probablemente, estos parámetros respondan de forma más notable a variaciones del ambiente que actúan a una escala espacial mayor que la que aquí se contempla. Por ejemplo variaciones debidas al microrrelieve, a los excrementos del ganado o a la presencia de matorrales aislados.

♦ **Diversidad biológica y composición florística de los pastizales.** Los valores de los parámetros de diversidad no muestran diferencias significativas entre los dos grandes tipos de comunidades de pastizal que caracterizan los extremos

del gradiente principal de variación de la vegetación en la Sierra (Fig. 1 y Tabla 4). Por ello se ha estudiado con detalle la variabilidad de estos parámetros de diversidad dentro de cada uno de estos dos grandes grupos de pastizales. El objetivo es observar la importancia relativa de diferentes variables ambientales sobre los valores de diversidad en ambas comunidades.

En cada una de las comunidades se ha estudiado mediante ANOVAS la preferencia de los valores de diversidad (S , H' , J') por clases discretas de diferentes variables ambientales. Las Tablas 6a y 6b muestran los resultados de estos análisis.

La importancia de los tipos de variables es parecida en las dos comunidades pero no los parámetros que se ven más afectados. En las comunidades de laderas con media o baja disponibilidad de agua (Tabla 6a) los factores humedad aparente, tipo de suelo y litología son los que influyen en mayor medida, a la escala de detalle contemplada.

En concreto, estos factores afectan fundamentalmente la riqueza de especies (S) y poco a la equitatividad (J'). Esta última circunstancia es posiblemente la responsable de que los factores mencionados tampoco influyan fuertemente en los valores de diversidad de Shannon (H') que al igual que los de equitatividad no muestran relaciones significativas con ninguna variable.

En este tipo de pastizales los valores medios más altos de riqueza se registran en suelos Fersialíticos sobre serpentinitas. En este tipo de suelo se presentan áreas sabanas conservadas con la presencia de endémicos (*Aristida erecta*, *Suberanthus neriiifolius*, *Comocladia platyphylla* y *Eugenia tuberculata*) lo que le confiere una singularidad edafológica y naturalística especial a esta zona en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (Ricardo *et al.*, 1990). En estos pastizales, ya de por sí con escasa disponibilidad de agua, se observa que aquellos que presentan menor humedad aparente registran una mayor riqueza de especies.

En las comunidades de terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua (Tabla 6b), a los factores comentados se añade el contenido en materia orgánica del suelo como factor que influye sobre la diversidad. En estas comunidades no es posible analizar la relación con la litología dado que en todos los casos el substrato es el mismo - calizas -. Al contrario que en las comunidades anteriores, los factores ambientales no influyen significativamente sobre la riqueza de especies sino sobre la equitatividad (J') y sobre la diversidad de Shannon (H'). Esto indica que en este tipo de pastizal los factores analizados afectan de forma más importante a la reorganización interna de las abundancias de las especies que a su número. Los valores medios más altos de diversidad de Shannon se alcanzan en suelos Húmicos calcimorfos con un alto contenido de materia orgánica. Es de destacar que, al igual que en la comunidad anterior, los pastizales con menor disponibilidad aparente de agua de este grupo, de por sí con una alta disponibilidad, mantienen los mayores valores de este parámetro.

CONCLUSIONES

◆ No se observa una relación entre las principales tendencias de variación florística de los pastizales de la Sierra del Rosario y los valores de los tres parámetros de diversidad utilizados: riqueza específica (S), diversidad (H') y equitatividad (J') de Shannon.

◆ La diversidad en los pastizales de esta Sierra podría responder a factores no considerados o, probablemente, a factores que actúan a una escala de mayor detalle espacial a la contemplada por nosotros.

◆ Se identificaron y caracterizaron dos grandes grupos de comunidades de pastizales con composiciones específicas diferentes:

- Pastizales en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua
- Pastizales en laderas con media o escasa disponibilidad de agua.

◆ Ambos tipos de comunidades no muestran diferencias apreciables en los valores de ninguno de los parámetros de diversidad analizados. La respuesta de los parámetros de diversidad es independiente de la variación florística.

◆ La variabilidad de la diversidad, dentro de cada uno de los grandes grupos de comunidades de pastizales en la Sierra, responde a la influencia de determinadas variables ambientales, que aunque muy parecidas en ambos tipos afectan a parámetros de diversidad diferentes. En unos casos parecen afectar más a la riqueza específica y en otros a la organización interna de las abundancias de las especies.

◆ La mayoría de las variables ambientales analizadas no explican suficientemente, a la escala considerada, la variación de la diversidad en el conjunto de los pastizales de la Sierra.

◆ Los parámetros de diversidad (H' y J') solo muestran preferencia por clases concretas de algunas variables (disponibilidad aparente de agua y tipo de suelo), aunque no se ajusta a una variación gradual de la variable, existe una alta heterogeneidad (valores más altos y más bajos de esos parámetros) en situaciones ambientales muy parecidas.

◆ Debe existir una respuesta de la diversidad a factores con una variación espacial de mayor detalle.

RECOMENDACIONES

La elaboración de planes de conservación o de gestión sostenible de estos pastizales debería considerar el estudio previo de la diversidad a escalas espaciales detalladas, contemplando factores más característicos de la misma como, por ejemplo, variaciones microtopográficas o del suelo, bien naturales o derivadas del uso humano, de la presencia de leñosas

(efecto de los matorrales) o de los animales (excrementos; pisoteo. etc.).

Agradecimientos. Este trabajo ha sido posible gracias al Proyecto de Investigación nº XII.5. subvencionado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

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
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199: 1320-1309.
- Herrera, R. y L. Menéndez. 1988. Historia del uso de las tierras en Sierra del Rosario, en *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba*. Proyecto MAB, No.1 (1974-1987) (R. Herrera, L. Menéndez, R. Rodríguez y E. García, eds.) Capítulo 1, 32 pp.
- Huston, M. A. 1994. *Biological Diversity*. Cambridge University Press. Cambridge. 681 pp.
- Instituto de Suelos. 1979. *Clasificación genética de los suelos de Cuba*. Editorial Academia. La Habana, 28 pp.
- 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 Alain, 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
- Magurran, A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Barcelona. 202 pp.
- Margalef, R. 1969. *Perspectives of ecological theory*. Univ. Chicago Press. Chicago. 110 pp.
- , 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. Wiley. New York. 384 pp.
- Ricardo, N. 1990. Vegetación sinantrópica asociada a ecótopos originalmente ocupados por bosques siempreverdes, semidecuidos y sabanas. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Ricardo, N., R. García y M. Lauzán. 1990. Comunidades sinantrópicas en la reserva de la biosfera de Sierra del Rosario, Cuba. II. Sabana sobre serpentinita. *Rev. del Jardín Bot. Nac.* XI (1): 75-90.
- Ricardo, N., E. Pouyú, y P. Herrera. 1995. Synanthropic flora of Cuba. *Fontqueria*, 42 (609): 367-430.
- Rosenzweig, M.L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press. USA. 464 pp.
- Shannon, C. y W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press. Illinois. 434 pp.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. *Biometria. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blume ediciones. Madrid. 832 pp.
- Thun, R., R. Hermann y E. Knickmann. 1955. *Die untersuchung von Boden*. Newman Verlag. Radebeul, Berlin. Vol.1, 271 pp.
- Vales, M., A. Alvarez, L. Montes, y A. Ávila (comps.). 1998. *Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba*. CESYTA, Madrid. 482 pp.
- Vilamajó, D., L. Menéndez y A. Suárez. 1988. Características climáticas, en *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba*. Proyecto MAB, No.1(1974-1987) (R. Herrera, L. Menéndez, R. Rodríguez y E. García, eds.) Capítulo 3:61-74 pp.
- Vilamajó D., M. A. Vales, R. P. Capote, D. Salabarría y J. M. Menéndez. 2002. *Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción en la República de Cuba*. Editorial Academia. Ciudad Habana. 88 pp.
- Wilson, E. O. y Peter F. M. (eds.) 1988. *Biodiversity*. National Academic Press. Washington. 521 pp.

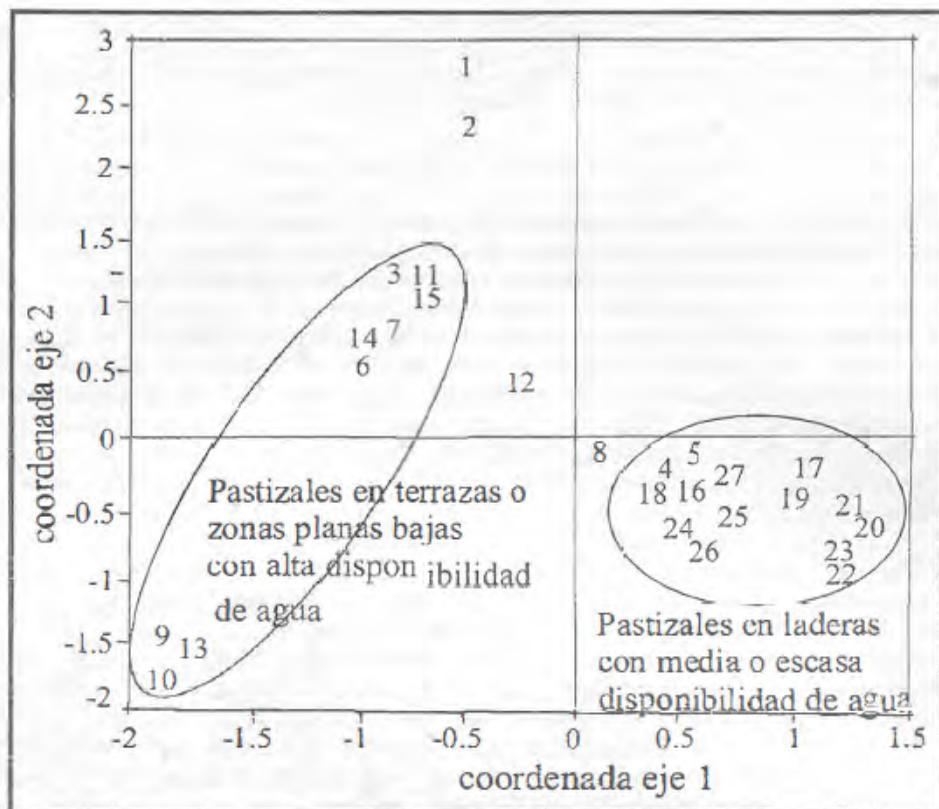


Fig. 1. Análisis de ordenación de 27 comunidades de pastizal de la Sierra del Rosario en los dos primeros ejes. Las dos áreas punteadas corresponden a los dos tipos de comunidades que han sido comparadas en el trabajo.

Tabla 1. ANOVAS sobre la distribución de las coordenadas de los 27 pastizales obtenidas para el eje 1 del análisis de ordenación (AC) en diferentes clases de variables ambientales. En negrita los valores de p significativos ($p < 0.05$).

VARIABLE	CLASES	p	X
Tipo de pendiente	plano	0.0001	-0.70 a
	pendiente		0.70 b
Geomorfología	zona alta	0.024	0.81 a
	zona media		0.16 a, b
	zona baja		-0.54 b
Disponibilidad aparente de agua	muy alta	0.0001	-0.95 a
	alta		-0.70 a
	media		0.65 b
	baja		0.86 b
Litología	calizas	0.001	-0.38 a
	serpentinitas		0.81 b
	alto	0.100	0.47
Contenido de materia orgánica en el suelo	medio		-0.32
	bajo		-0.32
	alta	0.0001	-0.15 b
Intervención humana	media		-1.15 a
	baja		0.54 b
	ruderal	0.0001	-1.88 a
Tipo de comunidad vegetal	segetal		-0.79 a, b
	segetal/ruderal		0.14 b, c
	semiantrópica		0.46 c
	Ferralítico	0.0005	-0.73 a
Tipo de suelo	Fersialítico		0.64 b
	Húmico calcimorfo		-0.43 a, b
	Fersialítico/Pardo		0.73 b

Tabla 2. Caracterización florística y ambiental de los dos tipos de comunidades de pastizal de mayores diferencias en la Sierra del Rosario. 1- según análisis de T de Student entre ambas comunidades, 2- según resultados de la Tabla 1.

TIPOS DE COMUNIDADES DE PASTIZAL	ESPECIES CARACTERÍSTICAS	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES PREFERENTES ²
Pastizales en laderas con media o escasa disponibilidad de agua	<i>Aristida erecta</i> <i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Paspalum conjugatum</i> <i>Arundinella deppeana</i> <i>Paspalum notatum</i> <i>Viguiera dentata</i>	Zonas de ladera Zonas altas del relieve Serpentinitas Suelos Ferralíticos/Pardos Escasa disponibilidad hídrica Comunidades semiantrópica (afectación por fuego y pastoreo predominantes)
Pastizales en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua	<i>Pennisetum purpureum</i> <i>Sorghum halepense</i> <i>Urochloa maxima</i> <i>Euphorbia heterophylla</i> <i>Rotboellia cochinchinensis</i>	Zonas planas Zonas bajas del relieve Calizas Suelos Ferralíticos Alta disponibilidad hídrica Comunidades fuderales o scgetal con intervención humana de intensidad media

Tabla 3. Valores de correlación (R) y probabilidad (p) de un análisis de regresión simple y otro de regresión polinómica de segundo grado calculados entre los valores de tres parámetros de diversidad de los pastizales: riqueza (S), diversidad (H') y equitatividad (J'), y las coordenadas de éstos en los tres primeros ejes del análisis de ordenación. No se observa ninguna relación significativa (p<0.05).

		RIQUEZA ESPECÍFICA (S)	DIVERSIDAD DE SHANNON (H')	EQUITATIVIDAD DE SHANNON (J')
EJE I	Regresión simple	R = 0.20 p = 0.313	R = 0.11 p = 0.576	R = 0.08 p = 0.678
	Regresión de segundo grado	R = 0.43 p = 0.081	R = 0.40 p = 0.123	R = 0.20 p = 0.612
EJE II	Regresión simple	R = 0.3 p = 0.129	R = 0.28 p = 0.152	R = 0.24 p = 0.229
	Regresión de segundo grado	R = 0.34 p = 0.226	R = 0.42 p = 0.09	R = 0.4 p = 0.129
EJE III	Regresión simple	R = 0.01 p = 0.952	R = 0.01 p = 0.959	R = 0.001 p = 0.995
	Regresión de segundo grado	R = 0.16 p = 0.732	R = 0.07 p = 0.95	R = 0.12 p = 0.832

Tabla 4. Valores medios y error estándar de diferentes parámetros de diversidad: riqueza (S), diversidad (H') y equitatividad (J'), en las dos tipos de comunidades de pastizal con mayores diferencias de la Sierra del Rosario y valores de T de Student resultante de su comparación. No se observan diferencias significativas (p<0.05).

TIPOS DE COMUNIDADES DE PASTIZAL	RIQUEZA ESPECÍFICA (S)	DIVERSIDAD DE SHANNON (H')	EQUITATIVIDAD DE SHANNON (J')
Pastizales en laderas con media o baja disponibilidad de agua	22.0 ± 1.39	1.29 ± 0.12	0.29 ± 0.03
Pastizales en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua	20.2 ± 3.16	1.30 ± 0.25	0.30 ± 0.04
T de Student	-0.58	0.05	0.14
p	0.565	0.961	0.890

Tabla 5. ANOVAS sobre la distribución de los valores de diversidad: riqueza (S), diversidad (H') y equitatividad (J'), entre diferentes clases de variables ambientales. En negrita se señalan los valores de p para los que se han detectado diferencias significativas con el test F de Scheffe.

VARIABLE	CLASES	S		H'		J'	
		p	X	p	X	p	X
Tipo de pendiente	plano	0.554	22.36	0.598	1.24	0.388	0.28
	pendiente		20.69		1.35		0.31
Geomorfología	zona alta	0.061	25	0.295	1.61	0.482	0.35
	zona media		18		1.15		0.28
	zona baja		24.18		1.34		0.29
Disponibilidad aparente de agua	muy alta	0.043	18.86	0.011	0.85 a	0.016	0.20 a
	alta		26		1.74 b		0.37 b
	media		17.62		1.25 a, b		0.30 a, b
	baja		25.5		1.44 a, b		0.31 a, b
Litología	calizas	0.133	20.21	0.373	1.24	0.566	0.29
	serpentinitas		24.75		1.44		0.31
Contenido de materia orgánica en el suelo	alto	0.432	22.7	0.467	1.45	0.488	0.33
	medio		19.77		1.17		0.27
	bajo		24.5		1.31		0.28
Grado de intervención humana	alta	0.585	23.8	0.599	1.41	0.648	0.31
	media		19.43		1.12		0.26
	baja		21.8		1.34		0.31
Tipo de comunidad vegetal	ruderal	0.176	11	0.205	0.72	0.299	0.21
	segetal		21.67		1.07		0.25
	segetal/ruderal		21.33		1.43		0.32
	semiantrópica		22.88		1.42		0.32
Tipo de suelo	Ferralítico	0.219	19.64	0.045	1.11	0.041	0.26 a
	Fersialítico		24.3		1.33		0.29 a, b
	Húmico calcimorfo		24.67		2.03		0.44 b
	Fersialítico/Pardo		16.33		1.14		0.29 a, b

Tabla 6a. ANOVAS sobre la distribución de los valores de diversidad: riqueza (S), diversidad (H') y equitatividad (J'), entre diferentes clases de variables ambientales para el grupo de pastizales en laderas con media o baja disponibilidad de agua. En negrita se señalan los valores de p para los que se han detectado diferencias significativas con el test F de Scheffe.

VARIABLE	CLASES	S		H'		J'	
		P	X	P	X	P	X
Geomorfología	zona alta	0.138	25.0	0.15	1.61	0.182	0.35
	zona media		19.6		1.23		0.29
	zona baja		15.5		0.88		0.19
Disponibilidad aparente de agua	muy alta		—		—		—
	alta		—		—		—
	media	0.019	18.43 a	0.375	1.24	0.413	0.30
	baja		25.5 b		1.44		0.31
Litología	calizas	0.014	18.33 a	0.173	1.1	0.408	0.27
	serpentinitas		24.75 b		1.4		0.31
Contenido de materia orgánica en el suelo	alto	0.251	21.8	0.165	1.2	0.293	0.28
	medio		23.5		1.5		0.33
	bajo		14.0		0.65		0.17
Grado de intervención humana	alta	0.196	17.5	0.793	1.21	0.937	0.29
	media		—		—		—
	baja		22.75		1.31		0.29
Tipo de comunidad vegetal	ruderal		—		—		—
	segetal		—		—		—
	segetal/ruderal	0.196	17.5	0.793	1.21	0.937	0.29
	semiantrópica		22.75		1.31		0.29
Tipo de suelo	Ferralítico	0.006	17.5 a	0.765	1.21	0.145	0.89
	Fersialítico		24.9 a, b		1.36		0.96
	Húmico calcimorfo		—		—		—
	Fersialítico/Pardo		16.33 a		1.14		0.96

Tabla 6b. ANOVAS sobre la distribución de los valores de diversidad: riqueza (S), diversidad (H') y equitatividad (J'), entre diferentes clases de variables ambientales para los pastizales en terrazas o zonas planas bajas con alta disponibilidad de agua. En negrita se señalan los valores de p para los que se han detectado diferencias significativas con el test F de Scheffe.

VARIABLE	CLASES	S		H'		J'	
		P	X	P	X	P	X
Geomorfología	zona alta		—		—		—
	zona media	0.123	11.0	0.231	0.72	0.195	0.97
	zona baja		22.86		1.47		0.92
	muy alta	0.160	16.2	0.009	0.8 a	0.001	0.2 a
Disponibilidad aparente de agua	alta		25.25		1.93 b		0.42 b
	media		—		—		—
Contenido de materia orgánica en el suelo	baja		—		—		—
	alto	0.044	31.0	0.002	2.42 a	0.008	0.49 a
	medio		15.17		0.84 b		0.22 b
Grado de intervención humana	bajo		29.0		1.88 a		0.39 a
	alta	0.649	29.0	0.587	1.88	0.575	0.39
	media		18.5		1.11		0.26
	baja		21.0		1.59		0.36
Tipo de comunidad vegetal	ruderal	0.184	11	0.116	0.72	0.171	0.21
	segetal		16.6		0.84		0.22
	segetal/ruderal		29		1.88		0.39
	semiantrópica		27		1.96		0.41
Tipo de suelo	Ferralítico	0.193	16.8	0.020	0.98 a	0.021	0.24 a
	Fersialítico		19		1.03 a, b		0.24 a, b
	Húmico calcimorfo		31		2.42 b		0.49 b
	Fersialítico/Pardo		—		—		—