

Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México)

Zulia M. Sánchez-Mejía^{1*}, Lilia Serrano-Grijalva², Ofelda Peñuelas-Rubio¹,
Elí R. Pérez-Ruiz², Eliane Sequeiros-Ruvalcaba³ y María T. García-Calleja²

¹Dep. Biotecnología y Ciencias Alimentarias

²Dep. Ciencias del Agua y Medio Ambiente

³Dep. Ciencias Agronómicas y Veterinarias

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, Col. Centro 85000. Cd. Obregón, Sonora.

Recibido 28 Noviembre 2006, revisado 10 Mayo 2007, aceptado 18 Mayo 2007

Floristic composition and vegetation community structure at the limit of the Sonoran Desert and the tropical deciduous forest (Northwestern Mexico)

Abstract

The aim of this study was to determinate the floristic composition and vegetation structure at the biogeographic limit of the Sonoran desert and the tropical deciduous dry forest, in the Norwestern Mexico. 10 families were represented (Apocynaceae, Burseraceae, Cactaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Salicaceae, Sterculiaceae, Ulmaceae and Zygopyllaceae), with *Prosopis glandulosa* (Mesquite) afterward *Cercidium floridum* (Paloverde) as the dominant species. Trees were the dominant biologic form (38%), followed by cactus (29%). While similarity index between sampling plots shown the area heterogeneity, not any statistically significant difference was asserted. A cluster analysis distinguished two different vegetation communities grouping around the species and the individual accounts ($R^2=99.9\%$). Elevation determined significantly in an indirect way the species number over the area. It also was observed a significant correlation between the species and individual number as well as with height of vegetation although inversely. Floristic composition of this area, even though is represented by species of both regions, depicted dominant species of the sarcocaul shrubland, including woody invasive species which could be expanded in resource competition scenarios.

Keywords: floristic composition and structure, Sonoran desert, tropical deciduous dry forest, sarcocaul shrubland, Sonora.

Resumen

Se analizó la composición y estructura florística en el área limítrofe del desierto sonorense y la selva baja caducifolia, en el noroeste de México. Aparecen representadas 10 familias (Apocynaceae, Burseraceae, Cactaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Salicaceae, Sterculiaceae, Ulmaceae y Zygopyllaceae), con *Prosopis glandulosa* (Mezquite) y *Cercidium floridum* (Paloverde) como las especies dominantes. En el área dominan los árboles (38%), seguido de cactáceas (29%). Aunque la similitud entre cuadrantes mostró una fuerte heterogeneidad en el área, estadísticamente no aparecieron diferencias significativas entre los cuadrantes muestreados. Un análisis de cluster evidenció la presencia de 2 grupos de cuadrantes agrupados en torno a diferencias en el número de especies y el número de individuos ($R^2=99.9\%$). La altitud condiciona indirectamente el número de especies en el área. Se observó también una correlación significativa entre el número de especies y el número de individuos y otra inversa con la altura media de la vegetación. La composición florística, aunque presenta especies de ambas regiones, denota un dominio de especies de matorral desértico, con algunas de ellas (leñosas), muy invasivas en condiciones de competencia por los recursos.

Palabras clave: composición y estructura florística, Desierto de Sonora, Selva baja caducifolia, matorral sarcocaule, Sonora.

* Autor para correspondencia

E-mail: zulia_mayaris@hotmail.com; fax: +526444100910

Introducción

El estudio de la composición taxonómica de un ecosistema se relaciona con la presencia y distribución de las especies como resultado de sus adaptaciones a factores bióticos y abióticos (Cox y Moore, 1993). Los índices de diversidad permiten evaluar comparativamente los mecanismos de adaptación y estabilización de las comunidades a diferentes perturbaciones naturales y antrópicas (González-Megías et al., 2007). La limitación de los recursos, principalmente el agua, genera una respuesta competitiva de las especies condicionada por su adaptabilidad fisiológica que impacta en la estructura de la comunidad y en su estabilidad (Schulze et al., 2002).

El Noroeste de México se caracteriza por ser un área donde convergen los reinos neotropical y holártico a través de dos regiones con un abrupto gradiente ambiental: de selvas a desierto. Por ejemplo, en el Estado de Sonora, que agrupa varios biomas, se han reconocido 5 regiones biogeográficas en un gradiente latitudinal (N-S) y longitudinal (O-E): a) el desierto en la porción noroeste, b) una franja árida y semiárida en las planicies del centro del estado, c) los deltas de los seis principales ríos (de norte a sur, Colorado, Magdalena, Sonora, Mátape, Yaqui y Mayo), d) una franja tropical y subtropical que corre a lo largo del piedemonte de la Sierra Madre desde Sonora central hasta Sinaloa y e) zonas de alta montaña en las elevaciones de la Sierra Madre en los límites con Chihuahua (Burquez et al., 1999).

Existen numerosos trabajos descriptivos sobre la flora de esta región, principalmente del desierto Sonorense (Van Devender et al., 1997; Búrquez et al., 1999), y de la selva baja caducifolia (Gentry, 1942; Murphy y Lugo, 1986; Gentry, 1995; Lindquist, 2000; Martínez-Yrizar et al., 2000; Trejo y Dirzo, 2000; Van Devender, et al., 2000; Yerman et al., 2000; Trejo y Dirzo, 2002; Maass et al., 2004; Varela, 2005). Sin embargo, se conoce muy poco de las características del límite entre ambas regiones, de modo que nos permitan entender cómo se produce el cambio de la estructura de las

comunidades en ese límite biogeográfico y a qué factores responde.

La selva baja caducifolia ocupa principalmente, en el estado de Sonora, los acantilados del piedemonte de la Sierra Madre Occidental, limitada por una temperatura media anual de 24° C y una precipitación de 429 mm (Trejo, 1998). La humedad es, sin embargo, el factor que determina su estacionalidad. La composición florística está representada por especies como *Lysiloma divaricatum*, *Guazuma ulmifolia*, *Chloroleucon mangense*, *Tabebuia impetiginosa*, *Ipomoea arborescens*, *Bursera laxiflora*, *Bursera arborea*, *Fouquieria sp.*, *Croton fantzianus*, *Jatropha cordata*, *Jatropha cinerea*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Stenocereus thurberi*, entre otras (Trejo, 1998). El Desierto Sonorense, por su parte, se caracteriza por poseer una gran diversidad de ambientes, desde el extremadamente xérico al relativamente mésico, con precipitaciones anuales, en algunos casos, inferiores a 100 mm y con fuerte irregularidad estacional y anual (Rzedowski, 1978), al que corresponden bajas densidades de plantas (Shreve, 1951). La familia más representativa del desierto sonorense es la cactaceae, aunque ésta también se encuentra presente en zonas tropicales, subtropicales y templadas (Paredes et al., 2000).

El objetivo de este estudio fue analizar la estructura de las comunidades limítrofes de ambas regiones para evaluar la importancia de esta zona como sustento de biodiversidad regional y para comprender los posibles cambios estructurales que pueden aparecer en un contexto de perturbación local o global (cambio climático), de modo que puedan ser incorporados en los planes de manejo de los recursos naturales del Noroeste de México.

Material y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en la franja contigua al Vaso de Agua Caliente, al noreste de Ciudad Obregón, Sonora (27°44'N y 109°52'W; Fig. 1). Esta zona se

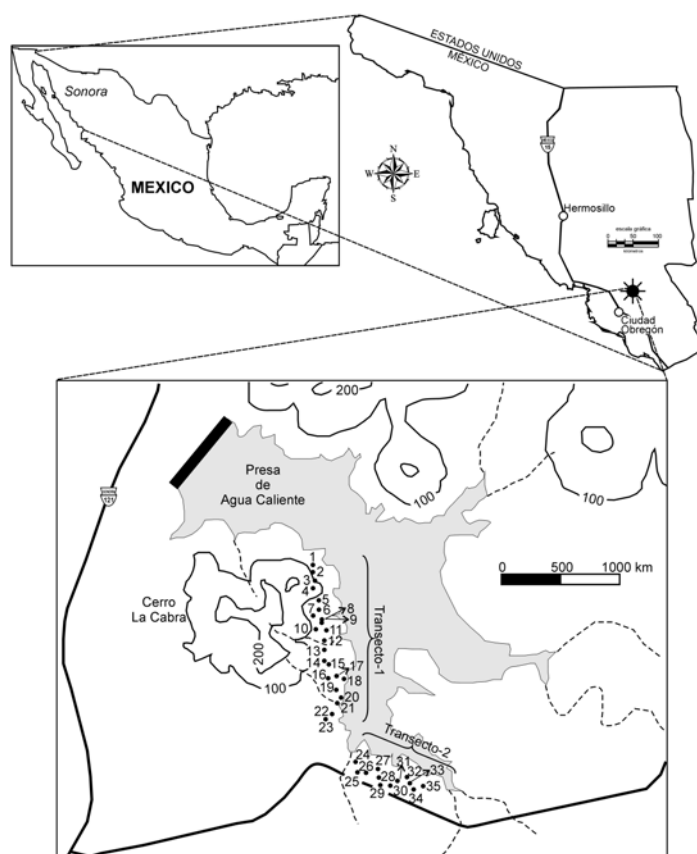


Fig. 1. Localización de la zona de estudio mostrando la ubicación de los dos transectos realizados. Los números indican el número de cuadrante (están representadas las curvas de nivel cada 100 msnmm).

enmarca en el margen suroriental de la provincia fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos y en el extremo meridional de la provincia del Desierto de Sonora, justo en el límite entre el área de la selva baja y el desierto micrófilo (INEGI, 2007). Esta franja angosta, formada por lomeríos y llanuras aluviales, se asienta sobre rocas plutónicas ácidas y metamórficas (INEGI, 2007). Los suelos dominantes son leptosoles, regosoles y vertisoles crómicos (INEGI, 1980).

El clima es cálido subhúmedo y semiárido con una temperatura y precipitación medias anuales de 25° C y 423 mm, respectivamente (García, 1988). El periodo seco abarca de Marzo a Junio, mientras que la época de lluvias ocurre de Julio a Septiembre,

con mayor incidencia de las precipitaciones al final del ciclo.

El área se dedica marginalmente a agostadero y, en algunas zonas próximas a arroyos, a actividades recreativas. En la actualidad no existe una evaluación de la intensidad de las actividades.

Metodología

Se llevó a cabo un inventario de cactáceas, herbáceas, arbustos y árboles, realizando una herborización de las mismas, exceptuando las cactáceas, para su conservación y posterior identificación. La clasificación taxonómica se determinó visual y comparativamente en el Herbario de la Universidad de Sonora, usando la base de datos de Sánchez et

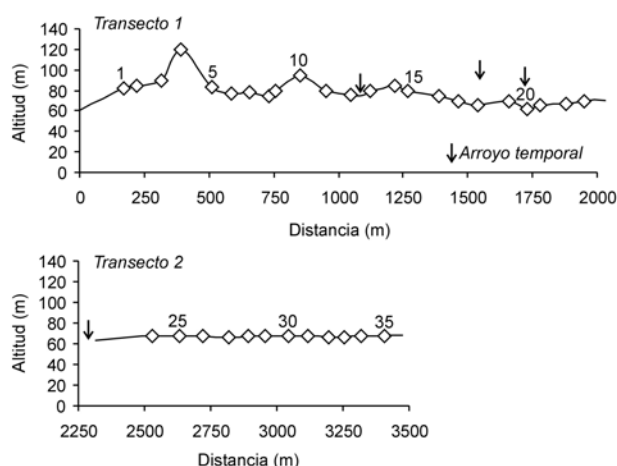


Fig. 2. Perfil topográfico de los transectos estudiados mostrando la altitud de cada cuadrante (los números de cuadrante son consecutivos).

al. (2001) y empleando guías taxonómicas de Paredes et al. (2000) y de Turner (1995). Para los cuatro tipos de formas vegetales se midió altura y cobertura (largo por ancho).

Se determinó densidad (D), cobertura (C), frecuencia (F) para estimar el valor de importancia relativa (%) de cada especie ($VIR = (D_{relativa} + F_{relativa} + C_{relativa}) * 100 / 3$) (López, 1991; Brower et al., 1997). Se calculó el Índice de diversidad de Simpson (D_s), que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados de una muestra al azar sean de la misma especie (Simpson, 1949):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

donde N es la cobertura en porcentaje o el número total de individuos, n_i es el porcentaje de cobertura de una especie o el número de individuos de una especie i y S es el número de especies. El Índice de Shannon (H'), que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, fue calculado a partir de (Krebs, 1989).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$H_{max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \ln \frac{1}{S} = \ln S$$

$$H_{equitatividad} = H' / H_{max}$$

donde, p_i es la proporción del número de individuos de la especie i respecto al total (n_i / N_i). Este índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Finalmente, se determinó la similitud entre cuadrantes con el Índice de similitud (S) entre dos muestras:

$$S = \frac{2C}{A + B}$$

donde, A es el número de especies en la muestra A, B el número de especies en la muestra B y C el número de especies comunes en ambas muestras. Igualmente, para evaluar las diferencias entre la estructura vegetal de los cuadrantes se utilizó el test no paramétrico pareado de Wilcoxon. Se utilizaron técnicas exploratorias multivariadas (Cluster) para

Tabla 1. Listado florístico del área de estudio, mostrando nombre común, forma biológica (FB) y estatus de protección dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 de 2001. (Forma Biológica A= árbol, a= arbusto, H= herbácea, Ca= cactacea; Pr= Protección NA= Sin protección).

Familia	Especie	Nombre Común	FB	NOM
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i>	Citabaro	A	NA
Burseraceae	<i>Bursera hindsiana</i>	Torote Prieto	A	NA
	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote Papelillo	A	NA
Cactaceae	<i>Ferocactus wislizenii</i>	Biznaga	Ca	NA
	<i>Lophocereus shoottii</i>	Sina	Ca	Pr
	<i>Mammillaria spp.</i>	Viejito	Ca	NA
	<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	Ca	NA
	<i>Opuntia thurberi</i>	Siviri	Ca	NA
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Etcho	Ca	NA
	<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitahaya	Ca	NA
Compositaeae	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	H	NA
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia misera</i>	Golondrina	H	NA
	<i>Jatropha cinerea</i>	Sangregado	A	NA
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Chirahui	A	NA
	<i>Acacia constricta</i>	Vinorama	A	NA
	<i>Acacia greggi</i>	Mezquitillo	A	NA
	<i>Cercidium floridum</i>	Paloverde	A	NA
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Guamuchilillo	A	NA
	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	A	NA
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	A	NA
Salicaceae	<i>Salix laevigata</i>	Sauce	A	NA
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	A	NA
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i>	Garambullo	A	NA
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	A	Pr

agrupar los cuadrantes con similitud en relación a ciertas propiedades biofísicas. Finalmente, se usaron correlaciones no paramétricas (Spearman) para evaluar los efectos de la topografía en la estructura de las comunidades. La normalidad de la serie de datos fue probada usando el test de Shapiro-Wilk W. Los análisis estadísticos fueron realizados con el software Statistica 6.0 (Statsoft Inc., 2001).

Las especies presentes en el listado florístico se compararon con la norma NOM-059-SEMAR-NAT-2001 (Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo) para evaluar endemismos regionales, invasión de plantas exóticas o de otras zonas biogeográficas, así como categorías de protección y conservación.

Resultados

La composición florística está constituida por 1,039 individuos pertenecientes a 24 especies, concier-

nientes a 10 familias: Cactaceae con 7 géneros, Fabaceae con 5, Burseraceae y Euphorbiaceae con 2 y Apocynaceae, Compositaeae, Salicaceae, Sterculiaceae, Ulmaceae y Zygophyllaceae con 1 género cada una (Tabla 1). La estructura de la comunidad se conforma por un 38 % de árboles, un 29% de cactáceas, un 15% de arbustos y un 8% de herbáceas.

Las especies con mayor número de individuos fueron *Prosopis glandulosa*, *Cercidium floridum*, *Vallesia glabra*, *Opuntia thurberi*, *Bursera hindsiana* y *Acacia cochliacantha*, mientras que el resto de las especies tuvo menos del 5 % de abundancia (Fig.3). Los valores mayores de VIR, F_r , y C_r los mostraron *Prosopis glandulosa* y *Cercidium floridum* (Fig. 4a, 4c y 4d). La D_r mostró los mismos resultados, aunque incorporándose al grupo de mayor representatividad *Opuntia thurberi* (Fig. 4b).

La altura de la vegetación en la zona muestreada presenta un valor promedio de 3.1 ± 0.66 m, con un rango de 1.5 a 6 m. Las alturas promedio por familia fueron para Apocynaceae de 1.6 ± 0.85 m,

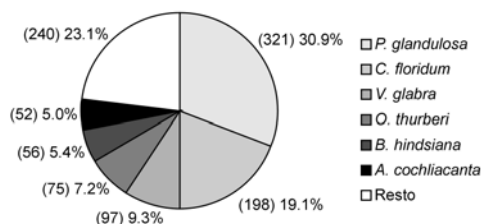


Fig. 3. Abundancia de especies en el área estudiada. El valor entre paréntesis corresponde al número de individuos de cada especie; el segundo valor es el porcentaje de individuos de cada especie respecto al total. (Sólo se consideraron las especies con un valor igual o superior al 5%; el 23.09% representa la sumatoria de las especies con valor inferior al 5%).

Burseraceae de 2.8 ± 0.23 m, Cactaceae de 0.5 ± 2.8 m, Compositaceae de 0.8 ± 0.0 m, Euphorbiaceae de 0.67 ± 0.45 m, Fabaceae de 1.5 ± 4.5 m, Salicaceae de 6 ± 0.0 m, Sterculiaceae de 4.3 ± 0.0 m, Ulmaceae de 1.3 ± 0.5 m y, finalmente, Zygophyllaceae de 3.5 ± 0.0 m.

Los cuadrantes con mayor densidad fueron el 8, 22 y 29, mientras que los cuadrantes 21 y 25 fueron los que presentaron densidades más bajas. Este patrón no mostró una relación estadísticamente significativa condicionada por la altura (Correlación de Spearman con $p > 0.05$). El promedio de riqueza de especies por cuadrante fue de 4.6 especies/0.04 ha (17 especies/ha), la cual se registró en el 27% del área muestreada. El máximo valor de especies (8 especies/0.04 ha; 200 especies/ha) solamente apareció en 5 cuadrantes (2, 4, 10, 11 y 35; 14% del total). En contraste, tres de los cuadrantes (19, 20 y 21; 3% del total) presentaron solamente una especie (*Prosopis glandulosa*).

De forma general, el índice D_s en el área de estudio mostró una diversidad alfa de 0.93, mientras que el índice H' fue de 3.25. La H_{max} de 11 y $H_{equitatividad}$ de 0.29. El análisis por cuadrante mostró un comportamiento homogéneo: para D , un 97 % de los registros fue mayor a 0.94 (Fig. 5), para H' , solamente el 54% alcanzó un valor mayor de 0.5, mientras que el 37 % estuvo representado por valores menores a 0.4 y el 9 % por valores de 0 (cuadrantes 19 a 21). $H_{equitatividad}$, en promedio, fue de 0.048 (rango de 0 a 0.08). La comparación entre los cuadrantes, usando el índice de similitud, mostró una alta heterogeneidad en el área (única-

mente el 35 % de las comparaciones entre cuadrantes fueron mayores a 0.5, mientras que dentro del rango de 0 a 0.4 se enmarcó el 65 % restante). Los cuadrantes 17-18, 20- 21, 21-22, 31-32, alcanzaron un valor de similitud de 1, es decir, resultaron ser totalmente similares (100 %), en cuanto al número de especies. Sin embargo, el test de Wilcoxon demostró una fuerte homogeneidad en el área, no mostrando diferencias significativas entre cuadrantes ($p > 0.05$). El análisis multivariado mostró, a través de un cluster, 2 grupos de cuadrantes (8-22-29 y el resto), agrupados en torno a dos factores (análisis de componentes principales): número de especies y número de individuos (Eigenvalues 32.98 y 1.99, respectivamente) que explicaron el 99.9% de la varianza (94.2% el primero). Aunque la altitud no apareció como un factor primario de control en las diferencias entre cuadrantes, condiciona, indirectamente y de manera significativa, el número de especies en el área (correlación de Spearman, $r = 0.5062$ $p = 0.0019$). Apareció también una correlación significativa entre el número de especies y el número de individuos (correlación de Spearman, $r = 0.4336$ $p = 0.0093$) y otra, aunque inversa, con la altura media (correlación de Spearman, $r = -0.4313$ $p = 0.0097$).

Discusión

Según INEGI (1980) el área de estudio se clasifica como selva baja espinosa, constituida por comunidades de vegetación neotropical, con especies leguminosas de ramas espinosas como las más abundantes, presentando ejemplares con

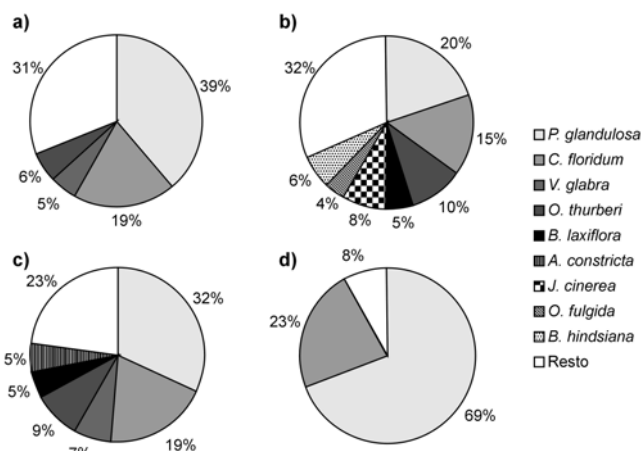


Fig. 4. Análisis de la composición florística en el área estudiada (sólo se consideraron las especies con un valor igual o superior al 5%): a) Valor de Importancia Relativo; b) Densidad, c) Frecuencia relativa y d) Cobertura relativa.

alturas de 4 a 15 m y baja densidad en el estrato herbáceo. Los resultados de este estudio muestran un estado sucesional secundario de la vegetación, en donde hay una interacción entre la selva baja y matorral, con abundancia de la familia Cactaceae y Fabaceae, dominancia de *Prosopis glandulosa*, baja densidad del estrato herbáceo (8 %) y alturas promedio también bajas (2 a 6 m), influidas, principalmente, por las condiciones climáticas y ciertas alteraciones antropogénicas que limitan el desarrollo de la comunidad.

Según Trejo (1998), en un gradiente donde existen comunidades adaptadas a condiciones áridas y semiáridas, la selva baja genera un cambio hacia la estructura y fisionomía de las comunidades aledañas, como el bosque espinoso o algún otro tipo de matorral. Rzedowski (1978) señala que los matorrales no pueden delimitarse con precisión porque se transforman de manera imperceptible en selvas bajas, desiertos o pastizales. Establecer a la selva baja como una categoría discreta de vegetación resulta complicado por la propia naturaleza continua de las comunidades vegetales y por la extrema dificultad al distinguir ecotonos de matorral y selva (Búrquez, et al., 1999).

La altitud contribuye a la distribución del número de especies en la zona, pero la correlación explica tan solo el 30 %, indicando la presencia de otros

factores en el predominio de una especie en la región. Probablemente, consideran las condiciones limitantes del área estudiada, la humedad del suelo y la disponibilidad de nutrientes, condicionadas por el tipo de suelo pueden llegar a ser los factores dominantes en la variación de la diversidad (Ezcurra et al., 1987; Sadanandan Nambiar y Sands, 1993). Evidentemente, la competencia juega un papel determinante en el acceso a esos recursos limitantes, determinada por la adaptación fisiológica de cada especie a aspectos como la capacidad fotosintética (Oechel y Mustafa, 1979). El grado de disturbio podría estar declinando la balanza competitiva hacia ciertas especies (Gutiérrez et al., 1998), aunque en este caso, sin riesgo hacia las exóticas (Melgoza et al., 1990), si bien podría estar reflejando qué especies mesófilas podrían ampliar su distribución en condiciones de cambio climático. La falta de información relativa a las condiciones del sustrato no permite una clara explicación de la correlación inversa observada entre el número de especies y la altura. La presencia de cactáceas (*Opuntia thurberi*) en los cuadrantes con mayor número de especies genera una reducción del promedio de la altura, probablemente condicionado por la variación de las condiciones del sustrato, como se observa en otros ecosistemas limitados por el agua (Ezcurra et al., 1987, Gutiérrez et al.,

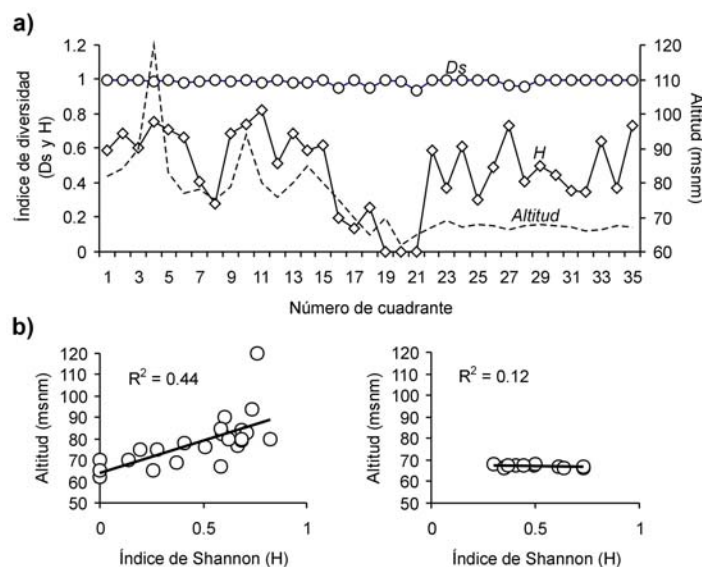


Fig. 5. a) Comparación de los índices de Simpson (Ds) y Shannon (H) en los diferentes cuadrantes muestreados según la variación de la altitud. b) Relaciones entre altitud e índice de diversidad de Shannon (H): a la izquierda el transecto 1 y a la derecha el transecto 2.

1998). La altitud se ha considerado como un factor determinante en la distribución y riqueza de especies en zonas desérticas pero a escalas espaciales elevadas (Gutiérrez et al., 1998). Sin embargo, aquí parece denotar un fuerte control sobre la estructura de la comunidad vegetal aún en variaciones muy limitadas (≈ 60 m). Este gradiente, por tanto, podría estar relacionado más con la limitación del agua en zonas más elevadas o de mayor pendiente que con cambios cuantitativos de temperatura o precipitación.

La especie dominante en esta zona fue *Prosopis glandulosa*, distribuyéndose uniformemente a lo largo del gradiente latitudinal y altitudinal. No obstante, ésta no es una especie característica de la selva baja caducifolia (Gentry, 1942; Rzedowski, 1978; Trejo, 1998), sino del matorral xerófilo, junto a las cactáceas (Rzedowski, 1978). En este caso, su dominancia puede estar relacionada, con la proximidad a una fuente casi estable de agua y con las actividades humanas (formación de agostaderos, aprovechamiento forestal y actividades recreativas), que la favorecen con uno aclareo selectivo constante. Sin embargo, hay que recordar que esta

especie leñosa leguminosa es invasiva de los pastizales del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos (Fredrickson et al., 2006) y puede ser una especie clave en condiciones de estrés climático.

En un ecosistema sin disturbio antropogénico la riqueza de especies y la equitatividad se incrementa con la escala, mientras que en los hábitats con disturbio, la riqueza se incrementa conforme aumenta la escala y la equitatividad permanece estable o incluso disminuye (Hamer y Hill, 2000). El valor obtenido por el índice de Simpson (0.93) indica que es muy probable encontrar a individuos de la misma especie a lo largo de la zona, a la vez el índice de Shannon indica dominancia baja de pocas especies –*Prosopis glandulosa* y *Cercidium floridum*– en el área de estudio (Peet, 1974; Magurran, 1988;). Los valores de 0 en éste último índice ratifican el dominio de las metapoblaciones de *P. glandulosa* en la comunidad, donde en ciertas áreas llega a ser exclusiva.

De las especies encontradas solamente *Lophocereus shoottii* (Sina) y *Guaiaecum coulteri* (Guayaacán) se encuentran bajo criterio de protección en la

NOM-059-SEMARNAT-2001 (Tabla. 1), sin embargo, ninguna de las especies está considerada como endémica. *Lophocereus schottii* (Sina) se encontró únicamente en cuatro cuadrantes con 53 individuos mostrando una densidad baja relativa de 2.49, una cobertura de 2.015 m² y un VIR bajo de 1.27 %. Según Paredes et al., (2000) esta especie es de ocasional a común en dunas, orillas de arroyos, suelos finos y faldas rocosas de cerros, creciendo, a menudo, con otros cactus columnares, especialmente *Stenocereus thurberi*, con una baja distribución (Turner 1995). El *Guaiacum coulteri* (Guayacán) se encontró en 10 cuadrantes, con 17 individuos, una densidad relativa del 0.8 %, una cobertura de 99.74 m² y un VIR de 1.46 %. Esta especie crece en planos y pendientes, es poco abundante y sensible a heladas (Turner, 1995). El estudio demuestra la complejidad de las comunidades transicionales tanto en su delimitación como en su dinámica. Esta región ubicada en el límite de dos provincias fisiográficas y biogeográficas muy contrastadas (Desierto Sonorense y

Selva baja) puede considerarse como un ecosistema de transición de selva baja a matorral, dominado por especies de las familias Fabaceae y Cactaceae, donde por ese carácter limítrofe, es difícil distinguir patrones en la estructura de la comunidad, así como el grado de perturbación y sus efectos.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Dr. Salvador Sánchez Carrillo por sus revisiones y sugerencias sobre el contenido de este artículo. Igualmente, agradecer la asistencia durante los muestreos a los estudiantes de la Maestría en Ciencias en Recursos Naturales del ITSON, Adriana Perea, Arturo Cervantes, Cecilia Castillo, Daniela Valenzuela, Dan H. Cervantes, Ernesto Cantú, Francisco Choix, Jonny Torres, Juan Francisco Figueroa, Suzuki Pinto y al Mtro. José de Jesús Balderas. Finalmente, agradecemos las sugerencias de la Dra. Raquel Sánchez Andrés a este trabajo.

Bibliografía

- Brower, J.E., J.H. Zar y C. von Ende. 1997. Field and Laboratory Methods for General Ecology. 4th. ed. WCB/McGraw Hill. Iowa. Estados Unidos.
- Búrquez, A. y A. Martínez-Yrizar. 2000. El desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales. En: Almada Bay, I. (ed.). Sonora Agenda 2000: problemas y soluciones. Ediciones Cal y Arena/El Colegio de Sonora. pp. 267-333.
- Búrquez, A., A. Martínez-Yrizar, R.S. Felger, y D. Yetman. 1999. Vegetation and habitat diversity at the southern edge of the Sonoran Desert. En: Robichaux, R. H. (ed.). Ecology of Sonoran Desert Plants and Plant Communities. University of Arizona, Tucson.
- Cox, C. y P. Moore. 1993. Biogeography: an ecological and evolutionary approach. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London, UK.
- Ezcurra, E., M. Equihua, y J. Lopez-Portillo. 1987. The desert vegetation of El Pinacate, Sonora, Mexico. *Plant Ecology*, 71: 49-60.
- Fredrickson, E.L., R.E. Estell; A. Laliberte y D.M. Anderson. 2006. Mesquite recruitment in the Chihuahuan Desert: Historic and prehistoric patterns with long-term impacts. *Journal of Arid Environments*, 65: 285-295.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ta. Edición. Instituto Nacional de Geografía. UNAM. México, D.F., México.
- Gentry, H.S. 1942. Rio Mayo plants: a study of the flora and vegetation of the valley of the Rio Mayo, Sonora. Publication No. 527. Carnegie Institution of Washington., Washinton D.C., Estados Unidos.
- Gentry, H.S. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forest, En: S.H. Bullock, H.A. Mooney and E. Medina (Eds.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, Reino Unido. pp. 146-194.
- González-Megías, A., J.M. Gómez y F. Sánchez-Piñero. 2007. Diversity-habitat heterogeneity relationship at different spatial and temporal scales. *Ecography*. 30: 31-41.
- Gutiérrez, J.R.; F. López-Cortés y P.A. Marquet. 1998. Vegetation in an altitudinal gradient along the Río Loa in the Atacama Desert of northern Chile. *Journal of Arid Environments*, 40: 383-399.
- INEGI, 2007. Carta fisiográfica 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F., México.
- INEGI. 1980. Carta de suelos y vegetación 1:250,000 G12-3. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F., México.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. HarperCollins. New York, Estados Unidos.
- Lindquist, C.A. 2000. Dimensions of sustainability: the use of vara blanca as a natural resource in the tropical deciduous

- forest of Sonora, Mexico. Tesis Doctoral. University of Arizona.
- López, F. 1991. Manual de Ecología. 2da. Edición. Editorial Trillas. México.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University, Princeton, Estados Unidos.
- Martínez-Yrizar, A., A. Búrquez, y M. Maass. 2000. Structure and functioning of tropical deciduous forest in Western Mexico. En: Robichaux, R. H. y Yetman, D. (eds.), The tropical deciduous forest of Alamos: biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico. University of Arizona Press. pp. 19-35.
- Melgoza, G., R.S. Nowak y R. J. Tausch. 1990. Soil water exploitation after fire: competition between *Bromus tectorum* (cheatgrass) and two native species. *Oecologia*, 83: 7-13.
- Murphy, P.G. y A.L. Lugo. 1986. Ecology of a tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 67-88.
- Oechel, W.C. y J. Mustafa. 1979. Energy utilization and carbon metabolism in mediterranean scrub vegetation of Chile and California. *Oecologia*, 41: 305-315.
- Paredes, A.R., T.R. Van Debender y R.S. Felger. 2000. Cactáceas de Sonora, México: su Diversidad, Uso y Conservación. Arizona-Sonora Desert Museum Press. Tucson Arizona, USA.
- Peet, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5:285-307.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. México, D.F.
- Sadanandan Nambiar, E.K. y R. Sands, 1993. Competition for water and nutrients in forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 23: 1955-1968.
- Sánchez, J., M. Valenzuela, M. Espericueta, A. Álvarez y R. Sotelo. 2001. Plantas Silvestres de Sonora, México: Una muestra del Herbario de la Universidad de Sonora (CD-Rom).
- Schulze, E-D., E. Beck y K. Müller-Hohenstein. 2002. Plant Ecology. Springer-Verlag, Berlin, Alemania. 702 pp.
- Shreve, F. 1951. Vegetation of the Sonoran desert. Carnegie Institution of Washington Publication vol. 591. 192 pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Trejo, I. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., México.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*, 94: 133-142.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2063-2084.
- Turner, R.M., J.E. Bowers y T.L. Burgess. 1995. Sonoran Desert Plants: An ecological atlas. University of Arizona Press. Tucson, Arizona. Estados Unidos.
- Van Devender, T. R., R. S. Felger y A. Búrquez. 1997. Exotic Plants in the Sonoran Desert Region, Arizona and Sonora. *Proc. California Exotic Pests Plant Council Symp.*, 3: 10-15.
- Van Devender, T.R., A.C. Sanders, R.K. Wilson y S.A. Meyer. 2000. Vegetation, flora and seasons of the Rio Chuchujaqui, a tropical deciduous forest near Alamos. En: R.H. Robichaux y D. Yerman (Eds.). The tropical deciduous forest of Alamos: biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico. The University of Arizona Press. Tucson, Estados Unidos. pp. 36-101.
- Varela, L. 2005. Estructura y composición de una selva baja caducifolia en su límite norte de distribución: Sierra San Javier, Sonora. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. Mexico, D.F., México.

Este trabajo fue seleccionado de los presentados en el II Congreso Regional de Ciencias Ambientales celebrado en Ciudad Obregón, México, en Noviembre de 2006.