

MUESTREO DE DIVERSIDAD Y OBSERVACIONES ECOLÓGICAS DEL ESTRATO ARBÓREO DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA “EL CIELO”, TAMAULIPAS, MÉXICO

J. Corral-Rivas¹; O. A. Aguirre-Calderón²; J. Jiménez-Pérez²; J. de J. Návar-Cháidez²

¹Estudiante de doctorado en Ciencias Forestales, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Waldinventur und Waldwachstum, Büsgenweg 5, 37077 Göttingen, Alemania.

²Profesor investigador, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Carretera Nacional Km. 145, 67700 Linares, N. L., México.

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta el ajuste de índices de diversidad de especies sobre el estrato arbóreo empleando cuadrantes y transectos de diferente tamaño como esquemas de muestreo. Los parámetros ecológicos abundancia, dominancia, frecuencia y valor de importancia relativa también fueron investigados. Los resultados indicaron que se trata de un bosque mixto y heterogéneo con una densidad superior a 1000 árboles por hectárea y con más de 30 especies arbóreas. Los dos esquemas de muestreo mostraron diferencias significativas en la estimación de la diversidad con 95 % de nivel de confianza. Los transectos son mejores estimadores, ya que convergen a la diversidad promedio de las parcelas en menor superficie de muestreo. Los índices de Shannon, Margalef y McIntosh fueron los más sensibles a los cambios en los tamaños y formas de los sitios y que mejor describieron la diversidad. Los parámetros ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia y valor de importancia revelaron que las especies con mayor peso ecológico en esta comunidad son *Quercus sartorii*, *Ostrya virginiana*, *Liquidambar styraciflua* y *Carya ovata*.

PALABRAS CLAVE: índices de diversidad de especies, cuadrantes, transectos, índice de valor de importancia.

SAMPLING DIVERSITY AND DESCRIBING THE ECOLOGY OF TREE STRATA IN THE CLOUD FOREST “EL CIELO”, TAMAULIPAS, MÉXICO.

SUMMARY

This research was aimed at to fit species diversity indices on the tree strata and to analyse the ecological parameters using different sizes of quadrants and transects as sampling schemes. The ecological parameters of abundance, dominance, frequency and relative importance value were investigated. The results showed that more than 30 tree species were found growing in a mixed uneven-aged forest with a density of over 1000 trees per ha. The difference between two methods of sampling (i.e. quadrant and transect) for diversity estimates is significant at 95% confidence level. The transects provided better estimates for the average diversity of the both study areas in less sampling surface. Several diversity indices were different significantly with different sizes of quadrants and transects. The indices of Shannon, Margalef and McIntosh were more sensitive to both sampling schemes and to different sizes of quadrants and transects. The analysis of the ecological parameters revealed that *Quercus sartorii*, *Liquidambar styraciflua* and *Carya ovata* had the higher ecological importance in this community.

KEY WORDS: species diversity indices, quadrants, transects, relative importance value.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica es un tópico cada vez más importante dentro de las discusiones de sustentabilidad a partir de la década pasada; sin embargo, la importancia de mantener la diversidad de los ecosistemas forestales se reconoce desde hace muchos años (Magurran, 1989; Neumann y Starlinger, 2001). Aunque el término diversidad es ampliamente utilizado, existen varias propuestas para

definirlo (Magurran 1989; Kaennel, 1998) citado por Neumann y Starlinger (2001). El concepto de “diversidad biológica” se entiende como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprendiendo la diversidad de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (IPCC, 1995). El ajuste de índices de diversidad de especies constituye una

herramienta para describir la estructura de la diversidad de especies (Magurran, 1989); sin embargo, los métodos de medición siguen siendo materia de discusión (MOPT, 1985; Magnussen y Boyle, 1995).

El comportamiento ecológico o temperamento se puede entender como el conjunto de estrategias de reproducción y crecimiento que una especie presenta y que la hace capaz de permanecer en un sitio determinado. Generalmente estas estrategias son la respuesta evolutiva de la especie ante los elementos ambientales físicos y bióticos. Con la obtención del índice de valor de importancia, a través de la integración de los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia para cada especie arbórea, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de una especie dentro de una comunidad determinada. Es de esperarse que aquellas especies pioneras (favorecidas por la luz) aumentan el valor de importancia después de una intervención con fines maderables (aclareos o cortas de regeneración), las tolerantes deben disminuirlo y las nómadas pueden tener un comportamiento irregular (Lozada y Arends, 2000).

Existen numerosos trabajos realizados para describir la estructura y diversidad de especies de bosques mesófilos de montaña y algunos de ellos hacen observaciones ecológicas de las especies (Cao *et al.*, 1997; Vázquez y Givnish, 1998 y Condit, *et al.*, 1996). La mayoría de éstos han considerado solamente los índices de Shannon y Simpson y no presentan información referente a esquemas de muestreo y su eficiencia en la determinación de la diversidad.

Los objetivos de este trabajo fueron ajustar cinco índices de diversidad en función del área y usando cuadrantes y transectos como esquemas de muestreo; proponer los índices más eficientes para la estimación de la diversidad arbórea y determinar la importancia ecológica de las especies de árboles presentes dentro de dos fracciones de bosques mesófilos de montaña (b.m.m.) con diferente historial de manejo, en "El Cielo", Tamaulipas, México. Con ello se contribuye al desarrollo de esquemas y medidas eficientes para estimar la diversidad, así como también a lograr un grado razonable de predicción del papel ecológico que tienen las especies que conforman esta comunidad vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general del área de estudio

El estudio se realizó en el bosque mesófilo de montaña de la reserva "El Cielo", localizado en el suroeste del estado de Tamaulipas, México en las estribaciones de

la Sierra Madre Oriental conocidas como Sierra de Cucharas y Sierra Chiquita. La reserva comprende gran parte de municipio de Gómez Farías y ciertas porciones de los municipios de Jaumave y Llera, limitada por los paralelos 23° 12' y 23° 03' N, el meridiano 99° 18' y la curva de nivel de los 200 msnm al este (Puig y Bracho, 1987). Para cumplir con los objetivos planteados, se seleccionaron dos parcelas de muestreo con características ecológicas similares. La parcela 1 (P_1), con el menor grado de perturbación posible y una superficie de 3,150 m² y la parcela 2 (P_2) de 5,100 m² de superficie y con evidencias de que existieron aprovechamientos forestales hace aproximadamente 20 años, los cuales se realizaron con fines maderables y de acuerdo a los lineamientos técnicos de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). En cada parcela se midieron de todos los árboles con diámetro normal ($d_{1.3}$) mayor de 5 cm, las variables dasométricas: especie, $d_{1.3}$ (cm), altura total (m) y como una variable ecológica la ubicación espacial de cada árbol en el sitio a través de la determinación de sus coordenadas. Lo anterior se realizó estableciendo dos ejes cartesianos (x, y) para cada una de las parcelas y obteniendo los correspondientes valores en metros para cada uno de los individuos de acuerdo a su posición dentro de la parcela de muestreo. Con la ubicación de los árboles dentro de las parcelas fue posible dividir las bajo un criterio completamente sistemático en cuadrantes de: 5x, 5x10, 10x10, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30, 35x40 m y en transectos de: 0.50x80, 1x80, 1.5x80, 2x80, 2.5x80, 3x80, 3.5x80, 4x80, 4.5x80 y 5x80 m, tanto verticales como horizontales, mediante el uso de subprogramas de cómputo desarrollados en este trabajo en Statistical Analysis System (SAS) (SAS Institute, 1989). En cada tamaño de cuadrante y transecto se estimaron cinco índices de diversidad bajo la metodología descrita por Magurran (1989). Los índices ajustados y su forma analítica se presentan en el Cuadro 1. Dado que en todos los sitios de muestreo se aceptó la hipótesis de distribución normal de las medias ($P > 0.05$), la cual fue evaluada a través de la prueba de Shapiro & Wilk; definida por la fórmula [1] (Person y Hartley, 1972); la significancia de las medias entre los diferentes tamaños de sitio y los dos esquemas de muestreo se analizó mediante la estimación de los intervalos de confianza para el valor verdadero de media poblacional, con un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0.05$), empleando la fórmula [2] (Sokal y Rohlf, 1995).

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_i \right)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad [1]$$

¹Comunicación personal Sr. Fidel Serrano Garay.

$$\mu \pm (\sigma/\sqrt{n})(t\alpha) \quad [2]$$

donde: x_i son los valores de los diferentes índices para cada uno de los cuadrantes y transectos ordenados de menor a mayor (x_1 = el menor valor); a_i son constantes generadas de las medias, varianzas y covarianzas o de otras estadísticas de una x_i muestra de tamaño n de con una distribución normal; μ = media de la población; σ/\sqrt{n} = error estándar; $t\alpha$ = valor tabulado de t de student con 0.05 de nivel de significancia y $n-1$ grados de libertad.

La hipótesis nula de que las medias son iguales en todos los tamaños de sitio y en los dos esquemas de muestreo evaluados, se acepta cuando existe traslape entre los diferentes límites de confianza y se rechaza si éste no existe.

CUADRO 1. Índices de diversidad ajustados en dos parcelas experimentales del bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas México.

Referencia	Expresión matemática del índice	Número
a) Índice de Margalef	$D_{Mg}=(S-1)\ln(N)$	[3]
b) Índice de Shannon	$H'=-\sum P_i \ln(P_i)$	[4]
c) Índice de Menhinick		[5]
e) Índice de Simpson	$D=\sum P_i^2$	[6]
f) Índice de McIntosh (Mc1)	$Mc1=$	[7]

Donde: S = número de especies colectadas; N = Número total de individuos sumando todas las especies; P_i = abundancia proporcional de la i -ésima especie; $U = \sqrt{\sum ni^2}$ y n_i^2 = número de individuos de la especie i al cuadrado

La prueba de hipótesis sobre la similitud o diferencia en la diversidad-abundancia entre las dos parcelas de muestreo se calculó con el método de t de Hutcheson descrito por Magurran (1989) y dado por el modelo [8], empleándose exclusivamente el índice de Shannon en las comparaciones estadísticas, ya que fue el único para el que se estimó la varianza intrínseca.

$$t = \frac{H_1 - H_2}{\left[\text{Var}(H_1) + \text{Var}(H_2) \right]^{1/2}} \quad [8]$$

Donde: H_i = índice de Shannon de la parcela i ; $\text{Var } H_i$ = varianza del índice de Shannon de la parcela i . Con grados de libertad dados por la ecuación [9].

$$df = \frac{[\text{Var}(H_1) + \text{Var}(H_2)]^2}{[\text{Var}(H_1)]^2 / N_1 + [\text{Var}(H_2)]^2 / N_2} \quad [9]$$

Donde: N_i = número total de individuos en i -ésima parcela.

El índice de valor de importancia (IVI) se obtuvo para cada especie en ambas parcelas, bajo la metodología de Lamprecht (1990), mediante la ecuación [10] y empleando sitios de muestreo de 100 m² en la estimación de la frecuencia.

$$\text{IVI} = \text{Densidad relativa (Den}_i\text{)} + \text{Dominancia relativa (Dom}_i\text{)} + \text{Frecuencia relativa (F}_i\text{)} \quad [10]$$

Den_i = Número de individuos de la especie i por ha/ Número total de individuos por ha. (Valor en %); Dom_i = Área basal de la especie i por ha. /Área basal muestreada por ha (Valor en %) y F_i = Presencia de la especie i en los sitios de muestreo/Número total de sitios de muestreo (Valor en %).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que se trata de un bosque mixto y heterogéneo. En la P_1 se encontraron 22 especies arbóreas y en la P_2 29, compartiendo 18 especies de un total de 33. Se obtuvo una densidad de 1,024 y 1,298 individuos por hectárea para la P_1 y P_2 , respectivamente, lo que indica que es un bosque denso. Las especies más abundantes fueron *Liquidambar styraciflua*, *Ostrya virginiana*, *Carya ovata*, *Quercus sartorii* y *Podocarpus reichei*. Cada una de estas especies con más de 100 individuos por hectárea.

Diversidad de especies arbóreas del Bosque Mesófilo de Montaña

La diversidad de especies arbóreas de esta comunidad vegetal se incrementó en forma de potencia con la superficie de muestreo al utilizar sitios de muestreo de 100 m², como se observa gráficamente en las curvas de especies - área (Figuras (1a) y (1b)). Siguiendo la propuesta de Cain y Olivera (1959), descrita por Lamprecht (1990), se deduce que en ambas parcelas el área florística mínima de muestreo se encuentra entre 2,400 y 2,500 m², sin que exista una estabilización total, ya que la pendiente es alta e indica que para un estudio de mayor superficie dentro de esta comunidad vegetal el área florística mínima de muestreo seguramente será superior a la encontrada en este estudio debido a una mayor variación espacial y con ello la aparición de otras especies. Los valores de los parámetros en ambas parcelas fueron diferentes de cero ($P < 0.01$) con 95 % de nivel de confianza.

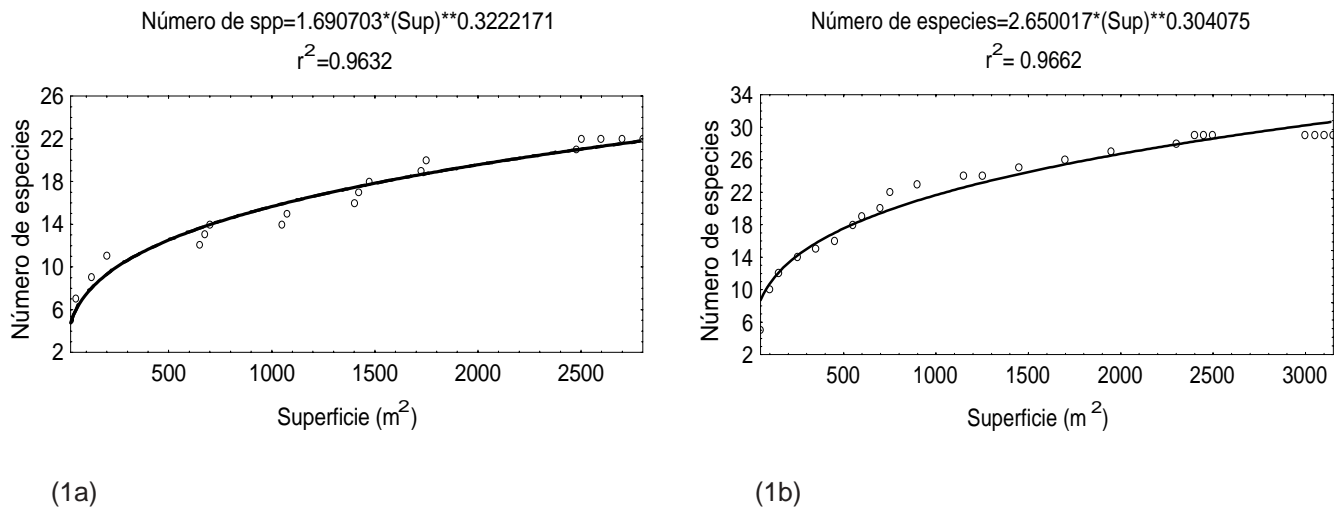


Figura 1. Curvas especie - área de las parcelas experimentales del bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. P₁: a) P₂: b).

Ajuste de Índices de Diversidad

La prueba de similitud o diferencia en la diversidad entre las parcelas de muestreo, medida a través del índice de Shannon ($H_1 = 2.45$ y $H_2 = 2.32$) mostró diferencias significativas en términos de diversidad y abundancia del estrato arbóreo ($P \leq 0.05$), de lo que se deriva que los aprovechamientos que existieron en una de las parcelas modificaron la diversidad y abundancia de las especies presentes dentro del estrato arbóreo de la misma.

El análisis de los valores promedio de los índices de diversidad tanto en cuadrantes como en transectos mostró diferencias significativas al 95 % de nivel de confianza observándose relaciones bien definidas en algunos de ellos. Los índices de Margalef y Shannon incrementan con el área de muestreo tanto en transectos como en cuadrantes (Figuras (2a) y (2b)), siendo los transectos mejores esquemas de muestreo, ya que estiman en menor superficie la diversidad promedio de ambas parcelas experimentales, (entre 300 y 325 m²); mientras que los cuadrantes lo hacen en superficies superiores a 1,000 m². Por otra parte, los índices de Menhinick, Simpson, y dominancia de McIntosh disminuyen a medida que se incrementa la superficie de muestreo. Los resultados indican también que para estimar la diversidad a través del índice de Menhinick es necesario trazar transectos muy grandes o cuadrantes con una superficie superior a 1,200 m², de lo contrario la diversidad será sobrestimada (Figura (2c)). El índice de Simpson, converge a la diversidad de ambas parcelas en superficies pequeñas, ya que se estima desde el transecto de 80 m² en la P₁ y desde el cuadrante de 25 m² en la P₂ (Figura (2d)); sin embargo, no se recomienda el uso del mismo para estimar diversidad arbórea en estos bosques puesto que no es sensible a los cambios de diversidad, ya que los intervalos de confianza de la media se traslapan en casi todos los tamaños de sitio

y en los dos esquemas de muestreo, por lo que no distingue la diferencia en diversidad que existe entre los diferentes tamaños de sitio y en los dos esquemas de muestreo como lo hacen el índice de Shannon y Margalef, por ejemplo (Figuras (2d), (2a) y (2b)). El índice de McIntosh en superficies de 600 m² presentó las menores varianzas y sus valores fueron los más cercanos a los promedios de ambas parcelas (Figura (2e)), por lo que este índice constituye una medida confiable de diversidad arbórea para estos bosques. La mayor eficiencia de los transectos para muestrear diversidad se atribuye a la inclusión de una mayor variación espacial comparada con los cuadrantes, dentro de los cuales aparece un menor número de especies por su característica de mayor homogeneidad espacial. Magurran (1989) y Romero (1999) encontraron relaciones semejantes en trabajos sobre diversidad.

Índice de Valor de Importancia IVI

El índice de valor de importancia relativa de las especies se encuentra mejor balanceado en la P₁ que en la P₂, debido a que las intervenciones silvícolas que existieron en esta última hace aproximadamente 20 años aumentaron este valor en especies colonizadoras como *Liquidambar styraciflua*; y lo disminuyeron en especies de menor éxito competitivo como *Carya ovata*; desproporcionando así este parámetro ecológico (Connell, 1978). Los resultados se muestran en el Cuadro 2 y permiten observar que las especies con mayor peso ecológico en la P₁ son: *Quercus sartorii* (17.94 % del total del IVI), especie que a pesar de ocupar el tercer lugar en abundancia, ocupa el primer lugar tanto en dominancia como en frecuencia por tener los mayores diámetros y aparecer en la mayoría de los sitios de muestreo; seguida por *Ostrya virginiana* (13.62 %) y *Carya ovata* (11.90 %), especies con valores muy similares de dominancia y frecuencia.

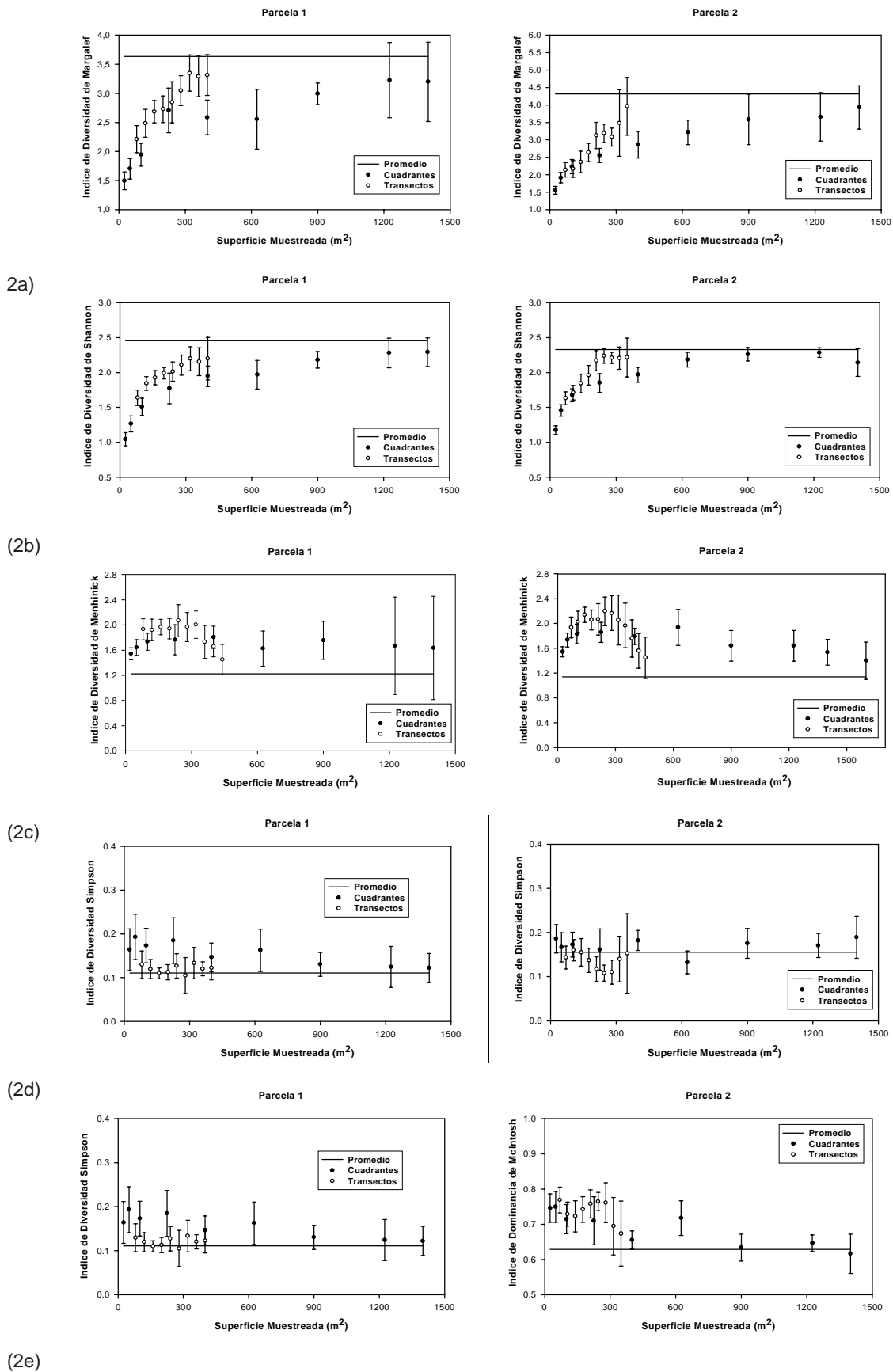


Figura 2. Relación de cinco índices de diversidad y la superficie de muestreo en dos diferentes esquemas de evaluación (cuadrantes y transectos). Media y límites de confianza al 95%, en dos parcelas experimentales del bosque mesófilo de montaña “El Cielo”, Tamaulipas, México.

CUADRO 2. Parámetros ecológicos de dos parcelas experimentales del bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas México.

Especie	Den _r (%)		Dom _r (%)		F _r (%)		IVI (%)	
	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
1. <i>Acer shutchii</i>	—	0.4622	—	0.4655	—	0.37594	—	0.43455
2. <i>Cercis canadensis</i>	—	0.3082	—	0.2868	—	0.75188	—	0.44896
3. <i>Carya myristicaeformis</i>	0.9288	—	2.0452	—	1.1976	—	1.39053	—
4. <i>Carya ovata</i>	17.0279	6.1633	9.1081	2.3631	9.58084	8.27068	11.9056	5.59903
5. <i>Carpinus caroliniana</i>	0.7704	—	0.1143	—	—	1.50376	—	0.79615
6. <i>Clethra pringlei</i>	1.2384	4.1602	0.8025	1.167	1.79641	5.26316	1.2791	3.53012
7. <i>Columbrina elliptica</i>	0.3082	—	0.0527	—	—	0.37594	—	0.24561
8. <i>Eugenia capuli</i>	0.3082	—	0.7027	—	—	0.75188	—	0.58759
9. <i>Liquidambar styraciflua</i>	3.7152	31.5871	3.1258	45.3259	5.38922	15.0376	4.07674	30.6502
10. <i>Magnolia shiedeana</i>	4.9536	0.6163	9.3393	0.8271	5.98802	1.50376	6.76031	0.98239
11. <i>Mirandaceltis monoica</i>	3.7152	3.5439	0.7538	1.1771	4.79042	3.7594	3.08647	2.8268
12. <i>Nectandra sanguinea</i>	—	0.4622	—	0.0826	—	1.12782	—	0.55754
13. <i>Ostrya virginiana</i>	17.3375	17.4114	8.5599	6.6909	14.9701	13.5338	13.6225	12.5454
14. <i>Pinus montezumae</i>	0.9288	1.849	4.7813	8.8688	1.79641	3.7594	2.50217	4.82573
15. <i>Podocarpus rechei</i>	13.6223	6.1633	9.2268	3.0592	9.58084	4.88722	10.81	4.70324
16. <i>Prunus serotina</i>	0.3082	—	0.0969	—	0.75188	—	0.38566	—
17. <i>Quercus germana</i>	4.3344	2.7735	11.3349	2.3922	5.38922	4.88722	7.01951	3.35097
18. <i>Quercus sartorii</i>	14.5511	9.8613	26.7	18.0127	12.5749	12.782	17.942	13.552
19. <i>Quercus xalapensis</i>	7.4303	1.849	3.3898	3.6766	8.98204	4.13534	6.6007	13.22031
20. <i>Rapanea myricoides</i>	2.4768	2.7735	0.7582	0.6395	4.19162	4.88722	2.47554	2.76674
21. <i>Senecio lanicaulis</i>	0.6192	0.3082	0.0886	0.038	1.1976	0.75188	0.63513	0.36603
22. <i>Ternstroemia sylvatica</i>	2.4768	6.1633	0.2719	0.6601	4.19162	6.39098	2.31344	4.40479
23. <i>Tilia houghii</i>	0.9288	—	2.9247	—	1.1976	—	1.6837	—
24. <i>Witheringia mexicana</i>	—	0.3082	—	0.1027	—	0.75188	—	0.38759
25. <i>Zanthoxylon aff. Caribeum</i>	1.8576	0.4622	0.7609	0.2721	3.59281	1.12782	2.07044	0.62071
26. otras**	1.8578	1.0787	6.0285	2.9255	3.5928	2.6315	3.8263	2.21193
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

**P₁ *Acer skutchii*, *Berberis hartwegii*, *Cercis canadensis*, *Nectandra sanguinea* y desconocido 1

**P₂ *Abies vejari*, *Bernardia interrupta*, *Pinus patula*, *Celtis iguanea*, desconocido 1 y desconocido 2.

En la P₂ *Liquidambar styraciflua* es la especie más importante con 30.65 % del total del IVI, debido a que presentó los más altos valores de las tres observaciones ecológicas. El gran número de individuos de esta especie (410 por hectárea) encontrados en esta parcela, se atribuye a la tala que se practicó en algún tiempo en esa área, que tuvo como efecto la apertura de espacios que permitieron la entrada de mayor cantidad de luz, favoreciendo el desarrollo de esta especie. Al respecto Rzedowski (1978) menciona el carácter heliófilo de la misma y que su desarrollo puede ser utilizado como un indicador de perturbación del sitio. En segundo lugar se encuentra *Quercus sartorii* con 13.55 %, que a pesar de ser superado en 7.55 % en densidad por *Ostrya virginiana*, esta especie aporta el 18% del área basal total y se distribuye en igual número de sitios de muestreo que *Ostrya virginiana*, la cual ocupa el tercer lugar en importancia ecológica con 12.54

% del IVI. Las especies *Quercus sartorii* y *Ostrya virginiana* aparecen dentro de las tres especies con mayor valor de importancia en cada una de las parcelas, de lo que se deduce que estas especies desempeñan un papel importante en la ecología de estos bosques, acompañadas por *Liquidambar styraciflua* y *Carya ovata* que poseen también importantes porcentajes de densidad, dominancia y frecuencia. Lo anterior ha sido observado también en trabajos realizados en bosques mesófilos (Puig y Bracho, 1987; Briones, 1991; Willians, 1991; Cavazos, 2000). Las especies con los valores más bajos de IVI fueron *Abies vejari*, *Acer skutchii*, *Berberis hartwegii*, *Cercis canadensis* y *Pinus patula*, ya que algunas de ellas son comunes en los bosques templados y otras de los tropicales y por ser el b.m.m. una combinación de estos dos tipos de ecosistemas se les encuentra interactuando en algunos sitios de la superficie objeto de estudio.

CONCLUSIONES

Los esquemas de muestreo empleados mostraron diferencias significativas en la estimación de la diversidad arbórea en el bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México, siendo los transectos mejores estimadores, estimadores, ya que convergen a la diversidad promedio de las parcelas en menor superficie de muestreo que los cuadrantes. Los índices de diversidad mostraron también diferencias significativas al ser estimados en diferentes tamaños y formas de sitio, siendo los de Shannon, Margalef y McIntosh los índices más sensibles y que mejor describen la diversidad. El valor de importancia relativa permite concluir que a las especies *Quercus sartorii*, *Ostrya virginina*, *Liquidambar styraciflua* y *Carya ovata* son las de mayor importancia ecológica dentro de esta comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al primer autor. Por el apoyo financiero para el desarrollo de la presente investigación, agradecemos al Sistema de Investigación Alfonso Reyes, Proyecto SIREYES-20000606002, así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Proyecto CONACYT-33919-B.

LITERATURA CITADA

- BRIONES, VILLAREAL, O. L. 1991. Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Acta Botánica de Mexicana 16, 15-43.
- CAO, M. *et al.* 1997. Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China. Biodiversity-and-Conservation. 7, 995-1006.
- CAVAZOS, C. 2000. Evaluación del Bosque mesófilo de montaña de San Carlos, Tamaulipas, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, N. L., México.
- CONDIT, R. *et al.* 1996. Species - area and species - individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50- ha plots. Journal-of Ecology-Oxford. 84, 549-562.
- CONNEL, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199, 1302-1310.
- IPCC. 1995. Climate Change. The Science of Climate Change. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 572.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica de la República Federal Alemana (GTZ). pp: 57.
- LOZADA, J. R.; ARENDS, E. 2000. Clasificación ecológica de especies arbóreas, con fines de aprovechamiento forestal, en la Estación. Experimental Caparo, Barinas Venezuela. Rev. Forest. Venez. 44(1) 81-91.
- MAGNUSSEN, S.; BOYLE, TJB. 1995. Estimating sample size for inference about the Shannon- Weaver and the Simpson indices of diversity. For. Ecol. Manage. 78, 1- 3, 71-84.
- MAGURRAN, A. E. 1989. Diversidad Ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Barcelona, 200 p.
- MOPT, CH. 1985. Guía para la elaboración del medio físico. Ministerio de obras públicas España.
- NEUMANN, M.; STARLINGER, F. 2001. The significance of different indices for stand Structure and diversity in forests. For. Ecol. and Management. 145, 91-106.
- PEARSON, A. V.; HARTLEY, H. O. 1972. Biometrika Tables for Statisticians, Vol 2, Cambridge, England, Cambridge University Press.
- PUIG, H.; BRACHO, R. 1987. El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología. México. 186 p.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- ROMERO, F. G. 1999. Caracterización ecológica y definición de esquemas de muestreo en el matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, N. L., México.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide. Version 6, 4th ed. Vol 2. SAS Institute Inc., Cary, NC. 846 p.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, J. F. 1995. Biometry. 3er ed. W. H: Freeman, New York. 887 p.
- VÁZQUEZ, G. J. A.; GIVNISH, J. T. 1998. Vegetation of the Cerro Grande massif, Sierra de Manantlán, Mexico: Ordination of a long altitudinal gradient with high species turnover. Boletín IBUG. 6: 2-3, 227-250.
- WILLIAMS, LINERA, G. 1991. Nota sobre la estructura del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña en los alrededores del campamento "El Triunfo", Chiapas. Acta Botánica Mexicana 13, 1-17.