

INDICES DE DIVERSIDAD APLICADOS A COMUNIDADES ARBOREAS EN LA ZONA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA “SIERRA DE QUILA”, ESTADO DE JALISCO*

Paola Bauche Petersen¹
Raymundo Villavicencio Garcia²
Agustín Gallegos Rodríguez¹
Martín Huerta Martínez¹

Introducción

La conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales son dos de los objetivos principales de las áreas naturales protegidas (LGEEPA, 1999). El uso de medidas de diversidad, donde se empleen la riqueza y la abundancia de especies proporcionan validez científica a los criterios de conservación, ya que éstas son frecuentemente utilizadas como indicadores ambientales por ser también interpretadas como un índice de salud del ecosistema (Magurran, 1988).

En los últimos años, los índices de diversidad han sido aplicados en la conservación y manejo forestal, ya que condensan en valores numéricos la información contenida en censos o muestras, los cuales coadyuvan a la toma de decisiones en el manejo de los bosques (Lübbbers, 1997). En cuanto a la aplicación de índices de diversidad en México, se puede mencionar a manera de reseña, el trabajo de Corral et al. (2001), quien aplica modelos ecológicos de abundancia y evalúa el equilibrio ecológico en un bosque de niebla; o bien, el estudio de Gallegos et al. (2001) donde concluye que los índices de importancia ecológica utilizados en un bosque tropical en la Costa del Estado de Jalisco, permiten interpretar que las especies de menor frecuencia corrían el riesgo de extinguirse debido a erróneas aplicaciones de aprovechamiento.

La Zona de Protección de Flora y Fauna “Sierra de Quila” (ZPFF) se caracteriza por ser un reservorio de especies y diversidad genética. Dentro de sus metas de conservación se encuentra, el contribuir al mantenimiento de los procesos ecológicos para el funcionamiento de los ecosistemas, maximizando la diversidad de especies nativas y manteniendo la estructura de las reservas arbóreas (SARH, 1993). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar diferentes índices de estimación de la diversidad en comunidades arbóreas y su relación con variables ambientales y edáficas con el fin de comparar cada comunidad en base a su composición, estructura y riqueza.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en el Área Natural Protegida (ANP) “Sierra de Quila”. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 20° 14' y 20° 22' latitud norte; 103° 57' " y 104° 07' longitud oeste. Sus límites altitudinales varían de los 1350 hasta 2560 m y abarca un área aproximada a 15000 hectáreas. El ANP esta comprendida dentro de los municipios de Tecolotlán, Tenamaxtlán, San Martín de Hidalgo y Cocula en el Estado de Jalisco.

El clima se clasifica en: Clima templado húmedo con lluvias en verano y Clima caliente húmedo con larga temporada seca (García, 1988). La precipitación pluvial anual es de 900 mm. Guerrero y López (1997) describen para la Sierra de Quila seis tipos de vegetación: bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de galería y bosque espinoso. El ANP posee los siguientes subtipos de suelo según la clasificación FAO/UNESCO: *Cambisol eutríco*, *Cambisol húmico*, *Feozem háplico*, *Feozem lúvico*, *Litosol*, *Luvisol crómico*, *Regosol eutríco* y *Vertisol pélico* (INEGI, 1972).

* Trabajo presentado en el V Congreso Nacional de Areas Naturales Protegidas. Guadalajara, Jalisco. México. Octubre, 17-20, 2002.

¹ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Km 15.5 Carretera GDL-Nogales. C.P. 45020 Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. Email: paolabauche@hotmail.com, gra09526@maiz.cucba.udg.mx, fhuerta@cucba.udg.mx

² Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Sensores Remotos y Sistemas de Información de Paisaje. Universidad de Friburgo. Tennenbacherstr. 4 D-76180. Friburgo, Alemania. Email: raymundo.villavicencio@felis.uni-freiburg.de

Establecimiento de sitios de muestreo

El sistema de muestreo se efectuó siguiendo la metodología descrita por Villavicencio (2001). Se seleccionó un transecto rectangular denominándose Área Piloto (AP) con longitud de 10 km y 1.8 km de ancho orientado de norte a sur en la parte central de la ZPFF. El AP cubre distintos rangos altitudinales, diferentes tipos de suelo y vegetación.

Para la definición de las comunidades arbóreas y su relación a la variable ambiental, se realizó una estratificación previa con datos vectoriales topográficos y digitalización de las cartas edafológicas F13D73 Atengo, F13D74 Cocula y F13D83 Tecolotlán del INEGI. En el AP se establecieron 93 sitios circulares permanentes con distribución sistemática bajo una red cuadriculada (400 x 400 m). Los sitios tienen una superficie de 0.05 ha, en éstos, se enumeraron todos los árboles ≥ 7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y se levantaron datos dasométricos, así como, variables cualitativas (Figura 1.).

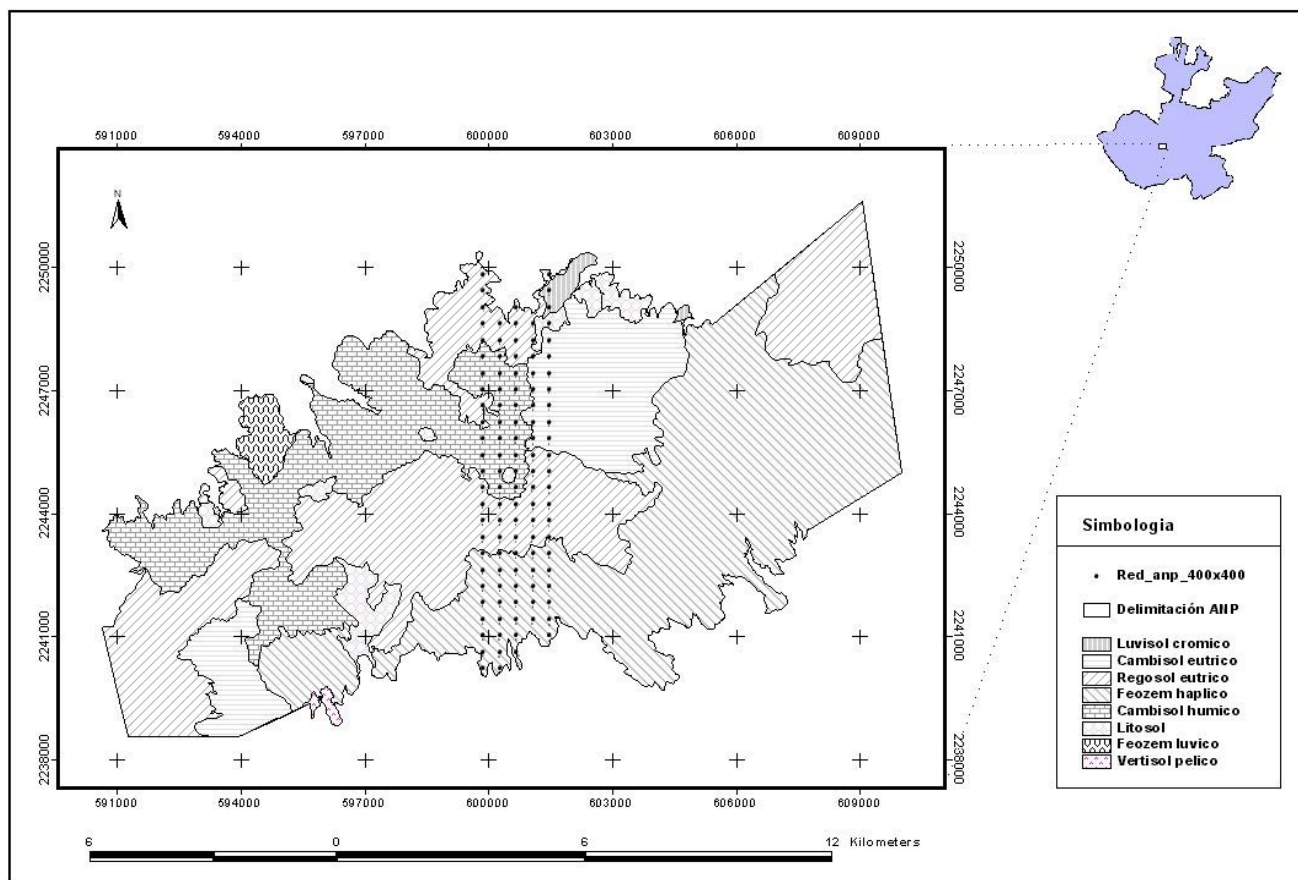


Figura 1. Ubicación de la Zona de Protección Flora y Fauna “Sierra de Quila” estratificada por subtipos de suelo y esquema de la red de distribución de sitios permanentes en el Área Piloto.

Para la estimación de la diversidad y riqueza de especies se emplearon los índices de Shannon, Evenness, Simpson y Margaleff descritos por Magurran (1988), la determinación de estos valores se obtiene de las siguientes formulas:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \cdot \ln(P_i)$$

donde:

H' = Índice de Shannon
 S = número de especies presentes
 P_i = proporción de las especies $P_i = n_i / N$
 n_i = número de individuos de la especie i
 N = número total de individuos

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

donde:

E = Índice de Evenness
 H' = Índice de Shannon
 S = número de especies

$$D = \sum \frac{(n_i(n_i - 1))}{(N(N - 1))}$$

donde:

D = Índice de Simpson
 n_i = número de individuos
 N = número total de individuos

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N$$

donde:

D_{Mg} = Índice de Margaleff
 S = número de especies
 N = número total de individuos

La composición de especies por comunidad arbórea se determinó sobre la base del índice de importancia ecológica (IVI), que es el producto de la suma de valores relativos (%) de la abundancia (N/ha), la dominancia (m^2/ha) y la frecuencia (N_s), su producto es utilizado para determinar el peso ecológico de cada especie dentro de una comunidad (Lamprecht, 1990; Aguirre y Jiménez, 1998; Villavicencio et al. 2000; Gallegos et al. 2001; Pérez et al. 2001):

$$IVI = (N / ha) + (m^2 / ha) + N_s$$

Para el análisis comparativo de afinidad de especies por tipo de estrato se empleó el coeficiente de similitud de Sørensen (Magurran, 1988):

$$C_N = 2_{JN} / (aN + bN) \cdot 100$$

donde:

C_N = Coeficiente de afinidad de especies
 JN = número de especies encontradas en ambas localidades
 aN = número de especies de la localidad A
 bN = número de especies de la localidad B

La estructura horizontal fue evaluada con base al número de árboles por hectárea, el área basal y sus distribuciones diamétricas. Para la caracterización de la estructura vertical por comunidad arbórea se utilizó el índice del perfil vertical (A) de Pretzsch (1996), quien define tres pisos de altura para la aplicación del índice, piso superior de 80 a 100% de la altura máxima del rodal; piso intermedio sobre 50 a 80% y piso inferior de 0 a 50%. La fórmula se describe como:

$$A = -\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})$$

donde:

- S = número de especies presentes
 Z = número de pisos de altura
 P_{ij} = proporción de especies en los pisos de altura $p_{ij} = N_{ij}/N$
 N_{ij} = número de individuos de la especie i en el piso j
 N = número total de individuos

El valor A tiene un rango de 0 hasta un valor máximo (A_{max}). Un valor $A = 0$ se interpreta que la comunidad arbórea está representada por una sola especie y está constituida en un solo piso. El valor máximo (A_{max}) se obtiene cuando la totalidad de las especies están presentes con la misma distribución dentro de cada piso:

$$A_{max} = \ln(S \cdot Z)$$

Resultados y Discusiones

De las cartas edafológicas se obtuvo un total de 6 diferentes subtipos de suelo para el AP. La tabla 1 muestra la superficie y distribución por subtipo de suelo para la ZPFF y el AP, donde en ésta última existe una distribución similar en los suelos *Regosol*, *Feozem* y *Cambisol* con 34, 29 y 33% respectivamente; siendo éstos mismos los predominantes para el área natural. En lo subsiguiente se le denominará en este trabajo a cada subtipo de suelo: estrato, identificado por un número romano, así mismo, cada comunidad arbórea será referida por estrato (Tabla 1.).

Tabla 1. Superficie y distribución porcentual por subtipo de suelo.

Suelo	Estrato	ZPFF (ha)	%	AP (ha)	%
<i>Cambisol eutríco</i>	I	1650.96	11.71	161.51	10.26
<i>Cambisol húmico</i>	II	2513.56	17.83	363.21	23.08
<i>Feozem háplico</i>	III	4836.3	34.30	456.28	28.99
<i>Feozem lúvico</i>	IV	197.37	1.40	-	0.00
<i>Litosol</i>	V	440.39	3.12	40.52	2.57
<i>Luvisol crómico</i>	VI	93.57	0.66	20.28	1.29
<i>Regosol eutríco</i>	VII	4333.31	30.74	532.2	33.81
<i>Vertisol pélico</i>	VIII	32.62	0.23	-	0.00
Total		14098.08	100	1574	100

Referente al área piloto, los suelos *Cambisoles* se caracterizan por ser suelos poco desarrollados (hasta 25 cm de espesor), de textura media con un contenido máximo de arcilla en el horizonte superior. Los subsuelos de *Cambisol* pueden aparecer diferentes en vista y textura en la capa superficial; el *Cambisol eutríco* presenta un subsuelo rico o muy rico en nutrientes, por el contrario, el *Cambisol húmico* presenta de regular a buen contenido de materia orgánica pero pobre en nutrientes (INEGI, 1999). Los suelos *Feozem* por lo general son suelos más lixiviados, con capa superficial oscura y una marcada acumulación de materia orgánica y nutrientes, acumulando alrededor del 35% de arcillas en el horizonte medio (Porta et al. 1999). Los suelos *Litsoles* presentan menos de 10 cm de espesor y buen contenido de materia orgánica. El subtipo *Luvisol crómico* es un suelo con horizonte arcilloso (superior a 40% en los 100 cm superficiales) y con buen contenido de materia orgánica. Los suelos *Regosoles* son suelos delgados, con un promedio de arcilla inferior a 20% en los primeros 100 cm superficiales, se consideran suelos poco desarrollados sin estructura y de textura variable, formados a partir de materiales no consolidados; el *Regosol eutríco* es rico o muy rico en nutrientes con regular contenido de materia orgánica (Wild, 1989; INEGI, 1998 y 1999).

Descripción de la vegetación

El género de mayor frecuencia dentro de población (N) fue *Quercus* (52%), el género *Pinus* aparece en segundo con 36%; resaltando las siguientes especies por orden de ocurrencia: *Quercus resinosa* con 41.5%, seguida de *Pinus lumholtzii* y *Pinus douglasiana* con 15.7 y 11.5% respectivamente. Se obtuvo entre comunidades un rango de individuos por hectárea de 260 hasta 775. La tabla 2 indica los valores descriptivos para cada comunidad por estrato, haciendo énfasis en la baja aparición de número de especies en los estratos V y VI (no mayor a 5), atribuido al bajo tamaño de muestra encontrada (0.1ha) para cada subtipo de suelo dentro del AP.

Tabla 2. Datos descriptivos por comunidad arbórea por subtipo de suelo

Estrato	Número de Especies	N/ha	G/ha (m ²)	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)
I	12	535	26.0	11.5	18.3
II	17	775	27.0	11.7	20.7
III	23	533	12.8	8	15.9
V	5	760	18.1	8.6	15.2
VI	4	260	6.4	6.6	15.7
VII	17	755	25.	11.1	17.3
Población	33	655	23.0	10	17.9

Estructura horizontal

Las áreas basales en los estratos I, II, y VII oscilan entre 25 y 27 m²/ha, no habiendo variación estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$) con este parámetro estructural entre los estratos I y II (suelos *Cambisoles*), así como individualmente entre los estratos I y II con respecto al estrato VII (*Regosol eutrico*). El valor de área basal 12.8 m²/ha del estrato III, representa el valor medio al obtenido en el estrato I, a pesar de presentar un número similar de individuos por hectárea (530), cabe señalar que el 47.5% de las especies localizadas en esta comunidad (estrato III) corresponden al tipo de vegetación del bosque tropical caducifolio, situado en el AP propiamente en la ladera sur de la ZPFF. La comparación estructural horizontal con base en la distribución porcentual por clase diamétrica, muestran para todos los estratos un comportamiento decreciente (J-invertida), siendo esta representación característica dentro de comunidades arbóreas multietáneas, donde la cantidad de árboles se reduce con respecto al aumento del DAP (Figura 2.).

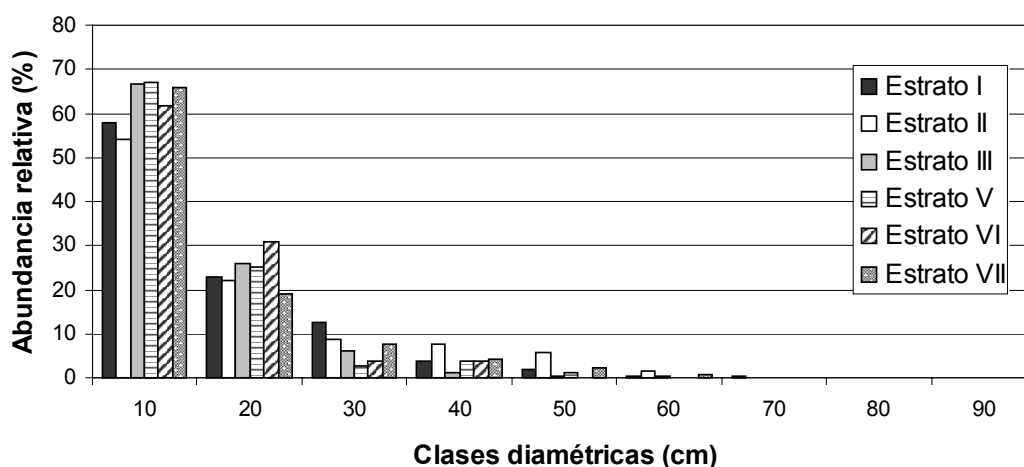


Figura 2. Distribución porcentual de individuos por clase diamétrica por estrato.

Estructura Vertical

En la distribución vertical de especies por comunidad, resalta la población del estrato I, la cual está configurada en un 52% en el piso de altura intermedio; como especie dominante en el piso superior ocurre *Pinus lumholtzii* con 36%, en el intermedio y bajo *Quercus resinosa* con 54 y 50% respectivamente. La población del estrato II resulta ser la más equilibrada en sus tres pisos; la frecuencia de especies por piso de altura al igual que el estrato I, la ocupa *Pinus (P. douglasiana)* en el piso superior con 44%; *Quercus resinosa* aparece en los pisos de altura medio y bajo con 42 y 38%.

La población del estrato III está distribuida en un piso de altura intermedio con casi 50%. Sin embargo, dentro de los sitios de muestreo localizados en este tipo de suelo, es *Quercus resinosa* la especie dominante en los tres doseles (superior, medio, inferior) con 40, 30 y 47%. Una similitud al estrato III se presenta en el estrato VI, donde también *Quercus resinosa* predomina en todos los pisos con 58, 51 y 69% con respecto al total de la población que lo compone. Para el estrato VI, se encontró a *Pinus douglasiana* dominante en la parte alta (100%) y a *Quercus resinosa* en la parte media y baja con 53 y 50% respectivamente, siendo que el grueso de la población está conformada en una piso intermedio con 65.4%. Por último, el dosel superior del estrato VII se encuentra ocurrido por *Pinus lumholtzii* con 36.5% y en su piso medio y bajo por *Quercus resinosa* con 53 y 58%; el total de ésta población lo compone un piso intermedio (46%) (Tabla 3.)

Tabla 3. Distribución porcentual vertical por comunidad arbórea (Estrato).

Piso\Estrato	I	II	III	V	VI	VII
Superior (80-100%)	25.6	35.2	18	15.8	19.2	24.6
Intermedio (50-80%)	51.8	31.8	49	67.1	65.4	46
Inferior (0-50%)	22.6	33	33	17.1	15.4	29.4
Total	100	100	100	100	100	100

La tabla 4 muestra los valores obtenidos del índice de perfil vertical de especies (A) para cada tipo de estrato. El índice (A) más bajo ($0.95 = 38.3\%$ de A_{max}) para una comunidad de cuatro especies lo presenta el estrato VI, siendo el único donde ocurre en el piso superior una sola especie (*Pinus douglasiana*). Los mayores valores de (A), los obtienen sustancialmente las comunidades cuyo número de especies son distribuidas proporcionalmente en cada piso de altura, como lo son para los estratos I, II, III y V, donde muestran un valor porcentual relativamente alto con respecto al valor máximo, significado una alta heterogeneidad de especies distribuidas verticalmente en los tres pisos de altura.

Tabla 4. Índices de distribución vertical.

Estrato	N	A (%)	A_{max} (%)
I	465	2.64 (75.6)	3.49 (100)
II	642	2.87 (74.2)	3.87 (100)
III	400	3.11 (76.9)	4.04 (100)
V	76	2 (74.1)	2.7 (100)
VI	26	0.95 (38.3)	2.48 (100)
VII	1435	2.66 (68.7)	3.87 (100)
Población	3044	3.06 (67.1)	4.56 (100)

Diversidad y riqueza de especies

Los valores del índice de Shannon aumentan conforme ocurren el mayor número de especies y la proporción de las mismas es homogénea, además depende no solo del número de especies, si no también de la frecuencia con que están representadas, mientras que el índice de Simpson se recarga a las especies más abundantes de la muestra. El índice de Margaleff mide la riqueza de las especies sin darle valor a la abundancia de los individuos y el índice de uniformidad de Evenness mide la abundancia de éstas. En base a lo anterior, la comunidad del estrato III demuestra los valores más altos en riqueza de especies, según los valores de Shannon (2.23) y Margaleff (3.67). Sin embargo, el valor del índice de Simpson (5.52) y el índice de uniformidad de Evenness (0.71), indican que no es el más alto en abundancia de especies. Los menores valores en los índices de Shannon (1.13) y de Margaleff (0.92) los presenta la comunidad del estrato VI (N = 26), la cual es representada por cuatro especies, sin embargo el estrato V (N = 76), que también tiene una mínima ocurrencia de especies (5) presenta un valor de diversidad relativamente mayor (1.25) pero estadísticamente no significativo ($P > 0.001$); el índice de riqueza de Margaleff para ambas comunidades registró igual (0.92), lo que demuestra que el índice valoriza la diversidad sin contemplar el número que individuos (n) que le componen (Tabla 5.).

El valor del Índice de Simpson (4.84) para la comunidad del estrato II (N = 775), muestra claramente que este índice se recarga fuertemente en la abundancia de individuos, siendo menos sensible a la riqueza de especies. La uniformidad de especies entre estratos referida por el índice de Evenness, muestra para el caso del estrato V un valor elevado (0.77), debido a que presenta una alta abundancia de individuos y un bajo número de especies (5), mientras que los estratos I y II están representados por especies igualmente abundantes, coinciden en valor con el Índice referido, sin embargo, no demuestran significancia en términos de diversidad ($P > 0.001$).

Tabla 5. Diversidad y riqueza de especies por comunidad arbórea (Estrato).

Estrato \ Índice	H'	E	S	M
I	1.75	0.7	3.85	1.79
II	1.94	0.69	4.84	2.48
III	2.23	0.71	5.52	3.67
V	1.25	0.77	3.85	0.92
VI	1.13	0.82	2.8	0.92
VII	1.63	0.61	3.61	2.2

H': Índice de Shannon E: Índice de Evenness S: Índice de Simpson M: Índice de Margaleff

Composición

Para el ecosistema encino-pino, las tres especies que representan el valor del índice de importancia ecológica más alto por comunidad arbórea son: en el estrato I, *Quercus resinosa*, *Pinus lumholtzii* y *Pinus douglasiana*. En estrato II ocupa el primer sitio *Pinus douglasiana*, seguido de *Quercus resinosa* y *Pinus oocarpa* en orden de importancia. En el estrato III se encontró a *Quercus resinosa*, seguido de *Acacia pennatula* y *Eysenhardtia polystachya*, un cuarto orden referido a este tipo de vegetación (selva baja caducifolia) lo ocupa *Ipomea murucoides*. Dentro de los estratos V y VI considerados también como superficies donde ocurre vegetación de encino-pino, se presentó como primera especie *Pinus douglasiana* y *Quercus resinosa* en el estrato V, sin embargo para el estrato VI, el orden de especies fue inverso. Por último, como se aprecia en la tabla 6 para la comunidad del estrato VII, la especie que registra el mayor peso ecológico es *Quercus resinosa*, seguido de *Pinus lumholtzii* y *Pinus douglasiana*; especies como *Alnus acuminata*, *Clethra hartwegii* y *Prunus serotina* ocurrieron de manera esporádica, concentrándose particularmente en sitios cercanos a arroyos o pequeñas cañadas.

De acuerdo al Índice de afinidad de especies de Sørensen, los estratos V y VI presentan el mayor porcentaje de similitud (89%), además ambas comunidades se encuentran situadas en un mismo transecto altitudinal (2000-2100 m). El estrato I y estrato II presentan igualmente un considerable porcentaje de afinidad con respecto al estrato VII (76 y 82%); la superficie donde alberga estos tipos de suelo dentro del AP tiene un rango de altura de 2100 a 2300 m. En el otro extremo, los valores porcentuales menores de similitud los presenta la comunidad del estrato III con respecto a las demás comunidades, debiéndose concretamente al tipo de ecosistema donde se desarrolla (Tabla 7).

Tabla 6. Análisis de abundancia, dominancia y frecuencia para la comunidad arbórea en el estrato VII.

Especie	Abundancia N/ha	%	Dominancia G (m ² /ha)	%	Frecuencia	%	IVI
<i>Acacia pennatula</i>	1	0.1	0.01	0.1	1	0.6	0.8
<i>Alnus acuminata</i>	2	0.3	0.26	1.0	1	0.6	1.9
<i>Arbutus glandulosa</i>	16	2.1	0.24	1.0	7	4.8	7.4
<i>Arbutus xalapensis</i>	17	2.2	0.49	2.0	16	10	14.2
<i>Clethra hartwegii</i>	11	1.5	0.57	2.3	6	3.7	7.5
<i>Pinus devoniana</i>	9	1.2	0.22	0.9	3	1.9	4.0
<i>Pinus douglasiana</i>	49	6.5	3.75	15.0	17	10.6	32.1
<i>Pinus lumholtzii</i>	176	23.3	6.60	26.3	31	19.4	69.0
<i>Pinus oocarpa</i>	67	8.8	3.02	12.0	14	8.7	29.6
<i>Quercus candicans</i>	1	0.1	0.00	0.1	1	0.6	0.7
<i>Quercus castanea</i>	8	1.1	0.50	2.0	6	3.7	6.9
<i>Quercus coccolobifolia</i>	22	2.9	0.91	3.6	10	6.2	12.7
<i>Quercus eduardii</i>	7	0.9	0.18	0.7	3	1.9	3.5
<i>Quercus laeta</i>	1	0.1	0.08	0.3	1	0.6	1.0
<i>Quercus obtusata</i>	22	2.9	1.04	4.1	9	5.6	12.6
<i>Quercus resinosa</i>	344	45.6	7.16	28.5	33	20.6	94.7
Otras hojosas	3	0.4	0.05	0.2	1	0.6	1.2
Total	755	100	25.08	100	38	100	300

Tabla 7. Afinidad porcentual de especies por comunidad arbórea (Estrato).

Estrato\ Estrato	I	II	III	V	VI	VII
I	-					
II	69	-				
III	29	45	-			
V	59	45	14	-		
VI	50	38	15	89	-	
VII	76	82	50	45	38	-

Conclusiones

1. Se identificaron cuatro tipos de bosques. La variación y distribución de especies en éstos ecosistemas forestales están relacionadas con las características del sustrato y la asociación del gradiente altitudinal donde se desarrollan, tal es el caso de la comunidad arbórea en el estrato III (*Feozem háplico*) la cual, en una diferencia de altura aproximado a 400 m presentó el espectro de diversidad más amplio.
2. Se registraron 33 especies distribuidas en 16 géneros y 14 familias, los géneros de mayor frecuencia fueron *Quercus* (52%) y *Pinus* (36%); las principales especies por su peso ecológico en el ecosistema encino-pino son *Quercus resinosa*, *Pinus lumholtzii* y *P. douglasiana*, así como, *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya* e *Ipomea murucoides* en la selva baja caducifolia (15 % de cobertura del total del AP).
3. A fin de registrar especies o comunidades arbóreas que en el AP, por tipo de suelo, exposición, distribución, cota altitudinal y otros factores ecológicos y ambientales no fueron encontradas, se debe considerar la ampliación de la red de sitios de muestreo distribuidos de manera objetiva en toda la ZPFF, mismos que deberán acompañarse de estudios detallados de suelo a fin de corroborar la coincidencia de límites y unidades reportados, de igual manera poder referir sus propiedades con similitud composicional, respuesta al tipo de estructura y diversidad.
4. La caracterización en composición, estructura y diversidad de especies coadyuvan como herramienta de decisión para la planeación y ejecución de actividades de manejo de comunidades arbóreas y la conservación de su diversidad.

Agradecimientos

Este trabajo se llevo a cabo gracias al apoyo del Comité Regional de Protección, Conservación y Fomento de los Recursos Naturales de la Sierra de Quila A.C. y la Dirección General Forestal y Fauna de la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Jalisco en el marco del convenio de cooperación técnica con el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara (Enero de 2002). Agradecemos igualmente al Departamento de Producción Forestal del CUCBA la facilitación de equipo de medición y medio de transporte otorgado.

Bibliografía

- Aguirre, C. O., y Jiménez, P. J. 1998. Evaluación y análisis de la estructura de ecosistemas forestales. North American Science Symposium. Toward a Unified Framework for Inventorying and Monitoring Forest Ecosystem Resources. Guadalajara, México. pp. 416-420.
- Bauche, P. P. 2002. Aplicación de Indices de diversidad en comunidades arbóreas en la Zona de Protección de Flora y Fauna "Sierra de Quila", Estado de Jalisco. Universidad de Guadalajara-CUCBA. (Tesis de Licenciatura en Desarrollo)
- Bravo, N. E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica* Vol. 1 (1). México. 88 p.
- Corral, J., Aguirre, O. y Jiménez, J. 2001. Medición de disturbio ecológico en un bosque de niebla, utilizando modelos de abundancia de especies. *Memorias del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Universidad de Guadalajara-CUCBA. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C. Guadalajara, México.
- Gallegos, R. A., Abundio, R. E., Morales M. E. y Hernández, A. E. 2001. Valor de importancia de especies arbóreas en un bosque tropical de la costa de Jalisco. *Memorias V Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Universidad de Guadalajara-CUCBA. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C. Guadalajara, México.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la republica mexicana). UNAM. México.
- Guerrero, N. J. J. y López, C. G. 1997. La vegetación y la flora de la Sierra de Quila, Jalisco. Universidad de Guadalajara. México. 91 p.
- INEGI 1972. Cartas Edafológicas F13D73 Atengo, F13D74 Cocula, F13D83 Tecolotlán,. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México
- INEGI 1998. Perfiles de suelos. Banco de información sobre perfiles de suelos. Versión 1.0. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México
- INEGI 1999. Estadísticas del medio ambiente. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Tomo I. México. pp 71-72.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. Alemania. pp. 49.
- LGEEPA 1999. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. Ediciones Delma. México D.F.
- Lübbers, P. 1997. Diversitätsindizes und Stichprobenverfahren. *Abt. Forstl. Biometrie, Universität Freiburg*.
- Magurran, A. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. España. 3-9, 12, 45, 163, 167-183
- Neumann, M. and Starlinger, F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forest. *Forest Ecology and Management*. pp. 91-106.
- Pérez, F. M, Finegan, B., Delgado, D. y Louman, B. 2001. Composición y diversidad de los bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua: Una base para el manejo sostenible. *Rev. Forestal Centroamericana* N0. 24. CATIE. pp. 68-71.
- Porta, J., López, A. M. y Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi – Prensa. España.
- Pretzsch, H. 1996. Strukturvielfalt als Ergebnis waldbaulichen Handels. *Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sekt. Ertragskunde. Jahrestagung 1996. Nehresheim*. pp. 134-154.
- SARH 1993. Estudio de la flora y fauna de la zona protectora forestal Sierra de Quila. Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre. México.
- Villavicencio, G. R., Gallegos, R. A., Chávez, H. A. y Sánchez, R. C. 2000. Aplicación de SIG, sitios de control e inventario, caso parque nacional volcán-nevado de colima. *Memorias del IV Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Secretaria de Ecología. SEMARNAP. Yucatán. México.
- Villavicencio, G. R. 2001. Kartierung der Vegetationsstruktur und deren Veränderung in Naturschutzgebieten des Bundeslandes Jalisco/Mexiko mit Hilfe von Inventurverfahren und Fernerkundung. *Forst. Fakultät, Abt. Fernerkundung und LIS. Universität Freiburg*. (Tesis Doctoral en desarrollo).
- Wild, A. 1989. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ediciones Mundi – Prensa. España.