

Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México.

Diversity and structure of tropical forest semi-deciduous of Acapulco, Gro., Mexico.

*Diversidade e estrutura da subperennifolia floresta tropical de Acapulco, Gro.,
México.*

Alejandro Juárez-Agis

Unidad Académica de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero

ajuarezagis@hotmail.com

Natividad Dolores Herrera Castro

Instituto de Investigación Científica, Universidad Autónoma de Guerrero

herreran31@hotmail.com

José Luis Martínez y Pérez

Lab. Biología Molecular Centro de Investigación en Ciencias Biológicas y Posgrado en Ciencias
Biológicas Ixtacuixtla, Universidad Autónoma de Tlaxcala.

jlmarpe@hotmail.com

Maximino Reyes Umaña

Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero

maxis_99@hotmail.com

Resumen

Se analizó la estructura, composición, riqueza y diversidad de especies arbóreas en selva mediana subperennifolia en dos condiciones geográficas en Acapulco, Guerrero. Se monitorearon siete unidades de muestreo de 600 m², cuatro para el polígono oeste (POE) y tres para el este (PE).

Se reportan 46 especies, con un total de 398 árboles. Para ambos polígonos, *Peltogyne mexicana* fue la especie más importante (IVI= 46.11) seguida por *Ceiba pentandra* (31.63) y *Coccoloba barbadensis* (19.05). Los índices de diversidad calculados no se observaron valores

significativamente diferentes ($t, p > 0.05$). El Índice de Shannon (H') 1.43 es mayor para el POE y para el PE fue de 0.86.

Los valores de diversidad fueron más altos en el POE, pero son bajos comparados con otras selvas de México; pudiéndose deber a las condiciones en las que se desarrolla, fuertes pendientes y alta rocosidad.

Palabras clave: Estructura, diversidad, selva mediana subperennifolia.

Abstract

The structure, composition, richness and diversity of tree species in semi-evergreen tropical forest within two geographical conditions in Acapulco, Guerrero were analyzed. Seven sampling units of 600 m² (four for the west polygon (POE) and three for the east polygon (PE)) were sampled.

46 species were reported, with a total of 398 trees. For both polygons, *Peltogyne mexicana* was the most important species (IVI = 46.11) followed by *Ceiba pentandra* (31.63) and *Coccoloba barbadensis* (19.05). The calculated diversity indices were not significantly different ($t, p > 0.05$). The Shannon Index (H') was 1.43 for the POE, higher than the 0.86 for the PE.

The diversity values were higher in the POE, but were low compared to other jungles of Mexico; this comparative lowness may be due to the conditions under which the Acapulco sample areas have developed: steep slopes and high rockiness.

Key words: Structure, diversity, semi-deciduous forest.

Resumo

A estrutura, composição, riqueza e diversidade de espécies arbóreas em subperennifolia de florestas tropicais em duas condições geográficas, em Acapulco, Guerrero foi analisada. sete unidades de amostragem de 600 m², quatro para o polígono Oeste (POE) e três para o leste (PE) foram monitorados.

46 espécies são relatados, com um total de 398 árvores. Para ambos os polígonos, *mexicana* *Peltogyne* foi a espécie mais importantes (IVI = 46,11), seguido de *Ceiba pentandra* (31,63) e *Coccoloba barbadensis* (19,05). Índices de diversidade calculados valores não significativamente

diferentes ($t, p > 0,05$). Índice de Shannon (H') é mais elevado para o 1.43 POE e o PE foi de 0,86.

Os valores de diversidade foram maiores no POE, mas são baixos em comparação com outras florestas do México; É possível devido às condições em que se desenvolve, encostas íngremes e alta rockiness.

Palavras-chave: estrutura, a diversidade da floresta tropical perene.

Fecha recepción: Enero 2016

Fecha aceptación: Junio 2016

Introducción

México es considerado uno de los cinco países megadiversos ya que alberga fauna y flora dentro de dos regiones biogeográficas la neártica y neotropical. Esta diversidad biológica se debe al relieve y orografía variada, estos dos elementos influyen en la composición florística y faunística presentando niveles altos de diversidad y endemismos (Rzedowski, 1978).

Dentro de los ecosistemas más diversos se encuentran las selvas, SEMARNAT (2002) menciona que para el tipo de vegetación existen 17,792,279 ha y para el inventario forestal más reciente CONAFOR (2009) reporta 14,062,206.58 ha lo que hace evidente la pérdida de estos tipos de vegetación. Estas diferencias en superficies se atribuyen principalmente al cambio de uso de suelo de uso forestal, además, las sequías se han incrementado y acentuado en las últimas décadas lo que ha repercutido en un incremento de superficies

El presente estudio se ubica en el Parque Nacional el Veladero Acapulco, Guerrero, y aborda el estudio de la Selva Mediana Subperennifolia para documentar, conocer y registrar áreas que puedan servir de referentes biológicos, estructurales y demostrativas; el conocer esta información cobra importancia ante los escenarios poco favorables de pérdida de estos ecosistemas (Martínez, 2003). Desde este punto vista, con la realización del estudio se tendrá un panorama más preciso

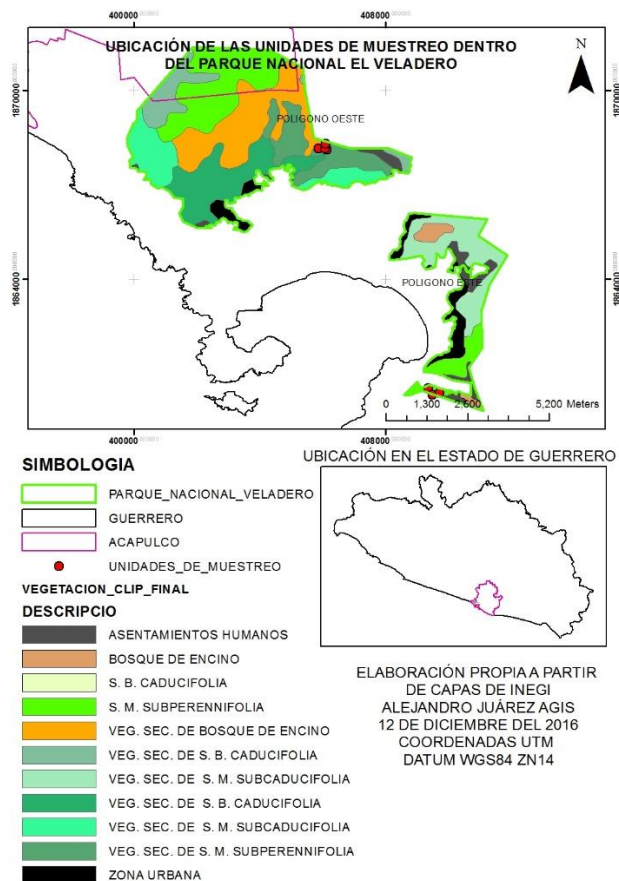
del estado, usos, la diversidad, composición y estructura de la vegetación, esto servirá como base para la toma de decisiones para la conservación y restauración del área natural protegida.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

El presente estudio se realizó en el Área Natural Protegida, Parque Nacional El Veladero (PNV) Acapulco de Juárez estado de Guerrero. En el polígono identificado como polígono oeste (POE) se realizaron cuatro unidades de muestreo y en el polígono este (PE) tres unidades de muestreo (Figura 1). Se seleccionaron estos dos sitios con base en recorridos previos identificando zonas con vegetación de selva mediana subperennifolia.

Figura 1. Ubicación de las unidades de muestreo o áreas de estudio en color rojo.



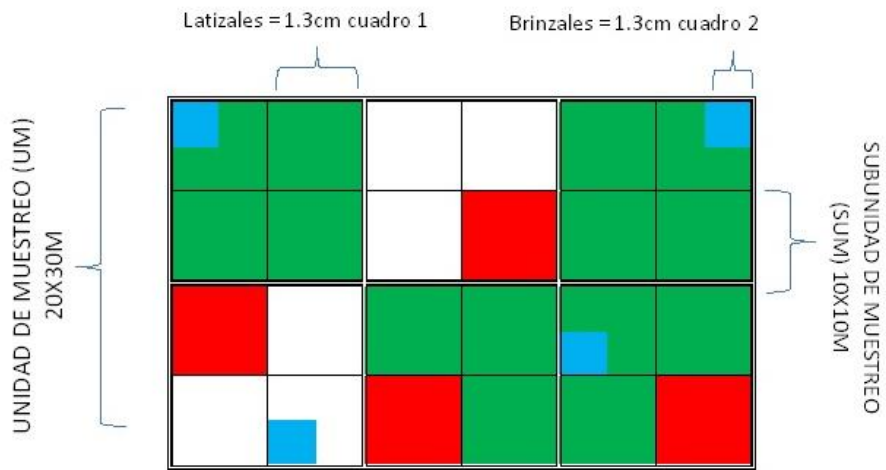
Fuente: elaboración propia a partir de capas vectoriales de INEGI 2010.

Establecimiento y ubicación de las unidades de muestreo (UM)

Las UM fueron ubicadas en campo y tuvieron las siguientes características procurando tener representadas todas las categorías de edad de los árboles acuerdo con la metodología de Valdez-Hernández, 2002.

Cada UM fue un rectángulo de 600 m² con dimensiones de 20x30 m. A su vez cada UM fue subdividida en cuadros de 10x10m los cuales se llamaron subunidades de muestreo (SUM), se muestrearon cuatro SUM al azar y se midieron los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP, a 1.3 m del suelo) igual o mayor a 2.5 cm: fustales (Figura 2).

Figura 2. Arreglo y distribución de las subunidades de muestreo (SUM: 10 x 10 m), cuadros 1(5 x 5 m) y cuadros 2 (1 x 1 m) en una unidad de muestreo (UM)



Fuente: (tomado de Valdez-Hernández, 2002).

Medición de variables

Las variables por individuo fueron: identificación de especie, altura total, amplitud de copa (diámetro mayor y diámetro menor), diámetro altura de pecho (1.3 m); las especies arbóreas fueron identificadas mediante guías (Pennington y Sarukhan, 1968) y posteriormente determinadas en con el apoyo del Herbario del Instituto de Investigación Científica, Área de Ciencias Naturales (UAGC) y fueron depositados en dicha colección.

Se calcularon los siguientes índices.

Índice de complejidad (IC) para fustales en cada UM y en general. Este índice es una expresión de la riqueza y abundancia de especies (Holdridge *et al.*, 1971) para caracterizar diferentes tipos de rodales. Y se expresa de la siguiente manera:

$$IC = s d b h 10^{-3}$$

Donde: s = número de especies, d = densidad de fustales, b = área basal (m^2) y h = altura (m) promedio.

La riqueza de especies (D_α) se calculó mediante el **Índice de Margalef** (1977):

$$D_\alpha = \frac{S-1}{\log N}$$

Donde: S = Número de especies, N = Número total de individuos y A mayor valor de D mayor riqueza de especies.

Para fustales y latizales, se calculó el **índice de valor de importancia (IVI)**. En cada UM este fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951) para jerarquizar la dominancia de cada especie.

$$IVI = (ABr + Dr + Fr) / 3$$

Donde:

ABr = área basal relativa, Dr = densidad relativa y Fr = frecuencia relativa

Estos valores relativos o porcentajes se calculan dividiendo el valor absoluto para una especie entre la suma de los valores para todas las especies y luego se multiplican por 100.

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La densidad relativa de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

El área basal se calculó como sigue:

$$AB = \pi/4 \text{ DAP}^2$$

Se calculó el *índice de valor forestal (IVF)* propuesto por Justavino *et al.* (2012), el cual considera la altura de todos los individuos del área muestreada así como la densidad de cobertura de sus copas.

A diferencia del *IVI*, que sólo involucra variables en sentido horizontal, el *IVF* incluye al menos un parámetro en sentido vertical:

$$IVF = DAPr + Ar + Cr$$

Donde: $DAPr$ = diámetro a la altura del pecho relativo, Ar = altura relativa y Cr = cobertura relativa.

La cobertura (m^2) se calcula como sigue:

$$C = \pi a b$$

Donde: $\pi = 3.1416$, a = diámetro mayor de la proyección de copa y b = diámetro menor de la proyección de copa

Diversidad de especies

Con el propósito de conocer que tan homogéneas o heterogéneas son las unidades de muestreo y en general, se calcularon los siguientes índices de diversidad:

Shannon-Wiener (H'). Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las UM.

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

Donde: S = Número de especies, P_i = Proporción de individuos de la especie i y A mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Simpson (S). Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar dentro de las UM sean de la misma especie.

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

Donde: n_i = Número de individuos en la i ésima especie, N = Número total de individuos. A mayor valor de S menor dominancia de una (o de un grupo) de especie (S).

El *índice de riqueza de especies de Margalef (DMg)* (Magurran, 1988) que combina el número de especies (S) y el número total de individuos (N) se calculó de la siguiente manera:

$$DMg = (S - 1) / \ln N$$

Donde: \ln = logaritmo natural (base e), (S) número de especies y (N) el número total de individuos

El *índice alfa de Fisher* (α) es un modelo de abundancia que se desprende de una serie logarítmica y emplea sólo el número de especies (S) y el número total de individuos (N).

Su cálculo se realiza mediante iteraciones con la ecuación:

$$S = \alpha \ln[1 + (N / \alpha)]$$

Donde: S = número de especies en la muestra y N = número de individuos en la muestra.

Equidad (E). La equidad se calculó con la siguiente ecuación:

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

Donde: H' = Índice de Shannon-Wiener, S = Número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

Para determinar la existencia de diferencias significativas se realizó una prueba de t para ver la diferencia entre dos muestras, a una $p < 0.05$, para la diversidad de especies arbóreas entre las UM.

Semejanza florística

El análisis comparativo entre la diversidad específica o semejanza florística de pares de muestras (entre UM y polígonos) se realizó mediante dos índices:

El coeficiente de semejanza de Sorensen (SO) relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios comparados (Magurran, 1988):

$$SO = 2C / (A + B)$$

Donde: A = número de especies en el sitio A, B = número de especies en el sitio B, C = número de especies comunes en ambos sitios.

El coeficiente de semejanza de Jaccard (JC):

$$JC = C / (A + B - C)$$

Donde: A = número de especies en el sitio A, B = número de especies en el sitio B y C = número de especies comunes en ambos sitios.

El intervalo de valores para estos coeficientes va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Magurran, 1988).

Resultados

De los muestreos en campo se registraron 46 especies de 29 familias botánicas, como se observa en la tabla 1. En un área de 0.42 ha se registraron 398 árboles con DAP mayor a 2.5 cm.

Valor de importancia (IVI)

Al considerar todos los árboles muestreados con DAP mayor a 2.5 cm (fustales) en ambos polígonos, *Peltogyne mexicana* fue la especie más importante (IVI= 46.11) seguida por *Ceiba pentandra* (31.63) y *Coccoloba barbadensis* (19.05); las especies en general con valores bajos de importancia son *Haematoxylon brasiletto* (IVI= 1.54) seguida de *Acacia cochliacantha* (IVI= 1.54) y *Acacia cymbispina* (1.53).

Tabla 1. Valores de importancia estructural (IVI) para los polígono oeste y este.

Nombre científico	Nombre común	Densidad		Frecuencia		Área Basal		IVI
		(Ind ha-1)	Absoluta	(m2 ha-1)	(m2 ha-1)	Absoluta	(%)	
<i>Peltogyne mexicana</i>	Morado	76	19.1	42.86	3.03	3.97	23.99	46.11
<i>Ceiba pentandra</i>	Pochote	24	6.03	42.86	3.03	3.73	22.57	31.63
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Cocoloba	32	8.04	57.14	4.04	1.15	6.97	19.05
<i>Plumeria rubra</i>	Plumeria	12	3.02	128.57	9.09	0.66	4.01	17.82
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	18	4.52	42.86	3.03	0.9	5.45	13
<i>Astronium graveolens</i>	Culebro	14	3.52	85.71	6.06	0.34	2.03	11.6
Desconocida	Cascarudo	22	5.53	42.86	3.03	0.37	2.21	10.77
<i>Nectandra ambingens</i>	Laurelillo	8	2.01	114.29	8.08	0.04	0.26	10.35
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	12	3.02	57.14	4.04	0.43	2.61	9.67
<i>Vitex mollis</i>	Azulillo	14	3.52	71.43	5.05	0.1	0.59	9.16
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Calagua	8	2.01	14.29	1.01	0.72	4.33	7.35
<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	4	1.01	28.57	2.02	0.43	2.59	5.61
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	6	1.51	42.86	3.03	0.15	0.92	5.46
<i>Swartzia simplex</i> var. <i>continentalis</i>	Frutillo	8	2.01	28.57	2.02	0.18	1.09	5.12
<i>Eugenia avicenniae</i> Standl		14	3.52	14.29	1.01	0.05	0.3	4.83
<i>Mangifera indica</i>	Mango	4	1.01	28.57	2.02	0.28	1.69	4.71
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Alma en pena	6	1.51	42.86	3.03	0.02	0.13	4.67
<i>Couepia polyandra</i>	Fraile	12	3.02	14.29	1.01	0.09	0.56	4.58
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate	8	2.01	14.29	1.01	0.24	1.47	4.49
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	4	1.01	28.57	2.02	0.21	1.27	4.3
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate	2	0.5	14.29	1.01	0.46	2.77	4.28
<i>Diospyros xolocotzii</i>	Zapotillo	4	1.01	28.57	2.02	0.12	0.74	3.77
<i>Sideroxylon persimile</i>	Boludo	2	0.5	14.29	1.01	0.36	2.19	3.7
<i>Inga vera</i>	Jinicuil	4	1.01	28.57	2.02	0.11	0.67	3.7
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	4	1.01	28.57	2.02	0.1	0.62	3.65
<i>Annona muricata</i>	Anona	4	1.01	28.57	2.02	0.07	0.42	3.45

<i>Acacia collinsii</i>	Conizuelo	4	1.01	28.57	2.02	0.01	0.04	3.06
<i>Parmentiera aculeata</i>		6	1.51	14.29	1.01	0.09	0.52	3.04
<i>Achatocarpus nigricans</i>		4	1.01	14.29	1.01	0.17	1.02	3.03
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	2	0.5	14.29	1.01	0.23	1.37	2.88
<i>Eugenia pleurocarpa</i>	Guayabillo	6	1.51	14.29	1.01	0.06	0.35	2.87
<i>Randia</i> sp.	Peludo	6	1.51	14.29	1.01	0.06	0.34	2.85
<i>Nectandra martinicensis</i>	Verdoso	6	1.51	14.29	1.01	0.05	0.32	2.84
Desconocida	Cascarudo	2	0.5	14.29	1.01	0.18	1.1	2.61
<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	6	1.51	14.29	1.01	0.01	0.04	2.56
Trece especies más		30	7.52	185.77	13.13	0.42	2.43	23.15
TOTAL		398	100	1414.2	100	16.54	100	300

Fuente: elaboración propia a partir de datos en campo.

Estructura

El área basal promedio fue de 2.1 m² ha⁻¹ para el POE y de 2.3 m² ha⁻¹ para el PE. La altura de la vegetación arbórea fue superior en el polígono este con 10.5 m para el polígono oeste fue de 5.95 m. La cobertura del dosel es superior en el polígono este (60.00 m² m⁻²) que en el oeste (33.7 m² m⁻²). En lo respecta al diámetro a la altura del pecho, el POE presenta un diámetro promedio 0.18 m siendo menor que el observado en el PE de 0.22 m (Tabla 2).

Tabla 2. Atributos estructurales de la vegetación arbórea.

Atributo	Polígono Oeste (UM 1-4)	Polígono Este (UM 5-7)
Área Basal (AB, m ² ha ⁻¹)	2.1	2.3
Diámetro (DAP) (m)	0.18	0.22
Altura total (m)	5.95	10.50
Cobertura (m ² m ⁻²)	33.7	60.0

Fuente: elaboración propia a partir de datos en campo.

Diversidad de especies

Los índices de diversidad calculados para ambos polígonos no presentaron valores significativamente diferentes ($t, p > 0.05$) de riqueza (DM_g) y diversidad (H') (Tabla 4). De la misma manera el índice de Equidad (E) no fue significativamente diferente ($t, p > 0.05$) entre condiciones e indicó que la dominancia en la comunidad estuvo distribuida en varias especies (tabla 4). Considerando los datos en el Cuadro para calcular valores de t y grados de libertad (gl), la diversidad de especies (H') en las condiciones polígono oeste y este no fue significativamente diferente (Tabla 3).

Tabla 3. Medidas de riqueza, diversidad y equidad de especies por unidad de muestreo.

	POLIGONO OESTE				POLIGONO ESTE				
	UM1	UM2	UM3	UM4	UM5	UM6	UM7		
Riqueza específica (S)	18	13	12	17	37	12	5	9	17
número de individuos (N)	54	30	62	98	244	64	54	36	154
Equidad (E)	0.30	0.30	0.25	0.28	0.37	0.23	0.16	0.15	0.22
Índice de Margaleg (DM_g)	26.55	31.14	25.66	23.10	19.27	25.47	26.55	29.56	21.03
Índice de Simpson (D^{-1})	14.46	22.90	8.64	10.40	20.91	5.20	2.47	3.54	3.76
Índice de Shannon (H')	1.17	1.14	0.98	1.09	1.43	0.88	0.61	0.59	0.86
Alfa de Fisher (α)	9.45	10.22	4.43	5.94	12.14	4.36	3.08	1.58	5.29

Prueba de t para dos muestras sin diferencias significativas. Fuente: elaboración propia a partir de datos en campo.

La riqueza específica para el polígono oeste fue de 37, presentando mayor valor que el polígono este 17, el índice de equidad fue de 0.37 para POE y de 0.22 PE.

Para el Índice de Margaleg (DM_g) el POE tuvo un valor de 19.27 y el PE fue de 21.03 siendo mayor para el PE. De diferente manera los índices de Simpson (D^{-1}) 20.91, Índice de Shannon (H') 1.43 y Alfa de Fisher (α) 12.14 resultaron ser mayores para el polígono oeste, para el polígono este el Índice de Simpson (D^{-1}) fue de 3.76, el Índice de Shannon (H') fue de 0.86 y Alfa de Fisher de 5.29, indicando mayor diversidad para para el POE. Del análisis por unidad de muestreo en general los valores más altos de diversidad los mostraron las UM1 y UM2 del POE, por el contrario los valores más bajos lo presentaron las UM 6 y 7 como se observa en la tabla 4.

Semejanza florística

Para los POE y PE las condiciones de semejanza fueron bajas (11% Sorensen), mientras que el índice de Jaccard fue de 5% (tabla 4).

Tabla 4. Coeficientes de semejanza florística entre dos condiciones ecológicas.

Unidades comparadas		Riqueza en POE	Riqueza en PE	Especies compartidas	Coeficiente de semejanza	
					Sorensen	Jaccard
POE	PE	37	17	3	0.11	0.05

Fuente: elaboración propia apartide datos en campo.

En referencia a los coeficientes de semejanza, para el POE las UM semejantes fueron las 1 y 2 (*JC*: 68.42%), la UM 4 y 3 (*JC*: 20.83%) y la UM 3 y 2 (*JC*: 18.18%), para el PE fue la UM 6 y 7 (*JC*: 16.66%) y las UM 5 y 7 (*JC*: 13.33%) como se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5. Coeficientes de semejanza florística entre unidades de muestreo.

	UM1	UM2	UM3	UM4	UM5	UM6	UM7
UM1	*	68.42	20	9.37	11.11	8	4.54
UM2	*	*	18.18	6.89	13.04	9.52	5.55
UM3	*	*	*	20.83	20	10.52	6.25
UM4	*	*	*	*	3.57	4	4.76
UM5	*	*	*	*	*	40	13.33
UM6	*	*	*	*	*	*	16.66
UM7	*	*	*	*	*	*	*

Fuente: elaboración propia apartide datos en campo.

Discusión

Peltogyne mexicana fue dominante en las condiciones del polígono este, mientras que *Coccoloba barbadensis* fue en las condiciones del polígono oeste. Estas especies, se reportaron para las selvas medianas subperennifolias de Yucatán, la vertiente del Golfo, Guerrero y Quintana Roo (Pennington y Sarukhán, 1968).

Con base en los estimadores de riqueza calculados para cada UM, Chao 1 (estimador de número de especies posibles en una superficie muestreada): es un estimador basado en abundancias, con lo que se intenta predecir el número de especies probables a encontrar en un área. Lo anterior indica que la superficie de muestreo fue insuficiente para encontrar el máximo número de especies (Chao *et al*, 2004). Este cálculo solo considera las especies presentes e incidencia de las mismas, pero no considera las características físicas o biológicas de las superficies, con base en lo anterior la pendiente en las áreas de estudio fue mayor de 35% y una rocosidad media-alta, los cuales son factores que restringen la abundancia de especies (Mazzola, 2008).

Estos pueden ser uno de los factores de discrepancia con lo proyectado por el estimador Chao 1 y lo encontrado en las unidades de muestreo como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. *Estimador de riqueza Chao 1 por unidad de muestreo POE y PE.*

UM	Riqueza	Chao 1
1	18	12.6
2	13	19
3	12	30.6
4	17	34.8
5	12	39.6
6	5	43
7	9	47

Fuente: elaboración propia apartide datos en campo.

En cuanto al grado de conservación en el PE no se observan especies introducidas en el área muestreada lo que indica un menor grado de perturbación, para el POE se observan especies introducidas, lo que muestra el grado de alteración en este tipo de vegetación.

En las dos condiciones de desarrollo de la selva, se observa menor cantidad de individuos por hectárea 906 (D, ind. ha-1), lo cual fue menor a lo obtenido por Toledo (2008), en una selva mediana perennifolia de Chiapas con densidades de 2046, pero diferente a lo mencionado por Godínez y López (2002) en una selva baja subperennifolia de Veracruz obteniendo densidades de 4919, así, las densidades del PNV son bajas en donde la rocosidad puede ser un factor importante.

De las cuatro especies con mayor valor de importancia (IVI) solo una coincide con lo reportado por Zamora *et al.* (2008) en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, siendo *B. simaruba*, pudiéndose deber a que la estimación de cada Índice, se consideran características diferentes de la vegetación (Justavino *et al.*, 2012), considerando las diferencias ambientales entre la península de Yucatán y el PNV.

Los resultados en cuanto a dominancia, número de especies y similitud entre sitios, considerando las características físicas del polígono este, los valores son más bajos en cuanto a diversidad. Comparado con el PNV y otras selvas medianas de México, las características físicas y ambientales de este Parque Nacional pudieran restringir la distribución de las especies y con esto

los valores de diversidad y composición; por lo que especies como *P. mexicana* y *B. simaruba* están adaptadas a condiciones de alta rocosidad y pendientes fuertes.

Revisando el POE los valores de diversidad son relativamente más altos que en el PE pero siguen siendo bajos comparados con otras selvas de México. La característica de este polígono, es que la selva se encuentra restringida a cañadas y lugares inaccesibles, con la consideración de que la cercanía de la Comunidad de Carabalí, la construcción de caminos y actividades de pastoreo son factores que han modificado, restringido y alterado la distribución de este tipo de vegetación. Los índices de diversidad bajos encontrados representan las condiciones de las áreas muestreadas ya que la selva mediana subperennifolia se desarrolla en condiciones fuertes de pendiente y rocosidad lo que pudiera limitar el crecimiento y riqueza.

En relación al índice de diversidad de Shannon-Wiener, el valor encontrado en el presente estudio (POE 1.43 y PE 0.83) fueron bajos estos índices comparados con los que se han obtenido en otros estudios 3.09 en la selva mediana subperennifolia de Veracruz (Godínez y López, 2002 y Villavicencio y Valdez, 2003), y 3.54 el promedio estimado para otra selvas de Yucatán.

En el presente estudio, el índice de Shannon-Wiener en ambas condiciones mostraron ser bajos, debido a que representa menor número de individuos y de especies, debido a la dinámica de la selva, ya que se trata de un área donde las condiciones de suelo y otros factores ambientales restringen la composición y estructura de la vegetación (Martínez y García, 2008).

La riqueza y diversidad de especies fue mayor en la condición del POE, en concordancia con lo descrito por Ugalde *et al.* (2009) para comunidades con algún grado de perturbaciones en su estructura y composición. En contraste, la menor dominancia e igualdad en abundancia de especies fue obtenida para la condición del PE, lo que coincide con etapas tardías de la sucesión o desarrollo en selvas (Zarco *et al.*, 2010; López *et al.*, 2012).

El valor del índice de Simpson (S) en el POE fue similar al obtenido por Godínez y López (2002) en la selva mediana subperennifolia de Vega de Alatorre, Veracruz y Zarco *et al.*, (2010), en la selva mediana perennifolia de Macuspana Tabasco. Y en el PE fue menor a lo reportado por los autores anteriores, indicando estos valores que existe dominancia de algunas especies.

El Índice de Equidad (E) fue menor al obtenido por Villavicencio y Valdez (2003), en una selva mediana subperennifolia de Amatlán de los Reyes, Veracruz, y también menor al de selva mediana subcaducifolia que Zamora *et al.* (2008), estimó en Tuzcacab estado de Yucatán.

Conclusiones

En el área muestreada se encontraron 46 morfoespecies arbóreas: 37 en el POE y 17 en el PE compartiendo algunas especies *Astronium graveolens* y *Plumeria rubra*, de diferente manera especies como *Peltogyne mexicana* solamente se encuentran distribuidas en el PE teniendo una distribución restringida.

El polígono Oeste presentó mayores valores de diversidad y riqueza; sin embargo presentó valores de atributos estructurales menores y una mayor diversidad de especies, además de gran semejanza florística entre sitios; en contraste, el PE presentó valores estructurales mayores y menor diversidad de especies y diferencia florística.

Los valores de diversidad son bajos en comparación con otras selvas medianas de México, Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los valores de diversidad, en general se presentan valores bajos comparados con otras selvas del sureste del país, pero se observan especies de distribución restringida y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que son importantes desde el punto de vista de su conservación.

Bibliografía

- Chao A., Chazdon L. R., Colwell K. R. y Tsung-Jen S. (2004). Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Traducción del artículo publicado en: *Ecology Letters*, 8, 148-159.
- Comisión Nacional Forestal, (CONAFOR). (2009). Inventario nacional forestal y de suelos. (2005-2009). Extraído el 16-01-2015. <http://www.cnf.gob.mx/>.
- Curtis, J. T. y R. P. McIntosh. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32, 476-496.
- Godínez I., O. y L. López M. (2002). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, serie Botánica* 73(2), 283-314.
- Holdridge, L. R., W. Grenke, W. H. Hatheway, T Liang y J. A. Tosi. (1971). Forest environments in tropical life zones: a pilot study. *Pergamon Press*. Oxford.
- Justavino, F. C., Hernández, J. I. V., Alcalá, V. M. C., Cossio, F. V. G., Santos, A. T., & Rivera, J. R. A. (2012). Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 26(90).
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton, New Jersey: *Princeton University Press*.
- Margalef, R. (1977). Ecología. Barcelona: Ediciones Omega.
- Martínez R., M. y X. García O. (2008). Demografía de plantas y regeneración de selvas en campos degradados. En: Sánchez V., L.R., J. Galindo G. y F. Díaz F. (Eds). Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. México, D.F.: CONABIO, Universidad Veracruzana y Mundi-Prensa.
- Martinez, D. (2003). Protected areas, indigenous peoples and the western idea of nature. *Ecological Restoration* 21, 247-250.

- Mazzola, M. B. (2008). Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihue Calel (La Pampa, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* (43),1-2, 103-109.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 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.
- Pennington, T.D. y Sarukhan, J. (1968). *Arboles Tropicales de México* (5ª ed.). México: INIF y FAO.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D. F.: Ed. Limusa.
- Secretaría de Medioambiente Recursos Naturales, (SEMARNAT). (2002). Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo, México.
- Toledo L., J. F. (2008). Estructura e Importancia Cultural de la Vegetación Arbórea en la Mica, Chiapas. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- Ugalde L, S., J. I. Valdez H., G. Ramírez V, J. L. Alcántara C. y J. Velázquez M. (2009). Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Madera y bosques*, 15 (1), 5-26.
- Valdez-Hernández, J. I. (2002). Aprovechamiento forestal de manglares en el Estado de Nayarit, Costa Pacífica de México. *Madera y Bosques* Núm. especial: 129-145.
- Villavicencio E., L. y J. I. Valdez H. (2003). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia*. 37, 413-423.
- Zamora C. P., G. García G., J. S. Flores G. y J. J. Ortiz. (2008). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*. 26, 36-66.

Zarco E. V. M., J.I. Valdez H., G. Ángeles P. y O. Castillo A. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 26(1), 1-17.