

CLASIFICACIÓN DE NUEVE SITIOS DE BOSQUE MIXTO DE CONÍFERAS CON PRESENCIA DE *TAXUS GLOBOSA* EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL, NUEVO LEÓN Y TAMAULIPAS, MÉXICO

MARIO A. GARCÍA-ARANDA^{1,2}, A. EDUARDO ESTRADA-CASTILLÓN¹, CESAR M. CANTÚ-AYALA¹ Y MARISELA PANDO-MORENO¹

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

²Autor para la correspondencia: mgarcia_20@yahoo.com.mx

Resumen: Se muestrearon nueve sitios con bosque mixto de coníferas que presentan al tejo mexicano (*Taxus globosa* var. *floridana*) en la Sierra Madre Oriental, en los estados de Nuevo León y Tamaulipas. Se cuantificó área basal, densidad, cobertura, altura y número de especies arbóreas y arbustivas asociadas, así como las variables altitud, exposición, pendiente y pedregosidad. Los bosques estudiados fueron divididos de acuerdo con su distribución en norte y sur para su análisis y compararon mediante una prueba de *t*. Para cada sitio se calculó el índice de diversidad Shannon-Wiener y se aplicó una prueba de *t* de Hutcheson para determinar las diferencias en diversidad entre los sitios. Se calculó el valor de importancia de cada especie por sitio y esta información fue evaluada mediante análisis de conglomerados, utilizando sólo aquellas especies con valor de importancia $\geq 5\%$ en al menos uno de los sitios. El área basal y la altura fueron diferentes significativamente entre los sitios norte y sur, y lo mismo se observó para las variables altitud y pendiente; las demás variables no mostraron diferencias significativas con base en la prueba de *t*. La mayor diversidad se observó en los sitios inaccesibles como El Butano y los lejanos a zonas urbanas como Las Tinajas. Los sitios cuyos índices de diversidad no difirieron significativamente fueron los geográficamente cercanos entre sí. El dendrograma mostró que La Camotera y El Rumbadero, junto con Potrero Redondo, son los sitios que poseen mayor similitud. Destaca la presencia de *Abies vejarii* subsp. *mexicana*, *Juglans mollis*, *Quercus rysophylla* y *Tilia mexicana* en los bosques donde se encuentra *Taxus globosa* var. *floridana*.

Palabras clave: *Abies vejarii* subsp. *mexicana*, clasificación de las comunidades, *Juglans mollis*, Noreste de México, *Quercus rysophylla*, *Tilia mexicana*.

Abstract: Nine sites of mixed-conifer forests where the Mexican yew (*Taxus globosa*) inhabits in the Sierra Madre Oriental at the States of Nuevo León and Tamaulipas were sampled. We quantified the basal area, density, canopy cover, height and number of plants of the associate species, as well as altitude, topographic aspect, slope, and stoniness. The sampled sites were divided in northern and southern sites according to their distribution in the study area and their attributes were compared with *t* tests. A Shannon-Wiener diversity index was calculated for each site and a Hutcheson *t* test was applied to find differences in diversity values between sites. The importance value for each species per site was calculated and the information of the nine forest sites was evaluated by means of cluster analysis, using only those species with importance value of $\geq 5\%$ in at least one site. The *t* tests showed that both basal area and plant height were different between the northern and southern sites, as were altitude and slope; the other variables showed statistical equality. The higher diversity was found at inaccessible sites such as El Butano and in areas far away from urban zones such as Las Tinajas. The sites without differences regarding their diversity indices are geographically closer to each other. The dendrogram showed that La Camotera and El Rumbadero, along with Potrero had the highest similarity. *Abies vejarii* subsp. *mexicana*, *Juglans mollis*, *Quercus rysophylla* and *Tilia mexicana* are the most common species in the forests where *Taxus globosa* var. *floridana* inhabitat.

Key words: *Abies vejarii* subsp. *mexicana*, community classification, *Juglans mollis*, Northeastern Mexico, *Quercus rysophylla*, *Tilia mexicana*.

El género *Taxus* se compone de 24 especies y 55 variedades en todo el mundo (Spjut, 2007). Este autor reconoce que las subespecies *T. globosa* Schltdl. var. *globosa* y

T. globosa Schltdl. var. *floridana* (Nutt. ex Champ.) Spjut. se distribuyen en México, siendo *T. globosa* var. *floridana* la subespecie presente en Nuevo León, Tamaulipas y Vera-

cruz (Spjut, 2007). En Europa el tejo es una planta de lento crecimiento, tolerante a la sombra (Dov iak, 2003). Su importancia en la extracción de fitoquímicos útiles en tratamientos contra el cáncer es también conocida (Shemluck *et al.*, 2003; Soto-Hernández *et al.*, 2005). La presencia de taxol en *T. globosa* es comparable a los niveles encontrados en especies europeas (Soto-Hernández *et al.*, 2005). A pesar de ello, aún existen pocos estudios sobre la especie en territorio mexicano y específicamente en la región noreste, lo que justifica su estudio en un intento por aportar información sobre su ecología encaminada a un manejo sostenible de la especie. En México, *T. globosa* tiene una distribución discontinua y restringida a microhábitats particulares y es considerada como rara en las categorías oficiales de conservación de especies (García y Castillo, 2000). Se conocen poblaciones de *T. globosa* en el sureste del país, en el estado de Chiapas, específicamente en laderas húmedas con bosque de *Pinus* y bosque de *Abies* (Contreras y Luna, 2001), y en el área central de México en la zona montañosa del municipio de Rioverde, San Luis Potosí (García y Castillo, 2000). Las poblaciones de *T. globosa* var. *floridana* en el noreste de México se han observado en el estado de Tamaulipas en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de El Cielo, Gómez Farías, y en Nuevo León, en las comunidades boscosas de *Picea-Abies* cercanas a La Trinidad, así como en bosques mixtos. Sin embargo, se desconoce qué otras especies están asociadas a *T. globosa* var. *floridana*, especie común bajo el dosel de estos bosques, y si existe una diferenciación entre sus poblaciones que tienen distribución norte o sur. A nivel de semillas, se ha observado que las poblaciones del norte de México varían entre regiones geográficas, siendo las del norte de mayor tamaño que las de las poblaciones del centro (Ramírez *et al.*, 2011). Las características particulares del hábitat de las subespecies de *T. globosa* en la región noreste de México son aún poco conocidas. No se tiene registro de las especies que coexisten con *T. globosa* var. *floridana* en esta área de su distribución, así como las variables bióticas y abióticas mayormente asociadas con su presencia. El propósito de este estudio fue clasificar las comunidades vegetales donde han sido encontradas poblaciones de *T. globosa* var. *floridana* mediante un análisis cuantitativo de variables bióticas y abióticas para conocer cuáles son las principales especies con las que se asocia.

Materiales y métodos

Área de estudio. El área de estudio se localiza en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, en la Sierra Madre Oriental, entre las coordenadas geográficas 23° 02' 31" - 25° 19' 56" N y 98° 57' 39.5" - 100° 14' 58" O (Figura 1). Esta zona se ubica en la subprovincia de la Gran Sierra Plegada dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. La presencia de la especie en la zona noreste se encuentra muy asociada con el clima tipo C(w) templado y subhúme-

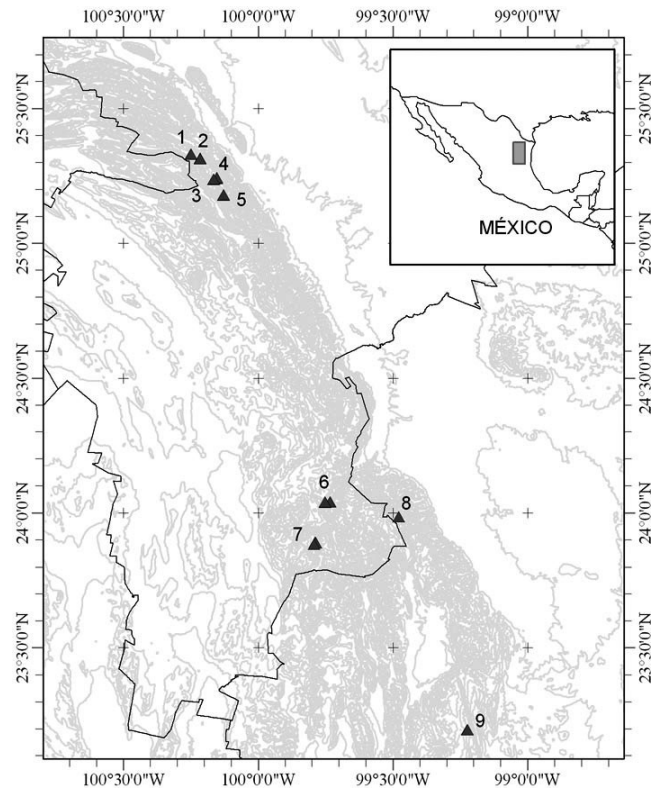


Figura 1. Área de estudio: 1. El Tejocote, Santiago, N. L.; 2. La Camotera, Santiago, N. L.; 3. Potrero Redondo, Santiago, N. L.; 4. Cañón El Rumbadero, Montemorelos, N. L.; 5. El Butano, Montemorelos, N. L.; 6. Agua Fría, Aramberri, N. L.; 7. Las Tinajas, Gral. Zaragoza, N. L.; 8. Puerto Purificación, Hidalgo, Tamaulipas; 9. Julilo, Jaumave, Tamaulipas.

do. Los suelos predominantes en las áreas con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana* son los litosoles y los tipos de vegetación predominantes son los bosques de pino, pino-encino y encino-pino (INEGI, 1986). La ecorregión principal de la zona es la de los bosques de encino-pino de la Sierra Madre Oriental (Olson y Dinerstein, 2002).

Mediciones en campo. Se ubicaron y muestrearon nueve sitios de bosque mixto donde se localiza *Taxus globosa* var. *floridana* (Figura 1), siete de ellos en el estado de Nuevo León y dos en el estado de Tamaulipas. En cada sitio se establecieron cuadros de 20 × 20 m, dependiendo del tamaño de cada población de *Taxus*. Para Nuevo León se establecieron 35 cuadros en los siete sitios y cinco para los dos sitios de Tamaulipas.

En cada uno de los 40 cuadros se registró el número de especies arbóreas y arbustivas presentes, se midió la altura total de cada individuo registrado, se midió su diámetro con el uso de forcípula, se calculó la cobertura aérea de la copa registrando largo y ancho y usando la fórmula Cobertura = $(\text{largo} + \text{ancho}) / 4 \cdot \pi$ (Mueller-Dombois y Ellenberg,

Cuadro 1. Resultados de prueba de *t* en dos bloques (norte y sur) de variables en 40 cuadros con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana*. * = significativo al 95.0%, ** = significativo al 99.0%, ns = no significativo.

Variable	Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	<i>P</i>
Área basal	2.040	0.023*
Altura	2.028	0.052*
Cobertura	2.040	0.100 ns
Densidad	2.110	0.095 ns
% Cobertura de hierbas	2.797	0.00008**
No. de especies arbóreas y arbustivas	2.052	0.0770 ns

1974), el área basal se calculó con la fórmula $= \pi(dap)/4$ (Young, 1991), se estimó de manera visual la cobertura de plantas herbáceas y se calculó la densidad por hectárea tanto de *Taxus globosa* var. *floridana* como de las especies arbóreas y arbustivas presentes en cada cuadro. Con base en una serie de repeticiones hechas en cada sitio, se obtuvieron los valores relativos de cobertura, densidad y frecuencia y el valor de importancia (V.I.). Además, para cada cuadro se registraron la altitud (con GPS), la pendiente y la exposición con el uso de una brújula-clinómetro, y se estimó de manera visual el porcentaje de pedregosidad.

Se determinó si había diferencias estadísticas en los datos de número de especies arbóreas y arbustivas acompañantes, altura, cobertura aérea, área basal, densidad, cobertura de hierbas; así como también de las variables abióticas altitud, exposición, pendiente y pedregosidad para los nueve sitios. Para ello, la información obtenida fue organizada en bases de datos como una matriz considerando dos bloques para hacer una prueba de *t* con el supuesto de varianzas desiguales debido a que las poblaciones de *Taxus globosa* var. *floridana* localizadas en el noreste de México se encuentran separadas en un grupo compacto de cinco sitios ubicados en el extremo norte y otro grupo más disperso de cuatro sitios en la zona sur del área de estudio (Figura 1), habiendo entre éstos una distancia de 150 km, lo cual supone una discontinuidad en su distribución existiendo una posible alopatría (Papavero *et al.*, 1994; en Espinosa-Organista *et al.*, 2002)

Cuadro 2. Resultados de pruebas de *t* en dos bloques (norte y sur) de variables abióticas en 40 cuadrantes con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana*. *** = significativo con $P < 0.001$, ns = no significativo.

Variable	Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	<i>P</i>
Altitud	3.725	0.00037***
Exposición	2.045	0.71003 ns
Pendiente	3.922	0.00660***
% Cobertura pedregosidad	2.037	0.85800 ns

entre los sitios ubicados en la zona norte y los sitios de la zona sur del área de estudio (Apéndices 2, 3).

Análisis de diversidad. Se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon, 1948), para los nueve sitios de muestreo y para determinar si había diferencias significativas de diversidad entre sitios se hicieron pruebas pareadas entre los nueve sitios utilizando la prueba de *t* propuesta por Hutcheson ($t = (H'_1 - H'_2) / (S_{H1} - S_{H2})$), donde H_i representa el valor del índice de diversidad del sitio y S_{H_i} representa la varianza en la diversidad del sitio, Hutcheson (1970).

Clasificación. Para hacer la clasificación de los nueve sitios, se integró una matriz con los V.I. $\geq 5\%$ en al menos un sitio de las especies arbóreas y arbustivas presentes en los nueve sitios (Apéndice 1). Se utilizó el programa MVSP ver. 3.1 (Kovach, 1999), usando una técnica jerárquica politética aglomerativa (Gauch, 1982) mediante el procedimiento de varianza mínima (Ward, 1963). Para la construcción de matrices y clasificación de los sitios de bosque se aplicó el Índice de Similitud de Sørensen y la técnica de WPGMA (Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974), respectivamente.

Resultados

Comparación de sitios. Las pruebas de *t* realizadas para las variables de la comunidad indican que el área basal ($t_{(0.05;30)} = 2.04$, $P = 0.02$), la altura de las plantas ($t_{(0.05;36)} = 2.02$, $P = 0.05$) y el porcentaje de cobertura de plantas herbáceas ($t_{(0.05;31)} = 2.797$, $P = 0.00008$) fueron significativamente diferentes entre los sitios norte y sur, mientras que la cobertura, la densidad y el número de especies arbóreas y arbustivas no difirieron entre los dos grupos (Cuadro 1). Con relación a las variables abióticas, la altitud ($t_{(0.001;25)} = 3.725$, $P = 0.00037$) y la pendiente ($t_{(0.001;18)} = 3.922$, $P = 0.0066$) mostraron diferencias significativas entre los dos grupos y el resto de las variables no mostró diferencias significativas entre los grupos norte y sur (Cuadro 2).

Análisis de diversidad. El Butano (2.02) fue el sitio con mayor índice de diversidad de Shannon -Wiener, seguido por Las Tinajas, (1.82), mientras que El Tejocote, (0.98) y La Camotera, (0.98) son los sitios con el valor de diversidad más bajo (Cuadro 3). Los valores de Equitatividad (*J*) tuvieron un comportamiento similar a los calculados para diversidad (Cuadro 3). La prueba *t* de Hutcheson mostró diferencias significativas en la mayoría de los sitios ($P < 0.05$), con excepción de los pares de sitios La Camotera-El Tejocote ($t = 0.003$, $(2) 0.05$), Potrero Redondo-Aramberri ($t = 0.398$, $(2) 0.05$), Potrero Redondo-Puerto Purificación ($t = 0.145$, $(2) 0.05$), El Rumbadero-Zaragoza ($t = -1.968$, $(2) 0.05$), Aramberri-Puerto Purificación ($t = -0.177$, $(2) 0.05$) y Julilo-Puerto Purificación [$t = 1.943$, $(2) 0.05$], Cuadro 4].

Cuadro 3. Índices de diversidad para nueve sitios con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana*

Sitio	No. taxa	N	Shannon H	Equitatividad J
El Butano, Montemorelos, N.L.	9	58	2.02	0.879
Las Tinajas, Zaragoza, N.L.	10	425	1.82	0.789
El Rumbadero, Montemorelos, N.L.	11	142	1.64	0.714
Julilo, Jaumave, Tamps.	9	197	1.49	0.646
Potrero Redondo, Santiago, N.L.	8	198	1.30	0.565
Puerto Purificación, Hidalgo Tamps.	11	309	1.29	0.560
Agua Fría, Aramberri, N.L.	8	442	1.27	0.553
La Camotera, Santiago, N.L.	9	454	0.98	0.425
El Tejocote, Santiago, N.L.	5	78	0.98	0.425

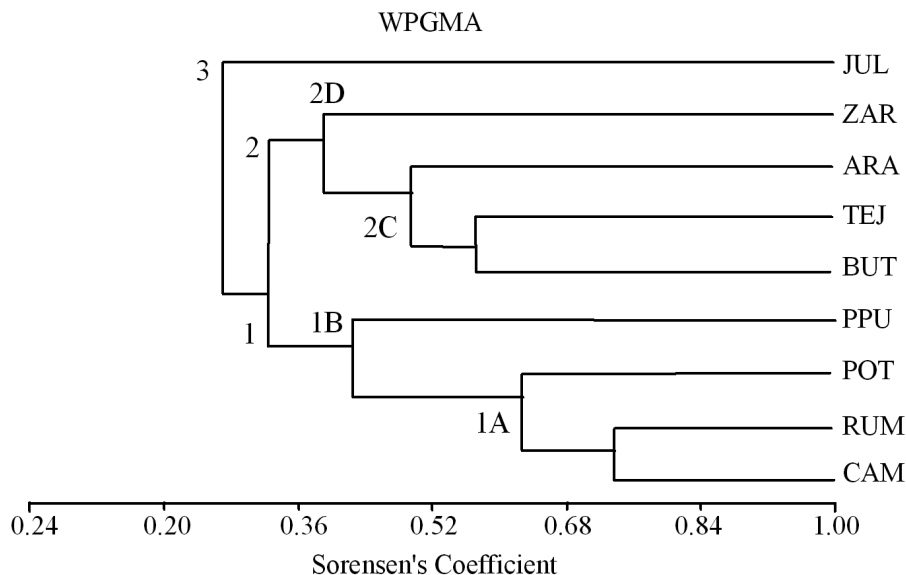
Clasificación. El análisis de conglomerados reveló la existencia de dos grupos y un sitio aislado (Figura 2) a un nivel de corte de 0.34. Los dos grupos estuvieron conformados por cuatro sitios cada uno. El grupo 1, el más compacto de los tres, está formado por dos subgrupos: en el subgrupo 1A, los sitios El Rumbadero (RUM) y La Camotera (CAM) son los sitios más afines, pues comparten entre sí seis especies (*Abies vejarii* subsp. *mexicana*, *Croton cortesianus*, *Juglans mollis*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus rysophylla* y *Tilia mexicana*), con un coeficiente de similitud de Sørensen de 0.73; a estos dos sitios se les une el sitio Potrero Redondo (POT), compartiendo con ambos las especies *J. mollis*, *P. pseudostrobus*, *Q. rysophylla* y *T. mexicana*, con un coeficiente de similitud de 0.62; finalmente se une el subgrupo 1B, Puerto Purificación (PPU), que comparte sólo una es-

pecie con el resto de los sitios del grupo (*T. mexicana*), de ahí su bajo nivel de similitud (0.42) con los restantes sitios de este grupo.

El grupo 2 está formado por dos subgrupos (Figura 2). En el subgrupo 2C, los sitios El Tejocote (TEJ) y El Butano (BUT) son los más afines, ya que comparten tres especies (*Abies vejarii* subsp. *mexicana*, *Juglans mollis* y *Quercus polymorpha*) con una índice de similitud de 0.57; a este subgrupo se une el sitio de Agua Fría (ARA) que comparte con el anterior dos especies (*A. vejarii* subsp. *mexicana* y *J. mollis*), con un coeficiente de similitud de 0.49; Las Tinajas (ZAR, 2D), se agrupa al resto de los subgrupos con un coeficiente de similitud de 0.38, pues comparte con el resto de estos subgrupos sólo una especie, *A. vejarii* subsp. *mexicana*. El sitio 3, Julilo (JUL), fue el más disímil, con un coeficiente de similitud de 0.27, compartiendo sólo, *A. vejarii* subsp. *mexicana* con el resto de los sitios.

Discusión

Las diferencias encontradas en altura, área basal y porcentaje de cobertura de las hierbas encontradas entre los sitios norte y sur se pueden atribuir en parte a la presión de uso del suelo que hay sobre los bosques, ya que éstos están ubicados dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, el cual tiene una afluencia continua de visitantes. Esta situación somete a los sitios del norte a una mayor presión que a los sitios del sur, los cuales están más dispersos y menos comunicados. Por este efecto se observa que los sitios del norte presentan menor altura y área basal que los sitios del sur, además de tener una mayor cobertura de plantas herbáceas. En cambio, la cobertura aérea, la densidad y el número

**Figura 2.** Clasificación de los nueve sitios con base en los valores de importancia de las especies asociadas con *Taxus globosa* var. *floridana* del noreste de México.

Cuadro 4. Valores de *t* de la prueba pareada de Hucheson (parte inferior izquierda de la matriz) y grados de libertad (parte superior derecha de la matriz) para la comparación entre índices de diversidad de nueve sitios con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana*; * = Significativo, ns = no significativo (2) 0.05. La Camotera (CAM), Potrero Redondo (POT), El Butano (BUT), El Tejocote (TEJ), El Rumbadero (RUM), Agua Fría, Aramberri (ARA), Las Tinajas, Zaragoza (ZAR), Julilo (JUL), Puerto Purificación (PPU).

	CAM	POT	BUT	TEJ	RUM	ARA	ZAR	JUL	PPU
CAM	-	575.55	155.35	159.43	312.31	831.76	791.85	455.32	658.13
POT	-4.016*	-	135.63	144.70	269.37	441.86	407.15	369.19	506.26
BUT	-11.383*	-8.041*	-	135.58	178.78	107.80	99.52	183.42	199.50
TEJ	0.003 ns	3.145*	9.336*	-	189.00	120.48	113.61	187.87	198.00
RUM	-6.776*	-3.551*	3.590*	-5.676*	-	234.19	219.56	318.80	361.46
ARA	-4.054*	0.398 ns	9.036*	-3.047*	4.111*	-	863.64	344.55	526.41
ZAR	-11.836*	-7.560*	2.539*	-8.782*	-1.968 ns	-9.217*	-	321.87	495.23
JUL	-5.464*	-2.032*	5.311*	-4.501*	1.468*	2.525*	4.005*	-	479.93
PPU	-3.347*	0.145 ns	7.290*	-2.756*	3.328*	-0.177 ns	6.432*	1.943 ns	-

de especies arbóreas y arbustivas presentes fueron similares (Cuadro 1). Aunque los sitios del norte se ubican en terrenos de menor altitud y pendiente, la exposición barlovento que aporta humedad por orografía y exposición directa en temporadas de lluvia (Rzedowski, 1981) y la pedregosidad no presentaron diferencias significativas.

Los sitios con mayor diversidad corresponden a zonas de poca accesibilidad por su topografía, como es el caso de El Butano y El Rumbadero, o por su lejanía de zonas ampliamente urbanizadas, como es el caso de Las Tinajas y Julilo. En contraste, los sitios El Tejocote y La Camotera tuvieron valores bajos de diversidad y equitatividad, posiblemente por la cercanía a la zona urbanizada de Monterrey a pesar de estar dentro del ANP Cumbres de Monterrey. La prueba *t* de Hucheson aplicada para comparar los índices de diversidad a los nueve sitios indica que existe una variación en la diversidad en 30 de las 36 combinaciones entre los nueve sitios. Entre los sitios cuyos valores de diversidad no difirieron destacan las comparaciones entre La Camotera-El Tejocote, El Rumbadero-Zaragoza, Aramberri-Puerto Purificación y Julilo-Puerto Purificación que son geográficamente cercanos y comparten condiciones ambientales similares. Por el contrario, las comparaciones Potrero Redondo-Aramberri y Potrero Redondo-Puerto Purificación mostraron igualdad entre sus valores de diversidad aunque son sitios distantes entre sí.

El dendrograma mostró que los sitios muy cercanos geográficamente tienen mayor similitud sólo para El Rumbadero, la Camotera y Potrero Redondo. El sitio Julilo tiene la menor similitud con el resto de los sitios, lo que es consistente con su posición geográfica en el extremo sur del área de estudio, en una zona que representa el límite norte en la distribución del bosque mesófilo de montaña, donde *Taxus globosa* var. *floridana* coexiste con especies como *Fraxinus* sp., *Magnolia tamaulipana* y *Ternstroemia sylvatica*. Los sitios inconsistentes en relación a su similitud y cercanía

geográfica son Puerto Purificación (PPU) que se agrupa al complejo de sitios del norte y El Tejocote-El Butano 2C que se agrupó al complejo de sitios del sector sur.

Se concluye que el hábitat de *Taxus globosa* var. *floridana* se caracteriza por ubicarse principalmente en áreas de exposición noreste a elevaciones entre 1,400 hasta los 2,690 m s.n.m., en zonas de bosques mixtos con presencia de especies arbóreas como *Abies vejarii* subsp. *mexicana*, *Juglans mollis*, *Quercus rysophylla* y *Tilia mexicana*.

Dentro de la región del noreste de México, los sitios con *Taxus* del sector más sureño presentan una mayor área basal, altura de arbolado y menor cobertura de hierbas que los sitios del norte que se encuentran más perturbados. Por sus características topográficas, los sitios del sur se ubican a mayores elevaciones, con una pendiente mayor que los sitios ubicados en el norte. Estas diferencias presentes a lo largo de la distribución, aunadas a los factores asociados al disturbio han tenido efecto en la fitodiversidad presente en cada uno de los sitios. Notoriamente, Julilo, el sitio más lejano e inaccesible tiene diferencias con ocho de los nueve sitios, siendo similar en fitodiversidad únicamente a Puerto Purificación, un sitio geográficamente cercano.

Agradecimientos

A Dino Ulises González Uribe por sus sugerencias y revisión de los análisis estadísticos; a Rafael Cruz Alonso y Antonio Conde Vázquez por su apoyo en el muestreo de campo.

Literatura citada

- Contreras-Medina R. y Luna I. 2001. Presencia de *Taxus globosa* Schltdl. (Taxaceae) en el estado de Chiapas, México. *Polibotánica* 12:51-56.
- Dov iak M. 2003. Population dynamics of the endangered English

- yew (*Taxus baccata* L.) and its management implications for biosphere reserves of the Western Carpathians. Final report on Young Scientist Award 2002 research study UNESCO-MAB, Paris
- Espinosa-Organista D., Morrone J.J., Llorente-Bousquets J. y Flores-Villela O. 2002. *Introducción al Análisis de Patrones en Biogeografía Histórica*. Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Ciencias, México, D.F.
- García S.F. y Castillo P.L. 2000. Aspectos ecológicos de *Taxus globosa* Schltdl. en las Mesas de San Isidro, Municipio de Rioverde, San Luis Potosí. *Biotam* **11**:11-18.
- Gauch H.G. 1982. *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hutcheson K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* **29**:151-154.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática]. 1986. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Secretaría de Programación y Presupuesto, México D.F.
- Kovach W.L. 1999. MVSP – *Multivariate Statistical Package*, v.3.1. Kovach Computing Services, Pentreath.
- Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley. Nueva York.
- Olson D.M. y Dinerstein E. 2002. The Global 2000: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **89**:199-224.
- Ramírez-Sánchez S.E., López-Upton J., García-de los Santos G., Vargas-Hernández J.J., Hernández-Livera A. y Ayala-Garay O.J. 2011. Variación morfológica de semillas de *Taxus globosa* Schltdl. provenientes de dos regiones geográficas de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* **34**:93-99.
- Rzedowski J. 1981. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* **27**:379-423, 623-656.
- Shemluck M.J., Estrada E., Nicholson R. y Brobst S.W. 2003. A preliminary study of the taxane chemistry and natural history of the Mexican yew, *Taxus globosa* Schltdl. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **72**:119-127.
- Soto-Hernández M., Sanjurjo M., González-Garza M.T., Cruz-Vega D. y Giral-González F. 2005. El tejo mexicano (*Taxus globosa* Schltdl.). Potencial de su aprovechamiento en taxol. *Ciencia Ergo Sum* **7**:277-279.
- Spjut R.W. 2007. Taxonomy and nomenclature of *Taxus* (TAXACEAE). *Journal of Botany Research Institute of Texas* **1**:203-289.
- Ward J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* **58**:236-244.
- Young R.A. 1991. *Introducción a las Ciencias Forestales*. Limusa, México, D.F.

Recibido: 31 de julio de 2010

Aceptado: 24 de octubre 2011

Apéndice 1. Matriz de especies con V. I. $\geq 5\%$ en al menos uno de los nueve sitios con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana*. La Camotera (CAM), Potrero Redondo (POT), El Butano (BUT), El Tejocote (TEJ), Cañón El Rumbadero (RUM), Agua Fría (ARA), Las Tinajas (ZAR), Julilo (JUL) y Puerto Purificación (PPU).

Especie / Sitio	CAM	POT	BUT	TEJ	RUM	ARA	ZAR	JUL	PPU
<i>Abies vejarii</i> subsp. <i>mexicana</i> (Martínez) Farjon	3.09	-	33.83	99.09	33.21	74.04	40.51	8.37	9.76
<i>Agave</i> sp.					10.22	8.27		-	-
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	-	-	-	-	-	15.15	16.00	-	-
<i>Asplenium resiliens</i> Kunze	-	4.12	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brahea dulcis</i> Mart.	-	-	-	-	-	-	-	4.26	-
<i>Carpinus caroliniana</i> Walter	-	-	18.90	-	-	8.07	-	-	-
<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K.Koch	-	-	8.16	-	-	-	-	-	-
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i> (Engelm.exHemsl.) W.E.Manning	-	-	-	-	-	-	-	16.20	20.78
<i>Celtis laevigata</i> Spreng.	-	-	-	-	22.16	-	-	-	-
<i>Chamaedorea radicalis</i> Mart.	-	-	-	-	-	-	-	7.81	-
<i>Cornus excelsa</i> Kunth	-	-	-	-	-	-	-	5.39	-
<i>Cornus florida</i> L.	-	62.14	-	-	-	-	-	-	20.51
<i>Crataegus greggiana</i> Eggl.	-	-	3.67	-	-	-	-	-	4.30
<i>Croton fruticosus</i> Tott.	6.38	-	-	9.09	-	-	-	-	-
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	88.45	-	-	-	3.54	7.60	-	3.49	22.25
<i>Cupressus arizonica</i> Greene	6.39	-	5.86	-	11.02	-	-	8.16	-
<i>Dasyllirion texanum</i> Scheele	-	-	-	-	8.62	-	-	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	14.88	-
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. ex Benth.	-	-	-	-	-	-	18.98	-	-
<i>Garrya ovata</i> Benth.	7.69	-	-	-	11.51	-	-	-	-
<i>Ilex discolor</i> Hemsl.	-	-	-	-	-	-	-	18.32	-
<i>Ilex opaca</i> Ait.	-	-	16.97	-	-	-	-	-	-
<i>Ilex rubra</i> S.Watson	-	-	-	-	-	24.63	-	-	-
<i>Ilex</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	12.05
<i>Juglans mollis</i> Engelm.	33.66	26.95	19.72	41.44	67.09	4.64	-	-	-
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	-	-	-	9.55	-	-	2.13	-	-
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	10.34
<i>Lithospermum gracile</i> Raf.	-	-	40.58	-	-	-	-	-	-
<i>Litsea pringlei</i> Bartlett	-	33.89	-	-	3.56	-	-	-	5.31
<i>Magnolia tamaulipana</i> A.Vázquez	-	-	-	-	-	-	-	23.76	-
<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G.N.Jones	-	-	-	-	-	-	4.37	-	-
<i>Nectandra sanguinea</i> Rol.	-	-	-	-	-	-	-	6.63	-
<i>Ostrya virginiana</i> Britton, Sterns & Poggenb.	-	8.30	-	-	-	33.53	-	-	11.12
<i>Persea podadenia</i> S.F.Blake	-	-	-	-	-	-	-	6.79	-
<i>Picea martinezii</i> T.F.Patterson	-	-	35.08	-	-	72.81	10.84	-	-
<i>Pinus flexilis</i> E.James	-	-	-	-	-	-	14.86	-	-
<i>Pinus patula</i> Schltdl. & Cham	-	-	-	-	-	-	-	-	20.41
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	30.29	6.19	-	-	8.49	-	-	-	-
<i>Platanus mexicana</i> Moric.	-	-	-	15.54	-	-	-	-	-
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	10.07	-	-	-	-	-	-	-	-

Apéndice 1. Continuación

Especie / Sitio	CAM	POT	BUT	TEJ	RUM	ARA	ZAR	JUL	PPU
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	-	-	-	-	-	-	7.90	-	-
<i>Quercus canbyi</i> Trel.	-	-	-	-	13.05	-	72.25	-	10.46
<i>Quercus mexicana</i> Benth.	-	-	15.63	-	-	-	16.25	27.60	-
<i>Quercus polymorpha</i> Schltdl. & Cham.	-	-	35.11	9.87	-	-	23.02	-	-
<i>Quercus rysophylla</i> Weath.	64.37	88.29	-	-	3.95	-	5.23	-	-
<i>Quercus</i> sp.	-	-	-	-	-	11.87	-	-	-
<i>Salix lasiolepis</i> Benth.	3.11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxus globosa</i> Schltdl.	37.34	66.10	43.93	115.41	94.29	39.39	67.66	61.88	147.28
<i>Ternstroemia sylvatica</i> Cham. & Schltdl.	-	-	-	-	-	-	-	70.04	-
<i>Tilia mexicana</i> Schltdl.	9.16	4.02	22.56	-	9.29	-	-	7.77	5.43
<i>Wimmeria concolor</i> Cham. & Schltdl.	-	-	-	-	-	-	-	8.65	-

Apéndice 2. Valores de la media por cuadro para las variables bióticas en nueve sitios con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana*. En los grupos norte (N) y sur (S)

Sitio (grupo)		Área basal (m ²)	Altura (m)	Cobertura ha	Densidad ha	Cobertura de hierbas (%)	No. de taxa arbóreos y arborescentes
La Camotera (N)	1	22.50	5.56	9,277.53	15,625	35.00	6
	2	12.21	6.75	8,070.75	23,125	40.00	8
	3	15.57	5.15	13,269.50	31,875	25.00	8
	4	34.40	5.59	23,586.00	146,250	80.00	8
	5	26.01	7.08	23,362.45	79,375	85.00	6
Potrero Redondo (N)	1	2.50	3.50	3,305.45	7,500	10.0	4
	2	8.41	4.95	15,680.02	30,000	30.0	5
	3	11.10	7.57	9,801.57	23,750	10.0	8
	4	6.93	5.04	12,967.12	28,125	5.0	6
	5	9.14	7.68	17,524.88	47,500	30.0	6
	6	20.85	10.60	18,790.26	11,250	5.0	3
El Butano (N)	1	16.61	7.87	12,763.11	23,125	34.3	8
	2	24.80	5.84	20,015.48	63,750	41.3	6
	3	56.52	8.20	33,035.22	33,125	70.0	11
	4	24.82	6.50	22,603.56	31,250	70.0	11
	5	38.05	7.80	35,937.46	51,875	60.0	8
El Tejocote (N)	1	10.58	4.60	11,602.49	14,375	70.0	5
	2	17.34	9.07	20,254.63	20,000	70.0	4
	3	7.14	4.85	7,449.31	16,250	70.0	5
Cañón El Rumbadero (N)	1	1.23	3.29	7,397.08	23,125	5.0	11
	2	1.82	4.97	11,217.65	19,375	10.0	6
	3	1.63	4.16	10,353.71	14,375	0.0	4
	4	14.55	6.56	12,104.16	18,125	5.0	6
	5	26.83	5.36	9,012.15	24,375	10.0	8
Agua Fría (S)	1	17.78	6.31	20,730.98	51,250	10.0	8
	2	21.02	8.37	38,398.51	110,000	5.0	7
	3	30.43	7.02	21,201.82	87,500	15.0	7
	4	11.03	8.49	11,566.36	39,375	15.0	7
Las Tinajas (S)	1	39.47	7.21	21,721.36	43,750	5.0	8
	2	22.11	6.66	11,248.28	43,125	5.0	10
	3	27.35	7.69	13,622.93	35,625	5.0	6
	4	60.61	9.76	36,868.95	440,000	5.0	6
	5	21.29	5.67	16,770.80	43,125	5.0	4
	6	10.26	5.53	9,494.09	34,375	5.0	5
	7	18.15	4.96	16,506.81	48,750	5.0	7
Julilo (S)	1	43.84	9.61	20,021.71	53,125	10.0	12
	2	12.96	8.31	14,600.61	31,250	5.0	10
	3	41.99	8.30	27,478.11	53,125	15.0	15
Puerto Purificación (S)	1	34.16	6.65	14,588.77	90,625	10.0	9
	2	29.89	5.26	23,655.60	46,250	10.0	11

Apéndice 3. Altitud, exposición, pendiente y pedregosidad para cada cuadro en nueve sitios con presencia de *Taxus globosa* var. *floridana* en los grupos norte (N) y sur (S).

Sitio (grupo)		Altitud (m s.n.m.)	Exposición (grados)	Pendiente (grados)	Pedregosidad (%)
La Camotera (N)	1	1,598	-1.00	0.0	73.33
	2	1,561	260.00	15.0	55.00
	3	1,523	-1.00	2.0	70.00
	4	1,523	310.00	5.7	70.00
	5	1,574	310.00	5.7	30.00
Potrero Redondo (N)	1	1,417	340.00	6.0	40.0
	2	1,400	355.00	6.0	20.0
	3	1,421	8.00	12.0	25.0
	4	1,442	1.00	12.0	30.0
	5	1,456	32.00	5.0	29.0
	6	1,414	338.00	6.0	30.0
El Butano (N)	1	2,148	356.00	10.3	25.0
	2	2,122	330.00	7.0	20.0
	3	2,181	297.00	15.0	10.0
	4	2,165	328.00	12.0	10.0
	5	2,131	144.00	7.0	15.0
El Tejocote (N)	1	1,936	287.00	5.0	3.0
	2	1,928	279.00	8.0	3.0
	3	1,949	1.00	6.0	3.0
Cañón El Rumbadero (N)	1	1,774	90.00	10.0	70.0
	2	1,794	90.00	8.0	65.0
	3	1,795	90.00	15.0	70.0
	4	1,790	90.00	10.0	75.0
	5	1,786	90.00	6.0	70.0
Agua Fría (S)	1	2,200	359.00	20.0	60.0
	2	2,209	359.00	20.0	75.0
	3	2,207	303.00	25.0	60.0
	4	2,205	330.00	35.0	70.0
Las Tinajas (S)	1	2,547	352.00	15.0	50.0
	2	2,533	352.00	20.0	50.0
	3	2,537	338.00	25.0	50.0
	4	2,536	24.00	8.0	50.0
	5	2,564	316.00	30.0	50.0
	6	2,553	338.00	20.0	50.0
	7	2,690	14.00	10.0	50.0
Julilo (S)	1	1,618	-1.00	0.0	0.0
	2	1,610	-1.00	0.0	5.0
	3	1,590	2.00	5.0	2.0
Puerto Purificación (S)	1	1,844	135.00	15.0	5.0
	2	1,832	12.00	12.0	5.0