

Fernando Zavala Chávez

Análisis demográfico preliminar de *Taxus globosa* Schlecht en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. I:
Población de adultos y algunas características del hábitat
Ciencia Ergo Sum, vol. 8, núm. 2, julio, 2001
Universidad Autónoma del Estado de México
México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10402107>



Ciencia Ergo Sum,
ISSN (Versión impresa): 1405-0269
ciencia.ergosum@yahoo.com.mx
Universidad Autónoma del Estado de México
México

¿Cómo citar?

Fascículo completo

Más información del artículo

Página de la revista

www.redalyc.org

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Análisis demográfico preliminar de *Taxus globosa* Schlecht en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México.

I: Población de adultos y algunas características del hábitat

FERNANDO ZAVALA-CHÁVEZ*

Recepción: 02 de junio de 2000

Aceptación: 15 de enero de 2001

Preliminary Demographic Analysis of “*Taxus globosa* Schlecht” in the National Park of “El Chico”, Hidalgo, Mexico: Adult population and habitat

Abstract. *The preliminary evaluation of the adult population of “Taxus globosa” entails an analysis of the number of adult individuals, some of their dasometrical characteristics, and data about their habitat. The species was found in fir, fir-oak and oak forests; mostly near the bottom of ravines, at an altitude between 2,530 and 2,710 meters above sea level, in slightly acid soil. The number of adults examined was 75, with an average height of 4.5 to 1.6 meters and a near-the-base diameter of 28.6 to 22 centimeters. The ratio of male to female trees was 1 to 1.3. Almost 23 percent of the adults examined had hollow stems, which could explain their susceptibility to being uprooted by the wind. This, together with the scarcity of adult females, suggests the necessity of taking actions designed to increase the population of T. globosa in the area.*

Key words: *scarce species, Taxus globosa, population, female trees, male trees, habitat.*

Introducción

Las características fisiográficas y climáticas del territorio mexicano son conocidas por su carácter heterogéneo, lo cual ha permitido que el país posea diversos recursos forestales. Muchas de las especies vegetales son abundantes y de distribución relativamente amplia, por lo que son susceptibles

de aprovechamiento intensivo. Sin embargo, también existen en el país especies escasas y con una distribución tan restringida que apenas puede tomárseles como un recurso forestal potencial, aunque algunos de ellos son importantes por su uso medicinal o su carácter genético. Se trata de especies generalmente poco conocidas, cuya importancia permite considerarlas con alta prioridad para su investigación con fines de conservación y posible cultivo.

El género *Taxus* agrupa unas 10 especies de plantas leñosas en el mundo, todas ellas distribuidas de manera restringida (Cope, 1998: 304). En México está representado por una sola especie, *T. globosa* Schlecht, conocida comúnmente como granadillo, romerillo, palmira o tlatscal (Zamudio, 1992: 2). Es una de las cuatro especies de *Taxus* existentes en América (Cope, 1998: 292-293) y está catalogada como “rara” en las listas oficiales sobre el estado de conservación de especies, por lo que se trata de una planta “...cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida o hábitats muy específicos” (Sedesol, 1994:

*Departamento de Ecología y Silvicultura, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. Apartado Postal 84, Chapingo, Estado de México, 56230. Teléfono: 01 (595) 21500 ext. 5331 y 01 (595) 41957 (también fax). Correo electrónico: laecolfo@taurus1.chapingo.mx

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el apoyo otorgado para la realización de este trabajo a través del proyecto K128-A9702. Asimismo, a los revisores anónimos de CIENCIA ergo sum por sus comentarios y sugerencias que permitieron mejorar sustancialmente la versión final.

5). Sin embargo, una especie puede ser espacialmente rara pero no necesariamente debido a su baja densidad, ya que podría presentar individuos aglomerados en un lugar, bajo condiciones particulares del ambiente (Krebs, 1989: 336).

En el caso de *T. globosa*, aún se carece de elementos que sustenten una propuesta definitiva acerca de su grado de conservación. Las listas de especies raras o amenazadas a nivel nacional o regional han sido motivo de confusión e incertidumbre debido a que no hay información sobre los criterios para la ubicación de una especie en una categoría de riesgo (Sedesol, 1994: 4-5). Por ejemplo, una especie podría ser calificada como escasa de manera natural cuando se conforma de “pocos” individuos o de una o varias poblaciones pequeñas. Pero, al respecto, es pertinente una pregunta: ¿Qué tan pequeña debe ser la población de una especie para considerarla en alguna de las categorías de riesgo? Recientemente Mace (1994: 310) ha llamado la atención la falta de parámetros que permiten catalogar objetivamente a una especie en este estado de extinción.

Las distintas especies de *Taxus* se usan localmente como leña, carbón o plantas de ornato, pero todavía son escasamente conocidas en sus aspectos biológicos básicos, como su ciclo reproductivo, sus mecanismos de dispersión y los agentes específicos involucrados o su dinámica poblacional. No obstante, el pseudoalcaloide diterpénico que producen, llamado taxol, es un fármaco utilizado para fines terapéuticos en el tratamiento del cáncer cérvico uterino (Wheeler y Hehnen, 1993: 15; Hansen *et al.*, 1994: 372; Soto *et al.*, 2000: 277), por lo que su potencial es alentador. Varias especies de *Taxus* se han estudiado sobre este tema en los últimos diez años. En Estados Unidos se cultivan al menos 16 variedades de *T. baccata* L. (especie europea) y *T. cuspidata* Siebold & Zucc. (especie asiática) como fuente de materia prima para usos medicinales, llegándose a encontrar cultivares hasta de más de 30 mil plantas (Hansen *et al.*, 1994: 3-4).

La escasez de *T. globosa* ha llamado la atención debido a que aparentemente es un recurso genético que puede estar en peligro, en caso de que no se logre su conservación *ex situ* y se promueva su permanencia *in situ*. Hace unos cinco años se inició el estudio de esta especie a fin de conocer, en un mediano plazo, su hábitat, el estado actual de sus poblaciones y mecanismos de propagación, así como sus principales aspectos relacionados con la síntesis de taxol (Soto *et al.*, 2000: 278-279; Zavala-Chávez *et al.*, en prensa: 12-16). La falta de información sobre las poblaciones de *T. globosa* en México ha impedido documentar su *status* como especie “rara”, o proponer otra categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (Sedesol, 1994).

En general, se sabe que *T. globosa* comprende plantas tolerantes a la sombra, cuyo crecimiento parece ser lento. Se encuentra formando parte de distintos tipos de vegetación en el país, pero aparentemente es más común en los bosques mesófilos de oyamel, en altitudes que van de 1,000 a 2,800 msnm. Debido a que es una especie dioica, sólo una porción de adultos (los femeninos) produce las semillas necesarias para su continuidad. Al respecto, se requiere investigar las características relacionadas con la producción de semillas (cantidad producida anualmente, periodicidad y regularidad de su producción, longevidad, mortalidad, etc.) y los mecanismos naturales para su regeneración. Además, es necesario registrar la información que permita estimar el tamaño y dinámica de las poblaciones en el país, así como determinar la estructura poblacional y los factores de mortalidad para los individuos de distintas edades.

El presente trabajo forma parte de un proyecto conjunto que ejecutan personal de la Universidad Autónoma Chapingo y del Colegio de Postgraduados, cuyos objetivos se centran en los aspectos relacionados con la síntesis de taxol en *T. globosa*, su propagación artificial y ecología poblacional. Tuvo como principal propósito hacer una evaluación preliminar de la población de adultos de *T. globosa* en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, y determinar algunas de las características abióticas de su hábitat. Se espera que la información generada presente elementos que permitan definir líneas de investigación tendentes a conocer detalladamente la especie y proponer alternativas para su conservación.

I. Materiales y métodos

El trabajo fue realizado dentro el área del Parque Nacional El Chico, localizado en la porción occidental de la Sierra de Pachuca, en el centro del estado de Hidalgo, entre los 20° 11' y 20° 12' 32" latitud norte y 98° 41' 30" y 98° 47' 23" longitud oeste. El parque abarca una superficie aproximada de 2,739 ha; el clima, es en general, templado subhúmedo, con precipitación de 800-1,200 mm anuales y temperatura media anual de 14°C, además de nieblas, rocío y heladas comunes (Zavala, 1995: 19 y 27).

Los individuos adultos de *Taxus globosa* fueron registrados durante recorridos de campo por sitios donde crecen. Se consideraron aquellos individuos con estructuras reproductoras (estróbilos masculinos u óvulos-frutos, de acuerdo con Cope, 1998: 302). Los adultos fueron marcados y numerados colocándoles una etiqueta de aluminio, al mismo tiempo que se identificaron de acuerdo con su sexo. Para los propósitos de este trabajo, los individuos aparentemente jóvenes que durante las visitas al campo carecieron de estructuras reproduc-

toras fueron considerados como juveniles. A cada adulto se le tomaron datos de diámetro en la base (dentro de los 10 cm sobre la superficie del suelo), además de la altura, habiéndose extraído una viruta del tallo cerca de la base usando un taladro de Pressler y en la cual se contaron los anillos de crecimiento anual. Además, se hicieron observaciones sobre número de rebrotes basales, y a lo largo del tallo principal cuando éste fue claramente identificable.

Se registraron datos del hábitat tales como pendiente, altitud, temperatura del suelo, pH y humedad relativa del suelo, de los lugares donde se localizó la especie de interés (tres sitios). Además, de cada sitio se tomaron dos muestras de suelo dentro de los primeros 10 cm superficiales, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de suelos del Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados.

Las variables evaluadas fueron diámetro, altura, número de individuos en general, número de individuos por sexo y número de anillos de crecimiento anual, de las cuales se realizaron tablas de frecuencia y en algunos casos se llevó a cabo una regresión lineal simple.

II. Resultados y discusión

1. Población de adultos de *T. globosa*

El número de individuos adultos de *T. globosa* registrados fue de 75 (29.9% de un total de 251). Esto muestra la escasez de la especie, que algunos autores han señalado al referirse a su baja densidad en la vegetación donde se encuentra, que varía de 0.9 individuos/ha mayores de 5 cm de diámetro a la altura del pecho, en Tamaulipas (Puig *et al.*, 1987: 62); hasta 6.6 árboles/ha de 7 cm de diámetro en la base o mayores en la Sierra de Pachuca, Hidalgo (Zavala, 1996: 42).

Los individuos adultos midieron en promedio 4.5 ± 1.6 m de altura y 28.6 ± 22 cm de diámetro cerca de la base. Más del 50% de ellos presentó un diámetro de 20 cm o menor y una altura de 0.9 a 4.5 m. La clase de altura de 3.6 a 4.5 m mostró mayor proporción de adultos (28%), mientras que los diámetros con el mayor número de adultos (37%) fueron los de 11 a 20 cm (cuadro 1). Las dimensiones de los individuos adultos de *T. globosa* del área estudiada fueron menores que lo señalado para otros lugares del país. Al respecto, Zamudio (1992: 2) menciona árboles hasta de 12 m de alto para Querétaro, pero muy escasos. En general, el género *Taxus* comprende árboles y arbustos de 3 a 9 m de alto y rara vez hasta unos 25 m (Cope, 1998: 302). La especie europea (*T. baccata* L.) alcanza entre 7 y 15 m de alto y hasta 2.2 m de diámetro en árboles viejos (Rodríguez, s/f: 7; Cope, 1998: 302).

Durante 1999, la presencia de estróbilos masculinos y de óvulos-semillas observables a simple vista en *T. globosa*, ocu-

rió de enero a abril para los primeros y de febrero a diciembre para los segundos. Esto facilitó la identificación de adultos por sexo prácticamente todo el año. Se encontraron 33 femeninos (44% de los adultos), los cuales mostraron un diámetro de 1.8 m a 90 cm y una altura de 1.6 a 7.6 m. Los masculinos fueron 42 (56%) y presentaron una altura de 1.6 a 8.8 m y un diámetro de 6.5 a 96 cm. Estos datos muestran una proporción de femeninos/masculinos de 1:1.3; pero, además, parecen sugerir que los femeninos inician la función reproductora a una edad más temprana que los masculinos.

La cantidad de árboles femeninos parece ser pequeña para un incremento de la población de manera natural vía semillas (principal mecanismo de regeneración observado), pues la producción de éstas fue en pequeñas cantidades, de acuerdo con las 15-40 semillas observadas por árbol durante los tres últimos años.

Once individuos femeninos (poco más de 30%) estuvieron huecos; mientras que seis masculinos (casi 14%) presentan indicios de aparente pudrición en el tallo. Esto puede sugerir una susceptibilidad a caídas ante el efecto del viento, que es común y relativamente intenso en los sitios donde crece *T. globosa*. Observaciones realizadas durante este trabajo encontraron algunos árboles adultos derribados, aparentemente de manera natural, prácticamente secos, y otros recientemente caídos y aún vivos. Algunos de los árboles derribados mostraron rebrotes en el tallo, los cuales recuperan parte de la arquitectura de la copa que presentaban antes de caer. Cerca de la mitad de los adultos registrados (43%) presentaron rebrotes basales y sólo tres tuvieron rebrotes a lo largo de casi todo el tallo principal. Estas características sugieren una posible propagación artificial de la especie.

La distribución de individuos por altura y sexo mostró, en general, mayor proporción de femeninos en algunas de las clases de mayor altura (clases 6, 7 y 9), en tanto que lo contrario ocurrió en las de altura menor (clases 3, 4 y 5); los individuos masculinos mostraron los valores extremos

CUADRO 1

DATOS DE INDIVIDUOS ADULTOS DE <i>TAXUS GLOBOSA</i> REGISTRADOS POR CLASE DE ALTURA Y DIÁMETRO EN EL PARQUE NACIONAL EL CHICO, HIDALGO (ALTURAS: MÍNIMA, 1.58 M; MÁXIMA, 8.80 M. DIÁMETROS: MÍNIMO, 1.8 CM; MÁXIMO 96 CM; N = 78 EN AMBOS).					
CLASES E INTERVALOS DE ALTURA (M)	N MERO DE INDIVIDUOS		CLASES E INTERVALOS DE DIÁMETRO (CM)	N MERO DE INDIVIDUOS (%)	ACUMULADO
	(%)	ACUMULADO			
1 (0-0.90)	0	0	1 (0-10)	16.7	16.7
2 (0.91-1.80)	2.6	2.6	2 (11-20)	37.2	53.9
3 (0.81-2.70)	14.1	16.7	3 (21-30)	11.5	65.4
5 (3.61-4.50)	28.2	59.0	5 (41-50)	10.2	84.7
7 (5.41-6.30)	11.5	92.3	7 (61-70)	5.1	93.6
8 (6.31-7.20)	2.6	94.9	8 (71-80)	2.6	96.2
9 (7.21-8.10)	3.8	98.7	9 (81-90)	2.6	98.8
10 (8.11-9.0)	1.3	100.0	10 (91-100)	1.3	100.0

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE ADULTOS DE *T. GLOBOSA* DE ACUERDO CON SU ALTURA (A) Y DIÁMETRO (B) (LAS CLASES DE ALTURA Y DIÁMETRO CORRESPONDEN A LAS PRESENTADAS EN EL CUADRO 1).

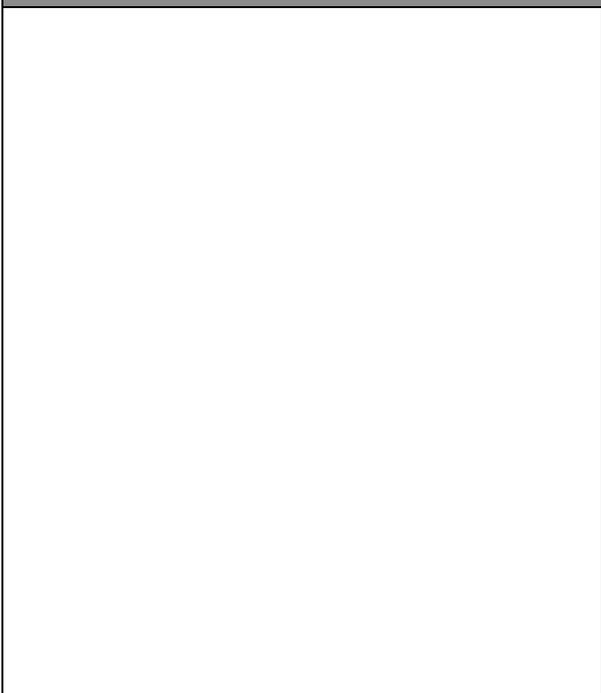
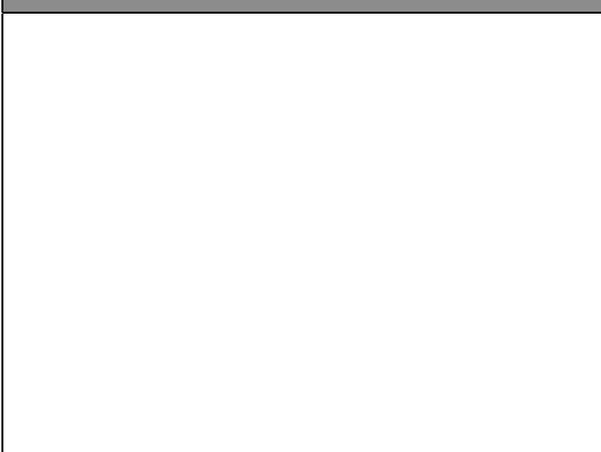


FIGURA 2. CORRELACIÓN DE ALTURA Y DIÁMETRO EN LA BASE DE ADULTOS DE *T. GLOBOSA*.



de altura mayor (figura 1a). La distribución de individuos por diámetro y sexo, que representa de alguna manera la estructura poblacional, mostró, de manera similar a la altura, mayor proporción de individuos masculinos en las clases de diámetro más pequeño (1 y 2) y de individuos femeninos en las clases de mayor diámetro; los individuos con los valores extremos mayores fueron masculinos (fi-

gura 1b). La escasez de adultos en la clase de diámetro más pequeño (figura 1b) puede deberse a una escasa incorporación de nuevos individuos a la población durante el tiempo requerido para alcanzar esos diámetros (Streeter, por Hutchings, 1986: 126).

El análisis de regresión entre altura y diámetro mostró que la variación de la primera se explica de manera significativa ($p=0.0001$), al menos en 38 %, por la variación en el diámetro cerca de la base (figura 2); esto es, que los árboles más gruesos tienden a ser los más altos. En el caso del número de anillos de crecimiento (“edad”) y diámetro en la base, no se encontró correlación significativa ($p>0.05$), lo cual impidió estimar la edad de individuos a partir del diámetro. Parte de la explicación de este resultado se basa en el número relativamente pequeño de muestras (12 árboles con virutas completas) y en que muchos árboles, principalmente los de diámetro mayor, presentaron tallos huecos y aparentemente con indicios de pudrición. Además, individuos adultos relativamente jóvenes también mostraron evidencias de aparente pudrición “inicial” en el interior del tallo, lo cual fue evidenciado por la obtención de virutas fragmentadas. Posiblemente se requiera hacer pruebas con el taladro de Pressler en distintos niveles de altura del tallo para estimar la edad o, en su caso, estudiar la tendencia degenerativa de los tejidos del interior del tallo, en individuos relativamente jóvenes y viejos.

2. Características del hábitat

Taxus globosa se localizó en varios sitios del área estudiada, principalmente a lo largo de las cañadas en cuyo fondo corre el Arroyo Paraíso en sentido sur-norte hacia el poblado de Mineral El Chico, Hgo. (Zavala, 1995: 24). Se encontró en altitudes que descienden desde los 2,710 a los 2,530 msnm, entre los kilómetros 14.5 y 17 de la carretera estatal Pachuca-Mineral El Chico. Los individuos adultos registrados se encontraron principalmente cerca del fondo de las cañadas y escasamente en las porciones más altas de las laderas de las mismas, pero sin que alguno haya estado en contacto directo con el agua de los arroyos.

La vegetación donde se presenta *T. globosa* es de varios tipos. En los sitios de mayor altitud, es de bosque de oyamel (*Abies religiosa*) con *Quercus glabrescens*, *Q. laurina*, *Prunus serotina* y *Buddleia parviflora*, en cañadas cuyas laderas presentan exposiciones al este y oeste, al noreste y sudoeste y al norte y sur, con pendientes que varían de 10 a 60°, en altitudes que van de 2630 a 2710 m. En estos lugares, los datos de suelo (tomados entre las 13 y las 14:30 horas a mediados de marzo de 1999) mostraron una temperatura de 7.8 a 10°C, una humedad relativa de 10 a 55% y un pH de 6.6 a 6.9.

CUADRO 2

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS DE LOS SITIOS CON *TAXUS GLOBOSA* EN EL PARQUE NACIONAL EL CHICO, HGO.

SITIO Y MUESTRA	PH 1:2 H ₂ O	CE 1:5 H ₂ O MMHOS/CM	MO (%) WALKEY- BLACK	N (%)	P OLSEM PPM	ARENA (%)	LIMO (%)	TEXTURA ARCILLA (%)	CLASIFICACION TEXTURAL
1-1	5.8	0.07	26.1	1.31	21	39	37	24	FRANCA
1-2	5.5	0.04	14.7	0.74	13	39	37	24	FRANCA
2-1	5.1	0.05	11.1	0.55	6	37	39	24	FRANCA
2-2	6.3	0.10	22.8	1.14	4	35	43	22	FRANCA
3-1	5.8	0.09	23.5	1.17	5	51	31	18	FRANCA
3-2	5.2	0.09	8.7	0.44	20	35	39	26	FRANCA

En los sitios de menor altitud, la vegetación fue de bosque de oyamel, variando de bosque de encino a bosque de oyamel-encino, con *Q. glabrescens*, *Abies religiosa*, *Cornus disciflora*, *Ilex tolucana*, *Oreopanax xalapensis*, *Prunus serotina* y *Arbustus xalapensis*, en cañada cuyas laderas presentan exposiciones al oeste y este, al noreste y sudoeste y al norte y sur, en altitudes que van de 2,530 a 2,580 msnm y pendientes de 40 a 60°. Los datos de suelo (tomados entre las 11 y 13 horas a mediados de marzo de 1999) mostraron una temperatura de 7.2 a 7.8° C, humedad relativa de 15 a 30% y un pH de 6.6 a 6.7.

Los resultados del análisis de suelos mostraron un pH que varió de 5.1 a 6.3, con una conductividad eléctrica de 0.04 a 0.10 mmhos/cm, el total de materia orgánica observado fue de 8.7 a 26.1%; los niveles de N de 0.44 a 1.31%; los de P, de 4 a 20 ppm, y la clase de textura fue franca (ver cuadro 2). La falta de información sobre características del hábitat de *T. globosa* impidió calificar las registradas en el área estudiada y hacer comparaciones y deducciones pertinentes.

Aunque este trabajo es preliminar, puede llamar la atención el carácter tolerante de la especie a la sombra, pues algunos de los adultos ubicados en sitios relativamente abiertos mostraron follaje con manchas amarillas, contrario a lo observado en sitios con dosel cerrado. Falta analizar factores de mortalidad, aunque se ha señalado aquí que el viento puede tener importancia por su efecto en el derribo de árboles aparentemente viejos, aunado a las oquedades del tallo de los mismos. Un aspecto que merece ser atendido es determinar los efectos del disturbio en la población, así como en el deterioro de las condiciones ambientales del hábitat donde crece *T. globosa*. También es necesario hacer una investigación más detallada de la especie para contestar algunas preguntas pertinentes, entre las cuales se pueden plantear las siguientes: ¿qué características del ambiente natural son modificadas y cómo por la acción de distintos agentes de perturbación?, ¿cómo afectan a la población esas modificaciones?

De cualquier manera, los resultados aquí presentados son un punto de partida para el estudio poblacional y de las condiciones generales del hábitat donde crece *T. globosa*. Constituyen una fase preliminar y se espera continuar la

investigación a fin de conocer y explicar su estado poblacional, con lo cual se podrá caracterizar su status de conservación y sustentarlo o proponer otra categoría.

Conclusiones

Los individuos adultos de *T. globosa* en el área estudiada son escasos y la mayoría relativamente jóvenes. Se encuentran principalmente en el fondo de las cañadas relativamente profundas, entre 2,500 y 2,700 m de altitud, en suelos ligeramente ácidos, sin que aparentemente sean afectados por la exposición del terreno o la pendiente. Los árboles masculinos son poco más numerosos que los femeninos; poco menos de un quinto de los primeros y algo más de un tercio de los segundos presentan el tallo hueco. La escasez de adultos sugiere la necesidad de establecer medidas tendientes a incrementar la población de *T. globosa* en el área, a fin de ayudar en su conservación. Sin embargo, aún falta información que permita explicar las características poblacionales de manera detallada, así como la aparente degeneración de los tejidos del interior del tallo y experimentar la posible propagación sexual y vegetativa de la especie. 🌱



BIBLIOGRAFÍA

- Cope, E. A. (1998). "Taxaceae: The Genera and Cultivated Species", *The Botanical Review*. 64 (4): 291-322.
- Hansen, R. C.; K. D. Cochran; H. M. Keener y E. M. Croom, Jr. (1994). "Taxus Populations and Clippings Yields at Commercial Nurseries", *Hort Technology*. 4 (4): 372-377.
- Hutchings, M. J. (1986). "The Structure of Plant Population", en Crawley, M. J. (ed.). *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publication, Londres.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper Collins. Nueva York.
- Mace, G. M. (1994). "An Investigation into methods for Categorizing the

- Conservation Status of Species”, P. J. Edwards, R. M. May y N. R. Webb. (eds.), *Large-Scale Ecology and Conservation Biology*. Blackwell Science.
- Puig, H.; R. Bracho y V. J. Sosa (1987). “El bosque mesófilo de montaña: composición florística”, Puig, H. y R. Bracho (eds.). *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A. C.
- Rodríguez, J. L. (s/f). “Los árboles ibéricos”, *Suplemento de Natura*, 7. Madrid.
- Sedesol (1994). “Norma Oficial Mexicana NOM-59-ECOL-1994, que determina las especies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección”. *Diario Oficial de la Federación*. 488: 2-59. México.
- Soto, H. M.; M. Sanjurjo; M. A. González; V. D. Cruz y G. F. Giral (2000). “El tejo mexicano (*Taxus globosa* Schl.). Potencial de su aprovechamiento en taxol”, *CIENCIA ergo sum*. 7 (3): 277-279, México.
- Wheeler, N. C. y M. T. Hehnen (1993). “Taxol, a Study in Technology Commercialization”, *Journal of Forestry* 91 (10): 15-18.
- Zamudio, R. S. (1992). “Familia Taxaceae”, *Flora del Bajío y de sus regiones adyacentes*, Fascículo 9. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro.
- Zavala, F. (1995). *Encinos hidalguenses*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo.
- _____ (1996). *Repoblación natural de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo*. Tesis de Doctorado en Ciencias. Programa de Botánica, Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- _____; H. M. Soto y G. M. T. Rodríguez (En prensa). “El romerillo (*Taxus globosa* Schlecht.): biología y problemas y perspectivas de su uso”. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*.