

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Tilia mexicana* Schlecht. (Tiliaceae) EN EL PAISAJE DEL CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

SPATIAL PATTERN OF *Tilia mexicana* Schlecht. (Tiliaceae) IN A CENTRAL VERACRUZ LANDSCAPE

NP Pavón-Hernández ✉, V Rico-Gray

(NPPH) Centro de Investigaciones Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Apdo. Postal 69 CP 42000 Pachuca, Hidalgo
npavon@uaeh.reduaeh.mx

(VRG) Departamento de Ecología Vegetal, Instituto de Ecología, A.C.

Nota recibida: 18 de septiembre de 2003

Nota aceptada: 18 de mayo de 2004

RESUMEN. *Tilia mexicana* es una especie en peligro de extinción e irracionalmente utilizada con fines medicinales. El patrón de distribución espacial de esta especie fue evaluado en un paisaje del centro de Veracruz, como una característica poblacional susceptible a las actividades humanas. Se detectaron dos patrones espaciales. Un patrón al azar en los sitios donde las actividades humanas son comunes (ganadería, uso del follaje como forraje y la recolección de inflorescencias), y un patrón agregado en los sitios de pendiente pronunciada donde las actividades humanas no son posibles. Al parecer la sobre explotación de inflorescencias y otras actividades humanas modifican el patrón espacial, lo cual podría disminuir la posibilidad de reclutamiento. La sobrevivencia de esta especie puede ser nula sin un plan de manejo y conservación que considere el efecto del disturbio sobre las características poblacionales de *T. mexicana*.

Palabras clave: *Tilia mexicana*, distribución espacial, bosque mesófilo de montaña, perturbación.

ABSTRACT. *Tilia mexicana* is considered an endangered species of the Mexican flora and irrationally used for medicinal purposes. The spatial pattern of *T. mexicana* was evaluated in central Veracruz landscape as a population characteristic oversensitive to the disturbance by human activities. Two spatial patterns were detected. A random pattern was found in areas where human activities are common (cattle raising, harvesting foliage for fodder and collection of inflorescences) and an aggregated pattern in areas with steep slopes where human activities are not viable. Overexploitation of inflorescences and other human activities seems to modify the spatial pattern which may decrease the chances of this species to recruit new individuals. The chances for the survival of *T. mexicana* could be null without a management and conservation plan that considers the effects of disturbance on the population.

Key words: *Tilia mexicana*, spatial pattern, cloud forest, disturbance

INTRODUCCIÓN

Tilia mexicana Schlecht. (Tiliaceae) es una especie en peligro de extinción para la flora mexicana (Anónimo 2002. Norma oficial mexicana 059-2001. SEMARNAT).

Esta especie forma parte del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña, el cual es uno de los tipos de vegetación que cubren menor área (1% del territorio nacional) e históricamente más perturbados de México (Williams-Linera G, Fragoso C, Contreras A, Barois I, Villalobos J, Hernández A 1990. *Macpalxochitl* 124: 2-4).

En la parte central del estado de Veracruz el bosque mesófilo de montaña persiste en fragmentos dentro de un paisaje constituido principalmente por terrenos destinados a la agricultura, la ganadería y los asentamientos humanos (Williams-Linera G 1992. *Ciencia y Desarrollo* 18: 32-138). En esta área *T. mexicana* se ha constituido en un recurso económico, derivado del amplio uso y comercialización de sus flores con fines medicinales, la infusión de las flores (té de tila) es utilizada como calmante nervioso (Pavón NP, Rico-Gray V 2000. *Economic Botany* 54: 113-114). Lo anterior ha resultado en una explotación irracional de este recurso, ya que el corte de las flores provoca en la mayoría de las veces la muerte de los individuos (Pavón NP, Rico-Gray V 2000. *Economic Botany* 54: 113-114). A pesar de su importancia no existen antecedentes sobre *T. mexicana* que contengan información ecológica básica. En este sentido, se ha considerado que una primera aproximación ecológica es la determinación de la distribución espacial, este parámetro puede ayudarnos a entender los factores que controlan la distribución y abundancia de los individuos, así como evaluar el efecto que el disturbio provoca sobre la población (Palmer MA, Aresburger P, Martin AP, Denmon DW 1996. *Oecologia* 105: 247-257; Dale MT. 2000. *Spatial pattern analysis in plant ecology*. Cambridge University Press).

El análisis del patrón espacial es una descripción cuantitativa de la distribución horizontal de los individuos en una población, el cual puede ser uniforme, al azar o agregado (Krebs CJ 1999. *Ecological methodology*. Benjamin Cummings). Una distribución uniforme es considerada rara en la naturaleza, en cambio los patrones al azar o agregado son comunes (Forman RT, Hahn DC 1980. *Ecology* 61: 1267-1274). En condiciones naturales las poblaciones de *T. mexicana* tienen una distribución espacial agregada, tal como se ha registrado para otras especies arbóreas de bosques templados o tropicales (Armesto JJ, Mitchell JD, Villagran C 1986. *Biotropica* 18: 1- 4), y este patrón es modificado por las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas, ya que provoca la desaparición de individuos de la población y afecta los procesos de regeneración. En este trabajo se evaluó el patrón de distri-

bución espacial de *T. mexicana* en una zona perturbada por las actividades humanas con el objetivo de contribuir al entendimiento de los posibles efectos que el disturbio provoca en las características poblacionales de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en el paisaje que se encuentra en la parte central del estado de Veracruz entre las ciudades de Xalapa y Naolinco (19°32' -19°45' Norte y 96°48' - 97°00' Oeste; altitud entre 1000 y 2000 msnm). El clima de la región es templado húmedo con nieblas frecuentes. La temperatura media anual es de 18°C, la precipitación total anual varía entre 1119 mm y 1770 mm, y el porcentaje de lluvia invernal varía entre 0 y 18 % (Soto EM, García E 1989. Atlas climático del estado de Veracruz. No. 25. Instituto de Ecología). En los fragmentos de bosque mesófilo se encuentran especies arbóreas de origen neártico como *Ternstroemia pringlei*, *Quercus spp.*, *Podocarpus matudae*, *Liquidambar styraciflua*, y *Carpinus sp.*, y especies de origen neotropical como *Ocotea psychotrioides*, *Eugenia xalapensis*, *Oreopanax xalapensis*, *Meliosma dentata* y *Styrax sp.* Esta región exhibe un variado grado de disturbio, como resultado de las actividades humanas tales como la agricultura (café principalmente), la ganadería (vacas, cabras y ovejas) y la extracción de productos no madereros. El menor disturbio se registró en sitios con pendientes pronunciadas donde las actividades mencionadas se restringen al pastoreo de cabras y la extracción de leña, en estos sitios se mantienen la mayoría de los fragmentos de bosque mesófilo (Williams-Linera G 1992. *Ciencia y Desarrollo* 18: 32-138; Gutiérrez L, Vovides AP 1997. *Biodiversity and Conservation* 6: 89-97).

Muestreos

Dentro del área de estudio se seleccionaron siete sitios en los cuales se encontraron individuos de *T. mexicana*. Mediante observaciones personales y entrevistas informales se registraron las actividades humanas en cada sitio de muestreo. En cada sitio se realizó un transecto de 23 cuadros contiguos de 10 x 10 m, en cada cuadro se registró el número de individuos de *T. mexicana* de cualquier tamaño, los registros fueron capturados en una base de datos para su análisis (Krebs CJ 1999. *Ecological methodology*. Benjamin Cummings).

Análisis de datos

Aunque en algunos casos el tipo de patrón de distribución espacial es evidente sin usar métodos cuantitativos (Heltshel JF, Ritchey TA 1984. *Biometrics* 40: 877-885), usualmente se necesita usar algún método para poder establecerlo. Para este trabajo se utilizó el método TTLQV («Two Term Local Quadrat Variance»), este método calcula la varianza de la abundancia promedio de individuos para diferentes tamaños de los cuadros de muestreo vía la formación de bloques, además es propicio para cuantificar los diferentes tipos de agregación (Krebs CJ 1999. *Ecological methodology*. Benjamin Cummings; Dale MT 2000. *Spatial pattern analysis in plant ecology*. Cambridge University Press). Para el análisis del patrón espacial se graficaron las varianzas obtenidas contra el tamaño de los bloques. Si los individuos están dispersados al azar sobre los sitios de estudio, la varianza contra los diferentes tamaños de bloques fluctuara irregularmente sin ningún patrón, si el patrón es uniforme las varianzas serán bajas y sin una evidente fluctuación entre ellas, y finalmente si el patrón es agregado, las varianzas tienden a un máximo (Krebs CJ 1999. *Ecological methodology*. Benjamin Cummings). Una análisis de varianza de una vía y una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, fueron realizadas para determinar las diferencias entre los sitios de muestreo (Zar H 1994. *Bioestatistical Analysis*. Prentice Hall). Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando SYSTAT 10 (Systat 2000. SPSS Inc. V. 10) y el nivel de significancia fue de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tilia mexicana es una especie rara en el paisaje del centro de Veracruz, solo 49 individuos fueron registrados, todos de más de 60 cm de diámetro a la altura del pecho. Por su parte la densidad varió de 13 a 47 individuos/ha (Tabla 1). Se registraron diferencias significativas entre los diferentes sitios de muestreo utilizando las varianzas obtenidas con el método TTLQV (ANDEVA $F = 13.18$; $p < 0.001$). La prueba de comparaciones múltiples separó los sitios de muestreo en dos grupos, los sitios D y F (Tukey HSD $p = 0.39$) y un grupo con el resto de los sitios (Tukey HSD $p > 0.05$). Se registraron dos diferentes patrones de distribución espacial, un patrón agregado en los sitios D y F, y un patrón al azar para el resto de los sitios (Figura 1). Los sitios D y F mostraron un alto grado de agregación donde las varianzas pico corresponden a los tamaños de bloque 3-11 y en los agregados midieron entre 60 y 220 m; las varianzas máximas fueron de 3.2 y 2.5, respectivamente (Figura 1). El patrón espacial agregado es el que caracteriza la distribución de los individuos en otras especies del género *Tilia* (Pigott com. pers.), este patrón ocurrió en los sitios donde no se extraen flores de la especie y el pastoreo de cabras es esporádico (Tabla 1). Sin embargo, un patrón al azar se estimó para el resto de los sitios donde las actividades humanas son más intensas.

Tabla 1. Ubicación y características de los sitios de muestreo.

Table 1. Localitation and characteristics of sampling sites in a central Veracruz lanscape.

Sitio	Ubicación	Pendiente	Densidad <i>Tilia mexicana</i> (individuos/ha)	Actividades humanas
A	19°37'30" N - 96°58'30" O	35°	13.0	Pastoreo de cabras, recolección de leña y corte de flores de tilia
B	19°41'40" N - 96°52'00" O	33°	34.8	Pastoreo de cabras, recolección de leña y corte de flores de tilia
C	19°41'05" N - 96°55'30" O	38°	21.8	Pastoreo de cabras, recolección de leña y corte de flores de tilia
D	19°41'50" N - 95°55'20" O	48°	34.8	Pastoreo ocasional de cabras y recolección de leña
E	19°44'00" N - 96°49'15" O	30°	26.0	Pastoreo de cabras, recolección de leña y corte de flores de tilia
F	19°44'30" N - 96°52'30" O	60°	47.8	Pastoreo ocasional de cabras y recolección de leña
G	19°44'00" N - 96°56'00" O	32°	26.0	Potreros para vacas y ovejas, pastoreo de cabras y corte de flores de tilia

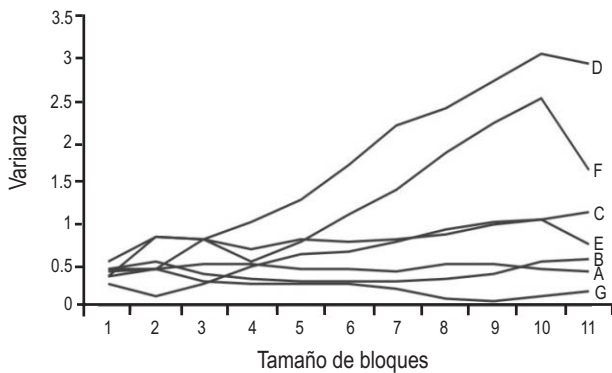


Figura 1. Representación gráfica de las relaciones entre el tamaño de los bloques y las varianzas obtenidas usando el método TTLQV. Las letras indican las líneas correspondientes para cada uno de los siete sitios de muestreo.

Figure 1. Block-size and variance relationships using TTLQV (Two Term Local Quadrat Variante) method. Letters indicate lines for each seven sampling sites.

En *Acer rubrum*, otra especie de bosque templado, se ha registrado un incremento de la distribución aleatoria conforme aumenta el nivel de disturbio (Armesto JJ, Mitchell JD, Villagran C 1986. *Biotropica* 18: 1-4). En este sentido, es conocido que en bosques con una alta proporción de poblaciones distribuidas al azar, estos son dominados por especies arbóreas cuya regeneración esta fuertemente dependiente de grandes disturbios (Rao P, Barik SK, Pandey HN, Tripathi RS 1990. *Vegetatio* 88: 151-162; Skarpe C 1991. *Journal of Vegetation Science* 2: 265-272), en cambio el patrón agregado se asocia con especies de bosques maduros (Armesto JJ, Mitchell JD, Villagran C 1986. *Biotropica* 18: 1-4).

Los patrones registrados en este trabajo para *T. mexicana* en el paisaje del centro de Veracruz (agregado - al azar), pueden ser el resultado de las actividades humanas que modifican el hábitat y directamente afectan la sobrevivencia, reproducción y establecimiento de la especie. La extracción de inflorescencias causa la nula posibili-

dad de generar semillas y en muchos casos la muerte de los individuos debido a que frecuentemente los árboles son derribados completamente para la cosecha (Pavón NP, Rico-Gray V 2000. *Economic Botany* 54: 113-114). Por otro lado, el ganado evita el establecimiento de las plántulas, tal como ha sido reportado para otras especies arbóreas templadas y tropicales (Rao P, Barik SK, Pandey HN, Tripathi RS 1990. *Vegetatio* 88: 151-162; Papatheodorou E, Pantis JD, Stamov GP 1993. *Acta Oecologica* 14: 589-602; Fleischner TL 1994. *Conservation Biology* 8: 628-644). Sin estas actividades humanas otras especies del género como *T. cordata* es dominante en bosques europeos donde el disturbio humano es bajo, en estos sitios las plántulas y juveniles rara vez son consumidos por el ganado (Pigott CD 1981. *Annals Botanic Fennici* 18: 225-263).

El patrón espacial agregado es importante en aspectos de defensa y reproductivos (Heltshel JF, Ritchey TA 1984. *Biometrics* 40: 877-885), así el cambio a un patrón aleatorio podría provocar entre otros, problemas reproductivos para la regeneración de *T. mexicana*. Esta especie se encuentra en peligro de extinción, cuyo manejo irracional provocará su desaparición del paisaje del centro de Veracruz, si antes no se logra un plan de manejo y conservación que considere los efectos que la perturbación provoca en las características poblacionales de la especie. Este plan de manejo deberá considerar el desarrollo de técnicas de corte de inflorescencias que no dañen a los árboles y la restricción del corte de inflorescencias en individuos que potencialmente pueden ser considerados como fuente de semillas. Finalmente será importante considerar la factibilidad de utilizar esta especie en plantaciones comerciales y como especie de ornato en parques y avenidas, tal como ocurre con *T. platyphyllos* en ciudades de Inglaterra (Pigott CD 1981. *The biological aspects of rare plant conservation* 25:305-317).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Donald Pigott por los comentarios y el acceso a información no publicada, y a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por las facilidades ofrecidas para realizar este trabajo.