



Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales

MARCO A. MÁRQUEZ LINARES*, ENRIQUE JURADO**
SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO***

Los chaparrales son comunidades arbustivas características de climas mediterráneos, donde la precipitación promedio anual oscila entre 350 y 600 mm, los inviernos son fríos y húmedos y la temporada de sequía se prolonga hasta el verano. Durante la sequía se originan incendios periódicos, los cuales favorecen a las especies adaptadas para sobrevivir o regenerarse después de estos eventos.¹ Los chaparrales mejor estudiados son los californianos y los europeos, de los que hay abundantes trabajos que abordan desde la biología de las especies que los componen y sus adaptaciones para responder a ese tipo de ambientes (p.e. Keeley², Barrio et al³), hasta estudios sobre dinámica de la vegetación y su respuesta a incendios (p.e. Odion and Davis,⁴ Keeley⁵).

En México, los chaparrales típicos de clima mediterráneo se encuentran en Baja California; sin embargo, en el interior del país, en lugares de clima templado con lluvias en verano, se desarrollan comunidades dominadas por arbustos adaptados

para sobrevivir a incendios periódicos estructuralmente similares a los de clima mediterráneo. Se les encuentra en las serranías del Altiplano Mexicano, en especial en las áreas de transición entre los pastizales de clima semiárido y los bosques semihúmedos en los flancos de sotavento, tanto de la Sierra Madre Oriental como de la Sierra Madre Occidental. Estas áreas generalmente se encuentran en las zonas limítrofes entre el clima templado seco (BS) y templado subhúmedo (Cw) de la clasificación de Köeppen modificada por García.⁶ No obstante, se ha especulado si estas son comunidades climax o son etapas sucesionales hacia el restablecimiento de los bosques de encino-pino.^{7,8}

En las últimas décadas se ha registrado un aumento en la superficie que ocupan los chaparrales en las áreas de transición de las serranías de Méxi-

* Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Dg., COFAA y Programa Doctoral FCF, UANL.

** FCF, UANL.

*** IPN, CIIDIR, Dgo., COFAA.

co. La SECOPE⁹ estimó que los chaparrales pasaron de 1,234 km², en 1995, a 3,287 km², en 2003, lo que representa una tasa de cambio anual de 1.66%, a costa de una reducción de la superficie forestal, la cual disminuyó 2,821 km² y representó una tasa de cambio de -2.29% (figura 1). Márquez-Linares¹⁰ estimó en una microcuenca cercana a la ciudad de Durango un aumento en la superficie ocupada por chaparrales y pastizales a costa de la superficie ocupada por bosques de encino-pino, lo cual representó una tasa de deforestación de -2.34% anual.

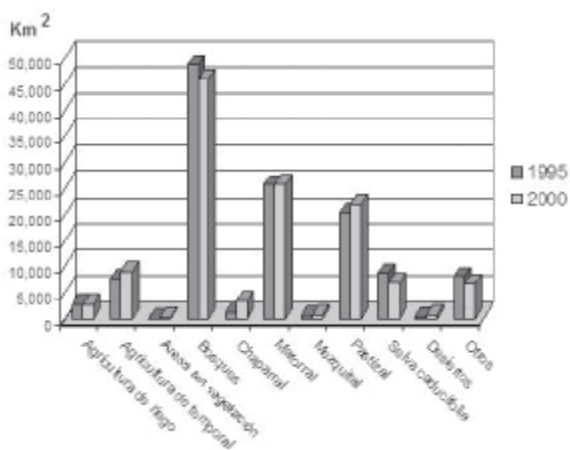


Fig. 1. Cambios en la superficie ocupada por las diferentes clases de uso de suelo y vegetación de 1995 a 2000 (SECOPE).⁹

Estos cambios se deben a diversas causas, principalmente la deforestación, la introducción de ganado doméstico y los incendios forestales.¹⁰ Una de las especies que mejor ha respondido a estos cambios es la manzanita o pingüica (*Arctostaphylos pungens* HBK), la cual llega a ser la especie dominante de estos chaparrales, formando en algunas localidades masas muy densas. Su presencia, en ocasiones, impide la regeneración de especies arbóreas y la alimentación del ganado; sin embargo, la manzanita también es una especie importante dentro de la sucesión ecológica, ya que es formadora de suelo así como fuente de alimento y refugio para la vida silvestre.¹¹ Por otro lado, tiene usos medicinales,^{12,13} ornamentales y como leña; sin embargo, se le considera más como problema que como un beneficio para la economía de las comunidades de estas áreas.

A pesar de la importancia ecológica y económica de *Arctostaphylos pungens*, existen pocos estudios sobre esta especie. El presente trabajo tiene por objeto reunir los datos existentes en la literatura sobre la manzanita y algunas especies de ese género, los cuales sirven de base para realizar su manejo, sea con fines de establecimiento o de reducción en su densidad.

Arctostaphylos pungens, breve descripción

El *Arctostaphylos pungens* se distribuye del sur de Estados Unidos hasta Veracruz y Oaxaca, en muchos tipos de vegetación y en un amplio intervalo altitudinal, que va de los 1375 a los 3230 msnm.¹⁴ Es una especie leñosa, perenne, usualmente de 0.5 a 3 m de altura, ramificada desde la base, de corteza color café rojizo a rojo-púrpura, exfoliante (la corteza externa se abre y se despega como una hoja de papel); las hojas son coriáceas, elípticas, de 1 a 3.3-5.2 cm de largo (figura 2). La flor es urceolada, de color blanco a rosa mexicano y agrupada en racimos de cinco a ocho (24) flores; puede florecer durante todo el año, pero lo hace masivamente al final del invierno, y en ocasiones, dependiendo de la abundancia de lluvias, a principios de verano. Es polinizada principalmente por abejas, aunque se ha observado también a dípteros y lepidópteros.¹⁰ La planta puede reproducirse vegetativamente a partir de ramas que se entierran, pero este tipo de reproducción es raro.

Frutos y semillas

El fruto es una drupa globosa deprimida, lisa, de aproximadamente 5 a 8 (11) mm, carnosa y comestible. Madura al final de la primavera o a finales del verano. Cuando madura es de color amarillo, pero este color se torna rápidamente a café rojizo. Los frutos permanecen entre uno y dos meses en la planta, después caen al suelo en donde pueden ser arrastrados por la escorrentía superficial, o formar abundantes bancos de semillas bajo la planta madre, o son consumidos por osos,¹⁵ coyotes, zorras, conejos, roedores, guajolotes silvestres¹⁶ e incluso por hormigas. Las semillas, en número de 4

a 7(10), tienen los tegumentos endurecidos (forma huesecillos) y en ocasiones permanecen unidas en grupos de dos a tres. Individualmente cada semilla tiene forma de gajo y mide en promedio 3.2 mm de largo y 2.6 mm de ancho.¹⁷ La producción de frutos es abundante al final de la primavera. No hay reportes sobre la producción de semillas, pero para otras especies del género se ha estimado que en el suelo se pueden hallar hasta 4 millones de semillas por hectárea.¹⁸



Fig. 2. Planta de manzanita en un sitio de suelo escaso y exposición abierta en la Reserva de la Biosfera de La Michilía, Durango, México.

Crecimiento

A. pungens puede crecer hasta cuatro metros de altura. Una estimación realizada del crecimiento vegetativo en tres poblaciones de manzanita, en Durango, arrojó un promedio de crecimiento anual de 7.5 ± 0.2 cm de altura en un año.¹⁰ Esto puede significar que las plantas de mayor altura (4 m) tendrían alrededor de 50 años, mientras que una de 1.5 m de altura tendría alrededor de 20 años.

Germinación, viabilidad y dormición

Los mecanismos fisiológicos de la germinación de la semilla de *A. pungens* son aún poco conocidos; sin embargo, se relacionan con factores derivados del fuego. Kauffman,¹⁸ al exponer semillas viables a tratamientos térmicos similares a los ocurridos durante incendios superficiales, encontró un porcentaje de germinación menor al 2%. Por su parte,

Márquez-Linares¹⁰ encontró que las temperaturas menores a 80°C no tienen efecto alguno, mientras las temperaturas superiores a los 140°C, por más de cinco minutos, matan el embrión de la semilla. Sin embargo, la combinación de la temperatura (100 y 120°C por cinco minutos), la exposición a humo y el riego con agua con residuos de carbón produjo un 29% de germinación. En otras especies asociadas a fuego se ha encontrado que la combinación del calor, humo y cenizas también induce la germinación de las semillas.¹⁹ Estos resultados tienen un significado ecológico importante, ya que los incendios demasiado intensos a nivel de la superficie seguramente eliminan la gran mayoría de las semillas de *A. pungens*, mientras los incendios superficiales de paso rápido puede que tampoco tengan un efecto significativo en la germinación y establecimiento de esta especie.

Debido a que los frutos de manzanita son consumidos por diversos animales, se ha especulado también que las semillas puedan germinar como consecuencia del paso de éstas por el tracto digestivo de carnívoros y herbívoros; sin embargo, tanto Kauffman¹⁸ como Márquez-Linares¹⁰ no lograron hacer germinar semillas viables que se colectaron en excretas de coyotes y zorras.

Al parecer, el tipo de dormición que presenta la semilla de la manzanita es físico, ya que Márquez-Linares¹⁰ encontró que mediante escarificación mecánica el 34% de las semillas germinó, es decir, en el momento en que se eliminó la barrera física, que impide el contacto con el agua y el aire, la semilla responde de inmediato. Este tipo de dormición es característico de especies con semillas de cubierta dura y se produce por la impermeabilidad de la testa al agua o a los gases atmosféricos.²⁰

Se ha estimado que las semillas de *Arctostaphylos* pueden permanecer viables más de 100 años.²¹ En un lote de semillas recién colectado, Márquez-Linares¹⁰ estimó un promedio de viabilidad de $87 \pm 3.2\%$, mientras en muestras de semillas colectadas en el suelo fue de 20%. Por su parte, Anderson,²² en el suelo de un bosque de coníferas maduro de la Sierra Nevada en California, encontró 1,460,000 semillas de *Arctostaphylos viscida* por acre (4,047 m²), con un promedio de viabilidad de 35%, lo cual

implica que estas especies mantienen bancos de semillas abundantes, en espera de la oportunidad ofrecida por el paso del fuego.

Papel de la manzanita en la dinámica de la vegetación

La sucesión es el proceso mediante el cual las comunidades vegetales se reemplazan unas a otras, después de que ocurre una perturbación tanto en escalas locales como regionales, hasta que finalmente se restablece una comunidad vegetal más o menos similar a la que existía antes de que ocurriera la perturbación.²³ Algunos autores consideran que los chaparrales son comunidades secundarias y representan una etapa sucesional hacia el restablecimiento de los bosques de pino-encino, pero que pueden ser mantenidas a largo plazo por incendios recurrentes.⁷ En estos casos y en ausencia de perturbaciones, se ha observado que la sucesión no es un proceso de corta duración. Por ejemplo, en un bosque de piñón-junípero de California, Wangler and Minnich²⁴ calcularon que después de que ocurrieron incendios de copa, los sitios fueron invadidos por arbustos, y esta etapa, denominada «arbus-tiva» puede durar entre 50 y 100 años antes de ser substituida por las especies arbóreas originales. En chaparrales dominados por *Arctostaphylos pajaroensis*, en ausencia de incendios, este arbusto suprimió a otros arbustos y hierbas, como resultado de la mayor altura relativa, y se estima que a la larga esta especie pueda ser desplazada por especies que no dependan del fuego para germinar, como *Quercus agrifolia*.²⁵ En los primeros años de la fase arbustiva, las especies de *Arctostaphylos* compiten por agua y por espacio de crecimiento con los renuevos de coníferas, sobre todo en el primer metro de profundidad del suelo, de modo que el establecimiento y crecimiento de plántulas de coníferas puede ser suprimido por muchas décadas.^{26, 27, 28}

Rzedowski⁷ señala que *A. pungens* es una planta adaptada a incendios y prospera en lugares donde éstos con frecuencia han destruido los encinares. González *et al*²⁹ describen la composición y determinismo ecológico de los manzanitales de la Reserva La Michilía, indicando que éstos son favorecidos por la escasez de suelo, la alta insolación, la

acción desecante del viento y los incendios. Casas *et al*⁸ indican que en sitios cercanos a la ciudad de Durango la manzanita tiende a desplazar al bosque de *Pinus-Quercus*, debido a un avanzado estado de deterioro del sitio provocado por tala, sobrepastoreo e incendios. González *et al*³⁰ reportaron que en el municipio de Canatlán, Durango, algunos bosques de encino y de encino-pino fueron substituidos por chaparrales de *A. pungens*, *Quercus depressipes* y *Q. striatula* tanto en áreas de transición como en bosques de pino. Por su parte, Fulé *et al*³¹ observaron que en la reserva de la biosfera de La Michilía, *Arctostaphylos* y *Quercus* se regeneraron en altas densidades como consecuencia de incendios forestales, mientras que González *et al*³² reportan que la principal tendencia sucesional en Durango es la retracción de los bosques templados hacia mayores elevaciones y su substitución por matorrales secundarios favorecidos por incendios. En Guanaceví, Durango, también se observa la substitución de bosques de encino por manzanitales (figura 3).

Por otro lado, la substitución de manzanitales por comunidades arbóreas en fases avanzadas de la sucesión, se observa en algunas localidades de La Michilía y de El Mezquital, en el estado de Durango, en las cuales no han ocurrido incendios, al menos en los últimos 20 años. En estos lugares la manzanita alcanza de tres a cuatro metros de altura, quizá entre 40 y 50 años de edad, se observa mortalidad de individuos aparentemente seniles. La causa de su muerte es probablemente la pudrición de la corteza en la base del tallo, por efecto de la acumulación de su propia hojarasca, o porque al crecer el tallo se corta la circulación de la savia, dado que en esta especie, como en todas las del género, el tejido vascular forma hilos o franjas “pegadas” al tejido muerto (*bark striping*).³³ Al crecer estos hilos se rompen causando la muerte de la planta (figura 4). Esto explicaría por qué los rodales de plantas de mayor tamaño (3 a 4 m), generalmente, son menos densos y con mayor número de individuos de especies arbóreas.

Dado que el tiempo necesario para pasar la fase arbustiva de la sucesión y entrar en la fase arbórea es muy largo, los sitios manejados en EUA con propósito de producción de madera, y que se



Fig. 3. Manzanital muy denso en el municipio de Guanaceví, Durango. El sitio sufrió un incendio aproximadamente en 1992. Nótese que hay muy escasa regeneración de especies arbóreas.



Fig. 4. Se aprecia el tejido vascular en forma de franjas o hilos, adherido al tejido muerto en una planta de manzanita.

encuentran invadidos por matorrales de *Arctostaphylos patula* y *Ceanothus* spp., son tratados con herbicidas o defoliantes químicos, con el fin de eliminar la competencia con las plántulas y juveniles de especies de coníferas y reducir, de este modo, el periodo de reemplazo.³⁴

Sin embargo, la manzanita tiene un papel importante al inicio de la sucesión como restauradora y retenedora del suelo en sitios erosionados y como alimento de la fauna silvestre. De manera natural esta planta prospera en sitios pedregosos o con afloramiento de roca madre, en donde produce hojarasca y a la larga forma suelo para el establecimiento de otras especies. En California se ha observado que las especies arbustivas funcionan como nodrizas de las especies arbóreas (*Juniperus* sp. y *Pinus monophylla*), al mejorar el suelo y mejorar el microclima a nivel del suelo, lo que favorece la sobrevivencia de las plántulas de estas especies.²⁷

En Durango, y en general en México, se ha puesto poca atención al estudio de *A. pungens*, tanto desde el punto de vista de las pérdidas que puede causar al competir por espacio y nutrientes con especies de mayor valor económico (gramíneas o árboles), como desde el de su potencial para la recuperación y restauración de áreas degradadas.

El cambio climático también puede ser un factor que influye en el desplazamiento de los bosques de encino-pino por chaparrales. Hughes³⁵ señala que entre los posibles efectos del cambio

climático sobre los seres vivos está la tendencia de algunas especies a desplazarse a mayores altitudes o hacia los polos, como consecuencia de los cambios en las condiciones ecológicas. Es posible que los bosques de encino-pino, por esta razón, estén deslazándose a altitudes más elevadas, dejando su lugar a especies con mayor tolerancia a la sequía y a las perturbaciones recurrentes, como las especies de chaparral. Algunas evidencias de este fenómeno son el aumento en la superficie ocupada por chaparrales, la muerte de arbolado de encino, que se observa en altitudes bajas en la reserva de la biosfera de La Michilía en Durango³⁶ y en algunos otros lugares de México. Aunque la manzanita es afectada por estrés hídrico, en términos generales se ve favorecida por el cambio climático en aquellos lugares donde los árboles mueren por sequía.

Conclusiones

Arctostaphylos pungens es una especie clave a considerar para el manejo de las áreas forestales, tanto por su respuesta a los incendios forestales, como por su papel en la posible recuperación o restauración de áreas degradadas. Su estrategia ecológica, basada en una producción abundante de frutos, su dispersión por una gran variedad de mamíferos y aves, así como por la escorrentía superficial, la germinación fuego-dependiente, y la propensión a causar incendios intensos en su entorno, le permi-

ten desplazar a otras especies en muchos lugares de México. Si el manejo de las áreas de transición, orientado al uso del fuego para propiciar el crecimiento de pastos, continúa como hasta ahora, es probable que esta especie siga incrementado su densidad y extensión. En ausencia de fuego su reemplazo podría tardar hasta 50 años, por lo cual podría ser conveniente, en caso de buscar sustitución por especies arbóreas, realizar su extracción mediante prácticas mecánicas, pero sin el uso del fuego para el control de los desperdicios.

Dada la importancia ecológica de esta planta, por su capacidad para sobrevivir en sitios con suelo escaso, por la generación de sustrato y por su papel clave para la alimentación de varias especies de vida silvestre, es importante encauzar esfuerzos, por parte del sector forestal, para desarrollar sistemas de manejo de esta valiosa especie.

Resumen

La manzanita (*Arctostaphylos pungens*) es una planta ampliamente distribuida en las serranías de México. Su abundante producción de semillas, su capacidad para germinar como consecuencia de los incendios forestales, y su habilidad para adaptarse a ambientes perturbados, en conjunto con las prácticas extensivas de ganadería y de uso del fuego en estas áreas, ha propiciado que los chaparrales de manzanita ocupen cada vez mayores extensiones, reemplazando en muchos lugares a los encinares y a los bosques de pino. Si las prácticas de manejo continúan como hasta ahora, es posible que su sustitución por especies arbóreas, como consecuencia de la sucesión vegetal, no suceda a corto plazo. Por otra parte, en términos generales, la especie está siendo favorecida por el cambio climático en aquellos lugares en que los árboles mueren por sequía o incendios y la manzanita ocupa su lugar. El presente trabajo explora los mecanismos mediante los cuales ocurre la sustitución de encinares y pinares por chaparrales de manzanita.

Palabras clave: *Arctostaphylos pungens*, Chaparrales, Fuego, Germinación, Crecimiento.

Abstract

The Mexican «manzanita» (*Arctostaphylos pungens*) is a common and widely distributed plant in the Mexican mountains. It has an abundant seed production, high capacity to germinate after fire, and good adaptation to disturbed environments. «Manzanita» chaparral is becoming increasingly abundant, especially in areas where fires are frequent as well as in overexploited areas, either by grazing or logging. In many places it is replacing oak and pine forests. It is likely that «manzanitales» will persist for a long time and that they will expand if those practices continue. The general climatic change has also led to favoring the expansion of this species in places where trees are killed by fire or drought. This paper explores the mechanisms of replacement of pine and oak forest by chaparral.

Keywords: *Arctostaphylos pungens*, Fire, Chaparrales, Germination, Growth.

Referencias

1. Keeley, J. E. (1991). Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. *Botanical Reviews* 57: 81-116.
2. Keeley, J. E. (1977). Seed production, seed population soil, and seedling production after fire for two congeneric pairs of sprouting and nonsprouting chaparral shrubs. *Ecology* 58: 820-829.
3. Barrio J. del, L. Calabuig y R. Tarrega. (1999). Vegetative response of *Arctostaphylos uva-ursi* to experimental cutting and burning. *Plant Ecology* 145 (2): 191-195.
4. Odion D. C. y F. W. Davis (2000). Fire, soil heating, and the formation of vegetation patterns in Chaparral. *Ecological Monographs* 70(1): 149-169.
5. Keeley, J. E. 1992. Demographic structure of Californian chaparral in the long-term absence of fire. *Ecology* 70(6): 1619-1628.
6. García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Anales del Instituto de Geografía*. UNAM, México. 246 p.

7. Rzedowski, J. (1978). La vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 p.
8. Casas S., R., S. González E. y J. Tena F. (1995). Estructura y tendencias sucesionales en vegetación de clima templado semi-seco en Durango, México. *Madroño* 42(4): 501-515.
9. SECOPE (2003). Programa de ordenamiento territorial del estado de Durango. Inédito. 35 p.
10. Márquez-Linares, M. A. (2004). Distribución, germinación y estructura de poblaciones de *Arctostaphylos pungens* y su relación con el fuego en Durango, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Nuevo León, México.
11. Galindo-Leal C. y M. Weber (1998). El venado de la Sierra Madre Occidental. Edicusa-Conabio. México, D.F. 272 p.
12. González-Elizondo, M. (1984). Las plantas medicinales de Durango. Inventario Básico. Cuadernos de Investigación Tecnológica. CIDIIR-IPN 1(2):1-115.
13. Bye, R. (1986). Medicinal plants of the Sierra Madre: comparative study of Tarahumara and Mexican market plants. *Economic Botany* 40(1):103-124.
14. Diggs, G. M. (1995). *Arctostaphylos* Adanson, In: J. L. Luteyn (Ed.). *Ericaceae Part II. The superior-ovaryed genera. Flora Neotropica. Monograph 66: 133-145.*
15. Herrera González, Diana E. (2002). Aporte nutricional del ecosistema de maderas del Carmen, Coahuila, para el oso negro (*Ursus americanus eremicus*). Tesis M.C. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N. L., 81 p.
16. Rumble M.A. y Anderson S.H. (1996). Feeding ecology of Merriam's turkeys (*Meleagris gallopavo merriami*) in the Black Hills, South Dakota. *American Midland Naturalist*. 136 (1): 157-171.
17. Márquez-Linares, M. A. (2002). Algunos aspectos de la fenología y germinación de *Arctostaphylos pungens* HBK en Durango, Méx. Memorias del 3er ciclo de seminarios doctorales. FCF-UANL, México.
18. Kauffman, J. B. (1986). The ecological response of the shrub component to prescribed burning in mixed conifer ecosystem. Ph.D. Dissertation. University of California, Berkeley. 234 p.
19. Keeley, J. E. and C. J. Fotheringham (1998). Smoke-induced seed germination in California chaparral. *Ecology* 79(7): 2320-2336.
20. Baskin, C. C., and Baskin, J. M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination.* Academic Press, pp 666.
21. Keeley J. E. (1987). Ten years of change in seed banks of the chaparral shrubs, *Arctostaphylos glauca* and *A. glandulosa*. *American Midland Naturalist*.117(2): 446-448.
22. Anderson, J. M. (1985). Effects of prescribed burning on shrub seeds stored in duff and soil of Sierra Nevada Mixed Conifer forest. M.S. Thesis. Univ of Calif., Berkeley. 39p.
23. Wittaker R.H. (1975). *Communities and ecosystems.* Mc Millan Pub. Co., Inc. N.Y. 385p.
24. Wangler M. J. and R. Minnich A. (1996). Fires and sucesion in pinyon-juniper woodlands of the San Bernardino Mountains, California. *Madroño* 43(4): 493-514.
25. Van Dike, E. and K. D. Holl (2001). Maritime chaparral community transition on the absence of fire. *Madroño* 48(1): 221-229.
26. Conard, S. G. and S. R. Radosevich (1982). Post-fire succession in white fir (*Abies concolor*) vegetation of three montane chaparral species in California. *Forest Science* 27: 627-639.
27. Conard S. G., S. R. Sparks, and J. C. Regelbrugge (1998). Comparative plant water relations and soil water depletion patterns of tree seral shrub species on forest sites in southwestern Oregon. *Forest Science* 43(3): 336-347.
28. McDonald P. M. and G. O. Fiddler (1999). Effect of cattle grazing, seeded grass, and an herbicide on ponderosa pine seedling survival and growth. Research Paper Pacific Southwest Research Station, USDA Forest Service. No. PSW-RP-242, iii + 15 pp.
29. González-Elizondo, S., M. González-Elizondo & A. Cortés-Ortiz. 1993. Vegetación de la Re-

- serva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. *Acta Bot. Méx.* 22: 1-104.
30. González-Elizondo, M., Y. Herrera-Arrieta, M. S. González-Elizondo, M. A. Márquez-Linares y C. López-González (2000). Canatlán: Asociaciones vegetales. *Interciencia* 1(4): 12-16.
 31. Fulé, P.Z., A. García-Arevalo y W.W. Covington (2000). Effects of an Intense wildfire in a Mexican Oak-Pine forest. *Forest Science* 46:52-61.
 32. González Elizondo, M. S., M. González Elizondo, J. A. Tena Flores, I. L. López Enríquez y M. A. Márquez Linares (2001). Cambios sucesionales en la vegetación de Durango. *Memorias. Segunda Reunión Estatal de Ciencia y Tecnología. COCyTED.* 14-16 noviembre 2001. Durango, Dgo. p. 314-320.
 33. Davis, C. B. (1973). «Bark striping» in *Arctostaphylos* (Ericaceae). *Madroño* 22:145-149.
 34. Ketchum, J.S., R. Rose y B. Kelpsas. 2000. Comparison of adjuvants used in fall-release herbicide mixtures for forest site preparation. *Tree Planters' Notes* 49(3): 66-71.
 35. Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?. *Trends Ecol. Evol.* 15(2):56-61.
 36. Álvarez Z, R., J. L. Aguiar V., L. Palacio O. y R. Centeno Q. (2001). Verificación fitosanitaria del ejido San Juan de Michis, Suchil, Dgo. Informe Técnico. Programa Forestal y de Suelos del Estado de Durango. 6 p.

Recepción: 22 de febrero de 2005

Aceptación: 4 de mayo de 2005