

Cambios y tendencias sucesionales en ecosistemas de Durango

M. S. González Elizondo¹, M. González Elizondo¹,
I. L. López Enriquez¹, J. A. Tena Flores¹
y M. A. Márquez Linares¹

Resumen

En las últimas décadas los ecosistemas se han modificado drásticamente debido tanto a factores antropogénicos como a ciclos naturales. La comprensión de los cambios sucesionales es útil para aplicar los mecanismos que permitan mitigar tendencias indeseables. En Durango, la estructura de los bosques templados se está modificando hacia comunidades más abiertas, o los bosques están siendo desplazados por matorrales de manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y/o de charrasquillo (*Quercus depressipes*); algunos bosques de encino están siendo substituidos por matorral de *Dodonaea viscosa*. En varias comunidades la regeneración de árboles es insuficiente para reemplazar las poblaciones existentes. El incremento de arbustivas está ligado a un avanzado estado de deterioro provocado por sobrepastoreo, tala e incendios.

Palabras clave:

sucesión, conservación, vegetación, Durango.

Summary

On the last decades, relatively rapid changes have been occurring in the ecosystems due mainly to anthropogenic factors but also to natural factors. The understanding of the dynamics within and between communities can be useful to apply prevention actions to mitigate undesirable trends. In order to know the structure and to obtain a preliminary understanding of the successional trends of plant associations of temperate climate in the Mexican state of Durango, different communities of the Sierra Madre Occidental were studied. Results show that the structure of the temperate forests is changing to open communities, and that many areas of pine-oak forest are being replaced by manzanita scrub (*Arctostaphylos pungens*) and/or charrasquillo (*Quercus depressipes*), and also that some drier oak woodlands are being replaced by *Dodonaea viscosa* scrub. The present regeneration and recruitment of trees in some communities seem insufficient to maintain the woodlands. Invader shrubs reflect an advanced deterioration due to overgrazing, logging and fires.

Key Words:

succession, conservation, vegetation, Durango.

¹ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional. Academia de Recursos Bióticos. Becarios de la COFAA.

Introducción

El reemplazamiento progresivo de diferentes tipos de comunidades vegetales a través del tiempo se denomina sucesión. Entre las principales causas de cambio están el clima y factores antropogénicos, que pueden ser directos o indirectos.

La simple caída de un árbol desencadena un proceso de sucesión a nivel local. En un número reciente de National Geographic (Nov. 2002) se da a conocer, a manera de novedad, que las investigaciones de Emily Russell (1999) apoyan un "nuevo paradigma": el de que "los bosques son un mosaico cambiante". Se asevera que el término bosque clímax, denotando a los bosques que han alcanzado su condición "final, madura, balanceada, serena" es sólo cuento de hadas y que "el bosque real siempre está sometido a disturbio por algo". Sin embargo, desde hace ya más de 50 años, ecólogos como Aubreville, Jones y Whittaker habían planteado independientemente la hipótesis del bosque como un mosaico cambiante, y del cambio permanente en los ecosistemas.

Un poco de historia

Tres escuelas principales de pensamiento acerca de la sucesión reflejan los ecosistemas dominantes donde sus seguidores trabajaban:

1. Clements, basado en observaciones sobre bosques boreales que han estado en equilibrio por siglos desarrolló desde principios de Siglo XX la Teoría del clímax: vegetación que es estable y se autoperpetúa.

Clements consideraba que el factor ambiental más importante es el clima. Desde su punto de vista, en un área dada pueden ocurrir diversos tipos de sucesión vegetal, pero todos tienden a converger hacia una forma final y estable, el clímax. El postulaba que para cada región climática existía únicamente un clímax potencial (Teoría del Monoclimax). Posteriormente al trabajo de Clements, emergieron en EU y Gran Bretaña enfoques alternativos a la teoría del monoclimax por biogeógrafos tales como Nichols y Gleason.

Tansley, la figura dominante en la ecología británica durante el período entre las dos grandes guerras, aceptó mucho de la teoría Clementsiana pero indicando que otros factores ambientales pueden tener igual importancia que el clima. De aquí surge la Teoría del Policlímax: dentro de una región climática se pueden desarrollar varias vegetaciones climax debido a que el factor climático no puede reducir totalmente a un nivel subordinado los efectos de otros factores.

Más adelante los ecólogos británicos adoptaron un punto de vista intermedio entre las dos teorías. Ellos veían como "clímax climático" a la formación que se encontraba sobre la combinación de suelo y topografía que estuviera más ampliamente distribuida en una región climática, y como "clímax edáfico" o "fisiográfico" a otras comunidades en la misma área.

2. Muchas de las críticas al concepto Clementsiano de sucesión han surgido de estudios en los trópicos, particularmente en los bosques tropicales lluviosos. El trabajo de Aubreville en Africa Occidental generó datos que contrarrestaban fuertemente la teoría del monoclímax. Aubreville encontró ejemplos de que las especies dominantes del bosque no estaban produciendo regeneración y casos en los que las densidades de juveniles pertenecían a un grupo de árboles diferentes de los que formaban el dosel.

Su teoría de mosaico o teoría cíclica de regeneración argüía que los árboles presentes en una localidad son substituidos por una diferente combinación de árboles, es decir, que la vegetación no es constante ni en el espacio ni en el tiempo.

Desde el trabajo de Aubreville, varios investigadores han considerado al bosque tropical como un mosaico de parches creados por caídas de árboles, cada parche difiriendo en edad, tamaño y composición de especies. La teoría más ampliamente citada para explicar la estructura y función de los bosques tropicales es la del ciclo de crecimiento del bosque, propuesta por Whitmore.

Esta plantea que el ciclo de crecimiento del bosque tiene tres fases: apertura de huecos, construcción y madurez. Whitmore arguye que el bosque puede ser visto como

un mosaico de diferentes fases estructurales. Se inicia con el hueco causado por caída de un árbol y es rápidamente seguida por la fase de construcción y eventualmente el hueco se llena por el crecimiento, llegando a la fase madura (Australian Geographical Studies, Vol. 31, pp. 155-176).

Pero no solamente se ha criticado la teoría de Clements a partir de estudios en áreas tropicales. Por ejemplo, Jones ha sugerido una mecánica similar a la teoría de regeneración en mosaico para bosques boreales templados, indicando que frecuentemente no se observa regeneración bajo las especies dominantes de árboles.

3. Una tercera hipótesis es propuesta por Whittaker (1953): la del patrón clímax, o mosaico (patrón de comunidades que se corresponde con un patrón de gradientes ambientales). Al cambiar los factores ambientales, también se va modificando el equilibrio entre las poblaciones de plantas. Él argumentaba que al haber tantos factores combinados determinando la naturaleza de la población (ej. diversos factores ecológicos, genética de especies), no podía existir un clímax absoluto para ninguna área.

La teoría del *continuum* surge de su propuesta de que la cubierta vegetal es básicamente continua a lo largo de gradientes continuos, y que no existen divisiones claras en la vegetación a menos que haya discontinuidades ambientales pronunciadas.

El cambio climático y su efecto en la vegetación

Los períodos de sequía son parte de ciclos naturales, pero los cambios climáticos drásticos de los últimos años son resultado de desajustes en la atmósfera causados por el hombre.

El incremento de CO₂ atmosférico está modificando el clima, lo que a su vez ocasiona cambios en la composición de especies y reducción de los bosques de clima templado (Fisher et al. 1995; Villers-Ruíz y Trejo-Vázquez 1998 a, b). Los patrones de cambio pueden apreciarse mediante la descripción de incremento y decremento de especies

(Pickett et al. 1987) y su relación con algunos factores de disturbio (Pickett y McDonnell, 1989).

Las interacciones con herbívoros y patógenos pueden ser importantes en el curso de la sucesión (Connell y Slatyer, 1977) y, aunados a factores como bajo vigor de los árboles, ataque de plagas y requerimientos de germinación no alcanzados, inciden en una escasa regeneración de pinos y encinos (Pickett et al. 1987).

Los procesos de deforestación actuales pueden impactar el clima a escala regional en períodos incluso menores que los propuestos bajo el esquema de cambio climático (Magaña R., V., 2001).

Adicionalmente a los cambios en los regimenes climáticos, se dan pérdidas de diversidad biológica y pérdidas de suelo y por cada hectárea de suelo de conservación (suelo con capacidad de absorber e infiltrar agua) que se pierde (ej. por urbanización) se dejan de captar 2.5 millones de litros de agua al año (Mostache, 2000)².

La situación en Durango

Los bosques de Durango han sido estudiados por Gordon (1968); Maysilles (1959); González et al. (1991, 1993); Casas et al. (1995), González (1997), y Márquez y González (1998). Sin embargo, no se cuenta con trabajos que documenten los cambios en los diversos ecosistemas. Extensas áreas de bosque en la Sierra Madre Occidental se encuentran perturbadas, y la vegetación secundaria resultante ha sido escasamente documentada. La vegetación cercana a la ciudad de Durango ha sido explotada durante más de cuatro siglos como fuente de leña y carbón, y anteriormente por ser asentamiento de culturas precolombinas (Hendricks, 1958). Los incendios, el sobrepastoreo y la extracción de leña, aunados a condiciones climáticas poco favorables han provocado innumerables cambios en la vegetación.

² Mostache Mondragón, Aarón (Secretario de Medio Ambiente del D.F.). 2000. Conferencia en Academia de Ciencias Forestales. México, D.F.

Es importante entender los procesos de sucesión y aplicar mecanismos para mitigar las tendencias indeseables. La información aportada en este trabajo puede fundamentar investigaciones futuras y ser útil para reorientar programas de manejo.

Material y métodos

La estructura y la composición de diversas asociaciones vegetales de clima templado de Durango se han estudiado entre 1985 y 2005 con el fin de registrar tendencias sucesionales. Se han analizado clases de tamaño de las especies leñosas, determinándose la densidad, frecuencia y cobertura, así como los índices de diversidad y equitatividad. Mediante la comparación entre los parámetros registrados para cada clase de tamaño se predicen las tendencias de cambio a corto plazo. La información se complementa con la comparación entre comunidades actuales y las reseñas históricas de vegetación, así como con observaciones directas relacionadas con los principales eventos climáticos extremos en Durango en años recientes (helada de 1997 y sequía de 1998).

Algunas de las limitaciones del método usado son discutidas por Austin (1977), Peet y Christensen (1980) y González *et al.* (1993). Su elección se basó en la carencia de comunidades equivalentes no perturbadas para comparación y en la escasa factibilidad de permanencia de puntos de muestreo periódicos para estudios a largo plazo.

Resultados

Cambios de la vegetación en Durango

En Durango -como en gran parte del país- la vegetación está sufriendo acelerados cambios debido a sobreexplotación y a estrés hídrico (en el norte de México particularmente a partir de la sequía de 1998). La escasa cobertura vegetal del suelo repercute en mayor estrés hídrico, y los árboles mueren o se debilitan debido a la falta de agua o al ataque de plagas en árboles debilitados.

Bosques de pino-encino.

En diversas áreas de la Sierra Madre Occidental se presenta mortandad de árboles debido a sequía y al ataque de plagas (principalmente descortezadores de pinos). La especie más afectada es *Pinus leiophylla*.

En bosques perturbados el estrato de juveniles y arbustivas está generalmente dominado por manzanita (*Arctostaphylos pungens*) o por *Quercus depressipes*. El inventario de plántulas indica baja regeneración de especies arbóreas.

Por otra parte, en cañadas con relativamente alta humedad ambiental ubicadas en serranías más o menos secas persisten todavía especies que son características de sitios más fríos y húmedos. Por ejemplo, en la Sierra del Epazote en Canatlán, Dgo., se localizan *Cupressus arizonica*, *Pinus ayacahuite*, *P. durangensis* y *Quercus rugosa* en una cañada en medio de bosque seco de pino piñonero (*P. cembroides*). Se considera que estos árboles son elementos relictuales de épocas más frías y húmedas en que esos bosques ocupaban áreas mayores, hace unos 8,000 años.

Bosques de encino.

En una comunidad del sur del estado, el encino colorado (*Quercus eduardii*) con escasos *Q. chihuahuensis*, *Q. conzatii* y *Q. grisea*, la especie dominante, *Q. eduardii* tiene una densidad de 42 árboles/ha (80% del total) (Casas et al. 1995). En el estrato medio el arbusto *Dodonaea viscosa* ("matagusano") es dominante florística y fisonómicamente. *Arctostaphylos pungens* destaca en sitios sometidos a incendios para favorecer el crecimiento de pastos. La única especie arbórea que presenta regeneración es *Q. eduardii*.

Los valores de regeneración son bajos, en contraste con lo encontrado para un bosque dominado por la misma especie en un área protegida (González et al. 1993). La comparación de estructuras entre estratos, la dominancia de *Dodonaea viscosa* y la presencia de matorrales casi puros de *Dodonaea* en áreas adyacentes sometidas a

perturbación más intensa, indican que el encinar está siendo desplazado por esa especie introducida de afinidad tropical.

Vegetación de clima semiárido

La composición de los matorrales de Acacia-Opuntia de una parte de la zona semiárida de Durango fue modificada después de la helada extrema de diciembre de 1997, en la que muchos nopales murieron.

Modificaciones de otra índole y a más largo plazo derivadas de la disminución del agua subterránea, han ocurrido en sitios del Valle del Guadiana (p. ej. área de Navacoyán), ahora ocupados por bosque espinoso de huizache, que aún en la década de los 60s eran áreas pantanosas con manantiales de agua caliente y parches flotantes de vegetación herbácea. La mayor parte de esos pantanos han desaparecido y los terrenos se han vuelto salitrosos, y las comunidades de Sphagnum están ahora restringidas a pequeñas áreas.

Cuadro 1. Requerimientos de temperatura media y precipitación media anual para los principales tipos de vegetación de Durango.

	Temperatura media anual, °C	Precipitación media anual, (mm)
MATORRAL XERÓFILO	12-22	100-400
PASTIZAL	12-18	250-400
BOSQUE DE PIÑONERO	12-16	400-500
BOSQUE DE ENCINO	12-16(20)	500-1200
BOSQUE DE CONÍFERAS	6-16	600-1500
BOSQUE MESÓFILO	12-18	1000-2200
BOSQUE TROPICAL	18-26	400-700

Discusión

Una tendencia general en los ecosistemas de Durango es hacia la fragmentación de las comunidades vegetales, así como a una menor densidad. Actualmente los bosques son más abiertos y en diversas áreas están siendo desplazados por matorrales. En Durango,

la fragmentación más evidente se presenta particularmente en los bosques de clima templado y en las comunidades de clima cálido subhúmedo.

Otra tendencia sucesional es la retracción de los bosques de clima templado hacia mayores elevaciones, y su substitución por matorrales secundarios. Los eventos climáticos extremos de la última década, particularmente las bajas temperaturas de 1997 y la sequía de 1998, aunadas al estrés hídrico de la vegetación en áreas que han sido afectadas por aprovechamiento inmoderado, repercuten en una retracción de los bosques hacia mayores elevaciones.

Aunque los cambios en la vegetación son parte de ciclos naturales, la tasa de cambio actual es alta. Es cada vez más común encontrar sitios con asociaciones secundarias mantenidas por disturbio antropogénico. El incremento de arbustivas está ligado a un estado de deterioro provocado por tala, sobrepastoreo e incendios. Un importante factor de deterioro es la expansión de la ganadería en áreas sin "vocación" ganadera.

A pesar de que las especies de *Pinus* y *Juniperus* son heliófilas y por lo tanto se ven favorecidas por los aclareos, y de que algunas especies de *Quercus* son tolerantes al disturbio, aún en las comunidades muy abiertas la regeneración de las especies arbóreas es baja y el bosque está siendo reemplazado por matorrales.

Esta tendencia implica un cambio drástico en la dinámica de la vegetación, ya que los matorrales de *Arctostaphylos*, una vez establecidos, no permiten el restablecimiento del bosque a corto plazo. *Arctostaphylos pungens* y *Quercus depressipes* son favorecidos por los incendios. La aplicación de quemas controladas (fuegos prescritos, de baja intensidad) debe convertirse en una herramienta imprescindible para el manejo y conservación de los bosques, evitando el efecto devastador de incendios de alta intensidad.

La escasa cobertura vegetal del suelo y el estrés hídrico incrementan la vulnerabilidad de los árboles a los efectos de plagas y a los eventos climáticos extremos. Es necesario establecer un balance entre la necesidad de desarrollo económico y la de conservar lo

que aún persiste de ecosistemas nativos. Es también urgente prever las consecuencias negativas de la disminución de las áreas boscosas de la Sierra Madre Occidental y tomar acciones que permitan afrontar la reducción en la captación de agua así como el incremento en la erosión y el azolve de depósitos de agua.

Bibliografía

Casas S, R., S. González E. & J. A. Tena. 1995. Estructura y tendencias sucesionales en bosques de clima templado semi-seco en Durango, México. *Madroño* 42(4): 501-515.

Connell, J. H. & R. O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Amer. Nat.* Vol. 111 (982):1119-1144.

Fisher, J.T., P.A. Glass & J. T. Harrington. 1995. Temperate pines of northern Mexico: their use, abuse and regeneration. In: Biodiversity and Management of the Madrean Archipelago: The Sky Islands of Southwestern United States and Northwestern Mexico. DeBano, L.F., G.J. Gottfried, R.H. Hamre, C. B. Edminster, P. F. Ffolliott and A. Ortega-Rubio (tech. coors.). Sept. 1994, Tucson, AZ. USDA Forest Service General Technical Report RM-GTR-264. pp. 165-173.

González Elizondo, S., M. González y J. Tena. 1991. Sucesional trends in temperate forests of Durango, Mexico. *Supplement to American Journal of Botany* 78(6): 240.

González Elizondo, S., M. González y A. Cortés. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. *Acta Botánica Mexicana* 22: 1 - 104.

González Elizondo, S. 1997. Upper Mezquital River Region, Sierra Madre Occidental, México. In: Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation. Vol. 3. The Americas. S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton. The World Wide Fund for Nature (WWF) - The World Conservation Union (IUCN). Cambridge, U.K. 157-160.

Gordon, A. G. 1968. Ecology of *Picea chihuahuana* Martínez. *Ecology* 49: 880 - 896.

Hendricks, A. J. 1958. Informe sobre la vegetación actual de un sitio arqueológico de la civilización Chalchihuites y de sus alrededores, vecino a la ciudad de Durango, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 26: 177-221.

Márquez Linares, M. A. Y M. S. González Elizondo. 1998. Composición y estructura del estrato arbóreo de un bosque de pino-encino en Durango, México. *Agrociencia* 32: 413-419.

Magaña R., V. 2001. El clima de México y su variabilidad: interacciones con el paisaje. Memorias del Simposio Historia del paisaje y la vegetación de México, XV Congreso Mexicano de Botánica. Querétaro, Qro.

Maysilles, J. H. 1959. Floral relationships of the pine forests of western Durango, México. Tesis Doctoral, University of Michigan. Ann Arbor. 165 pp.

Peet, R.K. & N.L. Christensen. 1980. Succession: A Population Process. *Vegetatio* 43: 131-140.

Pickett, S.T.A., S.L. Collins & J.J. Armesto. 1987. Models, mechanisms and pathways of succession. *The Botanical Review* 53(3): 335-371.

Pickett, S.T.A. & M.J. McDonnell. 1989. Changing perspectives in community dynamics: A theory of successional forces. *Trends in Ecology and Evolution* 4(8):241-245.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432 pp.

Rzedowski, J. Y G. C. Calderón. 1990. Nota sobre el elemento africano en la flora adventicia de México. *Acta Botánica Mexicana* 12: 21-24.

Villers-Ruíz, L. E I. Trejo-Vázquez. 1998a. Impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia* 23(1): 10-19.

Villers-Ruíz, L. E I. Trejo-Vázquez. 1998b. Climate change on Mexican forests and natural protected areas. *Global environmental change - human and policy dimensions* 8(2): 141-157.