



Estudios  
socioambientales

....



# Experiencias mexicanas en la restauración de los **ecosistemas**

**Eliane Ceccon**  
**Cristina Martínez-Garza**  
Coordinadoras

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Graue Wiechers  
*Rector*

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas  
*Secretario General*

Dr. Domingo Alberto Vital Díaz  
*Coordinador de Humanidades*

Dra. Margarita Velázquez Gutiérrez  
*Directora del Centro Regional  
de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM)*

COMITÉ EDITORIAL  
CRIM

Dra. Margarita Velázquez Gutiérrez  
*PRESIDENTA*

Lic. Mercedes Gallardo Gutiérrez  
*Secretaria Técnica del CRIM*  
*SECRETARIA*

Dra. Adriana Ortiz Ortega  
*Profesora de la Facultad de Ciencias  
Políticas y Sociales, UNAM*

Dra. Verónica Vázquez García  
*Profesora-investigadora del Programa  
de Postgrado en Desarrollo Rural,  
Colegio de Postgraduados*

Dra. Elsa María Cross y Anzaldúa  
*Profesora de la Facultad  
de Filosofía y Letras, UNAM*

Dr. Carlos Javier Echarri Cánovas  
*Profesor-investigador del Centro  
de Estudios Demográficos, Urbanos  
y Ambientales, El Colegio de México*

Dra. Maribel Ríos Everardo  
*Secretaria Académica del CRIM*  
*INVITADA PERMANENTE*

Mtra. Yuriria Sánchez Castañeda  
*Jefa del Departamento de Publicaciones del CRIM*  
*INVITADA PERMANENTE*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DEL ESTADO DE MORELOS

Dr. Jesús Alejandro Vera Jiménez  
*Rector*

Dra. Patricia Castillo España  
*Secretaria General*

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán  
*Secretario Académico*

Dra. Lydia Elizalde y Valdés  
*Directora de Publicaciones  
de Investigación*

COMISIÓN NACIONAL  
PARA EL CONOCIMIENTO  
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Dr. José Sarukhán Kermez  
*Coordinador Nacional*

Mtra. Ana Luisa Guzmán  
y López Figueroa  
*Coordinadora General de Proyectos y Enlace*

Biól. Hesiquio Benítez Díaz  
*Director General  
de Cooperación Internacional  
e Implementación*

Dra. Andrea Cruz Angón  
*Coordinadora de Estrategias  
de Biodiversidad  
y Cooperación Internacional*

# Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas

Eliane Ceccon  
Cristina Martínez-Garza  
Coordinadoras



Universidad Nacional Autónoma de México  
Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Cuernavaca, 2016

Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas / Eliane Ceccon, Cristina Martínez-Garza, coordinadoras. -- Primera edición. -- Cuernavaca, Morelos : Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias; Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Ciudad de México : Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2016. 577 páginas.

ISBN: 978-607-02-8157-0 (UNAM)

ISBN: 978-607-8434-76-3 (UAEM)

ISBN: 978-607-8328-56-7 (Conabio)

1. Conservación de la naturaleza -- México. 2. Manejo de ecosistemas -- México. 3. Conservación de la biodiversidad -- México. 4. Comunidades bióticas -- México. I. Ceccon, Eliane, editor II. Martínez-Garza, Cristina, editor.

QH77.M4.E96 2016

LIBRUNAM 1902111

Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por pares académicos externos al CRIM, de acuerdo con las normas establecidas en los Lineamientos Generales de la Política Editorial del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigación realizada gracias a los Programas UNAM-DGAPA-PAPIIT IN 105015, Dinámica de sistemas complejos y física biológica; y 300615, Modelos experimentales para viabilizar la integración de la población local en actividades de restauración

Diseño de forros: Carlos E. F. Suárez Ayala / Add\_FACES

Primera edición: 17 de junio de 2016

D.R. © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria, delegación Coyoacán, 04510, Ciudad de México

Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias  
Av. Universidad s/n, Circuito 2, colonia Chamilpa  
62210, Cuernavaca, Morelos  
www.crim.unam.mx

Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Av. Universidad 1001, colonia Chamilpa  
62210, Cuernavaca, Morelos  
<publicaciones@uaem.mx> <libros.uaem.mx>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)  
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, colonia Parques del Pedregal, delegación Tlalpan  
14010, Ciudad de México

ISBN: 978-607-02-8157-0 (UNAM)

ISBN: 978-607-8434-76-3 (UAEM)

ISBN: 978-607-8328-56-7 (Conabio)

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales. Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México

Impreso y hecho en México

## Evaluación del éxito de la restauración del bosque nublado en la región de Xalapa, Veracruz

Guadalupe Williams-Linera  
guadalupe.williams@inecol.mx

Claudia Álvarez-Aquino  
Miguel-Ángel Muñoz-Castro  
Rosa Amelia Pedraza

### Abstract

An important part of ecological restoration is the periodic evaluation of its success. The objective was to evaluate restoration success in the short and medium term of cloud forest restoration trails established since 1998 around Xalapa, Veracruz. Plantings of native tree species with pioneer, intermediate and late successional tree species were established in old fields and abandoned pastures representing a gradient of disturbance. The development of the assays was compared with natural successional trajectories of vegetation structure, the proportion of species of functional groups and biodiversity of the ecosystem of reference. The first two years were critical to the performance of the plantings; survival increased with age at transplanting time. In a short term (4-6 years), species planted overcame limiting barriers to the successional process such as dominance of exotic grass and bracken fern, herbivory by gophers and stressful microenvironmental conditions. In the medium term (10-16 years), the trail with intermediate and late species had a structure with two canopy layers, understory, epiphytes, lianas, and recruitment of species characteristic of the reference ecosystem. When only pioneer species were planted, the successional process was not accelerated; *Trema micrantha* formed monodominant stands that inhibited the establishment of other species. Secondary succession may indicate the trajectory that keep following the trials, progress towards the reference forest and towards the restoration of this ecosystem.

**Key words:** cloud forest, disturbance gradient, restoration success, secondary succession, vegetation structure.

## Introducción

La evaluación del éxito de los proyectos de restauración ecológica es un asunto crucial, ya que la mayor parte de los estudios ha reportado datos a corto y mediano plazos (< 5 años, y de 5 a 10 años, Wortley *et al.*, 2013), mientras que la recuperación de un ecosistema toma más tiempo. Existe un número creciente de estudios enfocados en la restauración ecológica, pero muchos más estarán madurando en los próximos años; para cuando los datos a mediano plazo de experiencias de restauración ecológica estén disponibles, será conveniente contar con indicadores que permitan evaluar su éxito.

Para reconocer cuándo las acciones de restauración ecológica han sido exitosas, idealmente se puede corroborar a través de la expresión de nueve atributos propuestos por la Sociedad Internacional de Restauración Ecológica (SER, por sus siglas en inglés) (SER, 2004). Algunos de esos atributos implican que el ecosistema restaurado debe contener un conjunto de especies características del ecosistema de referencia, los grupos funcionales, el ambiente físico, funcionar normalmente e integrarse de manera adecuada a un paisaje ecológico. Otros indicadores pueden considerar que el ecosistema restaurado provea bienes y servicios naturales, brinde hábitat para especies raras, protección de la diversidad genética de especies seleccionadas, e incluso que ofrezca amenidad estética o acomodo a actividades de valor social (SER, 2004).

En toda evaluación del éxito de la restauración se deben incluir al menos dos de tres parámetros importantes: diversidad (riqueza, abundancia de especies y grupos funcionales), estructura de la vegetación (densidad, área basal, altura) o procesos ecológicos (reciclaje de nutrientes, micorrizas, interacciones). Otro requisito es que se debe comparar la recuperación del bosque con uno o varios sitios de referencia (Ruiz-Jaen y Aide, 2005; Wortley *et al.*, 2013).

Diversos ensayos de restauración ecológica del bosque nublado o mesófilo de montaña (BMM) se han llevado a cabo en la región de Xalapa desde hace más de 15 años (Pedraza y Williams-Linera, 2003; Álvarez-Aquino *et al.*, 2004; Muñoz-Castro *et al.*, 2015). Desde esta perspectiva surgen las siguientes preguntas: ¿se puede considerar que 12 o 16 años es un plazo