

# El Cofre de Perote

## Situación, perspectivas e importancia

Héctor Venancio Narave Flores  
Leticia Garibay Pardo  
María de los Ángeles Chamorro Zárate  
Luis Raúl Álvarez Oseguera  
Yadeneyro de la Cruz Elizondo

Coordinadores

**Universidad Veracruzana**

**Primera edición como publicación electrónica**

México / 2016

# **El Cofre de Perote**

## **Situación, perspectivas e importancia**

**Héctor Venancio Narave Flores**  
**Leticia Garibay Pardo**  
**María de los Ángeles Chamorro Zárate**  
**Luis Raúl Álvarez Oseguera**  
**Yadeneyro de la Cruz Elizondo**  
**COORDINADORES**

**Primera edición como publicación electrónica**  
**México / 2016**  
**© Derechos reservados**

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**

**ISBN: 978-607-8445-14-1**

**Hecho en México**

Editora Periodística y Análisis de Contenidos S.A de C.V.  
CÓDICE / Taller Editorial  
Xalapa, Veracruz.

## CONTENIDO

- **Introducción** ..... 9

### **Organización Social y Desarrollo Comunitario**

- **Aspectos sociambientales del Parque Nacional Cofre de Perote desde la perspectiva de sus habitantes** ..... 16

*Héctor Narave, Jeronimo Vázquez, Leticia Garibay y M. de los Ángeles Chamorro*  
Facultad de Biología-Xalapa. UV / Pronatura Veracruz A.C.

- **Opciones de participación de género para la protección de bosques en el Parque Nacional Cofre de Perote, México: PFM y podas** ..... 26

*M. del Rosario Pineda-López, Lázaro Sánchez-Velásquez, Suria Vázquez, Rogelio Lara y Rafael Ortega*  
Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada UV / COSUSTENTA UV

- **Experiencias en la Construcción de un Mecanismo de Compensación por Servicios Ambientales en la Subcuenca del río Pixquiac y el Inicio de una Nueva Experiencia en los ríos Huehueyapan y Texolo** ..... 34

*Luisa Paré, Tajín Fuentes, Alejandro Negrete y Udavi Cruz*  
SENDAS, A. C.

- **Gestión compartida de la subcuenca del río Pixquiac: conexiones desde la montaña** . . . 42

*Georgina Vidriales y María L. León*  
SENDAS, A. C.

- **Avances en el establecimiento de un corredor de turismo sustentable en la ladera oriental del Cofre de Perote: sinergias intersectoriales para la conservación desde el enfoque de cuenca** ..... 49

*J. Alejandro Negrete Ramírez, M. de los Ángeles Piñar Álvarez*  
SENDAS, A.C., Colegio de Veracruz

- **Biodigestores de polietileno tubular: una biotecnología apropiada a las comunidades del Parque Nacional Cofre de Perote** ..... 56

*Arturo Arenas Moreno y J. Armando Lozada García*  
Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, UV

- **El agua en el Cofre de Perote, ¿Un recurso que se agota?** ..... 63

*Margarito Páez*  
Facultad de Biología-Xalapa, UV

## Investigación

- **Distribución y Grado de Infección de Muérdago en los Bosques Manejados de la Comunidad de Tonalaco, Veracruz** ..... 71  
*Miguel A. Vega y Patricia Negreros-Castillo*  
Instituto de Investigaciones Forestales, UV
- **El Parque Nacional Cofre de Perote. Experiencias Receptorales** ..... 81  
*Leticia Garibay, Héctor Narave y Yadeneyro de la Cruz*  
Facultad de Biología-Xalapa, UV
- **Actividades de impacto multidimensional en la zona de influencia del Cofre del TTSPe.** ..... 90  
*David Medina y Martín Rivadeneyra*  
Instituto Tecnológico de Perote
- **Capacitación ambiental para la población rural del Cofre de Perote.** ..... 94  
*Héctor Narave y M. de los Ángeles Chamorro*  
Facultad de Biología-Xalapa, UV.

## Investigación Botánica

- **Exploraciones botánicas en el Volcán Cofre de Perote** ..... 107  
*Miguel J. Cházar, Héctor Narave y Jerónimo Vázquez*  
Facultad de Biología- Xalapa, UV y PRONATURA Veracruz A.C.
- **Fenología reproductiva de las especies alpinas del Cofre de Perote: una aproximación al uso de ejemplares de herbario como indicadores de Cambio Climático** ..... 112  
*Jerónimo Vázquez-Ramírez, Claudia Álvarez-Aquino, Armando Martínez-Chacón, Virginia Rebolledo-Camacho y Armando Aparicio-Rentería*  
Pronatura Veracruz A.C. / Instituto de Investigaciones Forestales, UV  
Instituto de Neuroetología, UV
- **El género *Castilleja* (Orobanchaceae) en el Cofre de Perote** ..... 118  
*J. Antonio Francisco*  
Facultad de Biología-Xalapa, UV
- **Diversidad, distribución y adaptaciones ecológicas de helechos a lo largo de gradientes de altitud e influencia antrópica en las faldas del Cofre de Perote, Veracruz** ..... 125  
*César I. Carvajal-Hernández, Thorsten Krömer y Juan C. López-Acosta*  
Centro de Investigaciones Tropicales, UV

- **Estado de conservación de *Chusquea bilmekii*, bambú de la región del Cofre de Perote** ..... 132  
*M. Teresa Mejía-Saulés y M. Monserrat Ramiro Cano*  
 INECOL, A.C.

### **El sector oficial en el Cofre de Perote**

- **Actividades de la Comisión Nacional Forestal en el Cofre de Perote**..... 140  
*Martín G. Castillo*  
 CONAFOR

### **Restauración y conservación ambiental**

- **Ecología, restauración y regeneración de bosques en la región del Cofre de Perote** . . . 147  
*Lázaro R. Sánchez-Velásquez, M. del Rosario Pineda-López, Luz Avendaño Yáñez, Rogelio Lara-González, José A. Pensado-Fernández, Rafael Ortega-Solis, Diego Domínguez-Hernández y Elizabeth Ramírez-Bamonde*  
 Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, UV
- **Programa de educación ambiental y restauración forestal en el área natural protegida del Cofre de Perote** ..... 153  
*Sergio Madrid y Enrique Trujillo*  
 Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible
- **La restauración de las comunidades vegetales del Parque Nacional Cofre de Perote: la experiencia de Pronatura Veracruz** ..... 159  
*Jerónimo Vázquez-Ramírez, Elisa Peresbarbosa-Rojas, Eduardo Cota-Corona, Paloma Mejía, Edgar E. Magdaleno, Manuel Martínez-Peña, Adriana Zepeda-Fitta, Belisario Quinto-Chontal, J. Isidro Marín*  
 Pronatura Veracruz, A.C.
- **Regeneración natural de *Pinus hartwegii* Lindl en áreas restauradas del Parque Nacional Cofre de Perote** ..... 165  
*Alejandro Quirino, C. Cecilia Acosta, Pascual Linares, Ana I. Suárez y Zoylo Morales*  
 Facultad de Biología-Xalapa, UV
- **Condición del bosque de coníferas de la Reserva de San Juan del Monte, Veracruz, Post-Aprovechamiento Forestal**..... 173  
*Daniel Rodríguez, C. Cecilia Acosta, Pascual Linares, Ana I. Suarez y Joaquín Jiménez*  
 Facultad de Biología-Xalapa, UV

- ***Pinus hartwegii*: una alternativa para la reforestación del Parque Nacional Cofre de Perote** ..... 179  
*Ricardo A. Aquino, C. Cecilia Acosta, Pascual Linares, Ana I. Suárez, Zoylo Morales*  
 Facultad de Biología-Xalapa, UV

## Uso y manejo de recursos naturales

- **La actividad forestal en la cuenca alta del río La Antigua** ..... 185  
*Rosa A. Pedraza, L. Raúl Álvarez y Abelardo Hoyos*  
 Instituto de Investigaciones Forestales UV, CONANP, CEDRO, S.A. de C. V.
- **Determinación de turnos para las principales especies de coníferas en la región del Cofre del Cofre de Perote** ..... 192  
*L. Raúl Álvarez*  
 CONANP
- **Los suelos del Cofre de Perote: calidad y servicios ecosistémicos** ..... 198  
*Daniel Geissert y Enrique Meza*  
 INECOL, A. C.
- **Dinámica del paisaje y la variabilidad espacial de la fertilidad del suelo. Caso: ejido El Conejo, Cofre de Perote, Veracruz, México** ..... 206  
*Manuel Castañeda*  
 Facultad de Ciencias Agrícolas- Xalapa, UV
- **Cambio de uso del suelo y factores promotores: caso de estudio en la ladera oriental del Cofre de Perote** ..... 212  
*Patricia Gerez*  
 Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, UV
- **Plan de manejo del área de captación de agua para el municipio de Xalapa, Veracruz** ..... 220  
*J. Abelardo Hoyos, Eduardo Isunza*  
 CEDRO, S.A. de C.V.

## Educación Ambiental

- **Educación y comunicación ambiental en localidades rurales** ..... 232  
*M. Ángeles Chamorro, Héctor Narave, Nancy Domínguez, J. Armando Lozada y Yadeneyro de la Cruz*  
 Facultad de Biología-Xalapa, UV

- **Educación ambiental en El Conejo y Agua de Los Pescados,  
Parque Nacional Cofre de Perote** ..... 237  
*M. Eliré Perez*  
Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, U.V.
- **Ecotecnias como estrategia de Educación Ambiental en una localidad cercana al Parque  
Nacional Cofre de Perote** ..... 246  
*Citlalli Aguilera y Yadeneyro de la Cruz*  
Facultad de Biología-Xalapa, UV

Las opiniones y criterios contenidos en los trabajos que integran esta publicación colectiva son responsabilidad de cada autor.



## Introducción

La montaña denominada Cofre de Perote ubicada en el centro del estado de Veracruz se encuentra entre las diez de mayor elevación del País. Constituye un sitio de calidad escénica por su belleza y los paisajes que ofrece, pero sobretodo es de gran importancia biológica, ambiental y social para la región central del estado, en particular porque en esta se originan diversas corrientes de agua que abastecen del vital líquido a poblaciones importantes entre las que pueden mencionarse Coatepec, Xico, Teocelo, Perote y parcialmente a Xalapa, y a más de una veintena de localidades que se asientan en sus inmediaciones, además de otras tantas que se ubican en la parte baja de la misma por lo que constituye uno de los sistemas generadores de agua más importantes de la región del que se abastecen más de 700000 habitantes (Conafor 2002).

Este aspecto ha conducido a Ayuntamientos como el de Coatepec a realizar acciones para la protección de áreas en proyectos como “Pago por Servicios Ambientales”, en modalidad cosecha de agua, lo que constituye un punto de referencia nacional ya que fue el primero en su tipo en el país.

El reconocimiento de la importancia del Cofre de Perote históricamente se ve reflejado en el decreto de Parque Nacional desde 1937, a la parte alta de la montaña a partir de los 3000 msnm hasta la cima, aprox. a 4240 msnm, con el objeto de: “conservar los bosques que la cubren, ya que esta vegetación es la que determina el equilibrio entre los diversos factores naturales, que intervienen en la climatología e hidrología de la región, lo que es necesario para asegurar las funciones benéficas que desempeña dicha montaña” (DOF, 1937).

Desde aquella época el decreto destaca la importancia del lugar considerándolo como “zona de protección natural para algunas ciudades de la entidad por las funciones que desempeña en la climatología, hidrología y fertilidad de las tierras, y el papel de los bosques como elemento poderoso en la vida económica de los pueblos”. Desde el punto de vista ecológico además la considera como “museo natural de nuestra flora y un refugio para la conservación de la fauna silvestre tan perseguida en nuestro medio y cuya existencia por sí sola constituye un valioso factor en la alimentación pública y en el desarrollo del turismo, fuente de recursos para los pueblos”.

Lo anterior tiene una relación directa con la diversidad de ecosistemas que existen en la zona, entre los que destacan los Bosques caducifolios, también denominados Mesófilos de montaña o Bosques de niebla, los Bosques de encinos, Bosques de pinos, Bosques mixtos de pino-encino, Bosques de oyamel y en la parte alta de la montaña la Vegetación alpina o de páramos, en los que en conjunto se han registrado más de 500 especies de plantas en toda la montaña, incluyendo varias que se han descrito como nuevas para la ciencia.

Desafortunadamente, no obstante de la importancia biológica y ecosistémica de la montaña, los esfuerzos para la conservación de sus recursos naturales, incluyendo el decreto del Parque Nacional y la implementación de otros muchos proyectos gubernamentales, no han logrado los objetivos de conservación y manejo sustentable, ya que en la zona existe un fuerte grado de deterioro ambiental.

Esta situación se ha dado desde inicios del siglo pasado, propiciada por diversos aspectos principalmente antrópicos, como los conflictos legales en la tenencia de la tierra en el Parque Nacional, territorio en donde previamente se habían constituido ejidos que ya realizaban actividades propias del agro en sustitución de bosques.

A la vez, en toda la montaña se ha carecido de políticas públicas, programas y proyectos eficientes para la conservación y el manejo sustentable; durante mucho tiempo los bosques del Cofre de Perote constituyeron fuente de extracción de madera para abastecer a las poblaciones y ciudades cercanas, en muchos casos actividad realizada de manera ilegal. Así mismo existe un permanente uso de diversos recursos del bosque por los habitantes de las comunidades asentadas en la montaña, para satisfacer sus necesidades básicas y de subsistencia.

Todo esto en conjunto ha ejercido una fuerte presión sobre los recursos naturales que en algunos sitios conllevó a la reducción considerable de la superficie boscosa, a la pérdida de especies de flora y fauna, al deterioro de los suelos, a la disminución de generación de acuíferos, pero a la vez a la reducción de alternativas de sustento para los habitantes.

Afortunadamente todavía se existen varios lugares que mantienen su vegetación y otros recursos que mantienen la importancia de su función ecosistémica.

Desde el punto de vista social es una zona altamente poblada ya que ahí se ubican varias comunidades y poblaciones que en conjunto superan el promedio de número de habitantes por km del país, lamentablemente la mayoría de estas y sus municipios son considerados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) con grado de marginación media y uno de ellos muy alta, debido “a la carencia de oportunidades sociales, privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales, resultado del modelo productivo y de desarrollo evidentemente inequitativo, que no brinda a todos las mismas posibilidades para adquirirlos”.

Este panorama se refleja en los bajos niveles de educación y número de instituciones educativas, insuficientes centros de atención para la salud, vías de comunicación en malas condiciones, problemas de vivienda, de agua potable y drenaje, pero sobre todo en la carencia de oportunidades de empleos e ingresos para un gran número de personas.

Las principales actividades productivas son las agropecuarias, mayormente los cultivos de maíz y de papa, así como la ganadería ovicaprina, y en menor grado los bovinos. Sin embargo los productores frecuentemente se enfrentan a diversos problemas, que van desde la carencia de recursos para sus actividades, presencia de plagas y enfermedades, bajos rendimientos en la producción, problemas en la comercialización de sus productos

y bajos precios. En los últimos años se ha intensificado la extracción de materiales pétreos y minerales para la construcción, lo que constituye una fuente de empleo pero que a su vez produce severos impactos ambientales no reversibles. Debido a esto mucha gente emigra a otras ciudades del estado y del país en busca de oportunidades de trabajo y de ingresos para sustento.

En algunos ejidos una actividad que en las últimas dos décadas se ha incrementado es el manejo de los bosques para la producción forestal de manera legal, aspecto que ha representado mayores beneficios económicos y a la vez la conservación de los bosques, contrario al impacto de las actividades agropecuarias y extractivas sin planificación. En este sentido, por las condiciones climáticas y las especies que desarrollan, la región del Cofre de Perote constituye la principal zona de producción forestal en el Estado de Veracruz.

Por todo lo anterior el Cofre de Perote ha sido y es de gran interés e importancia para diversos sectores, el académico, grupos y organizaciones de la sociedad civil, el gubernamental y por supuesto para los propios habitantes. De esta manera, con el paso del tiempo los esfuerzos para su conservación se han incrementado a través de programas, proyectos y actividades. Si bien hay mucho por hacer y a la vez se requieren muchos recursos para la atención de la montaña, actualmente se tienen diversos estudios, proyectos de investigación y trabajos cuya información y resultados permiten un mayor conocimiento de la zona y contribuyen a establecer algunas bases para un manejo sustentable. En otros casos se tienen experiencias sobre el manejo de recursos naturales, en particular de los recursos forestales; otros más, a través de la presencia, trabajo de grupos y organizaciones no gubernamentales, mediante procesos de planeación participativa se ha contribuido a la organización y capacitación para el aprovechamiento sustentable de recursos no maderables. De manera general y en conjunto se ha dado realce a los servicios ambientales que la montaña ofrece.

Desde el punto de vista Institucional el establecimiento de la Dirección del Parque Nacional en el 2008 por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha representado un mayor apego a los aspectos normativos y a la articulación de esfuerzos y proyectos entre los diferentes sectores e instancias; en varios de estos resalta la participación de los habitantes de la región.

Los recursos naturales del Cofre de Perote, su importancia biológica, económica, ambiental y social justifican por sí mismos su conservación, motivo por el cual los esfuerzos deben mantenerse e incrementarse para lograr un desarrollo sustentable en el que se concilien los intereses de los habitantes de la región, la sociedad y los del Gobierno.

En este libro se presentan trabajos y experiencias realizados por diversas instituciones, sectores y organizaciones no gubernamentales, relacionados con esta montaña, los que van desde investigación básica como inventarios de flora, análisis de recursos naturales, hasta aspectos sociales de manejo sustentable, organización social, desarrollo comunitario, educación, capacitación y comunicación, así como aspectos normativos y de gestión como el Programa de Manejo del Parque Nacional.

En este contexto, resalta la implementación de algunas estrategias de organización social para contribuir al desarrollo comunitario, promover la participación de la población en acciones orientadas hacia el manejo sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de capacidades locales. A través de proyectos de capacitación, comunicación, educación ambiental, biotecnologías apropiables a las condiciones de la región, proyectos productivos y de conservación, se han generado otros esquemas para el manejo sustentable.

Dentro de estos se puede mencionar la participación de género para la protección del bosque a través de la elaboración de artesanías, coordinado por el Instituto de Biotecnología aplicada y Cosustenta, de la Universidad Veracruzana; la Consulta Pública del Programa de Manejo del Parque Nacional, realizada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Universidad Veracruzana; Participación de la población en la Gestión de cuencas y en servicios ambientales, coordinado por SENDAS, A.C. entre otros.

Se presentan también algunos proyectos de investigación referentes a diversos aspectos ecológicos y sociales de la montaña, cuyos resultados e información pueden servir de apoyo para contribuir a la atención de algunas necesidades de la población, y el fortalecimiento de estrategias para un manejo adecuado de los recursos naturales.

Tal es el caso de las experiencias que han realizado académicos sobre diversos temas como: el recurso agua en el Parque Nacional; la afectación de los bosques de la Comunidad de Tonalaco por la planta parásita conocida como muérdago (*Arceuthobium globosum* Hawksworth y Wiens); una relación de las tesis en las que se han abordado diversos tópicos de la región, generados por estudiantes de la Licenciatura en Biología, de la Universidad Veracruzana. Además se han identificado los temas de interés en capacitación ambiental, desde las opiniones de los habitantes de las localidades rurales.

En cuanto a proyectos sobre Flora y Vegetación se presentan trabajos sobre: las exploraciones botánicas en el Volcán Cofre de Perote, donde se resaltan las investigaciones realizadas en las últimas cuatro décadas; en otros se abordan aspectos relacionados con fenología reproductiva de especies alpinas, en particular sobre el género *Castilleja*; sobre una especie de bambú en peligro de desaparecer de la zona *Chuskea bilmekii* E. Fourn; y sobre la distribución abundancia y diversidad de helechos en el Cofre de Perote.

Se presentan también proyectos que se han implementado para revertir parte del deterioro ambiental de la región, Restauración, regeneración y conservación ambiental, por parte Organizaciones no gubernamentales como el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C., PRONATURA-Veracruz, en los que se han aplicado estrategias para la participación de la población local.

De igual forma se incluyen trabajos sobre proyectos para promover el uso y manejo sustentable de los recursos naturales; experiencias sobre actividades forestales; manejo de especies de coníferas; cambio de uso del suelo en la ladera oriental de la montaña; calidad y servicios ecosistémicos en diversas localidades; dinámica de paisaje y variabilidad

espacial de la fertilidad del suelo en la localidad El Conejo y el Plan de manejo del área de captación de agua para el municipio de Xalapa, Veracruz, realizados por académicos de la Universidad Veracruzana, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, INECOL, A.C. y CEDRO, S.A. de C.V.

Finalmente, se presentan experiencias de Comunicación y Educación ambiental implementadas en localidades rurales cercanas al Parque Nacional Cofre de Perote, las cuales constituyen importantes estrategias para promover la participación social y la adopción de ecotecnias orientadas hacia el manejo sustentable de los recursos naturales.

Por parte del sector oficial, se describen los Programas que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha llevado a cabo en la región, dentro de estos, destacan actividades de restauración forestal en cuencas, conservación y restauración de suelos, reforestación, fertilización, cercado de áreas, vigilancia, protección contra incendios y asistencia técnica.

Consideramos que este libro será de utilidad para la realización de futuros programas y proyectos en diversos aspectos, así como para la toma de decisiones sobre el manejo de los recurso naturales en esta importante región.

*Héctor V. Narave Flores,  
Leticia Garibay Pardo,  
María de los Ángeles Chamorro Zárte,  
Luis Raúl Álvarez Oseguera  
Yadeneiro De la Cruz Elizondo,  
Coordinadores*



# **ORGANIZACIÓN SOCIAL Y DESARROLLO COMUNITARIO**

# Aspectos socioambientales del Parque Nacional Cofre de Perote desde la perspectiva de sus habitantes

Héctor Narave, Jerónimo Vázquez, Leticia Garibay y M. de los Ángeles Chamorro

Facultad de Biología, UV / Pronatura Veracruz A.C.

## INTRODUCCIÓN

Un factor primordial en los Proyectos y Programas relacionados con el manejo de los recursos naturales y las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) lo constituye la participación social, aspecto que se considera en las distintas etapas y procesos desde la planeación hasta el desarrollo de las actividades (Benet, 2000). Para diversos autores la participación social representa además cierta legitimidad en los proyectos y a la vez da mayor certeza en el adecuado desarrollo de los proyectos y programas mismos (Castillo, 2002).

Este aspecto ha sido incorporado en los instrumentos de política y lineamientos legales vigentes en cuanto al manejo de los recursos naturales, en donde se reconoce como "una de las dimensiones fundamentales", a la vez reto y fortaleza de la sustentabilidad para la gestión y manejo de los recursos naturales, y lograr elevar la calidad de vida de la gente" (Benet, *op. cit.*).

Existen diversas formas de participación social, con diversos objetivos y enfoques. En este sentido, los procesos de Consulta Pública de los Programas de Manejo de las ANP's constituyen herramientas institucionales valiosas para la participación social, para la toma de decisiones en el manejo de los ecosistemas y recursos naturales.

El presente trabajo surge del proceso de Consulta Pública (CP) del "Borrador" del Programa de Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote" (PNCP), que se llevó a cabo en dos etapas, la primera en el 2008 y la segunda en el 2011. Durante este proceso se visitaron en cada año las principales comunidades del Parque Nacional (PN), para realizar talleres participativos relativos al Parque Nacional y al Programa de Manejo de este.

### **La participación social en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las ANP's deben contar con un Programa de Manejo (PM) documento que constituye el instrumento rector y de gestión en el que se establecen, enmarcan y norman todos los proyectos, actividades y acciones a realizarse dentro del ANP, señaladas en base a una zonificación y a los subprogramas del PM.

En el art. 65 de la LGEEPA se resalta la importancia de la participación social: "La Secretaría formulará... el programa de manejo del área natural protegida de que se trate, *dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos...*"

Así mismo el Art. 73 del Reglamento de la LGEEPA en materia Áreas Naturales Protegidas señala que: En la formulación del Programa de Manejo se deberá de promover la participación de: *....Habitantes, propietarios y poseedores de los predios que conforman el ANP.*

En este sentido en el 2008 Gobierno del Estado de Veracruz y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), conjuntaron esfuerzos para primeramente la elabora-



ción del Programa de Manejo<sup>1</sup>, proyecto encomendado a la Universidad Veracruzana.

Una vez elaborado el PM, durante ese mismo año con el apoyo de la CONANP se inició el proceso de Consulta Pública con el objeto de cumplir lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento en materia de ANP's, dar un espacio de participación a los habitantes de la zona para expresar su percepción sobre el Programa de Manejo y del Parque mismo, pero sobre todo tomar en cuenta sus opiniones y propuestas para incorporarlas en el Programa de Manejo.

Este proceso realizó de acuerdo a lo establecido en los "Términos de Referencia para la Consulta Pública de las Propuestas de Declaratorias de Nuevas Áreas Protegidas (AP)" (CONANP, 2008), en el que se señala que *"La consulta pública se erige como un instrumento para recoger las aspiraciones y demandas de la población en general y lograr la participación de los diversos sectores sociales ...."*.

Con base a lo anterior se inició la Consulta Pública en el 2008, que se concluyó en 2009. Sin embargo, el proceso de revisión del documento, aspectos legales y administrativos para la publicación del Programa de Manejo "toma su tiempo". En este "inter" el INEGI realizó en 2010 el "Censo Nacional de Población y Vivienda" con lo que se tuvo nueva información y datos sobre el Parque Nacional por lo que fue necesario revisar y cambiar algunos apartados del PM; así mismo en el 2010 hubo cambios en la NOM-059-SEMARNAT-2010 aspecto importante en los PM.

Con esta nueva información se requirió la actualización del documento; una vez realizado esto con el apoyo de la CONANP de nueva cuenta se retomó el proceso de Consulta Pública en el 2011, y de igual forma se realizaron reuniones en las comunidades del Parque Nacional las que se anotan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Comunidades visitadas en la Consulta Pública 2008 y 2011.

<b>Comunidades</b>	<b>Municipios a los que pertenecen</b>
El Conejo, Agua de los Pescados, El Escobillo, Rancho Nuevo	Perote
Los Alto, La Toma	Ayahualulco
Tembladeras, Tonaláco	Xico
Los Laureles	Ixhuacán de Los Reyes

## **EL PROCESO DE LA CONSULTA PÚBLICA**

Las reuniones en las comunidades se realizaron enmarcadas en asamblea ejidal convocada por las autoridades locales a petición de la CONANP, lo anterior con el objeto de dar legalidad a los acuerdos surgidos de la misma; en algunos casos fue necesaria la convocatoria por parte de la Procuraduría Agraria con este mismo fin.

Durante la presentación del Programa de Manejo en cada localidad, se expusieron y discutieron los siguientes puntos:

---

<sup>1</sup> Desde su decreto en 1937, el Parque Nacional no contó con un Programa de Manejo, el que finalmente se elaboró en 2008 y después del proceso de Consulta Pública y trámites legales y administrativos, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 2015, a casi 78 años del decreto del Parque.

- A. Los motivos de la reunión, explicando la necesidad de realizar la Consulta Pública además de los aspectos normativos, para registrar sus comentarios, inquietudes y puntos de vista sobre el Parque Nacional y el Programa de Manejo, con el objeto de enriquecerlo y de integrar en el documento de forma coordinada las actividades actuales y futuras de los habitantes de las comunidades dentro del Parque. Esta parte normalmente fue expuesta por el Director del PNCP o representante de la CONANP.
- B. La entrega formal del documento del PM a las autoridades y un tríptico a los asistentes, ejidatarios, integrantes de organizaciones productivas, de planteles educativos y personas interesadas de la comunidad. Se dio también una explicación de la estructura y los contenidos del documento.
- C. Se realizó una exposición del PM en diapositivas donde se resaltó la importancia del Parque, una diagnosis ambiental y social, los problemas y el por qué de la necesidad de conservar el PNCP y contar con un PM. Posteriormente, se plantearon de manera sencilla los componentes y subprogramas del Programa de Manejo, haciendo énfasis principalmente en los de Protección, Manejo y Restauración.
- D. Posteriormente se realizaron discusiones grupales, se abordaron los principales problemas y potenciales soluciones relacionados con la conservación y manejo de los recursos naturales del Parque. Cuando la cantidad de asistentes fue hasta 20 personas, se realizó una discusión dirigida en sesión plenaria de manera abierta; cuando se trataba de grupos más de 20 personas, se trabajó en equipos de 5 o 6 personas, para posteriormente presentar los resultados en sesión plenaria.
- E. Se les reiteró la disposición de incorporar al PM sus propuestas como objetivo de la consulta.

## RESULTADOS

Durante el proceso de CP del 2008 se realizaron 12 reuniones en ocho comunidades en las que participaron 392 habitantes de las comunidades (Tabla 2). Como se puede observar, en algunas se realizaron dos o tres reuniones debido a que así lo solicitaron o que la discusión no se terminó en una reunión, o que en participaron pocos asistentes en la primera reunión y fue necesario realizar otra convocatoria con el objeto de una mayor participación.

**Tabla 2.** Comunidades donde se realizaron las reuniones y número de asistentes en el 2008-2009.

Comunidad	Fecha de reunión	Número de asistentes	Comunidad	Fecha de reunión	Número de asistentes
El Conejo	04/12/2008	15	La Toma	13/12/2008	59
El Conejo	16/12/2008	27	La Toma	12/01/2009	42
Escobillo	05/12/2008	36	Tembladeras	17/12/2008	35
Rancho Nuevo	06/12/2008	21	Los Altos	18/12/2008	32
Los Pescados	08/12/2008	25	Tonalaco	20/12/2008	53
Los Pescados	15/12/2008	33			
La Toma	09/12/2008	16	<b>Total</b>		<b>392</b>

En la tabla 3 se anotan los principales problemas que observan los habitantes de las distintas comunidades del PN.

**Tabla 3.** Problemáticas señaladas por los participantes en las distintas comunidades.

	El Escobillo	Rancho Nuevo	Agua de los Pescados	Los Altos	La Toma	El Conejo	Tembladeras	Tonalaco	Total
Tala Clandestina	X		X	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	7
Falta de empleo		X		X <sup>1</sup>	X		X		4
Falta de compromiso social por autoridades	X						X	X	3
Mal manejo de la basura		X	X				X		3
Migración		X			X				2
Bajo rendimiento de la tierra		X	X						2
Escasez de agua			X				X		2
Incendios forestales			X				X		2
Uso de leña			X	X					2
Pérdida de fauna			X				X		2
Falta de continuidad en proyectos	X								1
Inadecuada/nula capacitación	X								1
Desconocimiento sobre proyectos	X								1
Falta de apoyo para cultivos alternativos		X							1
Falta de conciencia sobre problemáticas ambientales		X							1
Falta de maquinaria para aumentar productividad en el sector agrícola			X						1
Plagas forestales (descortezador, muérdago)			X						1
Problemas de manejo en zonas de sucesión natural			X						1
Uso de fertilizantes, insecticidas y plaguicidas			X						1
Erosión del suelo			X						1
Actividades de pastoreo por personas ajenas al PN				X					1
Pérdida de bosques						X			1
Turismo desorganizado							X		1
Falta de vigilancia								X	1
Total por Comunidad	5	6	12	4	3	1	8	3	

Del total de las ocho comunidades que participaron en la primera etapa del proceso en 2008, se identificaron 24 problemáticas. El 87.5% de las comunidades consideró que la tala clandestina es uno de los principales problemas. En dos de las comunidades se especificó que este problema se lleva a cabo por personas ajenas a la comunidad e inclusive al PNCP.

En 50% de las comunidades consideraron la falta de empleos como un grave problema, que a su vez es el detonante para otros problemas como la migración en búsqueda de oportunidades de trabajo a ciudades cercanas como lo son Perote, Xalapa o Veracruz, o en algunos casos a los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México y el Distrito Federal.

En alrededor del 48% se considera que hay una fuerte “carencia de compromiso social” por parte de autoridades e instituciones que tienen incidencia en el PNCP, lo que trae como consecuencia otros problemas como el desconocimiento de proyectos donde los habitantes pudiesen participar, la falta de continuidad en algunos proyectos y la inadecuada o nula capacitación que pueden recibir para poder implementar otros proyectos.

En 48% de las comunidades existe un problema con el manejo de la basura, debido a la falta de servicio, por lo esta es quemada o tirada en barrancas, o a orillas de caminos.

Otro problema señalado fue el uso de leña cuyo uso es cotidiano pues constituye su principal fuente de energía para cocinar, sin embargo reconocen que afecta los bosques. No obstante su ingreso familiar no es suficiente para poder adquirir una estufa de gas y mucho menos poder pagar los costos que conlleva tener este servicio en casa.

Dentro de la misma dinámica, se les solicitaba a los participantes que hicieran mención sobre posibles soluciones y/o alternativas para atender, mitigar o subsanar las diversas problemáticas mencionadas (Tabla 4).

**Tabla 4.** Propuestas de los habitantes para contribuir a la solución de problemas.

	El Escobillo	Rancho Nuevo	Agua de los Pescados	Los Altos	La Toma	El Conejo	Tembaderas	Tonalaco	Total
Reforestación		X	X	X	X	X	X		6
Mayor vigilancia por parte de autoridades	X		X		X	X	X		5
Capacitación en proyectos productivos		X	X		X			X	4
Creación de brechas cortafuego			X			X	X		3
Proyectos de mejoramiento de vivienda	X	X						X	3
Creación de invernaderos y/o viveros	X				X				2
Plan de manejo de residuos			X				X		2
Programas de ecoturismo							X	X	2
Bordos y tinas ciegas			X				X		2
Talleres de artesanías		X							1
Aprovechamiento sustentable de la lana		X							1
Cultivos alternativos		X							1
Más programas de empleo temporal							X		1
Disminución en el uso de fertilizantes			X						1
Subsidio de estufas ahorradoras			X						1
Apoyo/Incentivos en maquinaria agrícola			X						1
Involucrar a otros sectores de la población				X					1
Programa de podas						X			1
Total por Comunidad	3	6	9	2	4	3	7	3	

De las ocho comunidades, 75% consideran que la reforestación como buena solución, señalan que para que el programa sea exitoso es necesario que se utilicen especies nativas al PNCP o que cuenten con el tamaño mínimo para “aguantar” las condiciones climáticas.

En segundo lugar consideran que debe mejorarse la vigilancia para evitar problemas de tala, especialmente que sean apoyados por autoridades locales o federales, no es suficiente con el número de vigilantes existentes.

Otro factor importante es la falta de capacitación en “proyectos productivos” con lo que se podría dar respuesta al problema de falta de empleos y mejoramiento social.

En 37.5% consideran que deben de mejorarse, rehabilitarse y/o crearse las brechas corta fuego debido a que esto es una alternativa a los planes de contingencia por incendios forestales.

De igual manera solicitan la creación y aplicación de programas que estén relacionados con el mejoramiento de sus viviendas.

También mencionan temas referentes a capacitación e implementación de programas de ecoturismo, los cuales se consideran son importantes para el desarrollo de la región.

## Consulta Pública 2011

Los resultados de las reuniones de Consulta Pública en el 2011 se anotan en las tabla 5 y 6.

**Tabla 5. Principales problemáticas señaladas en las comunidades donde se realizó la Consulta Pública.**

	El Escobillo	Rancho Nuevo	Agua de los Pescados	Los Altos	La Toma	El Conejo	Tembladeras	Tona laco	Los Laureles	Total
Falta de empleo	X	X		X	X	X				5
Desconocimiento sobre procesos para proyectos	X		X	X		X				4
Tala Clandestina				X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X	X <sup>1</sup>			4
Migración		X			X					2
Heladas que afectan el desempeño agrícola				X					X	2
Actividades de pastoreo por personas ajenas al PN				X				X		2
Falta de podas/recolección de material muerto		X						X		2
Bajo rendimiento de la tierra	X									1
Reforestación con especies no aptas	X									1
Mal manejo de la basura			X							1
Falta de compromiso por autoridades				X						1
Falta/Adecuación de señalética				X						1
Deterioro/Descuido en vías de comunicación							X			1
Falta de brechas corta fuego								X		1
Desconocimiento sobre proyectos									X	1
Total por ejido	4	3	2	7	3	3	2	3	2	

El principal problema señalado en 55% de las comunidades fue la falta de empleos.

45% de las comunidades mencionaron desconocimiento sobre procesos administrativos para la generación o participación en proyectos alternativos de empleo. En igual porcentaje señalan problemas de tala clandestina.

En 22% señalan la falta de podas y recolección de material muerto, esto último un factor latente y precursor de posibles incendios forestales.

En otros casos señalan problemas por el pastoreo libre que afecta la regeneración de los bosques, pero se especifica que es un problema ya que personas ajenas al PNCP suben con sus animales y desconocen en qué áreas pueden llevar a cabo esta actividad o no. Finalmente, dentro del mismo rango de frecuencia, se mencionaron problemas con las heladas que afectan los cultivos agrícolas.

En 11%, consideran que el nivel de rendimiento de la tierra va a la baja, lo cual está causando que ellos deban de realizar una mayor inversión en sus cultivos y no tienen la seguridad de poder asegurar su producto en el mercado.

Se mencionó que el problema con algunos programas de reforestación es que no se realiza con especies nativas o que ellos consideran aptas para poder resistir el clima.

También relacionadas con la falta de compromiso social con las autoridades, lo que propicia migración y mal manejo de basura.

Las propuestas o alternativas de solución se señalan en la tabla 6.

**Tabla 6.** Propuestas y alternativas de soluciones para las problemáticas mencionadas.

	El Escobillo	Rancho Nuevo	Agua de los Pescados	Los Altos	La Toma	El Conejo	Tembladeras	Tona laco	Los Laureles	Total
Reforestación	X	X		X	X		X	X		6
Capacitación en proyectos productivos	X		X	X		X			X	5
Programa de ecoturismo			X					X	X	3
Obras de conservación de agua	X					X	X			3
Más programas de empleo temporal								X	X	2
Proyectos relacionados con la conservación de suelos				X	X					2
Proyectos inclusivos con señoras y jóvenes						X	X			2
Creación/Rehabilitación de brechas corta fuego	X									1
Programa de podas		X								1
Incorporación a PSA						X				1
Total por ejido	4	2	2	3	2	4	3	3	3	

La solución mayormente mencionada fue la reforestación y la conservación de algunos predios y parajes que consideran importantes sobre todo por la generación de acuíferos.

En 55% de las comunidades consideran que debe de existir una adecuada capacitación para los habitantes que participan en proyectos o programas dentro del PNCP.

En 33% proponen implementar “programas de conservación de agua”, y capacitación en aspectos relacionados con el ecoturismo.

En 22%, proponen proyectos relacionados con la inclusión de otros sectores de la población como señoras o jóvenes en proyectos productivos particularmente de los jóvenes para incentivarlos y sobre todo evitar que migren.

En 11% se mencionó la apertura y mejoramiento de las brechas corta fuego, y un programa de podas que incluya aspectos relacionados con empleo temporal, así como la incorporación al programa de Pago por servicios ambientales.

## DISCUSIÓN

Si se hace un análisis de las problemáticas planteadas en el proceso de consulta pública en el 2008, se observa que 50% de las problemáticas propuestas son relacionadas con aspectos sociales (tabla 3). De igual forma más del 50% de las problemáticas planteadas por las comunidades en el 2011 tiene que ver con los aspectos sociales (Tabla 7). Esto llama la atención ya que ante un planteamiento e interés institucional en primera instancia ambiental para el Programa de Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote, los planteamientos por parte de los habitantes de las comunidades contrastan pues en primera instancia para ellos la perspectiva a atender es la socio-ambiental.

**Tabla 7.** Principales problemáticas reconocidas por las comunidades en la Consulta Pública

<b>Problemática 2008</b>	<b>% de comunidades que la plantean</b>	<b>Problemática 2011</b>	<b>% de comunidades que la plantean</b>
Tala clandestina	88	Falta de empleo	55
Falta de empleo	50	Desconocimiento sobre procesos para proyectos	44
Falta de compromiso social de autoridades e instituciones	38	Tala clandestina	44
Mal manejo de la basura	38	Migración	22
Migración	25	Heladas que afectan el desempeño agrícola	22

Tal situación no es sorpresiva tomando en cuenta que la zona donde se ubica el Parque Nacional es considerada de pobreza, por lo que es necesario atender en forma paralela la problemática social si se quieren buenos resultados en la conservación y el manejo de recursos y del ANP, es decir en el desarrollo sustentable, pues como señala Benet (op. cit) “En las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), a menudo se viven conflictos entre los objetivos de conservación de los recursos naturales y los de desarrollo de las poblaciones que habitan en o en torno a ellas. La importancia de la conservación ambiental, que en muchas ocasiones ha implicado la exclusión de la gente, ahora, en el marco de la sustentabilidad, debe dar paso a un énfasis más amplio en la participación social en el uso sustentable de los recursos naturales.

## **CONCLUSIONES**

Las problemáticas mencionadas en el proceso de Consulta Pública son diversas y en gran número, requieren la suma de esfuerzos por diversas instancias.

Los aspectos sociales como la falta de empleo, carencia de alternativas productivas, migración, falta de compromiso social por las autoridades e instituciones y la carencia de algunos servicios son reconocidos como los principales problemas.

En cuanto a los aspectos ambientales o de manejo de recursos, la tala clandestina es considerada el principal problema.

Es necesario atender la problemática social para mejores resultados en el Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote.

La participación social de los habitantes de las comunidades enriqueció en gran medida el Programa de Manejo ya que había aspectos que no estaban considerados previamente. Todas las propuestas que se hicieron de manera específica fueron incluidas en el PM.

## **AGRADECIMIENTOS**

A, Luis Raúl Álvarez, Ignacio Contreras y José Antonio González por su apoyo para la elaboración del Programa de Manejo y de la Consulta Pública del mismo.

A las autoridades y habitantes de todas las comunidades que participaron en la Consulta Pública del Programa de Manejo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Benet. R. 2000. La necesidad de una estrategia de participación social en las ANPs de México. <http://www.era-mx.org/documentosinteres/manejosostenible/partsoc2.html>  
25 de febrero 2015
- Castillo. A., V. Corral, E. González, L. Paré, M. Paz, J. Reyes y M. Schteingart. 2009. Conservación y sociedad. En: *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México, D.F. pp. 761-801.  
[http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II18\\_Conservacion%20y%20sociedad.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II18_Conservacion%20y%20sociedad.pdf)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México D.F. 28 de enero de 1988
- Mulet, C. y C. Castanedo. 2002. La participación comunitaria y el medio ambiente. *Rev. Cubana Enfermer* 18 (2):125-8. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192002000200010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192002000200010) 25 de febrero 2015
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 30 de diciembre de 2010.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en Materia de Áreas Naturales Protegidas. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 30 de noviembre de 2000.

# Opciones de participación de género para la protección de bosques en el Parque Nacional Cofre de Perote, México: PFNM y podas

M. del Rosario Pineda López, Lázaro Rafael Sánchez Velásquez, Suria G. Vazquez Morales, Rogelio Lara González y Rafael Ortega Solís

Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada UV / COSUSTENTA UV

## INTRODUCCIÓN

Al hablar de la participación de la mujer en temas relacionados con los bosques, generalmente se le relaciona con su función de recolectoras de leña, de productos alimenticios y medicinales, entre otros (FAO, 1996; Marshall y Newton, 2003; Mwangi y Mai, 2011). Por lo tanto, el estudio de la relación que la mujer guarda respecto al recurso bosque, se ve desde la perspectiva relacionada a su papel de género (Vodouhe, 2009). Sin embargo, su rol en la conservación y sobre todo en su contribución al manejo de bosques es aún poco conocido (FAO, 1996; Meinen-Dick et al., 1997).

El uso y la percepción sobre los recursos que ofrece el bosque no es la misma para todos los sectores de una sociedad, pues existen diferencias en las percepciones de éstos, por ejemplo entre hombres y mujeres (Fortmann y Rochelau, 1984; Skutsch, 1986; Siddiqi, 1989; Kajembe et al., 2000; Kiptot y Franzel 2011; Camou-Guerrero *et al.*, 2008; Narayan y Basu, 2011).

La alta diversidad biológica y cultural de México, que autores como Boege (2008) han llamado biocultura, representa una fuente de insumos para las comunidades rurales y/o indígenas (alimentos, salud, combustibles, forrajes, e implementos domésticos, entre otros), por lo que los bosques han sido ampliamente estudiados (Alcorn, 1984; Benz *et al.*, 1994; Toledo *et al.*, 2003; Camou-Guerrero, 2008; Sánchez-Velásquez *et al.*, 2002; Sánchez-Velásquez *et al.*, 2009).

Sin embargo, pocas son las experiencias que han documentado la contribución de los bosques en mejorar los ingresos monetarios de las familias rurales o indígenas a través de la comercialización de productos (Reyes-García *et al.*, 2004; Smith, 2005; Farfán *et al.*, 2007; Pérez-Negrón y Casas, 2007), y poco aún se sabe de proyectos productivos comerciales que se basen en la transformación de los RFNM (Paz *et al.*, 1995).

En el año 2000, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) estableció que mejorando el papel y capacidades de las mujeres, se tendrían efectos positivos en la resolución de problemas ambientales. Algunos de los proyectos relacionados con la gestión de los recursos naturales, en los que las mujeres participan se encuentran en países como Honduras, Panamá, Perú, Mozambique, Uganda, Nepal (FMAM, 2000).

Por otro lado, un aspecto relevante en la gestión para la conservación de los recursos naturales en México es a través de las áreas naturales protegidas, las cuales y en particular para la categoría de Parque Nacional (PN), existe una historia previa a su nombramiento, y en donde tanto hombres como mujeres, hacen un uso diferencial de los recursos que dichas áreas les proveen.

Así estos PN se crearon en zonas donde ya se había distribuido la tierra en *ejidos*<sup>2</sup>, colonias agrícolas o pequeñas propiedades, de tal manera que esta categoría ha estado estrechamente relacionada con la presencia de asentamientos humanos en sus territorios. En México, el 2,5% de la población total nacional y el 5,7% de la población total rural se encuentran en las ANP, y el 60% de la superficie dentro de las ANP corresponde a propiedad social (Bezaury, 2009).

El objetivo de este trabajo es generar opciones para mujeres que viven en el Ejido El Conejo del PNCP, que les permitan mejorar su calidad de vida y que al mismo tiempo, promuevan la conservación de los bosques del ejido.

## MÉTODOS

### Zona de estudio

El *ejido* El Conejo tiene una superficie de 768 ha, según el censo de 2010, representa uno de los *ejidos* con mayor población dentro de esta montaña (1044 habitantes) (INEGI, 2010). La creación como *ejido* (2 abril 1934) antecede al decreto de creación del propio PNCP (1937) (Fig. 1)

### El ejido El Conejo y su contexto

La actividad principal en el Conejo es la agricultura, la superficie cubierta por bosques no está sujeta a un manejo forestal, los habitantes extraen leña, postes, polines y tablas para la construcción de viviendas (Solís, 2010). Los bosques son dominados por *Abies religiosa*, el cual cubre una superficie de 338.48 ha correspondiente al 35.33% según datos de 2005 (Pineda-López et al., 2013), constituyendo el segundo tipo de uso de suelo, después del agrícola. La ocupación laboral a lo interno del *ejido* es baja, tan solo el 19% de los hombres cuentan con trabajo asalariado, mientras que en el caso de las mujeres, solo el 0.86% de ellas cuenta con un trabajo asalariado. La población económicamente activa es de 319 personas, de las cuales el 96% son hombres (INEGI, 2006, 2010).

### El Comité de mujeres

En 2006 a través de un taller participativo en el *ejido* de El Conejo, con una previa y amplia invitación a toda la comunidad de mujeres, se integró un grupo inicial de 30 mujeres. En dicho taller se hizo la propuesta para la elaboración de un PFN (Producto Forestal no Maderable) que fue una corona navideña, elaborada principalmente con ramas de oyamel (*Abies religiosa*). Al poco tiempo el grupo se duplicó llegando a 60 integrantes que continúan hasta la fecha.

Anualmente se realizan cuatro talleres participativos que se realizan para darle continuidad a este proyecto, donde se planifica la producción, distribución y venta de coronas y arbolitos navideños, así como la planeación de podas de ramas de los árboles en el bosque. Además se identifican problemáticas y colectivamente se proponen las soluciones.

## RESULTADOS

En 2009 el grupo adquirió identidad (reconocida por CONANP) como “Comité de Mujeres Unidas para la Conservación de los Bosques” (CMUCB), iniciando su vínculo con la actividad forestal no maderable e involucrándose en acciones de conservación del bosque *in situ* tanto con el apoyo de la asamblea ejidal (máxima autoridad del *ejido*) como con el reconocimiento y apoyo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), dependencia del

---

<sup>2</sup> Tenencia de la tierra en México de uso colectivo.

Gobierno Federal responsable de la política nacional de conservación (Pineda-López *et al.*, 2009). (Fig. 2)

Anualmente el grupo poda 12 has. de bosque para disminuir los riesgos de incendios forestales en dos épocas del año (verano e invierno) como parte del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES). Estas podas se distribuyen en dos etapas: 9 ha durante junio y 3 ha en diciembre. Las zonas para llevarse a cabo se eligen de manera conjunta con las autoridades ejidales utilizando ortofotos digitales en blanco y negro (INEGI, 2004; E14B26E3 y E14B26E4, escala 1:40,000) con las que se define con precisión los lugares y superficie. (Fig 3)

Con tan solo el 1.33% de los residuos de la poda (Pineda-López *et al.*, 2013), las mujeres elaboran además de las coronas navideñas que les ha dado identidad, un árbol de talla pequeña (50 cm alto), que se realiza a partir de un armazón de madera y alambre sobre el que se entrelazan ramas para dar la conformación de un pequeño árbol navideño. Así mismo algunas de las mujeres tejen con ácidas de pino, artesanías que van desde broches para el cabello, diademas, sombreros, cinturones, ganchos para ropa, cubre botellas, portafotografías,, esferas navideñas, y una serie de innumerables cestos y canastos, teniendo aproximadamente cerca de 50 productos diferentes (Fig. 4)

Las podas están cubriendo cuatro funciones: 1) la diversificación e incremento del ingreso familiar mediante la generación de autoempleo; 2) participación local en acciones de conservación de los bosques para prevenir incendios forestales; 3) utilización de los residuos producto de la poda para la producción de un producto forestal no maderable; y 4) generar una estrategia de participación social de género, comprometida con la conservación del bosque de *Abies religiosa* del ejido. En este sentido este proyecto se promueve el desarrollo sustentable: es socialmente justo, ecológicamente adecuado y económicamente viable.

La venta de coronas se ha ido incrementando a través del tiempo, de tal manera que en términos de la relación inversión-ganancias encontramos que es una actividad altamente remunerativa (Fig. 5 ). Con los *jornales* pagados por poda en la prevención de incendios forestales incrementa a más tres veces sus ingresos, además de obtener permiso para el uso de ramas para las coronas navideñas, que de otra manera no tendrían autorización ya que el estatus de Parque Nacional no les permite usar estos recursos con fines comerciales.

Los ingresos por mujer se han incrementado \$500.00 en 2006, solo la venta de 5 coronas, a \$933.12 en 2010 por la venta de 5 coronas y el pajo de jornales. Estas ganancias son canalizadas a la compra de comida en el caso del 45% de las mujeres, mientras que 30% de ellas las utilizan para comprar ropa.

El perfil de las participantes en el Comité es de mujeres entre los 15 a 77 años, con una edad promedio de 32 años. El 54% viven en unión libre con su pareja, el 29% están casadas; el 52% tienen entre 1 y 3 hijos; el 64% cuenta con estudios de nivel primaria.

Por otro lado es no es la única actividad que las mujeres llevan a cabo en si ejido. Las actividades productivas en las que participan están relacionadas con la época del año, y por lo tanto los ingresos que provienen están sujetos a dicha calendarización. Aunque el cultivo de la papa representa la actividad agrícola más importante, ésta solo se desarrolla durante seis meses al año, el cultivo de avena y cebada tres meses al año, el cultivo de haba, chícharo y maíz, así como las podas de conservación se realizan dos veces al año, y las actividades relacionadas con el mantenimiento de vacas, elaboración de quesos, cría de animales de traspatio, y cría de

borregos las desempeñan a lo largo de todo el año. Finalmente, las mujeres obtienen productos directos del bosque a través de la colecta como hongos, plantas medicinales y plantas alimenticias (Fig. 6).

## CONCLUSIONES

El presente estudio muestra dos aspectos de la participación de la mujer en torno al uso y conservación de bosques. Por un lado, trata sobre el uso de un recurso forestal no maderable para la elaboración de un producto forestal no maderable, y por otro lado muestra la experiencia que un grupo de mujeres han venido desarrollando dentro de un contexto de Parque Nacional, en torno a la conservación de sus bosques.

Un elemento central para impulsar la participación de los habitantes en las ANP, son los mecanismos de toma de decisiones sobre la conservación, uso, manejo y control de los recursos naturales, por lo que no es suficiente estar integrados en procesos colectivos, sino ser sujetos que tomen decisiones y que tengan la posibilidad de transformar los hechos concretos (Aguilar *et al.*, 2002).

Esta experiencia se ha constituido en un proyecto pionero en el país, creando nuevos productos forestales no maderable y no convencionales en el marco de un Parque Nacional y en una típica comunidad marginada de escasos recursos económicos del país (De la Peña, 2001) como lo es el caso del *ejido* El Conejo.

En este contexto, la actividad de elaboración de coronas navideñas representa en sí misma, una oportunidad de participación para las mujeres dentro del sector forestal, el cual generalmente ha sido creado y desarrollado por los hombres. Dicha actividad, además de fomentar capacidades creativas en las mujeres, está generando autoconfianza a lo interno del grupo, al mismo tiempo de la obtención de un beneficio directo a las familias a partir del trabajo de las mujeres.

Por otro lado, esta actividad está abriendo la oportunidad para que a través de este grupo, se amplíe el abanico de acciones para la conservación del bosque de *Abies religiosa*, ya que las mujeres al adquirir confianza en sí mismas, obtienen seguridad lo que les permitirá participar en otros proyectos relacionados con la conservación y el manejo de su bosque. Está impulsándose una nueva experiencia de conservación con la participación de las mujeres y de su interacción con el recurso bosque.

El actual Programa de Manejo del PNCP reconoce la existencia de pueblos establecidos antes del parque, sin embargo no existe un programa o subprograma que señale el papel que van a tener estos pueblos en torno a la conservación del parque. En una reciente zonificación, el *ejido* El Conejo que se encuentra ubicado en tres zonas de manejo dentro del parque: conservación, reforestación y agrosilvopastoril. El programa de manejo no es claro en: ubicar espacialmente las zona núcleo, de amortiguamiento y de influencia; cómo las zonas de conservación, reforestación, silvopastoril, etc., se integran; la forma en que sus pobladores pueden participar (Gobierno del Estado de Veracruz *et al.*, 2008). Al respecto, las mujeres han señalado desconocer dicho documento, pero al mismo tiempo manifestaron su interés por conocerlo.

La actividad productiva muestra que el uso forestal no maderable que las mujeres del *ejido* desarrollan, constituye una actividad altamente redituable en términos económicos. Sin embargo, la importancia más relevante de sus acciones debe verse desde la perspectiva de la conservación de los recursos forestales del *ejido*, y de su contribución a la mitigación del cambio

climático en términos de desarrollar acciones de conservación y mantenimiento del ecosistema forestal en el que viven. Las mujeres están interesadas en ampliar sus acciones relacionadas con el cuidado y conservación de su bosque.

Así, considerando la prerrogativa de que el *ejido* El Conejo forma parte de un Parque Nacional, queda prohibido “hacer uso de cualquier recurso”. Con la actividad que las mujeres llevan a cabo, se está impulsando el cuidado de los fragmentos. En este sentido, las podas a los árboles forestales ayudan a prevenir incendios de copa y permiten abrir espacios en el sotobosque donde se desarrolla el renuevo natural. Los claros han demostrado ser un medida útil para la regeneración del bosque de oyamel en esta región (Lara-González et al., 2009).

La actividad presenta algunas características que no solo desde la perspectiva de equidad refleja su importancia, sino desde la perspectiva de un manejo sustentable: 1) incrementa los ingresos de las mujeres; 2) es rentable, las mujeres tienen los recursos a la mano y los que no poseen tienen la confianza de invertir para obtenerlos porque saben que podrán recuperar el recurso invertido; 3) La actividad es técnicamente factible desarrollarla, las mujeres tienen la iniciativa para emprender nuevas actividades relacionadas con el uso de los recursos del bosque y cuentan con la actitud y capacidad para llevarla a cabo; 4) existe una valoración de saberes al integrar el conocimiento de especies locales en la actividad de elaboración de coronas; 5) promueve la participación de otros sectores del *ejido* (niños, adultos mayores, hombres). Y, 6) incentiva la creatividad al impulsar la elaboración de otros productos similares.

Conforme el Comité de Mujeres ha ido creciendo, se ha identificado la necesidad de capacitarse en dos sentidos. Por un lado, para fortalecer su organización, y por otro mejorar la calidad del producto elaborado y crear nuevos productos forestales no maderables.

## **AGRADECIMIENTOS**

Comité de Mujeres Unidas para la Conservación de los Bosques del *ejido* El Conejo  
Autoridades del *Ejido* El Conejo  
Habitantes del *Ejido* El Conejo  
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Dirección del Parque Nacional Cofre de Perote

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L., Castañeda, I., Salazar, H. 2002. En búsqueda del género perdido. Equidad en áreas protegidas, UICN., Editorial Absoluto. 219 p.
- Alcorn, J. 1984. Huastec Mayan Ethnobotany. University of Texas Press, Austin, USA.
- Benz, B. F., Santana, F., Pineda, R., Cevallos, J., Robles, L., De Niz, D. 1994. Characterization of Mestizo Plant Use in the Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Journal of Ethnobiology* 14: 123–141.
- Bezaury, C.J.E. 2009. El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos. The Nature Conservancy Programa México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 36 pp.
- Boege, E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Comisión nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 1ª. Edic. México. pp. 342.
- Camou-Guerrero, A., Reyes-García, V., Martínez-Ramos, M., Casas, A. 2008. Knowledge and Use Value of Plant Species in a Rarámuri Community: A Gender Perspective for Conservation. *Hum Ecol* (2008) 36:259–272 DOI 10.1007/s10745-007-9152-3.
- De la Peña V. G. 2001. Hacia una política del desarrollo rural integral y ambientalmente equilibrada. El caso de los productos forestales no maderables: sobre-regulación y vacíos jurídicos. En *Memorias del Foro Nacional: Nuevas visiones y estrategias del Desarrollo rural. México Siglo XXI*, convocado por la Comisión de Desarrollo Rural de la LVIII Legislatura, de la Cámara de Diputados. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/comisiones/desarura/pagina\\_nueva\\_17.htm](http://www.diputados.gob.mx/comisiones/desarura/pagina_nueva_17.htm).
- FAO. 1996. Integrando el enfoque de género en el desarrollo forestal participativo. *Memorias. Seminario Latinoamericano*. Octubre 1995. Cuenca Ecuador. <http://www.fao.org/DOCREP/x0216s/x0216s05.htm>.
- Farfán, B., Casas, A., Ibarra, G. 2007. Plant Resources in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico: Mazahua Ethnobotany and Peasant Subsistence. *Economic Botany* 61: 2173–191.
- FMAM, 2000. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Contribuciones del FMAM al Programa 21. 58 pp.
- Fortmann, L., Rocheleau, D. 1984. Why Agroforestry Needs Women: Four Myths and a Case Study. *Unasylva* (FAO) 36: 1462–11.
- Gobierno del Estado de Veracruz, SEDARPA, Universidad Veracruzana, CONANP 2008. Programa de conservación y manejo Parque Nacional Cofre de Perote. Inédito. 182 pp.
- INEGI, 2004. (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). Ortofotos digitales 1:40.000 E14B26E3 y E14B26E4.
- INEGI, 2006. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2006. Segundo conteo de población y vivienda 2005: principales resultados por localidad. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/coesme/programas/programa2.asp?clave=008&s=est&c=10386>. Última consulta 2 de Diciembre de 2009.
- INEGI. 2010. Censo de Población y vivienda. <http://www.inegi.org.mx>.

- Kajembe, G.C., Mwenduwa, M.I., Mgoo, J.S., Ramadhani, H. 2000. Potentials of Non Wood Forest Products in Household Food Security in Tanzania: The Role of Gender Based Local Knowledge. Report. Submitted to Gender, Biodiversity and Local knowledge Systems (LinKS) to Strengthen Agricultural and Rural Development (GCP/RAF/338/NOR) On line 11 november 2011. [http://www.fao.org/sd/LINKS/documents\\_download/Potentials%20of%20non%20wood%20forest%20products.pdf](http://www.fao.org/sd/LINKS/documents_download/Potentials%20of%20non%20wood%20forest%20products.pdf).
- Kiptot, E., Franzel, S. 2011. Gender and Agroforestry in Africa: Are Women Participating?. World Agroforestry Centre. Ocasional paper No. 13. 72 pp.
- Lara-González, R., Sánchez-Velásquez, L.R., Corral-Aguirre, J., 2009 Regeneration of *Abies religiosa* in canopy gaps versus understory, Cofre de Perote National Park, México. *Agrociencia* 43: 739-747.
- Marshall, E., Newton, A. C. 2003. Non-timber forest products in the community of El Terrero, Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, Mexico: Is their use sustainable? *Economic Botany* 57( 2):262-78
- Meinzen-Dick, R., Brown, L., Feldstein, H. and Quisumbing, A. 1997. Gender, property rights and natural Resources. International Food Policy Research Institute. FCND Discussion paper No. 29. 47 pp.
- Mwangi, E., Mai, Y.H. 2011. Introduction to the Special Issue on Forests and Gender. *International Forestry Review* Vol.13(2):119-122.
- Narayan, S.S., Basu, S. 2011. Women's Contribution to Household Food and Economic Security: A Study in the Garhwal Himalayas, India. *Mountain Research and Development*, 31(2):102-111.
- Paz, M.F, Arizpe, L., Velázquez, M. 1995. Manejo sustentable de los recursos forestales en América Latina. Memorias FAO. Seminario Latinoamericano 'Integrando el enfoque de género en el desarrollo forestal participativo', que tuvo lugar en Cuenca, Ecuador, del 2 al 6 de octubre de 1995.
- Pérez-Negrón, E., Casas, A. 2007. Use, Extraction Rates and Spatial Availability of Plant Resources in the Tehuacán–Cuicatlán Valley, Mexico: The Case of Quiotepec, Oaxaca. *Journal of Arid Environments* 70: 356–379.
- Pineda-López M. del R., Sánchez-Velásquez. L. R., Vázquez-Morales S. G., Lara-González R., Gerez-Fernández P. 2009. Una experiencia de trabajo comunitario con mujeres en el ejido de El Conejo del Parque Nacional Cofre de Perote a partir del aprovechamiento de recursos forestales maderables no tradicionales. III Simposio Ecología, Manejo y Conservación de Ecosistemas de Montaña en México. Memorias. 24-31 octubre. Oaxaca, Oax. México. Disponible con el autor por correspondencia.
- Pineda-López, M.R. A. Rojo-Alboreca, L.R. Sánchez-Velásquez, G. Vázquez-Domínguez. 2013. The effects of land use change on carbon content in the aerial biomass of an *Abies religiosa* (Kunth Schltdl. et Cham.) forest in central Veracruz, Mexico. *Forest Systems* 22(1)1-12. DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.5424/FS/2013111-2756](http://dx.doi.org/10.5424/FS/2013111-2756). ISSN: 1131-7965. eISSN: 2340-3578.



- Reyes-García, V., Valdez, V., Byron, E., Godoy, R., Apaza, L., Pérez, E., and Huanca, T. 2004. El Conocimiento Etnobotánico de los Tsimane'. *Investigación y Ciencia* 18: 46–54.
- Sánchez-Velásquez, L. R., Hernández, G., Carranza, Pineda López., M.R., Cuevas, R., Aragón, F. 2002. Estructura arbórea del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la Sierra de Manantlán, México: Antagonismo de usos. *Polibotánica* 13: 25-46.
- Sánchez-Velásquez, L.R., Pineda-López, M.R., Zúñiga, J.L. 2009. Uso sustentable de los bosques de montaña en Veracruz: la meta. *In: Estudio de la biodiversidad en el Estado de Veracruz. Vol.I. Sección VI. México. CONABIO. pp. 401-414*
- Siddiqi, N.1989. Women in Forestry (Part II): NAFP with a Difference. Nepal–Australia Forestry Project (NAFP). Kathmandu, Nepal. On line 11 november 2011. <http://www.odi.org.uk/resources/libraries/forestry-grey-literature/siddiqi-wif-2.pdf>
- Skutsch, M. 1986. Women's access in Social Forestry: a Guide to Literature. On line 11 november 2011. <http://www.odi.org.uk/resources/libraries/forestry-grey-literature/skutsch.pdf>
- Smith, C. O. 2005. Valuation of Commercial Central Himalayan Medicinal Plants. *Ambio* 34: 8607–610.
- Solis,O.R. 2010. Caracterización del bosque de *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. et Cham en la comunidad El Conejo, Municipio de Perote, Veracruz. Tesis Licenciatura en Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad Veracruzana. México. Veracruz. 56 pp.
- Toledo, V.M., Ortiz-Espejel, B., Cortéz, L., Moguel, P., Ordoñez, M.D.J. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in México: A case of adaptive management. *Conservation Ecology* 7(3): 9.
- Vodoughe, G.F., Coulibaly, O., Charlotte, G., Sinsin, B. 2009. Estimating the local value of non-timber forest products to Pendjari Biosphere Reserve De Wellers in Benin. *Economic Botany* 63 (4):397-412.

# Experiencias en la Construcción de un Mecanismo de Compensación por Servicios Ambientales en la Subcuenca del Río Pixquiac y el Inicio de una Nueva Experiencia en los Ríos Huehueyapan y Texolo

Luisa Paré, Tajin Fuentes, Alejandro Negrete y Udavi Cruz

SENDAS A.C.

## INTRODUCCIÓN

En el año 2006, un grupo de profesionistas, habitantes de la subcuenca del río Pixquiac, organizados en la asociación civil SENDAS inició, junto con el Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM (IIS-UNAM), un proyecto para la *Cogestión integral de la cuenca del Pixquiac*. La iniciativa enmarcada en una metodología de investigación-acción se encaminó a propiciar procesos de gestión territorial de los ecosistemas con base en la perspectiva de cogestión de cuencas hidrológicas. Para ello se buscó promover el desarrollo de instancias de coordinación regional e intercomunitarias en las esferas técnica, organizativa y financiera.

El presente trabajo se desarrolla desde una perspectiva de cogestión integral de cuenca que es, la gestión conjunta, compartida y colaborativa mediante la cual, diferentes actores locales como productores, grupos organizados, gobiernos locales, empresa privada, organizaciones no gubernamentales, instituciones nacionales, organismos donantes y cooperantes, integran esfuerzos, recursos, experiencias y conocimientos para desarrollar procesos dirigidos a lograr impactos favorables y sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y del ambiente en las cuencas hidrográficas, en el corto, mediano y largo plazo (Benegas y Faustino, 2008). En este sentido, la cogestión de una cuenca es resultado de la construcción de una plataforma social (Hagmann y Guevara 2004). La creación de esta plataforma permite orientar la acción conjunta de los actores sociales e implica tres aspectos: 1) las partes involucradas reconocen que tienen problemas en común; 2) hacen explícitos sus conflictos en torno al uso de los recursos del territorio (bosques, agua, suelos), y 3) negocian sus intereses alcanzando consensos en torno a los intereses comunes. Lograr una gestión integral del agua —y de los ecosistemas asociados— que sea capaz de sortear los graves problemas de la sociedad contemporánea, demanda urgentemente soluciones creativas en las que el Estado necesita compartir la responsabilidad y la toma de decisiones con la sociedad.

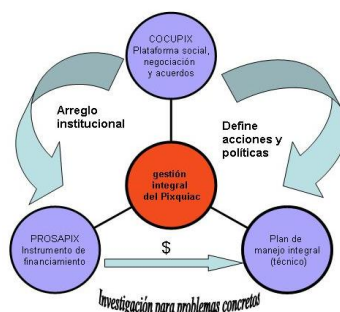


Figura No. 1 Esquema para la cogestión.

La nueva gobernanza que implica compartir la responsabilidad y el diseño de las soluciones se expresa, en el caso que nos ocupa, en la propuesta de gestión compartida de una

cuenca, cuyos elementos centrales son: 1) una plataforma social (Cocupix) en la que los actores de la cuenca negocian sus intereses, 2) generación de información apropiada para nutrir la toma de decisiones, 3) acuerdos que toman forma bajo políticas de ordenamiento del uso del territorio y un plan de acciones para lograr el manejo sustentable de la cuenca (plan de manejo), y 4) un instrumento de financiamiento para apoyar el desarrollo del plan de manejo de la cuenca. Antes de revisar cada uno de estos pasos presentamos la zona de trabajo: la subcuenca del río Pixquiac.

## LOCALIZACIÓN

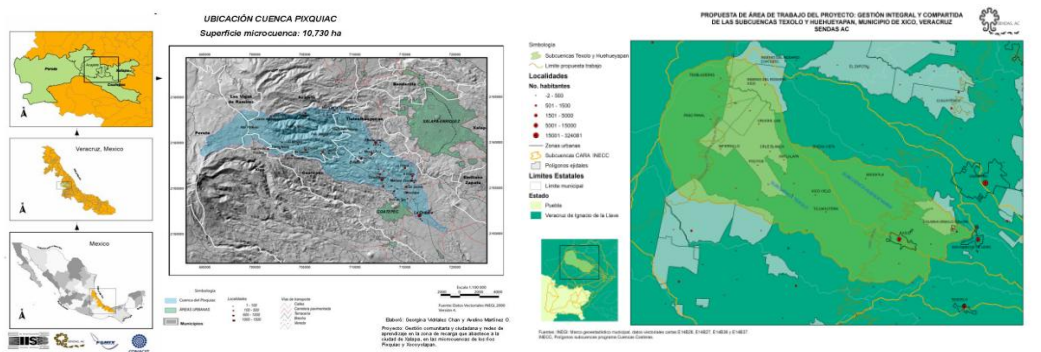
Las subcuencas del río Pixquiac, Texolo y Huehueyapan se localizan en el centro del estado de Veracruz y forman parte de la Cuenca Alta del río La Antigua comprendida entre los volcanes Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. Se ubica en la ladera barlovento del Cofre de Perote, expuestas a los vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México. Con una superficie total de 10,727, 8,995.92 y 2,872.78 ha respectivamente. La cuenca del Pixquiac se sitúa entre las ciudades de Xalapa y de Coatepec, involucra parcialmente a los municipios de Perote, Las Vigas, Acajete, Tlalnelhuayocan y Coatepec, mientras las subcuencas Texolo y Huehueyapan están principalmente en el municipio de Xico. Las tres subcuencas tienen áreas dentro del Parque Nacional Cofre de Perote. Están en una región de alta diversidad ecológica, sus condiciones topográficas y climáticas favorecen diferentes tipos de vegetación y fauna, y en consecuencia de usos del suelo asociados.

Por sus condiciones naturales y sociales heterogéneas, las subcuencas comprenden tres zonas: alta, media y baja, de acuerdo a su diferenciación altitudinal, climática y de vegetación. Además se presenta una gran diversidad de condiciones socioeconómicas contrastantes, con localidades aisladas, con alto grado de marginación, caracterizadas en muchos casos por un uso poco sustentable de los recursos y opciones productivas poco redituables. La parte baja de las cuencas está conformada por áreas de rápido desarrollo urbano favorecidas por los bienes y servicios ambientales que aportan las zonas rurales (como es el abastecimiento de agua y el paisaje). La subcuenca del Pixquiac es una de las dos fuentes de abastecimiento de agua para la ciudad de Xalapa (38%), mientras las subcuencas Texolo y Huehueyapan abastecen las áreas urbanas de Xico, vocación que podrían perder por amenazas como la tala y extracción de madera, el crecimiento desordenado de la mancha urbana. El desarrollo descontrolado de estas actividades puede llegar a afectar irreversiblemente los procesos eco-hidrológicos de las subcuencas, con el consecuente desequilibrio tanto en los ecosistemas como en el ciclo natural del agua. El proyecto ubicó las áreas de mayor incidencia en la parte media de las cuencas con presencia tanto de bosque de niebla, como de bosques de pino.

## METODOLOGÍA: LA PLATAFORMA SOCIAL, LAS ACCIONES Y LAS POLÍTICAS

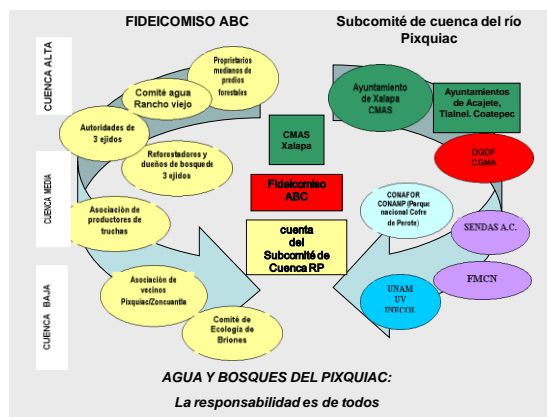
La experiencia obtenida en la subcuenca del Pixquiac funcionará como una plataforma para desarrollar alternativas en las subcuencas Texolo y Huehueyapan, a continuación se describe brevemente esta experiencia. Buscando propiciar la creación de un sujeto social que se apropiara del proceso y para involucrar las instituciones con interés en los temas de bosques, agua y desarrollo rural y en los tres ámbitos de gobierno, impulsamos la conformación del Comité de Cuenca del Río Pixquiac (Cocupix). A partir de 2007 los recursos aportados al ahora llamado Prosapix (Programa de Compensación por Servicios Ambientales del Pixquiac) en partes iguales por el gobierno de Veracruz y de Xalapa fueron canalizados a través del Fideicomiso ABC (Fideicomiso Público para la Conservación, Restauración y Manejo del **Agua**, de los **Bosques** y las

**Cuencas** del Estado de **Veracruz** de Ignacio de la Llave. Teóricamente el Comité era reconocido como órgano auxiliar del Fideicomiso aunque nunca fue invitado a reuniones de planeación.



**Figura No. 2 y 3** – Mapa de la subcuenca del río Pixquiatic y mapa de las subcuencas Texolo y Huehueyapan.

El esquema que sigue representa la conformación inicial del Comité de Cuenca. Este integra tanto a los campesinos, como a representantes de las distintas instituciones estatales y federales que tienen que ver con la gestión de los bosques y del agua así como representantes de los Ayuntamientos. Esta composición busca que evitar acciones en distintas direcciones establecer lineamientos que pudieran ser vinculantes así como continuidades. Esta estructura o red interorganizacional comprende también representantes de instituciones académicas y de la sociedad civil. La realización de talleres de diagnóstico participativo y de planeación comunitaria nos ha permitido empezar a dibujar este proyecto común en torno a un manejo sustentable de los recursos naturales y a desarrollar vínculos organizativos al interior de los ejidos y entre éstos. Estos talleres son los que dan pie a los grupos de trabajo y planes de trabajo en cada comunidad



**Figura No. 4** Esquema del Comité de Cuenca del río Pixquiatic

En 2006 iniciamos las investigaciones necesarias para entender los procesos y las tendencias socioambientales de la cuenca. Es importante recalcar que nuestro proyecto surge como continuidad de una lucha ciudadana para evitar el paso del libramiento de Xalapa por la vertiente sureste del Cofre de Perote, o sea la Cuenca del río Pixquiatic, abastecedora del 40% del agua de Xalapa gracias a los bosques de pino-encino y mesófilo aún presentes en esta área. Esta lucha posicionó ante la opinión pública la importancia del bosque de niebla y de las áreas de captación de agua y la conexión entre bosques y agua, zonas rurales y ciudad.

Se dio una conjunción de circunstancias institucionales para iniciar un programa de Pago por servicios ambientales. En aquel momento el Ayuntamiento de Xalapa, enfrentaba el descontento de los usuarios de agua por el aumento de 30% en las tarifas de agua recién aplicado con motivo de su endeudamiento por la construcción de una planta de tratamiento de aguas. Para paliar el descontento, el Ayuntamiento había ofrecido destinar parte de los recursos al cuidado de las fuentes de agua de la ciudad, pero carecía de una propuesta concreta para realizarlo.

Partimos del supuesto que la zona se encontraba en un proceso de deforestación por un lado y, por otro, que era del interés de la ciudad de Xalapa como principal usuario integrar una visión más regional y ecosistémica a su planeación urbana, en particular del recurso hídrico para su población. Fue así como nuestro equipo propuso al Ayuntamiento de Xalapa y la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS) el diseño y operación de un Programa de Compensación por Servicios Ambientales (PCSAX). El año anterior el gobierno del estado había creado el Fideicomiso ABC, una iniciativa para la conservación y restauración de aguas y cuencas. Esta institución sirvió de enlace con el Ayuntamiento de Xalapa para conformar el Programa antes mencionado. Este mecanismo constituía una manera de financiar actividades productivas y de conservación con el resultado de mejorar la salud de los ecosistemas y las condiciones de vida de sus habitantes. Partimos de la idea de que la conservación de los bosques y fuentes de agua se logrará sólo si se mejoran los ingresos y condiciones de vida de los dueños de los predios rurales donde se generan dichos servicios ambientales. A diferencia del programa de CONAFOR, el Programa de Compensación por servicios ambientales que diseñamos fijó un monto más cercano a las alternativas productivas de la región es decir \$1000/ha (en vez de \$400/ha), e incluyó además recursos para financiar proyectos productivos alternativos. La heterogeneidad de las condiciones locales requiere de estrategias diferenciadas en atención a la conservación, la protección, la restauración o la producción misma.

## **ALGUNOS RESULTADOS**

Los ejercicios de diagnóstico comunitario y de planeación emprendidos con las comunidades, con apoyo del Programa de desarrollo comunitario de CONANP y el Programa de Desarrollo forestal de la Comisión Nacional Forestal (PROCYMAF) han conducido a tomar decisiones importantes como fue acordar se realizara un Programa de Manejo Forestal en el bosque de pino en común, o declarar zonas de conservación en los fragmentos de bosque mesófilo en las áreas ejidales de uso común.

En resumen a siete años de operación, las principales metas alcanzadas por el Prosapix han sido:

- Trabajo en 4 ejidos de tres municipios.
- Reforestación con especies de bosque mesófilo (BM) en 112.5 hectáreas (con apoyo de 2000 pesos por hectárea y mantenimiento anual a 3 años).
- 1072 hectáreas de bosques en conservación (incluye apoyo al programa de mejores prácticas en áreas de uso común declaradas como reserva ejidal e inscritas en el PSAH-CONAFOR).
- Establecimiento de tres viveros comunitarios de especies de BM.
- Apoyo incipiente a 117 ejidatarios para iniciar proyectos de reconversión productiva.
- En un ejido (SPB) Acuerdos comunitarios para declarar como reservas ejidales áreas en común
- En otro ejido (Los Pescados) integración del área de bosque en común al Programa de

Compensación por servicios ambientales) y acuerdo de realizar actividades de reforestación en el área del ejido comprendida dentro el Parque Nacional Cofre de Perote.

- Diversos proyectos productivos con grupos de ejidatarios y de mujeres
- Un Comité de Cuenca ahora extendido a las tres zonas de la cuenca con un comité directiva compuesto de representantes de las tres zonas de la cuenca y de composición mixta.

### **Limitaciones y retos para la construcción de la plataforma social y arreglos institucionales de mediano plazo**

El Comité de Cuenca se ha mantenido desde hace ocho años como la instancia a partir de la cual se acuerdan los planes de trabajo anualmente, se rinden cuentas y se acuerdan puntos de negociación o medidas de presión cuando necesario. A pesar de este notable logro hasta el momento encontramos dos grandes debilidades para que el Comité de Cuenca funcione como una plataforma social en que “los actores de la cuenca negocien sus intereses”. A seis años de operación del Programa y tres administraciones municipales, no se ha logrado aún dotarlo de un marco jurídico que indique una apropiación real y efectiva del Programa de parte, no de un gobierno municipal en turno, sino del Ayuntamiento de la ciudad de Xalapa. El primer año de operación, el PCSAX tuvo como único sustento legal un Acta de Cabildo y posteriormente en que se sumaron recursos de Conafor y de la Secretaría Desarrollo Agropecuario y Pesca de Veracruz se siguió operando sin más que un convenio anual.

Por un lado la presencia institucional siempre mantuvo un perfil bajo, caracterizado por la participación de funcionarios, muchas veces, de un nivel inferior al de la toma de decisiones o sin una presencia constante. Se logró la participación más o menos constante de representantes municipales de un solo municipio y de la CMAS de Xalapa más no del Ayuntamiento mismo. Además esta participación meramente formal y con poco brillo no redundó en acuerdos más allá de la aportación de recursos, dejando fuera temas como la participación en la vigilancia, el ordenamiento ecológico, la capacitación, la posibilidad de involucrar a los usuarios del agua en aportaciones voluntarias o de fijar una cuota determinada para el pago de servicios ambientales hidrológicos en el recibo de agua, etc.

Muchas veces los logros son resultado de la capacidad de cabildeo de personas o grupos de la sociedad civil, de las características del interlocutor, de relaciones interpersonales pero no de construcción de una institucionalidad. En su estudio sobre: *Políticas públicas hacia la sustentabilidad: integrando la visión sistémica*, C. Galán, P. Balvanera y F. Castellarini (2012) señalan varias dificultades institucionales para el manejo de los ecosistemas que van en la misma dirección de varios de los comportamientos encontrados en nuestro caso.

- ✓ Carencia o falta de alineación entre políticas e incentivos económicos con el cuidado de los ecosistemas
- ✓ Ausencia de canales y mecanismos para el involucramiento de diversos grupos de interés
- ✓ Fragmentación y falta de coherencia entre políticas de distinto corte sectorial o nivel de gobierno
- ✓ Obstáculos para la integración de distintas escalas espaciales y temporales

Tener una base común de entendimiento del problema es una de las dificultades. Las cuencas como concepto no son muy relevantes para las autoridades municipales, ni para los responsables del suministro de agua en las ciudades, porque predomina una visión administrativa en la que se busca resolver el abasto mediante el transporte del agua de una cuenca a otra, desesti-

mando los efectos ambientales, productivos y sociales que estas medidas pueden generar en el mediano plazo.

### **La apropiación del proceso de parte de los actores locales**

Los problemas de apropiación o de asumir una co-responsabilidad para la gestión de cuencas no sólo tienen que ver con la parte gubernamental. De parte de los actores locales, aunque se busca lo más posible, a través de la metodología participativa, que sea activo en la definición de problemas y de posibles soluciones, el proceso de apropiación de una propuesta colectiva y el seguimiento de acuerdos no es tarea fácil y un proceso lento.

### **En el aspecto agrario:**

El parcelamiento de las tierras dificulta la elaboración de reglas de acceso a los recursos. Con el PROCEDE se ha acelerado el proceso de fragmentación de la propiedad y, por lo mismo, la virtual privatización de los recursos de interés común. En la medida en que se vende la tierra a personas externas se van debilitando las instancias locales de toma de decisión, como las asambleas ejidales, y los acuerdos y reglas colectivas locales sobre el cuidado de manantiales y arroyos. El parcelamiento de la mayor parte del territorio ejidal en parcelas ejidales hace más difícil, aunque no imposible, los acuerdos comunitarios. Ha sido donde los ejidos aún tienen tierras en común donde se ha podido trabajar, tanto para la gestión de estas áreas como para propuestas de manejo en las parcelas individuales. Donde no existen tales condiciones las actividades se realizan de manera individual con cada ejidatario.

### **Inicia una nueva experiencia en las subcuencas Texolo y Huehuyapan (Xico)**

A partir de la convocatoria del proyecto Cuencas Costeras del Fondo Golfo de México con financiamiento del GEF, el presente año 2015 estamos iniciando un proceso para la generación de una plataforma que permita la gobernanza y la participación en torno a la conservación de bosques y agua en el municipio de Xico, Veracruz. Este proceso participativo es incluyente e integral, se busca complementar la conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales con el mejoramiento y diversificación de sistemas productivos, con la participación de instituciones, ejidos, comunidades, residentes urbanos, asociaciones civiles de diversos tipos y el sector empresarial. Sabemos que uno de los motores económicos a nivel regional es el turismo y a través de su tránsito hacia la sustentabilidad se busca detonar procesos de cooperación entre estos sectores que no sólo generen ingresos económicos y un mejoramiento ambiental, si no también un fortalecimiento en el tejido social y cultural.

En un principio el proyecto trabajará con propietarios particulares que han expresado su interés por dar un manejo sustentable a sus predios, así como dos ejidos (Tembladeras y Coatitila). En el primer caso, la mayor parte de los dueños son de origen urbano con claras intenciones por conservar y restaurar sus predios, en el segundo caso se trata de campesinos de dos orígenes; mestizos en el ejido Tembladeras y de extracción nahua, en el caso de Coatitila. Las iniciativas se orientarán a partir de un enfoque de cuenca, que ordene y priorice las acciones con miras a cuidar y restablecer las condiciones necesarias para las funciones ecosistémicas, especialmente las relacionadas con el ciclo hidrológico. El proyecto se orientará hacia las zonas de atención prioritarias a partir de un modelo

del ciclo del agua local (balance hídrico y zonas funcionales) que permita identificar: a) las zonas con alta precipitación y mayor captación de agua; b) presencia de bosques sujetos a presiones de uso; c) alta captación en zonas sujetas a riesgo de erosión por pendiente y usos inadecuados del suelo; d) zonas desmontadas con alta precipitación y posibilidades de regeneración natural o inducida mediante reforestación y/o restauración, entre otras (Vidriales C., G, I. García, P. Gerez, 2012). Esta información permitirá también identificar las áreas más aptas para el diseño del programa local de compensación por servicios ambientales, así como áreas de monitoreo; adaptar los esquemas de intervención a diferentes usos del suelo y/o modificaciones de las condiciones naturales, como por ejemplo a los efectos del cambio climático.

Para propiciar las condiciones que permitan sostener las anteriores iniciativas más allá de la duración de la presente proyecto, se promoverá la conformación de un grupo de actores locales –tanto del ámbito rural, como urbano- entre quienes el cuidado de las subcuencas sea el punto de confluencia de intereses (hoteleros, agrupaciones a favor del desarrollo local y la conservación, propietarios particulares de predios, ejidatarios, comisión de medio ambiente, etc.). Otro objetivo será el promover la creación de un instrumento local de financiamiento que permita sostener a mediano y largo plazo las inversiones necesarias para la restauración, conservación y reorientación de las actividades productivas y de aprovechamiento de los recursos naturales en las subcuencas. Un objetivo final es la conformación y fortalecimiento de una red de organizaciones de la sociedad civil que robustezcan una visión regional de gestión de cuenca, como parte nodal del desarrollo del municipio de Xico.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Benegas, L; y J Faustino (eds.). 2008. *Cogestión de cuencas hidrográficas: experiencias y desafíos* [Memoria del Seminario Internacional realizado en CATIE del 14 al 16 de octubre del 2008]. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 157 p. (Serie Técnica. Reuniones Técnicas no. 13).
- Hagmann, J. y F. Guevara H. 2004. *Aprendiendo juntos para el Cambio: la facilitación de innovaciones para el manejo sustentable de recursos naturales y el desarrollo rural a través de procesos participativos*. Serie estudios de caso, Red de Estudios para el Desarrollo Rural A. C. y Fundación Rockefeller, Oaxaca de Juárez, México: pp. 153
- Galán, C., P.Balvanera y F. Castellarini, 2012. *Hacia la sustentabilidad: integrando la visión sistémica*. CONABIO. México.

# Gestión compartida de la subcuenca del río Pixquiac: conexiones desde la montaña

Georgina Vidriales Chan y María Luisa León Mateos

SENDAS AC

## INTRODUCCIÓN

El área de abasto de agua de la ciudad de Xalapa, depende principalmente de dos subcuencas de la Cuenca Alta del río La Antigua: la subcuenca alta del río Huitzilapan, que se encuentra al sureste y la subcuenca del río Pixquiac, al norte (ver figura 1).

De la primera, la ciudad y parte de su conurbación obtienen 58% y se le provee desde la presa de los Colibríes, ubicada sobre el río Huitzilapan, mismo que tiene su principal zona de recarga en el municipio de Chilchotla, estado de Puebla.

De la subcuenca del río Pixquiac (al norte de la CARA) la ciudad obtiene 38.5%, dándose la derivación del agua a través de una red de captación de manantiales en los ejidos de Agua de Los Pescados y Tembladeras, en las inmediaciones del Parque Nacional Cofre de Perote y de cinco presas derivadoras instaladas sobre distintos ríos de la subcuenca: alto y medio Pixquiac, Agüita Fría, Xocoyolapan y Atopa. Este último sitio es conocido también, como Caja 4, que es donde se une el camino de la red proveniente de la subcuenca del río Huitzilapan. Todo esto conforma la principal arteria de agua que nutre a la ciudad de Xalapa.

**Figura 1.** Cuenca Alta del río La Antigua, con ubicación de subcuencas Huitzilapan y Pixquiac. Vidriales (2012).



En este contexto es que desde hace ya 10 años se realiza el proyecto “Gestión Compartida de la subcuenca del río Pixquiac”, mismo que se ha enfocado en buscar que la conservación de los recursos naturales vaya de la mano con el aprovechamiento adecuado de los mismos, y

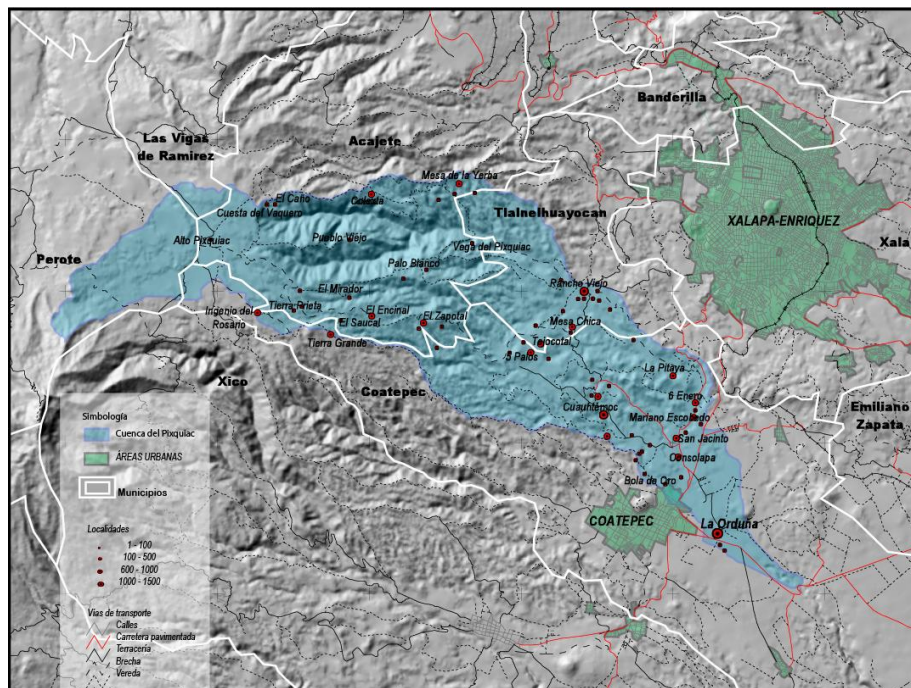
entender que en esta relación la búsqueda de esquemas sustentables es factible y con altas probabilidades de una sustentabilidad económica, sin embargo este proceso implica un cambio de paradigma tanto para los habitantes de las zonas rurales de la subcuenca, como para los integrantes del equipo de SENDAS AC que interviene en el Pixquiac e interlocutores de importancia estratégica como son el Comité de Cuenca del río Pixquiac e instituciones de gobierno que en este territorio intervienen.

## LOCALIZACIÓN

La subcuenca del río Pixquiac se localiza en el centro del estado de Veracruz. Se ubica en hacia el extremo Norte de la cuenca alta del Antigua, en la ladera barlovento del Cofre de Perote, por lo que se encuentra expuesta a los vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México.

Se localiza al Oeste de la Ciudad de Xalapa y al Noroeste de la ciudad de Coatepec, e involucra parcialmente a los municipios de Perote, Las Vigas, Acajete, Tlalnahuayocan y Coatepec. Tiene una superficie total de 10,727 ha (lo que equivale al 8.09% del total de la cuenca alta del Antigua) y una longitud de 30.27 kilómetros. La zona alta de la subcuenca, incluye 908 ha del Parque Nacional Cofre de Perote donde se encuentran sus nacimientos.

Figura 2. Subcuenca del río Pixquiac



Vidriales Ch. G y A Martínez O. 2010

La subcuenca, es *sui generis* en una región altamente deforestada: tiene una cobertura forestal de más del 65% de la superficie total, alberga el manchón de bosque mesófilo compacto más grande en el Cofre de Perote, abastece el agua de sus habitantes (alrededor de 7,800), el 38.3% de las necesidades diarias de agua de la ciudad de Xalapa y un porcentaje importante para el abasto del municipio de Coatepec, además de brindar otros servicios ambientales como regulación del clima, paisaje, retención de suelos entre los más destacados

## METODOLOGÍA

El proceso ha ido en constante evolución desde sus inicios, pues partió de conjuntar y generar mucha información y voluntades para así construir una propuesta de acción, misma que en el futuro pueda replicarse a toda la ladera oriental del Cofre de Perote, en especial a las zonas de abasto de agua para la ciudad, sin descuidar a los habitantes de las muchas localidades, dueñas de los recursos naturales.

### ***El modelo consta de:***

1. Una plataforma social, el Comité de cuenca del río Pixquiac (COCUPIX) para orientar la acción conjunta de los actores sociales y en las coyunturas con los gubernamentales, donde las partes involucradas reconocen problemas en común, hacen explícitos sus conflictos en torno al uso de los recursos (bosques, agua, suelos) y Negocian sus intereses alcanzando consensos

### ***A su vez se ha ido construyendo el segundo elemento del modelo:***

2. Una plan integral de manejo de cuenca: Propuesta técnica construida y consensuada entre los actores; ordena las acciones a realizar sobre la base de relaciones de corresponsabilidad, no clientelares.

### ***Y finalmente, como tercer elemento del modelo se ha diseñado y puesto en marcha un mecanismo de financiamiento para llevar a cabo las acciones del plan:***

3. Programa de compensación por Servicios ambientales de la Cuenca del río Pixquiac (PROSAPIX), los beneficiarios de los Servicios Ambientales (por ejemplo la comisión del agua en Xalapa) apoyan a la población de la cuenca en acciones de: conservación de bosques, restauración desarrollo de alternativas productivas sustentables de mediano y largo plazo.

**Figura 3.** Modelo de Cogestión subcuenca del río Pixquiac (gestión compartida) (Fuentes 2009)



## RESULTADOS

A lo largo de 10 años de trabajo, los resultados en el modelo de gestión compartida de subcuenca del río Pixquiac son muy amplios y de diversa índole, sin embargo podemos resumirlos de la siguiente manera:

- a) *Investigación-acción* para atender problemas concretos en la subcuenca a través de alternativas para el manejo sustentable de sus recursos
- b) *Conservación de bosques*: actualmente y con apoyo de PROSAPIX, se mantienen los acuerdos de conservación de más de 1000 ha en dos ecosistemas de la subcuenca: bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña; participan activamente dos ejidos, Agua de Los Pescados y San Pedro Buenavista<sup>3</sup> y grupos de los ejidos de San Andrés Tlalnelhuayocan y San Antonio Hidalgo. La importancia de conservación de estas áreas se deben en buena medida a las zonas prioritarias para mantener las funciones de la subcuenca, y de interés para el abasto de agua para la ciudad de Xalapa. A su vez fungen como un corredor entre la parte alta, húmeda del Cofre de Perote, con el Bosque de Niebla y los cafetales de la zona baja, haciendo una conexión vertical a lo largo de la subcuenca.
- c) *Buen manejo de recursos forestales*: Como parte de una estrategia en donde la conservación no está peleada con el aprovechamiento de los recursos forestales, damos seguimiento al programa de manejo forestal que lleva el ejido San Pedro Buenavista en 60 ha de uso común. Esta actividad representa para nosotros un hito en la zona, ya que logramos trascender un conflicto local para el aprovechamiento de estos recursos colectivos, fortalecer el reglamento interno para el manejo del mismo y se ha logrado en la primer anualidad hacer un ejercicio de rendición de cuentas por parte de los comités de bosque involucrados, fortaleciendo la toma de decisiones comunitarias respecto de los beneficios del bosque y la forma de trabajarlos.  
En esta misma línea de trabajo, SENDAS AC, acompañado el registro de plantaciones forestales en el mismo ejido, con el interés de poco a poco ir regulando la actividad forestal, lo cual ha llevado a las personas involucradas en adquirir nuevas herramientas y al manejo de documentación forestal, lo que comienza a ser una corriente no sólo de opinión, sino también de acción, lo cual permite, hipotéticamente, reducir el clandestinaje por parte de quienes venden madera y frente a las autoridades vigilantes reducir las mordidas convirtiéndolas en autoridades vigilantes y normativas.
- d) *Proyectos productivos*: se ha avanzado en la consolidación de modelos que integran principios agroecológicos a nivel de traspatio (hortalizas y manejo de pequeños animales), trabajo que se realiza principalmente con mujeres; a la vez se incursiona en un modelo silvopastoril adaptado para los productores de leche de la zona media de la subcuenca, donde cada uno de los módulos participantes adoptan principios y prácticas agroecológicas como son: abonos orgánicos, terraceo con curvas de nivel, barreras vivas con árboles locales y frutales de calidad; protección de cuerpos de agua por destacar algunas.

Como parte de las alternativas locales para reducir la presión sobre los recursos naturales se ha impulsado la iniciativa de ecoturismo “Cañadas del Pixquiac”, proceso que involucra la participación de 8 familias, en proceso continuo de capacitación, con una visión a futuro de ser pro-

---

<sup>3</sup> Premio Nacional al Mérito Forestal 2013

yecto rentable y con afluencia de turistas locales, regionales y estudiantil que quieran sumergirse en una experiencia para conocer el bosque de niebla.

- e) *Biomercado*: con el fin de incrementar los ingresos en los hogares campesinos a partir de los excedentes en la producción en los proyectos productivos en los que se involucra en la propuesta de trabajo, se incursiona en una estrategia de biomercado, donde los productos provenientes de la subcuenca sean consumidos en las mismas localidades o bien en mercados locales donde se valore su procedencia por su calidad y atributos, logrando un precio justo para el productor y consumidor. Se trabaja en un sello (marca sombrilla), que identifique los productos y su origen y a la vez en marcas para cada uno de ellos, por lo que se distinguirán las hortalizas, los huevos de rancho, leche, carbón, productos de belleza a partir del conocimiento de la herbolaria tradicional, entre otros
- f) *Comité de Cuenca del río Pixquiac (COCUPIX)*: Es un espacio multiactoral que se enfoca al buen manejo de los recursos naturales y el desarrollo integral de los habitantes de esta subcuenca. Con esta organización se busca establecer y consolidar espacios de participación colectiva que permitan sostener a corto, mediano y largo plazos los acuerdos sobre el uso de los recursos y la preservación de los ecosistemas; es decir, una **gestión compartida**.

Este espacio organizativo se caracteriza por ser plural, involucrando a la gente del campo dueña de los recursos naturales, y de la ciudad (usuarios del agua y beneficiarios de otros servicios ambientales), así como a funcionarios de los tres niveles de gobierno que tienen que ver con el diseño y aplicación de políticas en torno al manejo de estos recursos. En 2015 el COCUPIX cumple 8 años.

- g) *Programa de Compensación por Servicios Ambientales de la cuenca del río Pixquiac (PROSAPIX)*: Es el instrumento de financiamiento que se busca consolidar para poder sustentar económicamente la propuesta de trabajo en el Pixquiac, entendiendo que:

- El PROSAPIX no es un fin en sí, es un instrumento de financiamiento para apoyar la cogestión y el manejo integral de la subcuenca.
- El desarrollo de alternativas productivas es la condición indispensable para generar condiciones que permitan conservar los bosques y fuentes de agua a largo plazo.
- El programa apoya la conservación de SA en conjunto (biodiversidad, servicios hidrológicos), pues son interdependientes.
- La conservación no es entendida como “no tocar los recursos”, sino como un objetivo que se logra mediante el uso regulado y sustentable de los mismos.
- La inversión debe orientarse considerando criterios técnicos y sociales diseñados para las condiciones socioambientales locales.

Se ha logrado tener una concurrencia de recursos por parte de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS-Xalapa), CONAFOR, Gobierno del Estado, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y SENDAS AC a lo largo de los 7 años que lleva el programa, sin embargo faltan pasos que afianzar para lograr un verdadero mecanismo de financiamiento, como son la institucionalización del programa pro parte de CMAS-Xalapa, y lograr la participación de los usuarios del agua en el programa.

h) *Monitoreo*: Un aspecto importante de todo el trabajo realizado es el monitoreo, se realiza para dar seguimiento al cumplimiento de los acuerdos de conservación, donde en el ciclo 2014-2015 se conformó la primer brigada intercomunitaria de monitoreo, misma que evaluó en campo aspectos sociales y técnicos (superficie conservada, tipo de vegetación, inclinación del terreno, especies forestales existentes, etc., en total 92 reactivos) que permitirán al COCUPIX la toma de decisiones respecto a los integrantes del nuevo convenio de servicios ambientales 2015-2020

A su vez en las acciones de monitoreo, hemos reactivado el monitoreo de calidad del agua, como un aspecto importante del proyecto, sin embargo habremos de ampliar la gama de aspectos a monitorear por la reciente incursión del cultivo de papa con alto uso de agroquímicos en la zona media de la subcuenca, lo cual podría afectar la calidad del agua.

## CONCLUSIONES

La gestión compartida de una subcuenca, por ende sus recursos, implica la suma de acuerdos para el cuidado, protección, restauración y buen manejo de los recursos naturales de esta se vuelven importantes para la ciudad y renueva permanentemente la importancia de los mismos para los habitantes del campo.

La necesidad de establecer acuerdos entre los habitantes de la ciudad a través de su gobierno y los habitantes de las subcuencas, basados en principios de reciprocidad donde unos se comprometen a cuidar los recursos naturales y al buen manejo de los mismos y los otros apoyan económicamente, a través de mecanismos de compensación como el PROSAPIX, o bien por otras vías como es consumo de los productos provenientes de estas zonas, asegurando un intercambio económico justo que permita mantener activa la producción del campo, con espacios de venta en la ciudad, donde esta última se beneficia con alimentos de calidad, materias primas locales, producidos bajo esquemas amables con el medio ambiente.

El reto de una propuesta de esta índole es construir juntos, sociedad civil y gobiernos locales, modelos que en el largo plazo garanticen a la población regional agua de calidad y un medio ambiente sano. Esto es posible, sin embargo implica un cambio en la forma en que nos relacionamos con los recursos naturales de la región y sus habitantes, así como también en la cultura.

Parafraseando a Carl Sagan quien dijo “Una galaxia se compone de gas y de polvo y de estrellas, de miles y miles de millones de estrellas”, el trabajo de gestión compartida de cuenca se compone de miles y miles de millones de interacciones.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Paré, L. y P. Gerez (coords.). 2012. Al Filo del Agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz. UNAM, SENDAS,AC., Universidad Veracruzana, SEMARNAT, INE, U. Iberoamericana-Puebla, Juan Pablos Editores. 344 pp. ISBN 978-607-7908-89-0.pp. 94
- Sagan, Carl. 1982. Cosmos: Un viaje personal. Editorial Planeta. 365 pp. Barcelona, España.
- Vidriales, G., *et. al.* Cogestión de la cuenca del río Pixquiac. Segundo congreso de cuencas hidrográficas. INE, Villahermosa Tabasco. 2011.



# **Avances en el establecimiento de un corredor de turismo sustentable en la ladera oriental del Cofre de Perote: sinergias intersectoriales para la conservación desde el enfoque de cuenca**

**J. Alejandro Negrete Ramírez y M. de Los Ángeles Piñar Álvarez**

SENDAS A.C. / Colegio de Veracruz

## **INTRODUCCIÓN**

Este proyecto de investigación e intervención social sobre sustentabilidad, se ubica en la ladera oriental de El Cofre de Perote, que por sus características hidrológicas se identifica como la Cuenca Alta del Río La Antigua. Se partió de la hipótesis de que la conservación es posible sólo y sí, los sectores productivos transitan hacia prácticas ambientalmente más adecuadas y, que no es posible alcanzar y sostener de forma equitativa el bienestar material sin la restauración y buen manejo de los ecosistemas que proveen los bienes y servicios ambientales de los que depende la actividad humana (agua, suelos, bosques, biodiversidad). Bajo esta premisa y dadas las dinámicas socioeconómicas de los municipios de Xalapa, Coatepec, Xico y Teocelo, la orientación de esfuerzos del proyecto ha estado fuertemente enfocada en el turismo y el encadenamiento productivo.

Aunque inicialmente el objetivo del proyecto fue coadyuvar en la conservación del Sitio Ramsar “Cascadas de Texolo”, se identificó que es más estratégico impulsar la transición hacia la sustentabilidad del sector turístico desde un enfoque regional intermunicipal, y la necesidad de promover iniciativas hacia el manejo integrado y participativo de la cuenca en la que se encuentra este Sitio, la cuenca alta del Río La Antigua.

En este texto se expone brevemente el contexto biofísico y la importancia de esta cuenca, las condiciones del sector turístico en la región y las coyunturas que potencialmente pueden posicionar a este sector como líder del tránsito a la sustentabilidad, así como los avances intersectoriales que se tienen a la fecha y los retos que presenta.

## **EL CORREDOR BICOCULTURAL EN LA LADERA ORIENTAL DEL COFRE DE PEROTE DESDE UN ENFOQUE DE CUENCA.**

*La Cuenca del Río la Antigua: un gran recipiente desde El Cofre hasta el mar.*

De la montaña de El Cofre de Perote hacia las costas Veracruz convergen tres cuencas hidrográficas: Actopan, Nautla y La Antigua. La cuenca del Río La Antigua tiene una superficie de 3,443.9 kilómetros cuadrados, abarca parte de los Estados de Puebla y Veracruz, siendo en este último donde ubica su descarga hacia el Golfo de México (Figura 1). Su desembocadura se encuentra al Noroeste del Puerto de Veracruz y al Sur del Río Actopan, sus principales afluentes son los ríos Matlacobatíl y Los Pescados. Su territorio conformado por 17 municipios de Veracruz y 3 municipios de Puebla, alcanza cerca de un millón de habitantes, de los cuales el 94% pertenecen al estado de Veracruz.

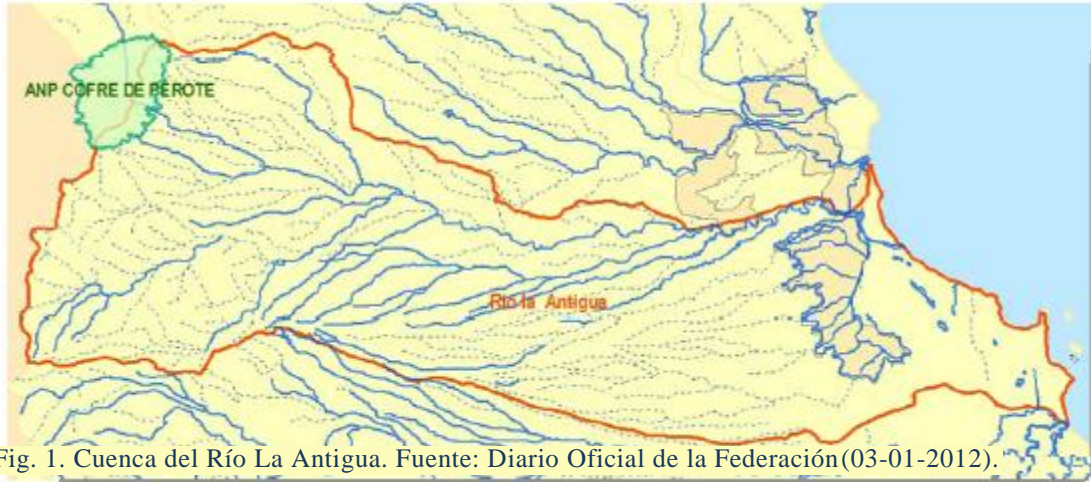


Fig. 1. Cuenca del Río La Antigua. Fuente: Diario Oficial de la Federación(03-01-2012).

Para su estudio y manejo, esta cuenca se divide en tres zonas: alta, media y baja, que van desde los 4,282 msnm en el punto más alto del Cofre de Perote, hasta los 0 msnm en las playas de Veracruz.

Estas características altitudinales permiten una gran diversidad de ecosistemas en la Cuenca, desde los Bosques de coníferas y encinos, pradera de montaña, y el Bosque Mesófilo de montaña en la zona alta, hasta los Bosques tropicales y Selva baja caducifolia en las zonas media y baja.

El Área Natural Protegida más relevante de esta cuenca es el Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP), determinada por la cota 3,000 msnm. El PNCP tiene una superficie de 11,550 hectáreas, de las cuales el 35% están dentro de los límites de la Cuenca del Río La Antigua (figura 1), (SEGOB, 2012).

### ***La cuenca Alta del Río La Antigua***

La cuenca alta del Río la Antigua (CARA) forma parte de la vertiente oriental de la cordillera Cofre de Perote-Pico de Orizaba. Va de los 4,282 metros en la cima del Cofre de Perote hasta los 600 metros en el punto más bajo, en los municipios de Coatepec y Teocelo. Este gradiente altitudinal combinado con los vientos húmedos que vienen del Golfo de México, provocan en esta ladera del Cofre una alta humedad y temperaturas templadas con lluvias casi todo el año. Estas condiciones son ideales para el bosque mesófilo de montaña, ecosistema predominante en esta región con el 19%. Los bosques de pino-encino ocupan el 13%, la selva baja caducifolia y la pradera de alta montaña ocupan el 1% de la superficie total (Mokondoko, 2010). Las áreas de pastos de ganadería el 21% y cultivos de temporal el 9%, las plantaciones de café bajo sombra y los cultivos de caña de azúcar, ocupan el 12 y 8% respectivamente, y las áreas urbanas ocupan el 5.9% de la superficie total de la cuenca (Muñoz-Villers, 2008).

Por su gran riqueza hídrica en esta cuenca se encuentran lugares que ofrecen diversos atractivos turísticos y de aventura, entre los más destacados está el Rafting a lo largo del Río de Los Pescados, especialmente importante para la economía de Jalcomulco. En el Municipio de Coatepec se localizan las largas caídas de agua de los ríos Pixquiac y Huehueyapan, así como

la cascada Bola de Oro, la cascada La Granada, y su Reserva Ecológica con el mismo nombre. La Cascada Chopantla, el Balneario Agua Alegre, y uno de los más importantes atractivos en la región Xalapa: la cascada de Xico (mejor conocida como Texolo), además reconocida como Área Natural Protegida bajo la categoría de Sitio Ramsar (SEGOB, 2012).

Sólo de la Cuenca Alta del Río la Antigua se abastecen de agua 580 mil personas, concentrándose el 72% en las ciudades de Xalapa, Coatepec, Xico y Teocelo. A esta dependencia directa de la población con la cuenca por la cosecha de agua que se genera en sus laderas y que se retiene por el servicio ambiental que prestan sus bosques, hay añadir los servicios paisajísticos y de recreación que hacen posible la actividad turística de naturaleza y aventura, además de que la humedad y clima que los bosques proporcionan favorecen la cafecultura, otra de las actividades económicas más relevantes de la región (Mokondoko, 2012).

Según datos que reporta Mokondoko (2012) al menos el 30% del territorio de la cuenca alta está cubierto de bosque de niebla y cafetales, generando un corredor biocultural con características culturales compartidas en los municipios de Xalapa, Coatepec, Xico, Teocelo e Ixhuacán de Los Reyes. Especialmente en la actividad turística, estos municipios se caracterizan por su oferta paisajística (bosques, cascadas, ríos, observación de aves), de café de alta calidad y de fiestas religiosas.

El turismo que existe en la región Xalapa es por completo interdependiente de estas ofertas, pues turistas vienen a Xalapa a hacer trámites administrativos o por temas de salud, y se quedan a visitar los lugares aledaños: tomar café en Coatepec, pasar a comprar pan a Xico o visitar algún río de Teocelo.

Sin embargo, estos bosques y ecosistemas reciben una fuerte presión por la expansión de la mancha urbana y las actividades productivas, debido en gran parte a su subvaloración económica. El mal manejo y cambio de uso de suelo tienen efectos negativos en la cantidad y calidad del agua disponible, así como la amenaza sobre los bosques y los ecosistemas. En este sentido, se torna imprescindible identificar e implementar mecanismos de transición hacia la sustentabilidad en las diversas actividades productivas, además de que puedan atenderse desde una perspectiva integral y desarrollarse de manera sinérgica, como el turismo sustentable y el café orgánico, mediante el encadenamiento productivo.

## **AVANCES DEL SECTOR TURÍSTICO HACIA LA SUSTENTABILIDAD**

Desde el año 2012 El Colegio de Veracruz (COLVER) ha colaborado con la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) para realizar el Plan de Manejo del Sitio Ramsar 1601 "Cascadas de Texolo", ubicado entre los municipios de Xico y Teocelo, Estado de Veracruz. De este Plan de Manejo se derivó un Plan de Desarrollo Turístico Sustentable para el Sitio referido, pero se consideró viable y más conveniente buscar su aplicación a nivel municipal.

De los meses de noviembre de 2013 a junio de 2014, y como parte de un programa de investigación-acción de estancia de investigación posdoctoral, se diseñaron y realizaron tres talleres de capacitación a 18 empresarios de turismo del municipio de Xico, dos foros ciudadanos sobre sustentabilidad en la región, con la asistencia de más de 300 representantes del sector turístico, escuelas locales, organizaciones sociales y autoridades de instituciones académicas y

de gobierno federal, estatal y municipales de Xico, Coatepec, Teocelo y Jalapa, y tres talleres de mapeo participativo mediante la construcción de una maquetas de la región con enfoque de cuenca, asistiendo un total de 25 personas provenientes de Xico, Xalapa y Coatepec.

Para la gestión de estos espacios de capacitación a empresarios turísticos, se estableció una asociación provechosa con la Dirección de Turismo del Municipio de Xico. Se diseñó conjuntamente un Manual de Buenas Prácticas Turísticas, el cual fue bien aceptado por la empresas que participaron. Se logró posicionar en la Dirección de Turismo de Xico la necesidad de que los municipios de la región se coordinen para impulsar la transición del turismo convencional hacia uno sustentable, y posicionar a nivel nacional e internacional este distintivo como estrategia de marketing. A su vez, la dirección de Turismo de Xico, a través de su entonces directora Lic. Socorro Oseguera, tuvo reuniones con las direcciones de turismo de Teocelo, Coatepec e Ixhuacan de Los Reyes para proponer este planteamiento con una buena aceptación.

En el trabajo con ayuntamientos nos encontramos muy frecuentemente con el reto de la alta movilidad de los mandos medios y altos. De tres directores municipales de turismo con quienes se trabajó entre diciembre y abril de 2014 (Xico, Coatepec y Teocelo), actualmente sólo queda un director. Los otros directores renunciaron o se les pidió su renuncia. Sólo en Xico se cambió al director municipal de turismo tres veces en los primeros cuatro meses del 2014.

Para el segundo semestre de 2014, en consideración a esta circunstancia de inestabilidad con los directores municipales de turismo, y después del proceso de capacitación, se analizaron posibilidades para estimular a los empresarios con la certificación en sustentabilidad sus empresas. Se identificaron diversas opciones:

- SECTUR a nivel federal cuenta con un programa de certificación denominado “Distintivo S” pero en ese momento este programa no estaba en función.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) tiene un programa de certificación ambiental a nivel empresas de turismo y a nivel municipal. Sin embargo, aunque la certificación no tiene costo, ésta sólo se logra mediante una auditoría ambiental realizada por alguna de las empresas privadas autorizadas. En el estado de Veracruz sólo hay una empresa reconocida por la Profepa, y el costo de auditoría para una empresa de tamaño mediano puede andar por los 30 mil pesos sólo la auditoría, que es una dictaminación sobre el manejo de agua, energía y residuos de la empresa, aparte es el costo de inversión para hacer las mejoras que la auditoría dictamine necesarias para obtener la certificación (Ing. Silvestre Prado, Encargado de la subdelegación de auditoría ambiental en el estado de Veracruz, Profepa. Comunicado personal 19 de junio de 2014).
- RAINFOREST ALLIANCE. Es una organización internacional no lucrativa con su centro de operación en New York y presencia en 80 países, ofrece al certificarse con ellos, acceso a su mercado de consumidores verdes. El costo por certificación es para cada empresa y está alrededor de 1,700 dólares anuales (Saúl Blanco, Coordinador de certificación de empresas turísticas de Rainforest Alliance, comunicado personal, 19 de junio de 2014).

Aquí nos quedamos en esta primera etapa de la investigación (nov 2013-julio 2014), sin que se haya podido consensar sobre el mecanismo más accesible para la certificación de empresas turísticas a nivel regional. Sin embargo, es importante destacar que los empresarios de turismo en Xico reportan la necesidad de atraer turistas más allá de las temporadas altas, y que luego de este proceso de capacitación sí identifican la conservación y la buena gestión ambien-

tal de sus empresas como un plus para atraer clientes, pero consideran que hacen falta recursos para impulsar cambios en la práctica.

Una línea de trabajo importante a desarrollar con los empresarios de turismo regionales, el ayuntamiento, y con funcionarios estatales de este sector, es demostrar que el éxito del desarrollo turístico no se debe medir por el número de visitantes, sino por los resultados de su impacto a nivel económico, social y ambiental.

## **SEGUNDO CICLO DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN: IMPULSANDO UN CORREDOR BIOCULTURAL DE TURISMO SUSTENTABLE CON ENFOQUE HIDROSOCIAL DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y GESTIÓN PARTICIPATIVA.**

Hacia octubre de 2014 consideramos coyuntural aprovechar la inclinación turística de estos municipios, así como el interés y las inquietudes y sensibilidad sociales que ya existen en torno al agua, la energía, la conservación del bosque mesófilo de montaña, el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, impulsando el turismo sustentable a nivel regional y la participación social en las políticas ambientales.

Una posibilidad metodológica para propiciar la participación ciudadana en la gestión del territorio a nivel de región, es el enfoque de *co-gestión* de cuenca hidrosocial, el cuál atiende aspectos de paisaje, manejo adecuado y conservación de recursos, organización y participación comunitaria, gobernanza ambiental y empoderamiento social (Paré, Dawn y González, 2008), que consideramos muy afines y una forma aterrizada de poner en práctica los principios de turismo sustentable que enuncia SECTUR (2000:18) como:

- a) Conservación del entorno (Conservación de los recursos naturales, mantenimiento del patrimonio arquitectónico, supervisar capacidad de carga de los sitios, evaluar periódicamente los impactos ambientales)
- b) Integración sociocultural (participación de la población local, promoción y rescate de la identidad nacional, generación y fomento de una cultura turística)
- c) Rentabilidad económica (empleo, rentabilidad, inversión, oportunidades de negocio)

El trabajo realizado en la fase anterior permitió visibilizar necesidades y vacíos, así como oportunidades. Gestionamos apoyos con SENDAS, AC para implementar un proyecto de manejo participativo de la cuenca que abastece de agua la población de Xico, y solicitamos a la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) asesoría y recursos para el impulso del corredor de turismo sustentable. Buscamos alianzas para que en los municipios de Xico, Coatepec, Teocelo e Ixhuacán de los Reyes se establezcan mecanismos de regulación para las actividades del sector turístico orientándolas hacia la sustentabilidad. Este es un paso imprescindible para la certificación regional en turismo sustentable, donde esperamos, por el interés que han mostrado los empresarios de turismo y autoridades municipales, que Xico lidere este proceso.

En una reciente y exhaustiva investigación de IMCO (2013) sobre competitividad turística en México, se identifica la necesidad de impulsar cuatro estrategias:

- a) Transformar las inversiones de Fonatur para crear corredores verdes o corredores ecológicos que interconecten destinos turísticos cuyo desarrollo se base en conservar y socializar su patrimonio cultural y natural.
- b) Promover la adopción de estándares de turismo responsable y sustentable.
- c) Aumentar la competencia en el espacio aéreo.

d) Rediseñar la promoción turística con el uso de herramientas digitales.

Particularmente para este proceso, los dos primeros puntos serán los ejes de trabajo de la siguiente fase de investigación-acción. Es urgente trascender los esquemas sectorizados mediante la promoción de cadenas productivas ecológicas en el cluster turístico. Paralelamente, la Asociación Civil Sendas, con amplia experiencia regional en desarrollo comunitario, empezó en enero de 2015 a promover en el Municipio de Xico esquemas de manejo integral y participativo de la cuenca, donde se espera hacer una alianza de mutuo beneficio.

GIZ por su parte, se sumó a esta iniciativa y se encuentra en este momento cabildeando con autoridades de SECTUR Federal, CONANP y SEMARNAT para orientar esfuerzos y recursos coordinados en la implementación de un corredor turístico en los municipios Cofre de Perote-Xalapa-Coatepec-Xico –Teocelo.

Las condiciones sociopolíticas actuales son altamente favorables para poder afirmar que, el sector turístico puede ser un aglutinador de diversos sectores y actores sociales en la transición regional hacia el desarrollo sustentable de esta cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SEGOB (2012). Diario Oficial de la Federación (03/01/2012). Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5227830&fecha=03/01/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5227830&fecha=03/01/2012)
- IMCO (2013). *Nueva política turística para recuperar la competitividad del sector y detonar el desarrollo regional*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C.
- Mokondoko P. (2010). Estudio de las relaciones entre cambio de uso de suelo, calidad del agua y salud pública, para valoración de servicios ambientales hidrológicos en la cuenca alta del Río la Antigua, Veracruz. Tesis de maestría en ciencias. Coatepec, México: Instituto de Ecología, AC
- Muñoz- Villers, L.E. (2008). *Efecto del cambio en el uso del suelo sobre la dinámica hidrológica y calidad de agua en el trópico húmedo del centro de Veracruz, México*. Tesis Doctoral. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Paré L., Dawn R., González M. A. Coords. (2008). *Gestión de cuencas y servicios ambientales. Perspectivas comunitarias y ciudadanas*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Secretaría de Turismo (2000). *Manual de Planeación y Gestión del Desarrollo Turístico Municipal*. México: SECTUR.

# **Biodigestores de polietileno tubular: una biotecnología apropiada a las comunidades del PNCP**

**Arturo Arenas Moreno y J. Armando Lozada García**

Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, UV

## **INTRODUCCIÓN**

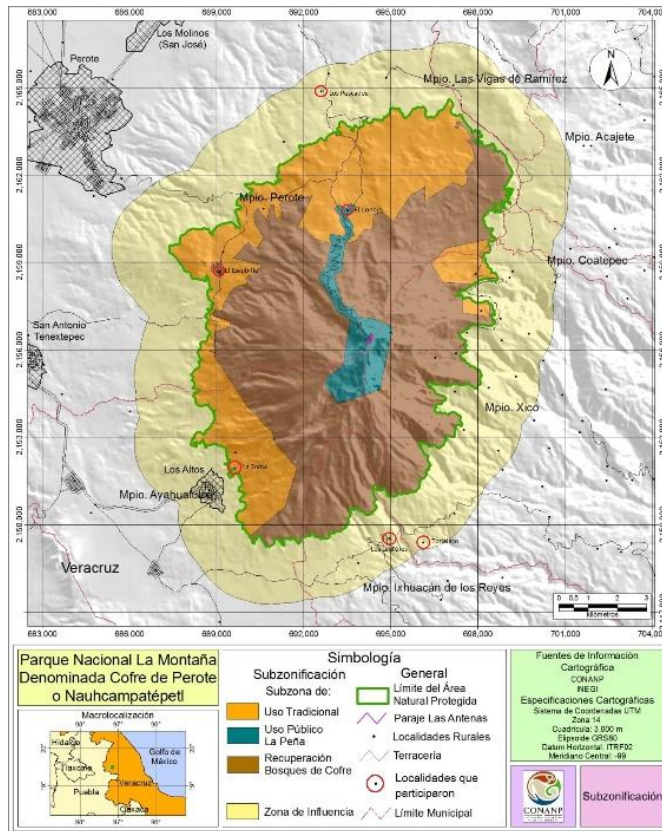
La montaña Cofre de Perote es muy importante para sus alrededores debido a los recursos y servicios ambientales que proporciona (Narave y Chamorro, 2013), por ello en el año de 1938 es decretada Área Natural Protegida (ANP) a partir de los 3000msnm, sin embargo, cuando se realizó el decreto, la zona ya estaba constituida en ejidos y ya había comunidades asentadas dentro y en los límites (Vázquez-Torres *et al.*, 2010). Las personas llevan a cabo actividades productivas a pequeña escala y aprovechamiento de recursos, entre ellos el forestal para la obtención de leña como fuente de energía en las actividades diarias, sin embargo cada vez es más difícil de obtener. Por lo tanto es importante buscar nuevas alternativas y es por ello que en el año 2013 gracias al financiamiento de CONACyT, mediante el proyecto No. 190667 “Educación y Comunicación Ambiental en Ocho Comunidades Cercanas al Parque Nacional Cofre de Perote” a través de la convocatoria de apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia 2012, se instalaron ocho biodigestores demostrativos construidos a partir de polietileno tubular y materiales de bajo costo en seis comunidades cercanas al Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP) con la finalidad de promover su uso contribuyendo al proceso de transferencia de biotecnología.

Se propuso el uso de biodigestores de polietileno tubular ya que es considerado una biotecnología apropiada por su bajo costo, fácil operación y mantenimiento permitiendo generar energía (biogás) mediante la digestión anaerobia del estiércol contribuyendo al manejo y aprovechamiento de los desechos generados por el ganado, los cuales si no se tratan adecuadamente, puede convertirse en un foco de contaminación. El biogás puede utilizarse como combustible alternativo a la leña en las actividades diarias. Se diseñaron e instalaron ocho biodigestores de 8m de largo, cada uno se construyó con una familia la cual se hace cargo del cuidado y mantenimiento del mismo. Finalmente se evaluó el nivel de aceptación de la biotecnología propuesta con una encuesta tipo Likert de cuatro categorías de aceptación: alto, medio, bajo y nulo.

## **LOCALIZACIÓN**

El presente trabajo se realizó en las localidades de El Conejo, Los Pescados, El Escobillo, La Toma, Los Laureles y Tonalaco, comunidades con una población menor a 1500 habitantes, se encuentran en la zona de influencia del PNCP donde las personas de todas estas comunidades llevan a cabo actividades productivas principalmente agricultura y ganadería, aprovechamiento de recursos naturales como la madera y utilizan leña como combustible principal. El tipo de suelo en la zona es Andosol con clima semifrío subhúmedo. Pertenecen a cuatro municipios que son Perote, Ayahualulco, Ixhuacán de los Reyes y Xico, respectivamente. Las comunidades se encuentran en los alrededores de la montaña, lo cual se puede observar en la Figura 1.





**Figura 1.** Imagen que muestra la ubicación de las comunidades en la zona de influencia del Parque Nacional Cofre de Perote. Fuente: Programa de manejo PNCP.

## METODOLOGÍA

### *Diseño del biodigestor*

El Diseño del biodigestor se llevó a cabo siguiendo lo propuesto por Martí-Herrero en 2008. Con modificaciones.

Primero, se realizó un diagnóstico para obtener información de las localidades y familias con quien se iba a trabajar, conocer son las necesidades energéticas y si cumplen con los requerimientos básicos en la instalación de un biodigestor.

Todas las actividades descritas se realizaron por comunidad, la propuesta se presentó en ocho comunidades cercanas al Parque Nacional de las cuales, solo en seis decidieron participar.

### *Diagnóstico*

Se invitó a los habitantes de la comunidad a una plática informativa sobre el proyecto de biodigestores, en esta plática se les dio a conocer que son los biodigestores, su funcionamiento, las problemáticas que atiende y los beneficios que genera. Al finalizar, se aplicó una encuesta de 10 preguntas donde se preguntó sobre las actividades que realizaban, si cuentan con animales de traspatio y si usaban leña como combustible en sus hogares, entre otras cosas, para después seleccionar a las personas que cumplieran con los requerimientos básicos y que estuvieran inte-

resadas en la construcción de un biodigestor demostrativo. De esta forma se pudo conocer la necesidad de energía promedio/día que necesitan las familias en las localidades y la cantidad de estiércol que su ganado genera, estos parámetros son muy importantes para llevar a cabo el diseño del biodigestor.

### ***Variables importantes para el diseño del biodigestor***

El biodigestor se puede diseñar en función de dos propósitos, el primero de ellos es en función a la cantidad de energía que se quiere producir y el segundo de la cantidad de estiércol al que se le quiere dar un manejo, ambos diseños están muy relacionados entre sí ya que cuando se busca el primer propósito, se debe considerar que se tenga el suficiente estiércol y cuando es el otro caso debemos tomar en cuenta la necesidad energética de la familia, ya que no se recomienda generar más biogás de la que se requiere.

### ***Selección de la familia***

Se seleccionó a una familia que cumpliera con esos requerimientos básicos para construir y alimentar el biodigestor, pero que además estuviera interesada en participar, esta parte fue muy importante ya que además de la implementación de la biotecnología como alternativa energética, también se busca conocer su grado de aceptación

### ***Establecimiento de biodigestores en las localidades***

El establecimiento de los biodigestores en las comunidades se llevó a cabo en diferentes etapas desde el diseño y la instalación de un biodigestor piloto, la capacitación a cada una de las familias y la puesta en marcha de cada una de ellas.

### ***Biodigestor piloto***

Una vez concluido el diseño del biodigestor, y obtenidas las dimensiones del mismo y de la zanja, además de la cubierta; se llevó a cabo la construcción de un biodigestor piloto en la localidad de Tlalchay, Ixhuacán de los Reyes con la finalidad de afinar detalles y aprender de experiencia propia la parte de la construcción y convivencia con la familia del lugar.

Para el caso de la puesta en marcha de los biodigestores en cada localidad, se consideraron las siguientes actividades en para y con la familia:

### ***Taller sobre instalación, manejo y cuidado de un biodigestor***

Una vez que se seleccionó la familia con la que se iba a trabajar y el lugar donde se iba a construir el biodigestor, se llevó a cabo un taller en donde se les explicó a las personas de la familia, todo lo relacionado con el tema, que materiales se utilizan, como se instala, como se debe operar y el cuidado que debe tener

En esta parte se les pide a las personas que caven la zanja que servirá como soporte al biodigestor. El largo de esta zanja se obtiene directamente del diseño del biodigestor y las medidas como ancho y alto se obtienen con base en el ancho del rollo del polietileno tubular, por lo que se presentan después del diseño en la sección de resultados.

### ***Instalación de los biodigestores***

Cuando la familia terminó de cavar la zanja, regresamos a la localidad para llevar a cabo la construcción del biodigestor de manera participativa con los interesados, explicando todo el proceso de instalación y las partes que conforman el biodigestor como son los tubos de entrada

y salida de la mezcla y la salida del biogás; además se les explicó dónde pueden conseguir los materiales y se aclaró cualquier duda que ellos pudieran tener.

### ***Aceptación de la biotecnología***

Para esta parte se diseñó una encuesta con preguntas estratégicas bajo la escala tipo Likert la cual consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos (Malave, 2007). Con esta herramienta nos podemos dar cuenta de la reacción de una persona en cuanto a actitud, interés y participación o iniciativa.

La encuesta elaborada comprende varios temas importantes como la opinión que tienen sobre el proceso de instalación, manejo y cuidado de un biodigestor, función de la zanja y la cubierta, producción del biogás, beneficios esperados, si es apropiado a la localidad y la actitud mostrada por los encuestados, parte importante para conocer si se comprendió bien el proceso y la actitud presentan los participantes ante el uso de esta nueva biotecnología ya que de ello dependerá el mantenimiento adecuado y por lo tanto su funcionamiento. Esta constó de 10 preguntas y fue aplicada únicamente a las personas que participaron en el proyecto.

Al analizar los resultados obtenidos nos confirma que las personas están interesadas en el tema y muestran una actitud positiva hacia la propuesta biotecnológica, el nivel de aceptación de la biotecnología obtenido fue alto. Únicamente se evaluó el nivel de aceptación, pues el proceso de transferencia involucra diferentes niveles que van desde la aceptación, la adopción y finalmente la apropiación, por cuestiones de tiempo, al momento únicamente es posible evaluar el primer nivel mencionado. Las respuestas de las preguntas de la encuesta aplicada toman un valor que va de 1 a 4. Estos se agrupan en 4 intervalos de 0.75 resultando cuatro categorías de aceptación como se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1. Categoría de acuerdo a los valores posibles en cada respuesta y el grado de aceptación**

CATEGORÍA	GRADO DE ACEPTACIÓN
3.26 - 4	Alto
2.51 - 3.25	Medio
1.76 - 2.5	Bajo
1 - 1.75	Nulo

## **RESULTADOS**

### ***Diseño e instalación de biodigestores***

Como primera actividad del diagnóstico se invitó a los habitantes de la comunidad de forma general para que asistieran y escucharan sobre el proyecto de biodigestores, en esta plática se les dio a conocer que son los biodigestores, su funcionamiento, las problemáticas que atiende y los beneficios que genera.

Al finalizar la plática se aplicó la encuesta para conocer las características de las comunidades y las familias de la misma, dicha encuesta consto de 10 preguntas donde se obtuvieron los siguientes datos relevantes:

- 1) Las personas que asistieron a la plática sobre biodigestores se mostraron muy interesados en el tema y casi todas les gustaría aprender a construir y operar un biodigestor.
- 2) Muchas de las personas cuentan con animales de traspatio, este dato es importante porque para alimentar un biodigestor se necesita estiércol de ganado, por lo que las personas que no tiene animales, desafortunadamente no pueden implementar un biodigestor

ya que este punto les resultaría muy difícil de solucionar y es poco probable que el biodigestor funcione adecuadamente, en Tonalaco un 55% de las personas encuestadas cuentan con animales de traspatio, en Los Laureles y Los Pescados el 100%, para La Toma un 87%, en la comunidad de El Escobillo el 90% y para el caso de El Conejo el 83%.

- 3) En cuanto a las horas que requieren de energía por comunidad, esta varió un poco pero la mayoría menciona que el tiempo que necesita de energía es entre 6-8 horas.

Otro dato muy importante obtenido en el diagnóstico fue que todas las personas encuestadas utilizan leña como fuente de energía por lo que es necesario encontrar nuevas alternativas ya que el impacto que se genera los bosques de la zona es muy alto y cada vez está más escasa. En total se trabajó con ocho familias de las seis comunidades donde las personas de la comunidad de Los Pescados, presentaron mayor interés, incluso solicitaron la inclusión a más de una familia en el proyecto.

La puesta en marcha de los biodigestores en las comunidades se realizó tres momentos trabajando específicamente con cada familia de cada comunidad, el primero de ellos consistió en una plática – taller sobre el tema en general (Figura 2), el proceso de instalación del mismo y el manejo que debe darse a cada uno de los biodigestores, en esta parte se explicó que al ser de polietileno, necesitan una cuna que les sirva de sostén lo cual se soluciona cavando una zanja en donde se introduce el biodigestor, la zanja la cavan las personas de la familia en el traspatio donde deciden que es el mejor lugar para instalar el biodigestor.



Figura 2. Capacitación a la familia para la construcción de un biodigestor en comunidad.

Posteriormente, una vez que la zanja esta cavada, volvemos a la comunidad para llevar a cabo la construcción de cada biodigestor de manera participativa, en esta etapa es importante la participación de los integrantes de la familia durante el proceso con la finalidad de que aprendan los pasos a seguir para la construcción e instalación de la estructura para si en un momento ellos quieren construir otro biodigestor, puedan hacerlo sin la necesidad de contar con la presencia de personal de apoyo.

Tomando en cuenta la cantidad de estiércol promedio que genera el ganado de una familia y la cantidad de energía que requieren al día, se instalaron biodigestores de 8m de largo los cuales se deben alimentar con 30 kg de estiércol fresco en 90L de agua, para lograr una producción de biogás estimada de 4-6 horas diarias.

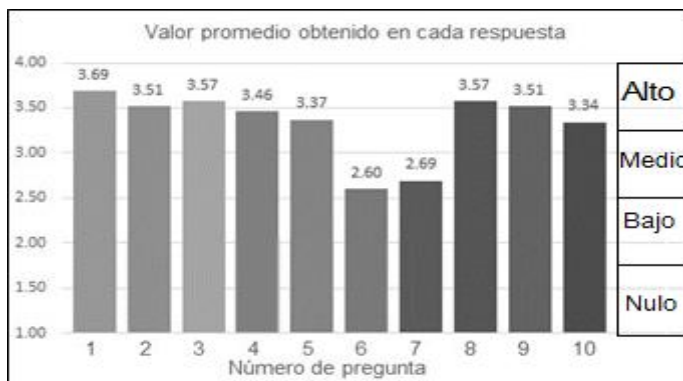


Figura 3. Valor promedio obtenido en cada una de las respuestas de la encuesta aplicada

Al momento se encuentran funcionando seis de los ocho biodigestores instalados en las comunidades donde uno de ellos reporta un rendimiento de cinco horas diarias y otro aproximadamente cuatro horas diarias. Con ello podemos comprobar que si se manejan y se cuidan adecuadamente pueden funcionar como una alternativa viable en estas comunidades y además muy importante debido a las necesidades que se presentan ya que puede contribuir a resolver problemas económicos, ambientales y de salud dentro del ámbito familiar.

#### **4.3 Aceptación de la biotecnología**

En total se encuestaron a 35 personas de las comunidades y en la Figura 3 podemos observar que ocho de las diez preguntas realizadas presentan un valor promedio que se encuentra en la categoría de una alta aceptación de la biotecnología y solo dos de ellas (6 y 7) en encontraron fuera de esta categoría, sin embargo aunque presentan un menor valor aun así se pueden clasificar en la categoría de aceptación media. Esto comprueba que efectivamente las personas aceptan la propuesta, resultando un grado de aceptación alto.

### **CONCLUSIONES**

El diseño de biodigestor realizado en este trabajo, se adaptó muy bien a las características de las comunidades y por lo tanto esto es importante para lograr su funcionamiento, con esto podemos destacar la importancia de realizar el diagnóstico. Cuatro de los ocho biodigestores instalados ya se encuentran funcionando.

La participación de las personas durante el proceso de construcción e instalación de la estructura fortalece la comprensión del funcionamiento de la biotecnología. Se trabajó con personas interesadas y es por ello que se obtuvo una buena respuesta ya que esto fortaleció mucho el proceso de transferencia.

La mayoría de las personas de las comunidades rurales cercanas al PNCP tienen animales de traspatio los cuales generan estiércol al que no se da un manejo adecuado.

El biodigestor diseñado se construyó de materiales locales y económicos, además se comprobó que funcionan si se cuidan adecuadamente.

La aceptación fue muy alta por lo que ésta alternativa se considera apropiada para el manejo de estiércol generado en la ganadería de traspatio, dándole un valor agregado convirtiéndolo en materia prima para la producción de energía. Ayudando a solventar una parte de la necesidad energética en la zona y a su vez contribuyendo la conservación del bosque.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar, F.X. 2001. How to install a polyethylene biogás plant. International Organization of Biotechnology and Bioengineering.
- Aguilar, F. X. y T. R; Preston. 2006. Los Beneficios económicos totales de la producción de biogás utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo. Guácimo, Costa Rica.
- CIMMYT, 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. México, D.F., 88 p.
- Malave, N. 2007. Trabajo modelo para enfoques de investigación acción participativa: Escala tipo Likert. Maturín, Venezuela.
- Martí-Herrero, J. 2008. Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares: Biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano. Bolivia.
- Martí-Herrero, J. 2011. Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos.
- Miles, T. 2007. Humo de leña, más letal que el tabaco. Chihuahua, México.
- Naranjo, F. 2010. La problemática de la salud, en relación con las cocinas de leña en áreas rurales a nivel mundial. CEGESTI.
- Narave, H. y M. Chamorro, 2013. ¡Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote!: Cuaderno de divulgación. UV. CONACyT. Veracruz, México.
- Vázquez-Torres, M., C. I. Carvajal-Hernández y A. M. Aquino-Zapata. 2010. Áreas naturales protegidas. Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz, Vol. 1, Patrimonio natural. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

# El agua en el Cofre de Perote, ¿Un recurso que se agota?

Margarito Páez

Facultad de Biología Xalapa, UV

## INTRODUCCIÓN

El problema de la demanda social del agua, no es privativo de región alguna. Es un problema mundial. Adquiere diferentes vertientes. Algunas veces puede ser la escasez, o la calidad de la misma. Otras veces, es su uso irracional por parte del hombre, quien ha subestimado la importancia de este recurso natural. En los últimos veinte años, se ha desarrollado una concientización e interés tendiente a su cuidado y uso sustentable. Se han desarrollado programas educativos tendientes a manifestar la importancia y el cuidado del agua. Sin embargo, el uso del agua aumenta a medida que la población humana crece, disminuyendo su disponibilidad. Actualmente la población mundial se ha adueñado del 54% de los recursos de agua dulce disponible en aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo el 70% de esta agua se destina al riego en la agricultura, después para la industria y una cantidad menor al consumo humano.

Calixto Flores (2010), menciona “El problema del uso del agua en el momento actual es vital, sin agua para el consumo humano, se tendrán que desplazar grandes poblaciones, propiciando la generación de enfermedades y escasez de alimentos”. Por otro lado muchos investigadores hablan de una crisis del agua que vendrá en el futuro, pero este fenómeno ya está aquí en la vida diaria de 1100 millones de seres humanos que no tienen acceso al agua potable. En nuestro país, alrededor de 12 millones padecen de la disponibilidad de agua potable. Además la mayor parte de los cuerpos de agua (ríos, embalses lagunas de agua dulce y aguas subterráneas están contaminadas. (FEA, 2006).

México, país mega diverso por su cultura, etnias, paisajes y diversidad biológica, padece importantes problemas de agua, que adquieren diferentes matices, dentro de estos podemos citar: de infraestructura, de conservación, de financiamiento, de distribución, de equidad en el acceso, de gestión y últimamente de una alta vulnerabilidad por el cambio climático global. Por ello, (Garduño, 2004) afirma que entre el clima y el agua, se dan relaciones de causa – efecto. El agua tiene tres atributos, cantidad, calidad y disponibilidad, la deficiencia de cualquiera de ellos genera problemas. En la escasez del agua se tiene que distinguir tres situaciones: tiempo de secas, aridez y sequía. Esta fenomenología está asociada a la disponibilidad del recurso, incidiendo en otros tres aspectos del bienestar humano: la producción de alimentos, la salud y la estabilidad política y social. Si el recurso agua se encuentra compartido con otras comunidades, la situación de disponibilidad se hace compleja, por ello, la gestión del agua deberá tender a evitar situaciones conflictivas debido a la escasez, sobreexplotación y contaminación, utilizando medidas preventivas que procuren un uso racional y de conservación. La conservación se debe entender como un proceso que cruza varios sectores en donde están inmersos lo económico, lo social, lo biológico y lo político.

En México, en los últimos 20 años se ha perdido 58% de los bosques y únicamente se conserva 2% de las selvas. La deforestación se debe principalmente a la expansión de la frontera agropecuaria, ante la carencia de otras opciones productivas; a los altos niveles de marginación de la población rural, y al establecimiento de políticas públicas de fomento agropecuario que afectan en forma directa a las zonas arboladas.

Otras causas importantes son: la tala ilegal para aprovechamientos comerciales, la indefinición en la tenencia de la tierra, la valoración insuficiente de los bienes y servicios ambientales que brindan los bosques y el desarrollo de asentamientos urbanos. (FEA, 2006).

## LA REGIÓN DEL COFRE DE PEROTE

En la región del Cofre de Perote, las problemáticas ambientales no son diferentes a las existentes en otras regiones del planeta y de nuestro país. Estas tienen diferentes orígenes, dentro de las cuales podemos citar el avance de la frontera agrícola por un lado y por el otro la expansión de la mancha urbana. Estos fenómenos hacen que los recursos hídricos se vayan deteriorando con la consecuente disminución en la cantidad y calidad de agua, que el bosque puede proveer a las poblaciones aledañas a la región. En esta montaña se forman tres vertientes a partir de escurrimientos que corren por ella:

- 1) La del río Huehuyapan, cuyos tributarios nacen en sus faldas a 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, aproximadamente y se conecta con el río de Los Pescados y este con el río La Antigua. (Pereyra y Pérez. 2005).
- 2) La del río Nautla, que se forma con escurrimientos que nacen a 4150 metros de altura, en su origen se le conoce como río Borregos cuyo curso sigue un rumbo hacia el norte a través de una topografía accidentada; aguas abajo recibe por su margen derecha la aportación del arroyo Las Ánimas. A 2.5 km aguas abajo de la confluencia del arroyo Las Ánimas afluye por la margen derecha el río Puerco; a 3 km aguas abajo de esta confluencia se le une por la margen derecha el arroyo El Suspiro, que es una corriente de importancia. Este arroyo tiene su origen en las inmediaciones del Cofre de Perote; sigue su curso hacia el norte y cambia hacia el noreste en la zona del sistema hidroeléctrico Las Minas. A 3 km aguas abajo recibe por la margen derecha la aportación del arroyo Tenexpa-noya, su rumbo cambia hacia el noreste hasta su afluencia con el río Trinidad (Pereyra y Pérez. 2005).
- 3) Escurrimientos que nacen en las faldas del Cofre de Perote a 3 000 m de altitud, su curso sigue en dirección noreste a través de 21 km de terreno montañoso capturando por ambos márgenes las corrientes que se forman en la porción nororiental del Cofre de Perote, luego cambia su curso hacia el sureste a la altura del poblado de Tlacolulan, Ver., dirección que conserva hasta su desembocadura. En la parte inicial de su recorrido se le conoce como río Sedeño y 15 km aguas abajo del poblado de Tlacolulan afluye por la margen izquierda el río Naolinco, al cual se le une por la margen izquierda el río Acatlán. En esta confluencia el colector cambia su nombre a río Actopan; aguas abajo de esta confluencia le afluye por la margen izquierda el río Chapapote. A partir del poblado La Concepción el colector se halla cubierto por lava volcánica y emerge en el lugar denominado El Descabezadero (Rendón, 1989). Aguas abajo del poblado de Actopan afluye por su margen izquierda el arroyo Chalcoya y en el sitio denominado Guajillo se localiza la presa derivadora La Esperanza que abastece al distrito de riego 035 La Antigua – Cardel. Aguas debajo de esta presa afluye por la margen izquierda el río Pastorías que nace a 1 650 m de altitud. El río Actopan sigue fluyendo hacia el este-sureste y 10 km aguas abajo de la confluencia antes mencionada se localiza la presa derivadora Santa Rosa que también abastece al distrito de riego 035. Por la margen derecha del colector general y 1 km aguas abajo de la presa Santa Rosa, afluye a 50 msnm el río Ídolos, que nace a 1 450 m de altitud al noreste de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Posteriormente, a la afluencia del río Ídolos, el río Actopan discurre entre zonas de terrenos cultivados en las que en ocasiones divaga o forma meandros y cuya topografía es muy plana. Fluye cerca de las poblaciones



de José Guadalupe Rodríguez, La Gloria y Úrsulo Galván; sigue rumbo hacia el oriente y desemboca en el Golfo de México a través de la Barra de Chachalacas. (Pereyra y Pérez. 2005).

También existen otros arroyos de corto caudal, como son el Cocoatzla, Tinimil, Aninilla, Obispo y el Venero de Pinaguztepec. Existen también pequeñas lagunas, entre las que destacan: Tilapa, Tecajetes, Carnestolenda, Tonaco y Negra” además de una que no es muy reconocida y que la mayoría de las personas por desconocimiento la adjudican al estado de Puebla pero que en un 75 % de su superficie corresponde al estado de Veracruz conocida como Laguna de Quechulac. La localidad carece de ríos permanentes y solo temporalmente, cuando existen grandes precipitaciones o depresiones, las hondonadas llegan a conducir agua.

Por lo expuesto anteriormente, se entiende que la hidrología es uno de los aspectos que adquiere mayor importancia del Cofre de Perote, ya que todas las comunidades, poblados y ciudades asentados en las inmediaciones y faldas de la montaña, se abastecen del agua que se genera en ella, entre estos se pueden mencionar: Perote, Coatepec, Xico, Teocelo, Banderilla y parcialmente Xalapa. Según datos que posee la CONAFOR, 770, 000 personas aproximadamente se benefician del agua proveniente de esta montaña (Pedraza et al., 1997). En la hidrología superficial del Cofre de Perote se pueden distinguir tres zonas:) la oriental y suroriental que presenta los caudales permanentes más importantes; 2) la nororiental y noroccidental con escurrimientos permanentes pero de menores caudales y 3) la occidental y sur en la que los escurrimientos son intermitentes y poco caudalosos. Mientras que la hidrología subterránea evidencia grandes cantidades de agua infiltrada que abastece los mantos freáticos de la zona del Valle de Perote (Vázquez, R. 2010).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El río que pasa a un lado de la localidad El Conejo, municipio de Perote, Ver. Presenta una serie de problemáticas ambientales, dentro de las cuales podemos citar las siguientes:

1. La disminución del caudal.
2. La probable contaminación del agua por descargas de aguas residuales
3. La contaminación del agua por diversos tipos de sedimentos y
4. La deforestación de la zona de bosque, que ocurre río arriba.

Son algunos de los principales problemas que se pudo visualizar en una visita esporádica que se llevó a cabo en el año dos mil diez. En esta visita participaron alumnos de la facultad de Biología, de la Universidad Veracruzana, que empezaban a incursionar en la licenciatura de Biología. La finalidad de esta visita, fue desarrollar las competencias necesarias, para el ejercicio de la investigación sobre problemáticas ambientales reales y que coadyuvaran en su formación profesional. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

Realizar el análisis físico – químico del agua, con la finalidad de conocer la calidad de agua que corre por esa corriente principal.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo, se llevó a cabo en una corriente de agua que pasa a un lado de la comunidad El Conejo. En esta se establecieron tres zonas para la toma de muestra. El primer punto se fijó, siguiendo la corriente hasta su nacimiento. El segundo a mitad del tramo que comprendía la longitud total de la corriente y el tercer punto se situó en frente del poblado El Conejo, fig. 1.

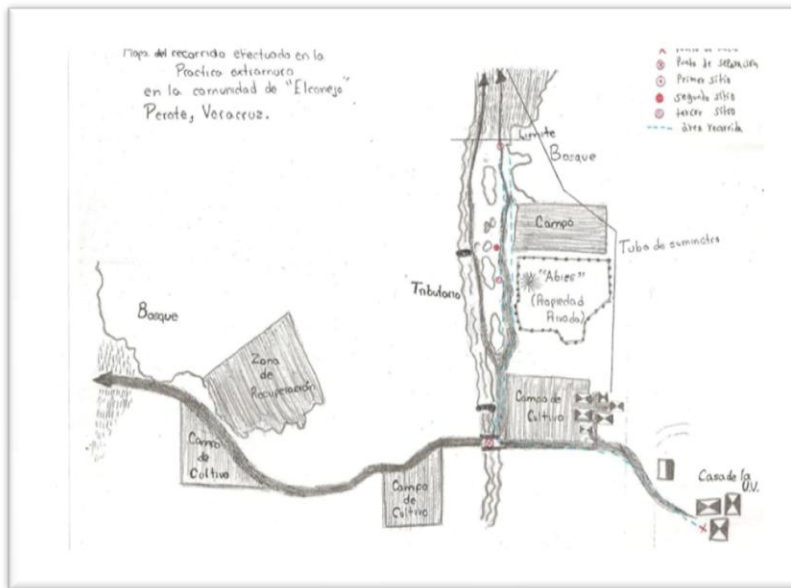


Fig. 1.- Mapa elaborado por los alumnos del curso de problemas biológicos regionales.

En estos sitios, se efectuaron las lecturas de concentración de oxígeno disuelto, pH, temperatura del agua, profundidad, sólidos disueltos. La concentración de oxígeno disuelto, se efectuó utilizando la técnica de Contreras, 19, el pH, se determinó utilizando un potenciómetro de campo, la profundidad con el auxilio de un disco de secchi, la temperatura con la ayuda de un termómetro de mercurio. Los sólidos disueltos se determinaron con el auxilio de los conos de imhoff. La determinación bacteriológica utilizando la técnica del número más probable, para la identificación de coliformes totales y fecales.

## RESULTADOS

**Tabla, muestra los datos registrados de los valores obtenidos del análisis del agua.**

Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio3
Profundidad en cm.	20	20	22
Temperatura en °C	27	27	27
pH	7	9.28	8.12
Oxígeno disuelto en mg/L	5	4	4.5
Sólidos Disueltos en ml.	4	0.5	1.2
Bacterias coliformes totales	Positivo	Positivo	Positivo
Bacterias coliformes fecales	Negativo	Negativo	Negativo
Velocidad de flujo en m/seg.	10/20	10/21	10/40

## ANÁLISIS DE DATOS

En la tabla anterior se muestra, que la profundidad de la corriente es menor, en virtud de que la cantidad de agua es poca. Esto se puede explicar en función de la cantidad de agua que emana del manantial, que apenas si alcanza a mantener una pequeña corriente de deriva que no puede correr libremente por la falta de empuje de mayor cantidad de agua, debido a la poca infiltración que ocurre en la parte alta de la montaña como consecuencia de la deforestación y el poco mantenimiento de la reforestación.

La temperatura del agua conserva su valor en todo su trayecto debido a la poca profundidad lo que homogeneiza el valor en toda la columna de agua. Es posible observar ligeras variaciones solo si se hubiese trabajado una distancia mayor y con más sitios de toma de muestra y varias temporadas de visita al lugar. Lo que se considera necesario efectuar, para tener una visión mas completa de este parámetro.

El pH, muestra una variación en su valor, y llama la atención, pues en el primer sitio de trabajo el valor es neutro para dar un cambio en dos unidades. Esto hace que pensar que algo esta pasando en la calidad del agua. Puede ser que la corriente este recibiendo aportes de elementos alóctonos, provenientes de productos químicos que se usan en la fertilización de los cultivos. Estos se alcanzan a infiltrar y llegan a la corriente principal por escurrimientos subsuperficiales y superficiales, lo que impacta en las aguas, transformándolas en ligeramente alcalinas.

El oxígeno disuelto, presenta valores un poco bajos, pues las aguas de montaña por lo general son siempre ricas en este gas, que es indispensable para la vida acuática. Los valores deberían de ser mas altos entre 6 y 8, que son los más frecuentes para este tipo de aguas.

En cuanto a las bacterias coliformes, se registraron coliformes totales pero no fecales. La presencia de las totales se puede deber a la presencia de animales de crianza como las ovejas, el vacuno, el porcino y equino, así como de aves de corral y perros, cuyas heces al ser arrastradas por las corrientes superficiales contaminan las aguas del río. En cuanto a las aguas residuales, durante el período de estudio, no se logró identificar bacterias fecales que son las mas peligrosas, probablemente el efecto se este dando en los poblados situados aguas debajo de este río, a partir del poblado de Las Minas.

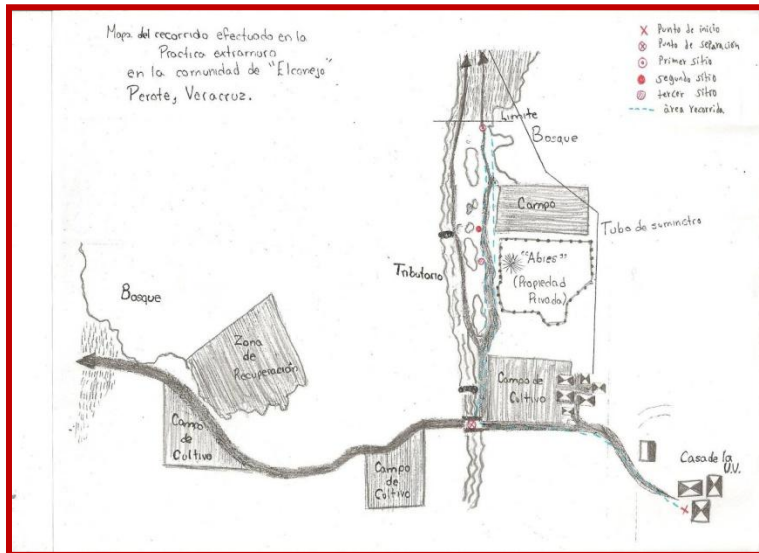
En términos generales, se puede decir que la actividad antropogénica del lugar es naciente. Su impacto aún no es notorio en las corrientes de agua. Es recomendable dar seguimiento a los estudios sobre la calidad del agua. Continuar y ampliar los programas de manejo sustentable de los recursos boscosos, que posee El Cofre de Perote, para la obtención de agua y con ello el mantenimiento de las poblaciones y ciudades que toman de este recurso que viene de esta montaña. Esta montaña es muy privilegiada pues casi todos los años, es común que se presente una nevada. Las nevadas benefician grandemente la obtención de agua. Cuando la nieve se comienza a derretir lentamente; el agua originada por este fenómeno, comienza a infiltrarse hacia las corrientes subsuperficiales y subterráneas, lo que mantiene el nivel de manto freático. Por ello el valle de Perote es rico en agua subterránea.

## BIBLIOGRAFÍA

- Calixto – Flores Raúl. 2010. El uso sostenible del agua, lementos para una propuesta en educación ambiental. Rev. DELOS. Vol. 3 núm. 9 Pp 16.
- Gómez-Jara,, Francisco. 1998, Perote, Enciclopedia Municipal Veracruzana. México. 366 pp.
- López Cruz, Hóstil. 2004. El uso de las principales especies forestales en el ejido “El conejo”, Municipio de Perote. Tesis Profesional. Facultad De Agronomía. Universidad Veracruzana. México. 65 pp.
- Pereyra Díaz Domitilo. 2005. Hidrología de superficie y precipitaciones intensas 2005 en el estado de Veracruz. Inundaciones en Veracruz 2005. Pp. 81 – 99.
- Rodríguez Villalba, Beatriz Imalda. Centro de desarrollo Comunitario, casa de la UV en “El Conejo”, Municipio de Perote Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Arquitectura. Universidad Veracruzana. México.
- Vázquez, Ramírez Jerónimo. 2010. Propuesta de un programa de reforestación para el parque nacional Cofre de Perote. Tesis Licenciado en Biología, Facultad de Biología, Xalapa. Universidad Veracruzana. Pp. 49.
- Weber, Walker J. 1979, Control de la calidad del agua; procesos fisicoquímicos. Barcelona. 654 pp.

## ANEXO FOTOGRÁFICO





# INVESTIGACIÓN

# Distribución y Grado de Infección de Muérdago en los Bosques Manejados de la Comunidad de Tonalaco, Veracruz

Miguel A. Vega y Patricia Negreros Castillo

Instituto de Investigaciones Forestales, UV

## INTRODUCCIÓN

El 29% del territorio nacional (56.5 millones de ha) está cubiertos por bosques y selvas; 30.2 millones de ha (54%) en bosques de zonas templadas y 26.3 millones de ha (46%) selvas y bosques tropicales secos. En la actualidad cerca del 80% de los bosques mexicanos se encuentran habitados por casi doce millones de personas, organizadas en ejidos y comunidades agrarias (Merino y Bray, 2004).

La economía de la mayoría de las comunidades y ejidos forestales depende del aprovechamiento de recursos del bosque; como consecuencia la “sabiduría” popular urbana a menudo considera que esto es el principal motivo de la deforestación en México. En realidad, la deforestación es resultado de un proceso multifactorial que cambia en el tiempo, influido por las condiciones macroeconómicas y las políticas gubernamentales enfocadas hacia el medio rural. Al mismo tiempo, los derechos de las comunidades forestales fueron gravemente socavados por las políticas gubernamentales durante más de cinco décadas. En más de la mitad de los terrenos forestales del país se impusieron unidades y concesiones industriales forestales a favor de empresas internacionales, nacionales privadas y públicas. En la década de los 80’s las comunidades y ejidos adquirieron el derecho de manejar y aprovechar sus bosques comercialmente (Galleti, 1998). El conjunto de requisitos para el manejo sustentable de los bosques es muy diverso, buscando obtener dos productos fundamentales al final del turno económico: calidad y cantidad rentable del producto; y la conservación del bosque y su biodiversidad (Vázquez-Collazo, Villa-Rodríguez y Madrigal-Huendo, 2007). Muchas de las comunidades forestales de México y el mundo buscan lograr el manejo sustentable para la producción de madera enfrentando varios retos. Destacan la búsqueda de mercados, recuperar y/o mantener el potencial productivo, aplicar tratamientos de regeneración para remplazar los árboles que cosechan, y mantener el bosque con la mejor salud posible (Chapela, 2012).

En México las plagas y enfermedades son la principal amenaza para la salud de los bosques. En general se reconocen los siguientes grupos de plagas forestales: muérdagos enanos, muérdagos verdaderos, royas, pudriciones de duramen en árboles vivos, pudriciones de la raíz y descortezadores. Estas plagas se distinguen según el tipo de daño que ejercen sobre los árboles, reconociéndose los descortezadores, defoliadores, plantas parasitas (muérdago), barrenadores, chupadores, plagas de raíz y plagas de conos (CONAFOR, 2014). Las especies del género *Dendroctonus* (descortezadores), por ejemplo, son la principal causa de muerte de los árboles en bosques de pino (Sánchez y Torres, 2007), en tanto que las mayores pérdidas económicas, tanto en bosques como en plantaciones comerciales, son causadas por los muérdagos (Cimbrían-Tovar, Alvarado-Rosales y García-Díaz, 2007).

La presencia del muérdago reduce la tasa de crecimiento de los árboles, lo que repercute en una disminución en la producción maderera (De la Paz et al., 2006). La CONAFOR reporta la presencia de muérdago en la mayoría de los estados, siendo los más afectados Michoacán, Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Oaxaca, Guerrero y Querétaro (Marchal-Valencia, 2009). Muér-

dago es el nombre común con el que se conoce un grupo de plantas hemiparasíticas que infectan árboles y arbustos que se conocen como hospederos (Vázquez-Collazo et al., 2007, Marchal-Valencia, 2009).

Pertenecen a la familia Loranthaceae, que comprende alrededor de 30 géneros y aproximadamente 1000 especies distribuidas en todo el mundo (De la Paz, Ceja-Romero y Vela-Ramírez, 2006) y se calcula que existen aproximadamente 120 especies en México (García-Regalado, 1998). A pesar de que se conoce el grave daño que ocasionan, en México existe un gran desconocimiento sobre la biología, fisiología y otros aspectos de los muérdagos, incluso la cuantificación de daños y las posibles opciones para su control (Romero-Tovar, 2006). En el Cofre de Perote, Veracruz, existen bosques manejados que están siendo afectados por el muérdago como los del ejido de Tonalaco.

La actividad forestal es la base principal de su economía y desarrollo, cuenta con áreas de bosque natural manejadas en forma colectiva y también con plantaciones forestales comerciales particulares. Los ejidatarios han expresado su preocupación por la presencia del muérdago y su desconocimiento sobre la gravedad del problema. Con la finalidad de atender la problemática expuesta y reconociendo la falta de información que existe a nivel nacional y estatal se diseñó ésta investigación para estudiar la distribución, porcentaje y grado de infección del muérdago en los bosques de Tonalaco, Ver.

## **LOCALIZACIÓN**

El ejido Tonalaco, perteneciente al municipio de Xico, se encuentra situado en la zona montañosa central del Estado de Veracruz, dentro de una vertiente de la Sierra Madre Oriental, en las coordenadas latitud E 19° 25' 45" y longitud N de 09° 70' 75". La elevación promedio es de 2600 msnm, llegando hasta los 3300 msnm. Cuenta con una superficie de 1,126.50 hectáreas (ha), de las cuales 307 ha están dentro del Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP) (Figura 1).

Colinda al sur con los ejidos Los Laureles y Monte Grande (municipio de Ixhuacán de los Reyes), al norte con el ejido San José Paso Nuevo, al Oeste con PNCP, y al este con el ejido de Tlacuilolan y las localidades de Oxtlapa y Comaxtla. El Ejido Tonalaco tiene una población de 1202 habitantes (INEGI, 2011).

## **METODOLOGÍA**

Se colectó material botánico, para su posterior identificación taxonómica con una prensa botánica hecha de cartón de aproximadamente 45x35cm, donde se colocó el material entre dos periódicos (Villareal, 2006). Se utilizaron las claves taxonómicas de Cibrián-Tovar (2007) y Vázquez-Collazo et al. (2007). Se consultaron herbarios como el XALU del Instituto de Ecología, así como colecciones digitales dentro de la página web TROPICOS del Jardín Botánico de Missouri ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)) y CONABIO ([www.conabio.org](http://www.conabio.org)).

Un estudio observacional es aquel en el que para responder una pregunta de investigación, se toman mediciones de diversas variables a una población sin aplicar ningún tipo de tratamiento (Daniel, 1995). Se utilizaron dos metodologías, una para obtener una muestra representativa del bosque manejado de Tonalaco y otra para cuantificar el grado de infección de los árboles. Para la primera se usó una metodología de inventario forestal para bosques de coníferas, consiste en el establecimiento de unidades de muestreo circulares de 1000 m<sup>2</sup> (11.30 m de diámetro y un 1% de intensidad de muestreo (Duaber, 1995). Para una superficie de bosque de 45 ha esto equivale a 75 parcelas o unidades de muestreo. Las parcelas circulares son las uni-



dades de muestreo que se distribuyeron en forma sistemática cada 100 m a lo largo de fajas que siguieron un gradiente altitudinal y separadas por 100 m dentro de la superficie total de la población a muestrear. Dentro de cada unidad de muestreo se levantaron los siguientes datos: Coordenadas geográficas (GPS) en el centro de la parcela, altitud (GPS), exposición (brújula) y pendiente en grados (clinómetro), y el diámetro en cm de los árboles a la altura normal (1.30m).

Para cuantificar el grado de infección de los árboles se utilizó el método propuesto por Hawksworth et al. (2002), diseñada para usarse para copa de los árboles. Basándose en los mismos principios la metodología se modificó para cuantificar también el nivel de infección en el tronco de los árboles (Tabla 1). Esta modificación fue necesaria ya que en uno de los recorridos previos a la zona de estudio fue notable la presencia de muérdago en el tronco de los árboles (Figura 3).

Se calculó el nivel de infección por árbol sumando la calificación del tallo más la de la copa dividida entre dos. Para calcular la infección a nivel de parcela se sumaron las calificaciones de todos los árboles de la misma y se dividieron entre el número de árboles, obteniendo un promedio que representa el nivel de infección, para las 75 parcelas de muestreo. Se realizó un análisis exploratorio de gráficos de cajas y bigotes, para conocer la tendencia de los niveles de infección en relación a la pendiente, altitud, exposición y diámetro, con la ayuda de Statistica 8.1. Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) con un grado de confiabilidad del 95%, para las variables elevación, pendiente, exposición y diámetro. Para las variables especie se utilizó análisis de Distribución de Pearson (Chi-Cuadrado) con un 95% de confiabilidad, para ambos análisis se utilizó el Software IBM SPSS Statistics 19.

## RESULTADOS

La especie de muérdago identificada fue *Arceuthobium globosum* Hawksworth y Wiens, que son plantas que parasitan al género *Pinus* especies no piñoneras. (Oliva-Herrera, 1983) (Figuras 4 y 5). La distribución geográfica muestra que en la parte norte del ejido a partir de 3160 msnm todas las parcelas estuvieron libres de infección, en tanto que las parcelas que mostraron presencia del muérdago se encontraron de los 2664 a los 2616 mnsn (Figura 6).

Se maestrearon 75 parcelas de las cuales 12 presentaron infección (3 moderado y 9 leve) y 63 sin infección. En base a esos resultados extrapolando a todo el bosque manejado, 3% presentó infección moderada, 12% leve, y 85% sin infección. Se encontraron 447 árboles de los cuales 373 (83%) fueron sanos y 75 (17%) árboles presentaron infección. La categoría leve presentó 51 árboles, 23 moderado y ningún árbol con la categoría severo (Tabla 2). La especie de pino más infectada fue *Pinus patula* con 49 árboles infectados (65.3%), seguido de *Pinus pseudostrobus* con 25 árboles infectados (33.3%) y *Pinus ayacahuite* 1 árbol infectado (1.3%) (Tabla 3).

La gráfica de distribución por categoría diamétrica relacionada con el grado de infección (Figura 7), muestra que las categorías 16-20 cm, 11-15, 21-25 y 31-35 cm fueron las que presentaron más individuos, se muestra que se encontró diversidad diamétrica en los árboles muestreados. La población tiene una distribución normal.

La grafica de distribución de arboles infectados por categoría diamétrica muestra que las categorías 11-15 cm, 16-20 cm y 21-25 cm fueron las que tuvieron más registros de árboles sanos. Las categorías con menor número de árboles sanos fueron las de 1-5 cm, 56-60 cm y 61-65 cm. Para el nivel de infección leve la categoría 6-10 cm fue la que presentó mayor número árboles infectados. Las categorías 1-5 cm, 21-25 cm y 46-50 cm presentaron menor número de

árboles infectados. La categoría de infección moderado se presentó en categorías 16-20 cm y 41-45 cm reportaron mayor incidencia árboles infectados. Las categorías 11-15 cm y 21-25 reportaron menor infección, en las categorías faltantes no se reporto ningún árbol infectado. Para la categoría severo no se registró ningún individuo infectado (Figura 8).

Para visualizar la variabilidad de los datos obtenidos, se realizó un análisis descriptivo de cajas y alambres. Para la variable diámetros, vemos que el grado de infestación moderado tiende a diámetros mayores, mientras que el nivel leve tiene un rango de preferencia amplio hasta diámetros menores a 4cm (Figura 9). La asociación del grado de infección con la altitud; el grado sano presentó mayor variabilidad en los datos y también un mayor número de registros. Para el grado de infección leve la variabilidad menor y datos atípicos menores, para la infección moderado la variabilidad es considerablemente mayor e igual para todos los casos (Figura 10). En el caso de la asociación del grado de infestación con la pendiente, los resultados de variación de los datos se muestran en la figura 11. Para el grado de infección sano la mediana esta en 35 °, para el grado de infestación leve existe una variabilidad considerable y los datos muy dispersos, para el grado de infestación Moderado se encontraron que existe una variabilidad considerable.

Los análisis estadísticos para determinar la relación de las variables pendiente, diámetro, exposición, altitud y especies de hospederos. Con los niveles de infección (Leve y Moderado) se hizo un análisis de varianza (ANOVA) de las variables grado de infección y pendiente  $F(2, 72) = 0.14$ , ( $P=0.87$ ). Para grado de infección y diámetro  $F(2, 444) = 3.9$ , ( $P=0.021$ ). Para la altitud y grado de infestación resultó  $F(2, 72) = 1.4$ , ( $P=0.24$ ), ninguna de estas relaciones fue significativa. En tanto que para grado de infección y exposición de la pendiente se encontró  $F(2, 72) = 6.9$ , ( $P= 0.002$ ), muestra una relación directa entre estas dos variables, lo que indica evidencia significativa que estas dos variables están relacionadas. Para evaluar la relación entre especie hospedera y grado de infección se realizó un análisis de Chi-Cuadrada, se encontró que  $Ch-sq(1) = .55$ , ( $P=0.46$ ), lo que indica que no existe evidencia de una relación entre estas dos variables.

## CONCLUSIONES

- Los bosques de Tonalaco en el momento de la realización del trabajo de campo mostraron un nivel leve de infección y un área afectada relativamente pequeña (15%).
- Se requiere un estudio de monitoreo que evalúe cada año o cada dos años el nivel de infección y para entender la dinámica poblacional de *A. globosum*.
- Aparentemente el manejo forestal comunitario ha dado frutos en la reducción de árboles infectados ya que solo el 16% de ellos se encuentran con muérdago, lo que supone una reducción de infección por la silvicultura aplicada que según los testimonios de los productores se cosechan con preferencia árboles infectados.
- Se hace necesario un estudio para evaluar si la silvicultura aplicada en este momento efectivamente está ayudando a mantener las poblaciones de *A. globosum* a un nivel bajo. El poder comprobar esta relación sería una gran contribución ya que como se mencionó en la introducción de este documento el muérdago es la plaga que mayores daños causa a los bosques de México con sus graves efectos económicos y sociales.
- En el presente estudio solo las variables diámetro y exposición estuvieron asociadas al grado de infección.

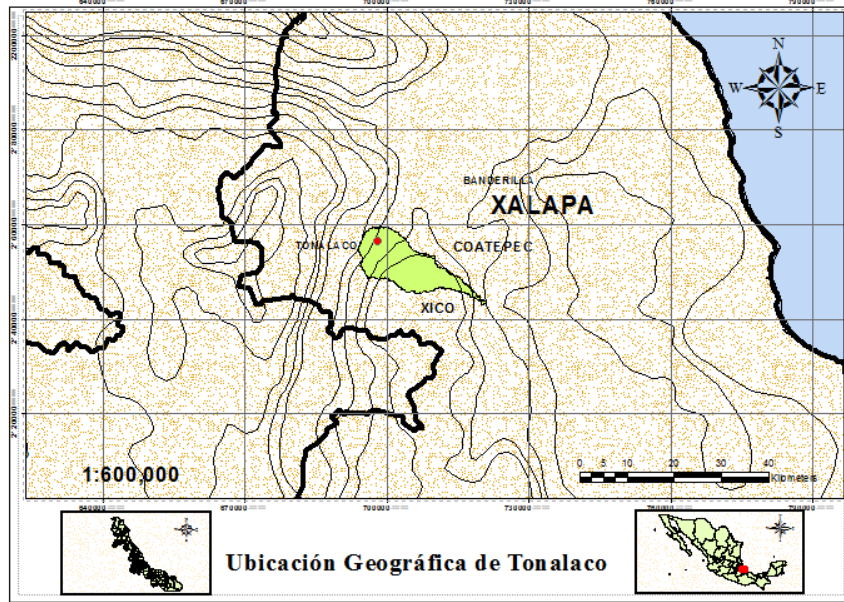
- Aunque los análisis exploratorios indican una relación de *A. globosum* con *Pinus patula* como hospedero, estadísticamente no se encontró una relación significativa.
- Mantener una mejor diversidad de especies es un aspecto muy importante a tomar en cuenta ya que la tendencia en el ejido es la de crear un bosque monoespecífico con *Pinus patula* por lo que es importante mantener poblaciones de las otras especies nativas de la región, para reducir riesgos de propagación rápida de alguna plaga no solamente de *A. globosum*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cibrián-Tovar, D., D. Alvarado-Rosales y S. E. García-Díaz. (Eds.) 2007. Enfermedades Forestales de México / Forest Diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 857 p.
- Chapela, F. 2012. Escenario para el manejo forestal sostenible en México. En Chapela, F. (coord.). Estado de los bosques de México (pp. 6-27). CCMSS. México DF. 197 pp.
- Daniel, W. 1995. Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa-Wiley. México, DF.
- De la Paz, P.O. C., J., Ceja-Romero., y G. Vela-Ramírez. 2006. Árboles y muérdagos: una relación que mata. Revista Contactos 59. P. 28-34.
- Galletti, H. A. 1998. The maya forest of Quintana Roo: Thirteen years of conservation and community development. In pp. 33-46 Timber, Tourists, and Temples: Conservation and Development in the Maya Forest of Belize, Guatemala, and Mexico. Eds. Richard B. Primac, David Bray, Hugo A. Galletti, and Ismael Ponciano. Washington, D.C.: Island Press.
- García-Regalado, G., 1998. La familia Loranthaceae (Injertos) del estado de Aguascalientes, México. Polibotánica. No. 7. Pp. 1-14.
- Hawksworth, F. G., D. Wiens y B. W. Geils. 2002. Arceuthobium in North America. In: Geils, B. W., J. Cibrián T. y B. Moody (eds.). Mistletoes of North American conifers. Reporte Técnico General RMRS-GTR-98. United States Department of Agriculture, Forest Service. Fort Collins. pp. 29-56.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Consultado 29-08-2012 en <http://www.inegi.org.mx>, Agosto 2012.
- Marchal-Valencia, D., 2009. El muérdago en la Ciudad de México. ÁrbolAma. Revista de la Asociación Mexicana de Arboricultura. No.2 p. 10-30.
- Merino, L. y Bray, V. 2004. La experiencia de las comunidades forestales en México. SEMARNAT, INE, CCMSS. 270 P. México.
- Oliva-Rivera, H., F. Ramón-Farías. 2004. Notas adicionales sobre *Phoradendron teretifolium* Kujit (Viscaceae) en el Estado de Veracruz, México. Polibotánica. Núm.17, pp.125-129.
- Romero-Tovar, A. 2006. Influencia del muérdago enano (*Arcethobium* spp.) en densidad básica, ancho de anillos, porcentaje de madera temprana y madrea tardía, en dos especies de pino de Singuilucan, Hidalgo. Tesis de Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Sánchez S., J. A. y L. M. Torres E. 2007. Biología y hábitos del descortezador *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y estrategias de control en *Pinus teocote* en Nuevo León. CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Follet o Técnico Núm. 29 Coahuila, México. 35 p.
- Vázquez-Collazo, I., A. Villa-Rodríguez y S. Madrigal-Huendo. 2006. Los Muérdagos (Lorantaceae) en Michoacán. INIFAP /SAGARPA. Libro técnico No. 2. Uruapan, Michoacán.

## ILUSTRACIONES

**Figura 1.** Zona de estudio, Ejido Tonalaco punto rojo



**Figura 2.** Ejemplo para ilustrar el sistema de calificación individual de infección (CII) por muérdago enano o Dwarf mistletoe rating system (DMR por sus siglas en inglés), propuesto por Hawksworth et al. (2002) y modificado por Vega Ortega, M (2014).

### INSTRUCCIONES

Paso 1. Visualmente la copa y el tronco se dividen en tres franjas horizontales.

Paso 2. Cada tercio se califica de acuerdo a la siguiente escala: No infección visible = 0, <=50% de todas las ramas o tronco = 1, Infección ligera. <50% todas las ramas o tronco = 2, Infección severa.

Paso 3. Los valores de las tres calificaciones se suman para obtener un solo valor, que es la Calificación de infección individual (CII).

Paso 4. Con el valor de CII se determina el nivel de infección (NI) de acuerdo a la tabla 1.

Paso 5. Calcular "nivel de Infección"

### EJEMPLO

CII Copa = 3

CII Tallo = 4

NI Arbol = 3.5. Infestacion moderada

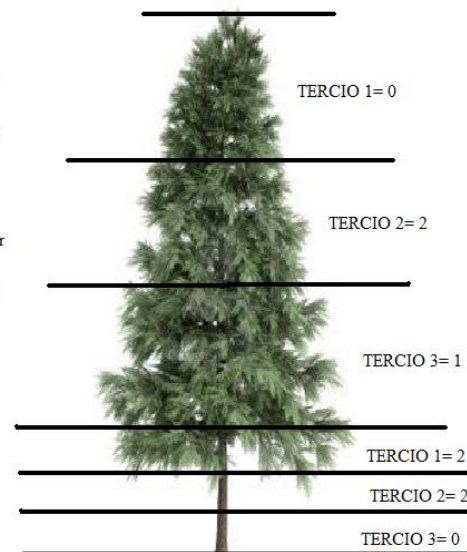




Fig. 3. Muérdago colectado con frutos.



Fig. 4. Muérdago en tronco de árbol (Fotografías Miguel Ángel Vega Ortega)

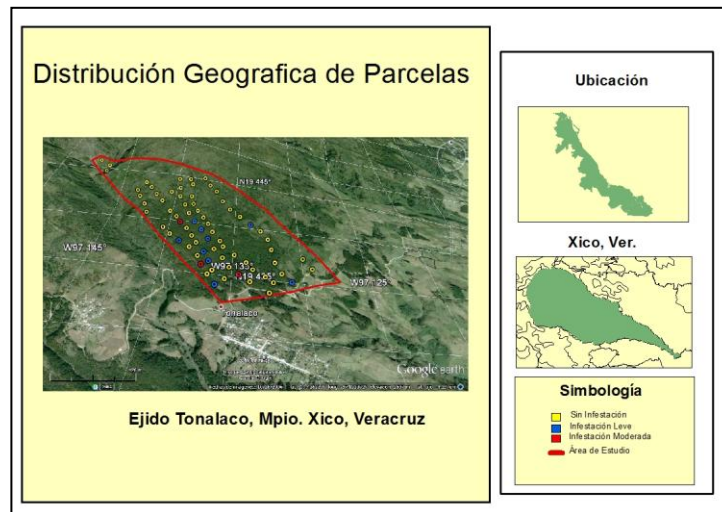


Figura 5. Distribución de las parcelas de muestreo en el bosque manejado de Tonalaco. El color amarillo indica ausencia de infección.

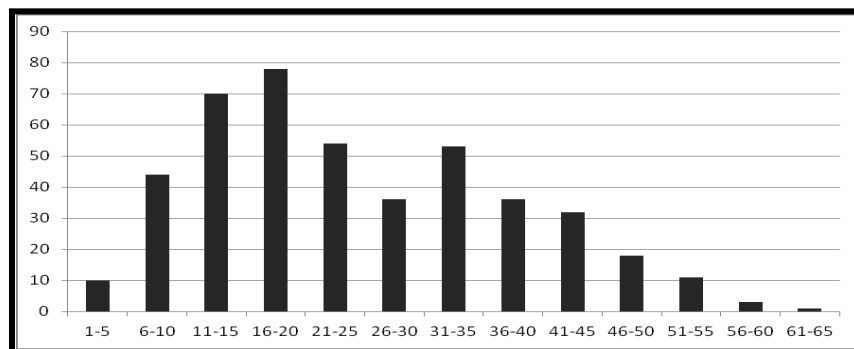


Figura 6. Gráfica de distribución de diámetros

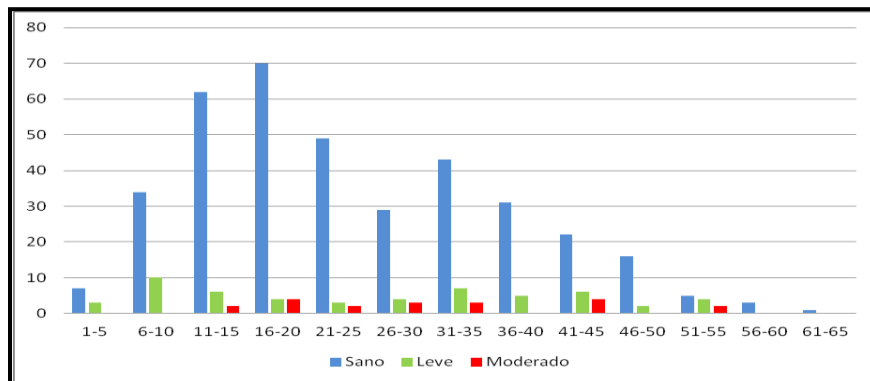


Figura 7. Nivel de infección por categoría diamétrica.

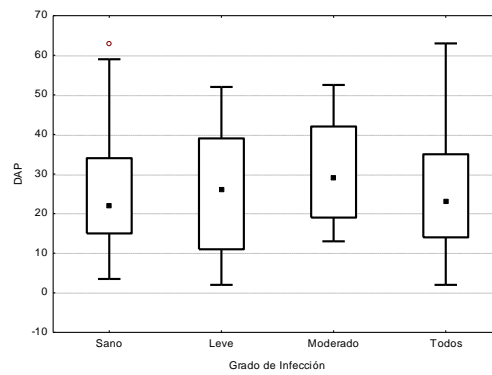


Figura 8. Diagrama de cajas y alambres de la variable diámetros.

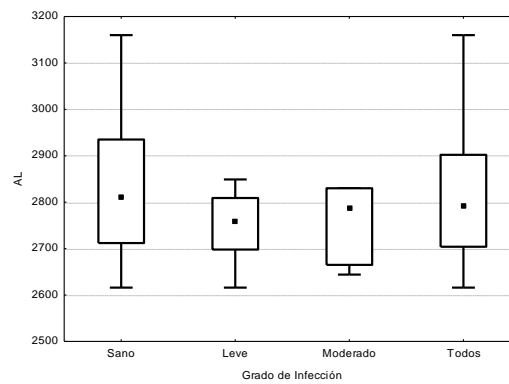


Figura 9. Diagrama de caja y alambres sobre la variabilidad de los niveles de infección en relación a la altitud.

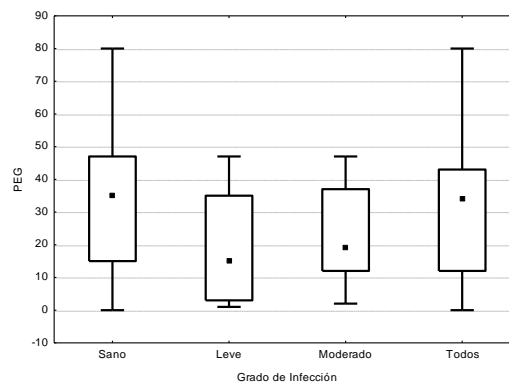


Figura 10. Diagrama de cajas y alambres para la pendiente en grados (PEG).

**Tabla 1.-** Nivel de infección por muérdago para copa y tallo de los árboles de acuerdo a su calificación

<b>Calificación de Infección individual (CII) Tallo o copa</b>	<b>Nivel de infección (en copa o tallo) NI</b>
0	Ninguno (Sano)
1-2	Infección Leve
3-4	Infección Moderada
5-6	Infección Severa

**Tabla 2.** Relación de árboles encontrados, grado de infección.

<b>No. Arboles</b>	<b>Árboles</b>		<b>Grado de Infección</b>			
	Infectados	Sanos	Sano	Leve	Moderado	Severo
<b>447</b>	<b>75(17%)</b>	<b>373(83%)</b>	<b>373(83%)</b>	<b>51(12%)</b>	<b>23(5%)</b>	<b>0</b>

**Tabla 3.** Árboles infectados por especie

<b>Árboles infectados por especie</b>		
<i>Pinus patula</i>	<i>Pinus ayacahuite</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>
<b>49 (65.3%)</b>	<b>1 (1.3%)</b>	<b>25 (33.3%)</b>



# **El Parque Nacional Cofre de Perote. Experiencias recepcionales**

**Leticia Garibay, Héctor Narave y Yadeneyro de la Cruz**

Facultad de Biología-Xalapa, UV

## **INTRODUCCIÓN**

El Cofre de Perote es para los que habitamos Xalapa y las comunidades circunvecinas un referente cultural e histórico muy importante y fundamental en aspectos como el clima, el agua que de ahí nos llega; su paisaje que a diario nos dibuja en comunión con las nubes, aunado a sus recursos naturales que proceden de la montaña. Madera, árboles de navidad, tierra, carbón, leña, hongos, papas, habas, plantas forrajeras, tepesil para fabricar los blocks de construcción, etc. Hasta incluso un destino eco-turístico con la hermosura del bosque y hasta la posibilidad de un clima alpino con bellos paisajes nevados y la gran elevación que permite nos lleguen señales satelitales aunque con ello se haya impactado severamente tan maravillosa zona.

La hermosa montaña ofrece una gran cantidad de enigmas biológicos con situaciones controversiales que incitan a ser una zona de estudio. Su biodiversidad por los múltiples gradientes latitudinales, tipos de suelo, ubicación geográfica, su flora en sí y riqueza fúngica; la interesante fauna siempre en constante amenaza y por supuesto la gente que ahí habita, que en su mayoría de ahí extrae los recursos naturales para sus subsistencia.

Y así desde la facultad de Biología, se presentan los resultados de las intervenciones en el ANP, Cofre de Perote, realizadas por estudiantes de la Facultad de Biología-Xalapa de la Universidad Veracruzana de diferentes generaciones.

Y brevemente se describen los resultados de algunos trabajos de Experiencia Recepcional y Proyectos Integradores realizados en algunos sitios que forman parte del Área Natural y comunidades muy cercanas que influyen en la misma área. Las investigaciones realizados por los jóvenes son en variados temas y situaciones que van desde la ejecución de talleres en escuelas dentro de lo que sería la EA no formal para la separación primaria de la basura, hasta participación con los ejidatarios para identificación de lugares potenciales para el ecoturismo y posibles prácticas en ellos. También se incluyen trabajos de agricultura de traspatio, caracterización de suelos y la realización de una propuesta de restauración de la flora del lugar. Todos los trabajos tienen como principal fin sumarse a las acciones de conservación de esta tan importante área de quien dependemos por todo lo que esa tan interesante, rica y compleja zona geográfica y biodiversa nos provee.

## **ESTRATEGIA METODOLOGICA**

En la Gestión Ambiental (GA) es necesario considerar investigaciones diversas y propuestas de acción para la conservación y manejo correcto de los recursos naturales que impliquen actividades de restauración ecológica, ecoturismo, educación ambiental para la conservación de especies y de la separación y manejo de los residuos sólidos.

Y con todo esto contribuir en la formación integral de los alumnos e impulsar el desarrollo local y regional y así, desde las Instituciones de Educación Superior (IES), se han diseñado y aplicado diversas estrategias, por ejemplo, realización de estos proyectos de investigación y de gestión orientados a atender necesidades locales; ya que sin duda alguna, uno de los retos más apremiantes en la actualidad, es diseñar y aplicar estrategias que contribuyan a transitar hacia

un desarrollo sustentable, respondiendo a las demandas sociales y económicas, en el marco del manejo adecuado de los recursos naturales. Entendiéndose la gestión como el conjunto de actividades humanas que conllevan al ordenamiento y protección del ambiente en su conjunto; utilizando las herramientas legales a través de instancias administrativas de gobierno y de la participación social (www.manuel.rodriguezbarra.org, 2009).

En este sentido, el sistema educativo es elemento clave para contribuir en el desarrollo del país, específicamente. Y para responder a este reto, la Universidad Veracruzana (UV), como institución pública de educación superior, ha diseñado y aplicado acciones para contribuir a transitar hacia la sustentabilidad. En el Plan de Desarrollo 2025 el eje 5 *Hacia una Universidad Sostenible*, se enuncian los programas genéricos que conlleven al cuidado del medio ambiente y a la formación de una cultura de la sostenibilidad en la comunidad universitaria (UV, 2008)

Y así en el marco de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento IEDES, se han generado además de proyectos de vinculación, investigación, tesis de licenciatura en Biología y de la Maestría de Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, orientados a atender estas necesidades y en particular en el ANP Cofre de Perote.

## RESULTADOS

La realización de estos trabajos, ha permitido a los egresados de la licenciatura en Biología y de la maestría GAS, estar en un contexto real atendiendo necesidades locales. Y a través de los diagnósticos realizados se ha obtenido información para generar propuestas que respondan a situaciones particulares; y mediante el desarrollo de talleres se ha promovido la participación de diferentes sectores de la población en acciones orientadas a la conservación de recursos naturales.

A continuación se presenta en el Cuadro No. 1 el resumen de los trabajos realizados en el ANP, Cofre de Perote y zonas cercanas.

**Cuadro No. 1 Tesis y Proyecto Integrador realizados en el Cofre de Perote.**

TITULO	AUTOR	RESULTADO	ACTORES Y ACTIVIDADES
Propuesta de proyecto eco turístico en la comunidad el Conejo, Perote, Ver.	Luis Alberto Santamaría García	Reconocimiento, diagnóstico y propuestas	Trabajó con personas de la comunidad y relacionadas con la actividad, aplico encuestas e hizo recorridos.
Propuesta de sitios con potencial eco turístico en el parque nacional Cofre de Perote, Ver	Carmina Arroyo Cabrera	Reconocimiento, diagnóstico, identificación y propuestas	Trabajó con personas de la comunidad y relacionadas con la actividad e investigadores de la CO-NANP. Aplicó encuestas a los diferentes sectores e identificó los lugares.
Propuesta de un programa de reforestación para el parque nacional Cofre de Perote”	Jerónimo Vázquez Ramírez	Propuesta para plan de manejo	Sus actores fueron personas de CONAMP, ejidatarios, SEMARANAT,
Agricultura de traspatio que fortalece la economía familiar en la comunidad de Los Pescados, Veracruz.	Ignacio Sánchez Fernández	Sentar bases para propuestas de intervención comunitaria para la ejecución de huertos familiares.	Personas de diferentes viviendas de la comunidad de Los Pescados.

<p><b>Manejo de residuos sólidos en la comunidad El Conejo, municipio de Perote, Veracruz. Una experiencia a través del programa “Oportunidades”, Primaria y Telesecundaria.</b></p> <p><b>Manejo de residuos sólidos en la telesecundaria 20 de noviembre y el telebachillerato (teba) Los pescados de la comunidad municipio de Perote, Veracruz.</b></p>	<p>Griselda Jaime Cortez</p> <p>Ana Cecilia García López</p>	<p>Incentivar a la adopción de actitudes proambientales a través de la separación primaria de la basura.</p> <p>Incentivar a la adopción de actitudes proambientales a través de la separación primaria de la basura.</p>	<p>Dos sectores de la comunidad rural EL Conejo: primaria Carlos A. Carrillo, telesecundaria Moisés Sáenz Garza y grupo del programa “Oportunidades”.</p> <p>Alumnos de la Telesecundaria 20 de Noviembre y del Telebachillerato Los Pescados.</p>
<p><b>Efectividad de la reforestación y la apertura de tinas ciegas en Tembladeras, municipio de Xico, Veracruz.</b></p>	<p>Susana Salgado Trujillo</p>	<p>Actividades de reforestación y tinas ciegas, con ayuda de personas de la comunidad y el análisis de datos e de interpretación resultados.</p>	<p>Se evalúa la sobrevivencia de una plantación de <i>Pinus hartwegii</i> Lindl y la efectividad de una obra de conservación de suelo y agua en tinas ciegas para la retención de sedimentos e infiltración.</p>
<p><b>Programa de construcción de tinas ciegas para la conservación de suelo en los municipios de Ayahualulco y Xico, Veracruz</b></p>	<p>Erika Domínguez Valencia</p>	<p>Localiza predios y zonifica suelos degradados y determina obras de conservación y las diseña.</p>	<p>Hace recorridos por las áreas de trabajo y reuniones con los beneficiarios (ejidos y personas físicas que resultaron favorecidas con los programas de la CONAFOR), se determinó el suelo y se aplicaron medidas correctivas.</p>
<p><b>Uso de leña y estufas ahorradoras en la comunidad El Conejo, Mpio. de Perote, Ver.</b></p>	<p>Carla Leticia López Sánchez</p>	<p>Determinó el uso y la preferencia del tipo de la leña de las personas que habitan en el Conejo y donde la colectan en el PNCP</p>	<p>Realizó recorridos de reconocimiento del área de estudio, aplica entrevista e identifica las especies de pinos mas utilizadas por las personas del Conejo para leña.</p>
<p><b>Clasificación y uso tradicional del suelo en el Ejido El Conejo, Municipio de Perote, Veracruz.</b></p> <p><b>Propuesta de planeación comunitaria del territorio con base en el uso del suelo, en el ejido El Conejo, municipio de Perote, Veracruz</b></p>	<p>Yvonne Katherine Zamudio Alvarez</p>	<p>Determina la clasificación de los suelos y su uso tradicional documenta la microhistoria del sitio y mediante talleres con niños y platicas con ejidatarios propone posibles cambios en el uso de suelo</p>	<p>Realiza entrevistas con los ejidatarios del Conejo sobre sus suelos de labranza y ve la posibilidad de re-planear la zonación de los suelos de labranza.</p>
<p><b>Propuesta de la estufa ahorradora de leña “Serchi” en las comunidades Rancho Nuevo y El Escobillo, en el Municipio de Perote, Ver.</b></p>	<p>Nancy Y. Tepetlán Peredo</p>	<p>Diseñar un modelo de estufa ahorradora de leña en las comunidades Rancho Nuevo y El Escobillo del municipio de Perote Veracruz para contribuir en la conservación del Parque Nacional Cofre de Perote.</p>	<p>Aplicó encuestas en hogares de las comunidades para determinar la obtención de su leña y de su posible interés de contar con una estufa ahorradora. Realizó un video de la experiencia de intervención que servirá como elemento didáctico para futuras investigaciones.</p>
<p><b>Educación ambiental en escuelas de nivel básico de las localidades agua de Los Pescados y El Conejo, Mpio. de Perote, Veracruz</b></p>	<p>Karla María Hernández González</p>	<p>Fomentar actitudes pro ambientales para la conservación del ANP Cofre de Perote</p>	<p>Impartió talleres de EA a 522 alumnos de las primarias y telesecundarias de las dos comunidades.</p>

Y así cada uno de los estudiantes en sus participaciones encontraron interesantes conocimientos y realizaron acciones que nos permiten tener más elementos para considerar la im-

portancia del lugar, la riqueza cultural y biológica pero también la serie de problemas de pobreza y marginación de sus habitantes.

Ignacio Sánchez (2010), encontró que el traspatio proporciona a las personas de la localidad especies tanto animales como vegetales para su consumo y que ayudan al fortalecimiento de su economía y que básicamente son mujeres las encargadas de esta actividad. Destacan que los traspacios miden de cuatro a 55 m<sup>2</sup>. Y que de ahí obtienen plantas comestibles, medicinales, ornamentales, forrajeras, leña y viven sus animales de corral; fuerte aporte de proteína para su alimentación.

Griselda Jaime (2010), al trabajar con instituciones como lo son escuelas y en este caso el Centro de Salud, considera que es viable organizar a los grupos y que éstos asistan a capacitaciones que a su vez les permita incorporar nuevas cosas para su vida diaria y que les puedan ser de ayuda.

El trabajo con las personas adultas de las comunidades rurales, se ve ralentizado por la actitud que tienen para llevar a cabo nuevas actividades, ya que la mayoría de ellos, expresaba que debido a su edad ya no les era posible adquirir nuevos conocimientos, debido a ello, se deben buscar alternativas para motivarlos a participar, por ejemplo, algún incentivo económico que contribuya (aunque en mínimo) a los gastos del hogar.

Ana Cecilia Cortez (2010), por su parte a través de sus talleres, logró sensibilizar, interesar y promover al buen manejo de los RS y sobre todo transitar hacia a la reflexión sobre el problema de la basura. Sin embargo, esto de ninguna manera asegura un cambio de hábitos y actitudes.

Nancy Y. Tepetlán (2015), en su intervención realizó un modelo de estufa ahorradora de leña en las comunidades Rancho Nuevo y El Escobillo del municipio de Perote Veracruz para contribuir en la conservación del Parque Nacional Cofre de Perote. Para ello aplicó encuestas en hogares de las comunidades para determinar la obtención de su leña y de su posible interés de contar con una estufa ahorradora. Paralelamente y durante la ejecución de su trabajo, realizó un video de la experiencia de intervención que servirá como elemento didáctico para futuras investigaciones.

Carla L. López (2014), mediante la realización de recorridos de reconocimiento del área de estudio, y la aplicación de entrevistas, identifica que son cuatro las especies de pinos mas utilizadas por las personas del Conejo para leña. Y así determinó el uso y la preferencia del tipo de la leña de los habitante del Conejo y donde la colectan en el PNCP, así como una aproximación al volumen que gastan.

Ella propone diseñar más y nuevas alternativas para satisfacer la demanda actual de tan importante energético de la zona ya que la escasez del recurso plantea un serio problema para los habitantes.

Yvonne K. Zamudio (2011), mediante entrevistas realizadas a los campesinos de los diferentes cultivos del Ejido, encontró que El Conejo cuenta con una clasificación colectiva de suelos incipiente basada en criterios que son fácilmente apreciables tales como la textura y el color, los suelos del ejido se clasifican: en 2 tipos (Tierra Negra y Tierra amarilla) cada una de estas cuenta con 2 subtipos (Maciza y Arenosa). Para elaborar la clasificación los ejidatarios le dan prioridad al color, sin embargo no muestran preferencia alguna a la hora de cultivar, para los campesinos de esta comunidad los suelos negros y amarillos son cultivables por igual, debido a sus necesidades económicas cultivan en todo el territorio apto.

Después de 70 años de conformación del ejido, se empieza a establecer un saber compartido sobre el suelo, esto se puede apreciar en el proceso de segregación que se está dando en el ejido, los productores empiezan a señalar las zonas que son más propicias al cultivo, así como los cultivos que son aptos para cada una.

Así mismo en su Proyecto Integrador de la maestría (2015), hace una propuesta de planeación sobre el uso de suelo de las diferentes zonas del ANP.

Karla María (2014), mediante la ejecución de su trabajo, llega a la conclusión de que los temas ambientales relacionados con el entorno de la localidad (particularmente rural) representan una buena herramienta para contribuir al logro de los objetivos de conservación de los recursos naturales y que los conocimientos adquiridos durante los talleres impartidos en educación básica son útiles para la toma de decisiones en las acciones cotidianas de la vida del lugar.

Susana Salgado (2013), evaluó la sobrevivencia de una plantación de *Pinus hartwegii* Lindl y la efectividad de una obra de conservación de suelo y agua en tinas ciegas para la retención de sedimentos e infiltración en la localidad de tembladeras pertenecientes al polígono del Parque Nacional Cofre de Perote.

Obtuvo en la ejecución de este trabajo un 48.8 % de sobrevivencia en el área reforestada, con 36,750 plantas en estado vigoroso y promedio de 10.6 en altura (cm) y 6.3 en diámetro (mm). Se contabilizaron 42 tinas ciegas en los 20 sitios, la densidad de obra por unidad de superficie se estimó en 200 tinas/ha, haciendo extrapolación al área se encontró que se abrieron 8,400 tinas. Retuvieron un volumen de sedimento de 0.146 m<sup>3</sup>, lo que representa por hectárea 14.6 m<sup>3</sup>, equivalente a 613.2 m<sup>3</sup> en las 42 ha. Para la infiltración cumplieron con su objetivo principal absorbiendo un promedio de 7,400 mm en 1 hora, esto a su vez por las 200 tinas/ha dan 1,480,000 mm, equivalente a 62,160,000 mm para las 42 ha.

Erika Domínguez, (2014) como parte del grupo de técnicos de la CONAFOR, mediante recorridos por las áreas de trabajo y reuniones con los beneficiarios (ejidos y personas físicas que resultaron favorecidas con los programas de la CONAFOR), determinó que el suelo presentaba erosión laminar, debido a la excesiva escorrentía que presenta la zona, por ser una región con potencial erosivo y que como se ha enunciado, la región se distingue por fuertes pendientes, por lo que se determinó que el "tratamiento" correctivo para el área fueran las zanjas trincheras o tinas ciegas.

Carmina Arroyo (2009), junto con las personas de la comunidad e investigadores de la CONAMP; logra establecer los lugares propios para el ecoturismo. Y realizó la evaluación de los productos ecoturísticos y la ubicación de sitios paisajísticos y de visitación. Teniendo como principal objetivo realizar una propuesta de sitios con potencial ecoturístico en este Parque Nacional basado en las sugerencias planteadas por las autoridades ejidales y habitantes de las comunidades ubicadas dentro del mismo y así contribuir al Programa de Conservación y Manejo de tan importante ANP para el estado y la región.

Aplicó entrevistas a autoridades ejidales, guarda parques y personas de las comunidades. La entrevista se conformó por 23 preguntas. Y se obtuvo el nivel de interés de los pobladores por participar en actividades de ecoturismo, temporadas de mayor arribo de turistas frecuencia de visitas al parque, la visión de ecoturismo como alternativa para obtener ingresos extra y los sitios considerados atractivos para actividades turísticas, en siete de las comunidades del parque.

Al realizar recorridos por los sitios del parque, se determinaron los sitios más visitados y las actividades que realizan; como se comportan los visitantes y lugares donde pernoctan. Así mismo los servicios de hospedaje y alimentación que las comunidades ofrecen. Lo que las personas de las comunidades sugieren que se realice y el lugar dentro del parque. Se realizó una descripción y ubicación exacta de cada sitio.

Anterior a Carmina Arroyo, Alberto Santamaría (2009), realiza un reconocimiento y diagnóstico de todas las áreas con algún potencial eco-turístico e investiga con las personas de la localidad y personas relacionadas con actividades eco-turísticas, los posibles proyectos relacionados con el turismo que en el ANP Cofre de Perote se puedan realizar; al final expone una serie de actividades y propuestas para efectuarse en el sitio.

Jerónimo Vázquez (2011), realiza una identificación de las zonas deforestadas que se muestran en mapas creados específicamente para este trabajo a partir de los que se dan algunas cifras que reflejan la realidad de este problema dentro del Parque Nacional 6, 224 ha deforestadas que representan al 53% de la extensión total del Parque, las que han sido desprovistas de su vegetación original.

Los principios básicos para la reforestación de la zona que el propone los representó en una tabla en la que se identifican las especies forestales adecuadas para esta actividad según datos físicos y biológicos del área. Las propuestas específicas para reforestar se realizan para cinco polígonos (229.9 ha en total) considerados prioritarios por su importancia hidrológica, las demás zonas deforestadas identificadas se podrán reforestar sirviéndose de guía los principios de reforestación establecidos en este trabajo.

Al final se realizan recomendaciones generales al proceso de reforestación, desde las actividades de propagación en el vivero, el transporte y el sembrado en campo, esto para que estas se realicen de la manera más adecuada y, como consecuencia, se obtenga un mayor éxito en futuras reforestaciones.

Karla Ma. Hernández, Impartió talleres de EA a 522 alumnos de las primarias y telesecundarias de las dos comunidades. Y su trabajo se centró en fomentar actitudes pro ambientales para la conservación del ANP Cofre de Perote.

## **CONCLUSIÓN**

Los trabajos realizados en los últimos años por los estudiantes de Biología en el ANP Cofre de Perote, nos han dejado una profunda reflexión sobre todo el trabajo constante que debemos de seguir realizando desde la academia en esa interesante área. Que si bien es una gran satisfacción cada que termina alguno es también un reto a la realización de otro nuevo.

El ANP, Cofre de Perote, tiene tantas aristas como problemas que enfrenta. Sus gradientes altitudinales, sus diferentes caras y sus servicios ambientales son impresionantes y nos ofrecen una plataforma para más y mas investigaciones de diferentes índole y de muchas otras disciplinas además de la biología, agronomía o relacionadas con el ambiente. Ya que la parte social reviste serios problemas que también es urgente de atender y de manera constante.

Las investigaciones que aquí se presentan son de los últimos seis años y relacionados con este Cuerpo Académico, Investigación y Educación para el Desarrollo Sustentable. Pero existen muchos otros trabajos más que desde tiempo atrás la Facultad de Biología-Xalapa ha realizado en el ANP y zonas de influencia, más aun por la presencia de las casas de la Universidad y la relación de algunos académicos con las instituciones gubernamentales y descentralizadas que

trabajan para el mismo fin; la conservación del parque. Considerando también la realización de más trabajos por otras instituciones tanto de la UV como de otras.

Como bien sabemos la CONAMP, CONAFOR, SEMARNAT, ONGs, etc. y la propia Universidad Veracruzana hacen esfuerzos constantes para su conservación y manejo pero aún así por el propio crecimiento poblacional, los problemas de las grandes ciudades que irradian hacia esos sagrados lugares, llegan a ser insuficientes por lo que toda investigación realizada contribuye a generar conocimientos que puedan ayudar a aminorar los impactos y el deterioro ambiental se da de una manera casi involuntaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo Cabrera Carmina. 2010. Propuesta de sitios con potencial eco turístico en el Parque Nacional Cofre de Perote, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Domínguez Valencia Erika. 2014. Programa de construcción de tinas ciegas para la conservación de suelo en los municipios de Ayahualulco y Xico, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Hernández González Karla Maria. 2013. Educación ambiental en escuelas de nivel básico de las localidades agua de Los Pescados y El Conejo, Mpio. de Perote, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Jaime Cortez Griselda. 2010. Manejo de residuos sólidos en la comunidad El Conejo, municipio de Perote, Veracruz. Una experiencia a través del programa "Oportunidades", Primaria y Telesecundaria. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- La Gestión Ambiental: factores críticos.  
<http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/gestion/capitulo2.pdf>
- López García Ana Cecilia. 2010 Manejo de residuos sólidos en la telesecundaria 20 de noviembre y el telebachillerato (TEBA) Los pescados de la comunidad municipio de Perote, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- López Sánchez Carla Leticia. 2014. Uso de leña y estufas ahorradoras en la comunidad El Conejo, Mpio. de Perote, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Plan de Desarrollo 2025. Eje 5 Hacia una Universidad Sostenible.  
[www.uv.mx/planeacioninstitucional/.../PlanGeneraldeDesarrollo2025.pdf](http://www.uv.mx/planeacioninstitucional/.../PlanGeneraldeDesarrollo2025.pdf)
- Salgado Trujillo Susana. 2013. Efectividad de la reforestación y la apertura de tinas ciegas en Tembladeras, municipio de Xico, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Sánchez Fernandez Ignacio. 2010. Agricultura de traspatio que fortalece la economía familiar en la comunidad de Los Pescados, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Santamaría Garcia Luis Alberto. 2009. Propuesta de proyecto eco turístico en la comunidad el Conejo, Perote, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Tepetlán Peredo Nancy Yadira. 2015. Propuesta de la estufa ahorradora de leña "Serchi" en las comunidades Rancho Nuevo y El Escobillo, en el Municipio de Perote, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Universidad Veracruzana (UV). 2008. Marzo 30 de 2011.



- Vázquez Ramírez, Jerónimo. 2012. Propuesta de un programa de reforestación para el parque nacional Cofre de Perote. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Zamudio Alvarez Yvonne Katherine. 2011. Clasificación y uso tradicional del suelo en el Ejido El Conejo, Municipio de Perote, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Zamudio Alvarez Yvonne Katherine. 2015. Propuesta de planeación comunitaria del territorio con base en el uso del suelo, en el ejido El Conejo, municipio de Perote, Veracruz. Proyecto Integrador de la Maestría Gestión Ambiental para la Sustentabilidad. Facultad de Biología-Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

# **Actividades de impacto multidimensional en la zona de influencia del Cofre de Perote del ITSPe**

**David Medina y Martín Rivadeneyra**

Instituto Tecnológico de Perote

## **INTRODUCCIÓN**

En el Decreto de creación del Instituto Tecnológico Superior de Perote se establece como uno de sus objetivos realizar investigación científica que permita el avance del conocimiento, el desarrollo de la enseñanza tecnológica y el mejor aprovechamiento social de los recursos naturales y materiales, por lo que a través de los cinco programas académicos actuales (ingenierías) se ha incidido en áreas importantes en el Cofre y Valle de Perote, como a continuación se describe.

En el presente documento se exponen los resultados de diversos proyectos de investigación, vinculación o extensión que se han desarrollado en el Instituto Tecnológico Superior de Perote a través de sus diversos programas académicos en los rubros de restauración de suelos, uso y manejo de recursos naturales, investigación y educación ambiental, organización social y desarrollo comunitario, mismos que se han realizado en la zona de influencia y de manera particular en el Cofre y Valle de Perote.

## **INVESTIGACIÓN**

A través de una estrecha colaboración con el Consejo Estatal de Productores de Papa, se generó una propuesta para la producción de alcohol de papa, de la cual se ha logrado el desarrollo de producción de una bebida alcohólica tipo vodka a escala laboratorio y piloto. Dicho proyecto cuenta con financiamiento del FOMIX CONACyT- Gobierno del Estado de Veracruz, este planteamiento responde a una necesidad de los productores de papa de la región de dar valor agregado a este producto, que como es sabido, resulta poco o nada rentable en muchas ocasiones.

Otro de los aspectos importantes a considerar, debido a que en la región se encuentra el maguey pulquero, se desarrolla la obtención de etanol y coproductos del maguey, el cual se encuentra apoyado por el fondo sectorial SAGARPA-CONACyT y de la cual, entre los que podemos mencionar como principal resultado el siguiente.

Desarrollo de un modelo matemático para la determinación de la edad de plantas de maguey con base a parámetros fenotípicos, mismo que fue presentado en 2014, en ASABE and CSBE/SCGAB Annual International Meeting, desarrollado por tres alumnos del ITSPe y que fue publicado en extenso en la memorias del mencionado congreso. (Osorio González, et. al., 2014).

Cabe mencionar que este proyecto se encuentra en importante desarrollo con el Instituto de Investigación y Desarrollo Agroambiental (IRDA) establecido en Quebec, Canadá, el Instituto Tecnológico de Monterrey, campus Querétaro y la Universidad Veracruzana.

Otro de los aspectos en los que el ITSPe ha incursionado es en el aprovechamiento integral de la semilla de higuierilla para la producción de biodiesel y bioetanol, proyecto apoyado por el fondo sectorial SAGARPA – CONACyT.

Entre los logros que se han obtenido del mencionado proyecto, podemos mencionar la generación de un procedimiento para evaluar la factibilidad técnica de instalación de plantas de biodiesel en ciudades de tamaño medio, así como el desarrollo de un proceso para la producción de biodiesel de aceite de higuera.

Con el objetivo de eficientar los procesos de aprovechamiento integral de la higuera en la obtención de biodiesel, bioetanol y fertilizantes, se lleva a cabo en nuestras instalaciones, el diplomado "Uso integral de la especie *Ricinus communis* para la producción de biocombustibles y coproductos. De esta manera se transfieren hacia productores y personas interesadas los resultados desarrollados en el área de biocombustibles de las instituciones que participan, entre las que se pueden mencionar, el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ, el Instituto de Investigación Científica y el Centro Nacional de Electroquímica y Tecnologías Ambientales, CNETE, estos últimos establecidos en Canadá.

## **USO Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

En el 2013 se participó con un grupo de alumnos, en la georreferenciación de predios bajo manejo forestal incluidos en el programa de FIDECOAGUA, del municipio de Coatepec, Ver., con el objetivo de localizar los predios ya apoyados así como determinar la correcta aplicación del recurso en las zonas de Xico y Coatepec que como se sabe son parte de la cuenca hidrológica del Cofre de Perote.

El tratamiento de aguas residuales últimamente ha sido importante, al ser un recurso natural no renovable y que ha sido objeto de contaminación ascendente. En este tenor, se ha brindado asesoría a la Séptima Compañía de Infantería No Encuadrada a fin de generar optimización en su tratamiento.

Las plagas forestales representan un riesgo a los bosques debido a su fácil propagación (CONAFOR 2013), por lo cual se ha aplicado la metodología correspondiente para la detección, muestreo y colecta de *Dendroctonus sp.*, en los predios de la Séptima Compañía de Infantería No Encuadrada, los cuales han sido espacios para la reforestación de esta zona.

## **ORGANIZACIÓN SOCIAL Y DESARROLLO COMUNITARIO**

No de menor importancia es la extensión y participación social de los programas académicos del ITSPe en las comunidades que integran el Cofre y Valle de Perote.

En este sentido, los alumnos de Ingeniería en Gestión Empresarial, cada 6 de enero eligen una comunidad de la región y realizan un festival de Día de Reyes en la que se entregan juguetes a los niños asistentes. Esta participación es anual y genera en nuestros estudiantes el sentido social de la educación superior.

Debido al alto índice de incendios forestales que se presentan en los municipios de Perote y Ayahualulco (SEDEMA, 2014) se emprendió una campaña de prevención de incendios forestales en estos municipios (Morales 2014 y Cortés 2014) mediante la difusión de la norma 015 empleando un modelo de extensión rural, dirigido a ejidatarios así como a los habitantes de sus comunidades. En dicha campaña participaron diversas organizaciones como lo es SEDEMA, SEDENA, Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, UMAFOR Perote, CONAFOR, SEMARNAT, PROFEPA, CONANP.

Como parte de la formación integral y el sentido de inclusión en una sociedad, los alumnos de Ingeniería Forestal han tomado en estos últimos tres años el curso básico para comba-

tientes de incendios forestales, recalcando la importancia que la prevención es la mejor herramienta para evitar contingencias de este tipo.

Aunado a ello, tres profesores en el 2014, se capacitaron en el Curso Internacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales, con lo que se asegura que nuestros egresados conocen el uso adecuado del fuego.

Debido a los resultados favorables que la campaña de prevención antes mencionada obtuvo el año pasado, en 2015 se decide replicarla en las comunidades del municipio de Perote, Altotonga, las Minas, las Vigas, Tatatila, sin dejar de mencionar a los municipios restantes que integran la UMAFOR Perote, con el objetivo de hacer conciencia en sus habitantes de las repercusiones de las quemadas no controladas, con fines agrícolas y ganaderos.

## **CONCLUSIONES**

La pertinencia de una Institución de Educación Superior se encuentra en la aplicación y generación de conocimientos científicos y tecnológicos de acuerdo a los requerimientos de la región, la cual ha sido demostrada a través de los proyectos de investigación, extensión que se han desarrollado en el ITSPe.

## REFERENCIAS

- CONAFOR. (2013). Sanidad forestal: principales plagas y enfermedades electrónicas. CONAFOR: formato digital.
- Carlos Antonio Cortes Landa. (2014). Aplicación del sistema de capacitación de la SEDEMA en el municipio de Ayahualulco, Ver.. ITSPe: Tesis de Licenciatura.
- Maria Leonor Morales Garcia. (2014). Aplicación del Sistema de Capacitación de la SEDEMA para la prevención de Incendios Forestales en el municipio de Perote, Ver.. ITSPe: Tesis de licenciatura.
- Carlos Saúl Osorio González, et. al.. (2014). Development of a statistical method based on phenotypic parameters to determine the age of agave salmiana and its correlation with plant composition. ASABE - CSBE/ASABE Joint Meeting, 1, 1-10.
- Instituto Tecnológico Superior de Perote, Carretera Federal Perote México Km 2.5 Perote, Ver. Email: dirección.academica@itsperote.edu.mx.

# Capacitación ambiental para la población rural del Cofre de Perote

Héctor Narave y M. de los Ángeles Chamorro

Facultad de Biología-Xalapa, UV

## INTRODUCCIÓN

Desde su aparición sobre la Tierra la especie humana desarrolló esquemas para satisfacer sus necesidades de vida, en principio las básicas como alimentación, medicinas, casa, vestido; para esto tuvo que aprender de los recursos naturales y sus procesos. Al paso del tiempo, con el crecimiento de las ciudades, el desarrollo industrial, el incremento de la población y sus formas de vida demandantes de un mayor número de satisfactores, se provocó un fuerte impacto en los recursos naturales, probablemente, el principal se genera por el gran volumen de recursos que se extraen y los hábitos de consumo, pero también es claro que el desconocimiento de muchos procesos relativos a los recursos naturales ha generado problemas en su manejo, lo que a su vez se traduce en deterioro de ecosistemas en diversas regiones del planeta, de manera particular en zonas rurales donde a la vez, lamentablemente existen problemas sociales.

Debido a lo anterior se han realizado diversas reuniones a nivel internacional para analizar la compleja relación entre medio ambiente y desarrollo. En 1992 se llevó a cabo la Cumbre de Río de Janeiro, en la que se generó la Agenda XXI, documento que enfatizó la necesidad de informar a la población sobre temas ambientales para promover su participación en acciones orientadas al manejo sustentable de los recursos naturales. En este sentido, es importante destacar que la población que habita en zonas rurales requiere además de la mejora en sus niveles de satisfactores básicos de alimentación, salud, educación y servicios, contar con información y capacitación para mejorar sus actividades productivas, así como para el aprovechamiento sustentable y la conservación de sus recursos naturales.

Un caso en que se ve reflejada la situación anterior es el Cofre de Perote, en el estado de Veracruz, México, considerado como una zona de gran importancia ambiental por los bienes y servicios que proporciona a las poblaciones de su alrededor particularmente la generación de acuíferos, pero desafortunadamente a la vez es considerada una zona con fuertes problemas de marginación social, incluyendo capacitación en materia ambiental.

En este sentido, para analizar tal situación y conocer los temas de interés en capacitación ambiental para la población rural del Cofre de Perote, a través de académicos de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, desde hace tres años se han implementado algunos proyectos al respecto, como "Educación y comunicación ambiental en localidades rurales del Parque Nacional Cofre de Perote", apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la Convocatoria para Proyectos de Comunicación pública de la ciencia 2012-2013. Actualmente se está realizando el de "Percepción de los recursos naturales por la población rural del Cofre de Perote", apoyado por la Secretaría de Educación Pública, en el marco de la Convocatoria de fortalecimiento de Cuerpos Académicos, y cuyo objetivo es analizar la percepción que tiene la población rural del Cofre de Perote sobre los recursos naturales, con el fin de generar materiales y estrategias para contribuir en la capacitación para la conservación de esta área natural protegida y el manejo sustentable de los recursos naturales.

En el marco de estos proyectos se han realizado talleres participativos, entrevistas a personas adultas de cuatro localidades rurales ubicadas al interior del Parque Nacional Cofre de Perote para identificar sus intereses en temas de educación y capacitación ambiental, se han

elaborado materiales de apoyo para la capacitación, y se han implementado a nivel experimental biotecnologías apropiadas a zona.

Cabe mencionar debido a la importancia social y ambiental de la zona, desde hace al menos tres décadas diversas instituciones gubernamentales han desarrollado programas, proyectos y actividades para atender la situación, incluso se han implementado Programas específicos para la zona, sin embargo los esfuerzos habían sido insuficientes.

Sin embargo, en los últimos años se están realizando trabajos de reforestación y aplicación de programas de empleo temporal, a través de trabajos de prevención y combate de incendios forestales, mediante la coordinación interinstitucional entre la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y la Dirección General de Desarrollo General de Desarrollo Forestal de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca del Gobierno del Estado de Veracruz<sup>4</sup>.

De esta manera, el presente trabajo aporta datos sobre sobre resultados de los proyectos en materia de capacitación ambiental desarrollados por la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, y en este contexto los temas de interés de la población local que se han identificado; lo anterior con el objetivo de contar con información y para implementar procesos y estrategias de capacitación en materia de educación y capacitación ambiental, para responder a las necesidades de los habitantes de esta región. Debe señalarse que para esto se han establecido vinculación con la CONANP, instancia normativa y responsable de las actividades con el fin de conjuntar esfuerzos y obtener mejores resultados.

## EL CONTEXTO

El presente trabajo se está realizando con la población en cuatro localidades rurales ubicadas dentro Parque Nacional Cofre de Perote: El Conejo, Rancho Nuevo, El Escobillo y Los Pescados, todas del municipio de Perote, Veracruz<sup>5</sup>.

La localidad El Conejo tiene 1,044 habitantes, se ubica a 3,300 msnm., la educación básica se imparte en tres escuelas, el Jardín de niños Gabriela Mistral, la Primaria Carlos A. Carrillo y la Telesecundaria Moisés Sáenz Garza. En cuanto a analfabetismo se registra 12% de la población adulta. Las actividades productivas están representadas por agricultura y ganadería principalmente<sup>6</sup> (figura 1).

La localidad Los Pescados tiene una población de 1,555 habitantes, se ubica a 3,000 msnm., cuenta con cuatro escuelas, el Jardín de niños Virginia Aguilar Pensado, la Primaria Enrique Pestalozzi, la Telesecundaria 20 de Noviembre y el Telebachillerato Los Pescados. 9% de la población adulta es considerada como analfabeta. Las actividades productivas están representadas por agricultura, ganadería y el manejo forestal<sup>7</sup>.

La localidad El Escobillo tiene 1,065 habitantes, se ubica a una altitud de 3040 msnm., cuenta con cuatro escuelas, el Jardín de niños Cuauhtémoc, la Primaria Benito Juárez García, la

---

<sup>4</sup> Parque Nacional Cofre de Perote o Nauhcampatépetl en: <http://www.regiongolfodemexico.conanp.mx/cofre.php>

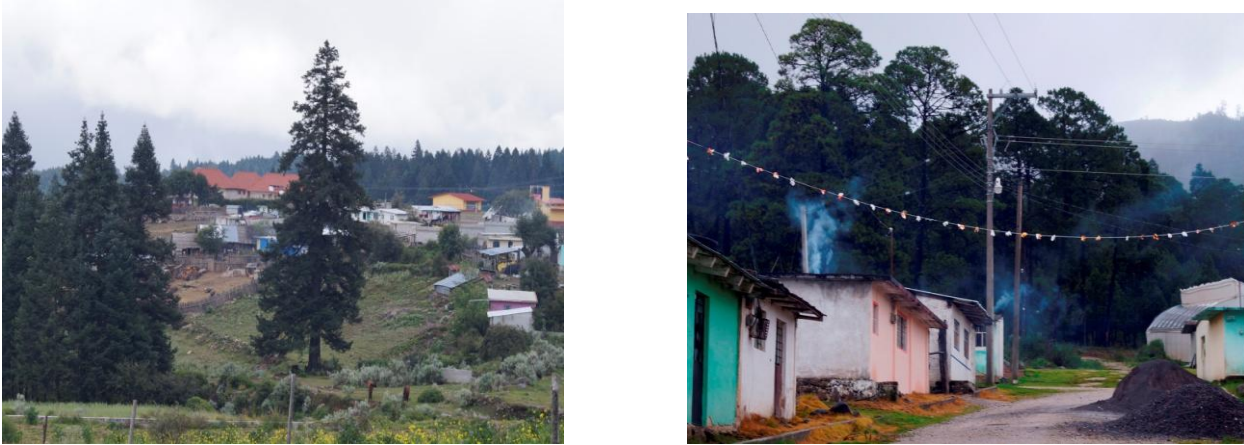
<sup>5</sup> Narave, H., M. Chamorro. 2013. ¡Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote!. Cuaderno de divulgación. UV-CONACYT.

<sup>6</sup> INEGI. 2010. Censo de población y vivienda 2010.

<sup>7</sup> INEGI. 2010. Op cit.

Telesecundaria Jaime Torres Bodet y un Telebachillerato, al cual asisten alumnos de comunidades vecinas. El 17% de la población adulta es considerada como analfabeta. Las principales actividades productivas son agricultura y ganadería.

La localidad Rancho Nuevo tiene 450 habitantes, se ubica a una altitud de 3,040 msnm., cuenta con dos escuelas, el Jardín de niños Rosario Guevara de Cabañas y la Primaria Fernando López Arias. Aún existe 9% de analfabetismo entre la población adulta. Las principales actividades productivas son agricultura y ganadería<sup>8</sup>, (figura 1).



**Figura 1.** Vista parcial de las localidades El Conejo y Rancho Nuevo, municipio de Perote, Ver.

Como puede observarse son pocas las instituciones educativas en estas localidades, sólo en dos se ofrece educación media superior. Esto sin duda tiene relación directa con el analfabetismo en estas localidades que lamentablemente supera el índice promedio del 6.5 % que se registra de manera global en el país<sup>9</sup>. Por estas razones, además del deterioro de los recursos naturales, consideramos necesario impartir capacitación a personas adultas, pues si bien algunas no son analfabetas, la mayoría de ellas no concluyó la educación básica. Paralelamente de igual forma es muy importante apoyar a los jóvenes pues desafortunadamente ante las condiciones que se encuentran para algunos de ellos la educación básica será la única formación escolar que logren.

---

<sup>8</sup> INEGI. 2010. Op cit.

<sup>9</sup> Narro, J., D. Moctezuma. 2012. Analfabetismo en una deuda social. Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de estadística y geografía 3(3):5-12.  
[http://www.inegi.org.mx/eventos/2013/RDE\\_07/Doctos/RDE\\_07\\_Art1.pdf](http://www.inegi.org.mx/eventos/2013/RDE_07/Doctos/RDE_07_Art1.pdf).



## ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Los trabajos se iniciaron con la presentación del proyecto en cada una de las localidades para explicar los objetivos e invitar a la población a participar. Preferentemente se solicitó un espacio en las asambleas ejidales; en otros casos se realizó en reuniones con personas que participan en actividades o proyectos relacionados con la conservación o manejo de recursos naturales coordinadas dependencias de gobierno, particularmente por la CONANP. En esta etapa, en algunas ocasiones para la convocatoria se contó con el apoyo esta dependencia, pues además de ser la responsable del Parque Nacional tiene proyectos relacionados con la conservación y el desarrollo sustentable en la que participan los habitantes. En estas reuniones se presentó información sobre la importancia y características de esta Área Natural Protegida y se tomaron los comentarios y observaciones al respecto.

Realización de talleres participativos para analizar la situación ambiental del Parque Nacional con la población de estas cuatro localidades, con el objetivo de registrar sus opiniones sobre los principales problemas ambientales que identifican en esta región, así como las alternativas de solución incluyendo actividades de capacitación. De igual forma, para esto en algunos casos se contó con el apoyo de la CONANP para la convocatoria.

A partir de lo anterior se elaboraron materiales para apoyar la capacitación sobre la importancia del Parque nacional, un cuaderno de divulgación, videos sobre temáticas específicas, cápsulas informativas y carteles.

En otra fase de reuniones se presentó, explicó y comentó el contenido del cuaderno de divulgación “¡Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote!”, el cual fue diseñado para esta población con información puntual y accesible sobre los recursos naturales, características de esta Área Natural Protegida y recomendaciones para promover su conservación.

Aplicación de entrevistas semiestructuradas a representantes de las cuatro localidades, comisariados ejidales, agentes municipales, personas adultas que han ocupado estos cargos, con el objeto de conocer su percepción sobre la situación del Parque nacional identificar las principales problemáticas que perciben, los temas de capacitación en materia ambiental que les interesan y que podrían aplicar en sus actividades productivas y en su vida cotidiana, así como otros temas que les permitirían promover un manejo sustentable de los recursos naturales.

Considerando que la leña es uno de los recursos que merece atención especial, pues su consumo es prioritario en esta región, se invitó a representantes de las cuatro localidades a recibir capacitación para la instalación de biodigestores<sup>10</sup> familiares y estufas ahorradoras de leña (con adecuación en la chimenea), para implementarlos en sus hogares y a la vez registrar el ahorro de leña.

## RESULTADOS

Los resultados que a continuación se presentan concentran las opiniones expresadas por los asistentes a los talleres, así como también las resultantes de las entrevistas aplicadas a los representantes de cada una de las cuatro localidades. La información se ha organizado en dos apartados, Talleres y Entrevistas, en relación a: el conocimiento e interés de los pobladores por la conservación del Parque Nacional Cofre de Perote; los principales problemas ambientales que

---

<sup>10</sup> Los biodigestores que se expusieron y propusieron consisten en tecnologías “tipo invernaderos” que producen gas a partir de las excretas de animales domésticos de la región, chivos, borregos, vacas, caballos, entre otros. Este gas se canaliza mediante un tubo y puede ser aprovechado.

perciben; las actividades productivas que realizan, y a los temas de capacitación que requieren. Y obviamente a las actividades de capacitación realizadas.

## TALLERES

Posterior a la visita a las localidades para la presentación del proyecto en reunión ejidal o con los grupos de trabajo, se realizaron cuatro talleres participativos, uno en cada localidad. En estos se expusieron las condiciones socioambientales del Parque Nacional, las características del medio físico y biótico, los aspectos legales, la situación e importancia, los principales problemas ambientales; asimismo se presentaron los principales proyectos del Programa de Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote.

Durante las sesiones los asistentes externaron sus opiniones sobre lo que ellos observan como principales problemas en los aspectos productivos, de empleo y los ambientales, así como su percepción e interés sobre el Parque y los temas de capacitación que requieren (figura 2).

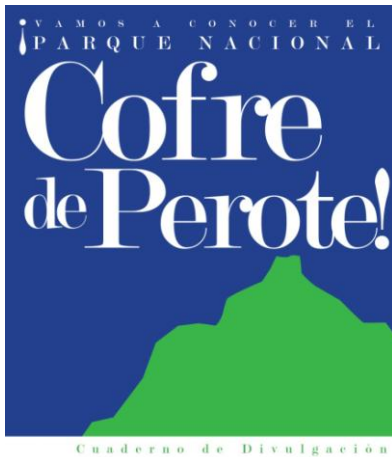


**Figura 2.** Talleres sobre la Importancia del Parque Nacional Cofre de Perote en las localidades de Los Pescados y Rancho Nuevo, municipio de Perote, Ver.

En cuanto a su conocimiento sobre el Parque Nacional los asistentes de las cuatro localidades reconocen su importancia y externaron su interés en la conservación del mismo y en la participación en actividades para ello, como vigilancia forestal, reforestación, saneamiento forestal, podas, su oposición a la tala clandestina y el combate a incendios forestales entre otras. Saben que existen problemas en cuanto a la tenencia de la tierra pues si bien es un Parque nacional que les limita a varias actividades productivas y de uso de recursos naturales, también ellos cuentan con la dotación legal de los ejidos en los que tienen sus parcelas y realizan sus actividades productivas desde hace años ahí, “lo que al menos les permiten sobrevivir”. Tal situación desde otra perspectiva es verdaderamente contradictoria pues en una misma área el Parque Nacional tiene el objetivo de conservación y los ejidos el fin productivo. Esto representa un motivo más para trabajar los aspectos de capacitación ambiental en los que se puedan conciliar intereses de conservación y producción que no afecten los ecosistemas.

Uno de los productos que se generó en este trabajo como material de apoyo para la capacitación fue la publicación del Cuaderno de divulgación “¡Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote!”, diseñado de manera específica para esta población con información puntual y accesible sobre los recursos naturales. Fue estructurado con lenguaje sencillo, poco texto y muchas imágenes a través de lo que se describe de manera breve lo que es el Parque Nacional, su significado, características, aspectos legales, condiciones, flora, fauna, suelos,

principales problemas y algunas actividades de apoyo para su conservación. Este cuaderno se ha presentado en las cuatro localidades y se entregaron entre 80 y 100 ejemplares en cada una, a los ejidatarios y población en general así como en las escuelas primarias, telesecundarias y telebachilleratos. Durante el taller, los pobladores han mostrado interés por contar con un material elaborado para ellos, cuyo contenido refleja las características de los recursos naturales donde habitan, además de ofrecer información sobre algunas acciones a aplicar en su entorno inmediato y como parte de su vida cotidiana para conservar el bosque (figura 3).



**Figura 3.** El Cuaderno de Divulgación “¡Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote!” se ha entregado y presentado en las localidades rurales.

Como parte de los resultados generados en los talleres participativos, los pobladores externaron que la leña es uno de los recursos que merece atención especial, pues su consumo es prioritario en esta región. Para responder a esta necesidad, se invitó a representantes de las cuatro localidades a recibir capacitación para la instalación de “biodigestores familiares” tecnología sencilla que produce gas a través del uso de excretas de animales domésticos (figura 4).



**Figura 4.** Biodigestor y estufa usando gas producido en este, Los Pescados, municipio de Perote, Ver.

En relación a la instalación de biodigestores y de estufas ahorradoras de leña, el interés de los pobladores varió, en Los Pescados y El Conejo, fue mayor por recibir capacitación para instalar biodigestores, y registrar los datos sobre el ahorro de leña en sus hogares. En ambas loca-

lidades se instaló un biodigestor en el solar o traspatio de la persona que lo solicitó; los trabajos se realizaron en presencia y con el apoyo del beneficiario con el objeto de involucrarlo en el proceso pero a la vez capacitarlo en la instalación y funcionamiento, lo que tomó entre cuatro y cinco sesiones. Posteriormente, se inició el proceso de “alimentación” para la puesta en marcha de su funcionamiento, lo que llevó unos tres meses para iniciar la producción de gas, periodo en el que se continuó la capacitación para el manejo.

En el caso del biodigestor instalado en Los Pescados funcionó muy bien produciendo gas que se utilizaba en las estufas durante la mañana y medio día para la preparación de alimentos y para calentar lo que se requiriera, esto probablemente debido a que hubo mayor interés por la persona que lo solicitó (el jefe de familia y su esposa), pues esta tecnología si bien es sencilla requiere atenderse como “un sistema que se abastece (con estiércol) y que produce (gas). A decir de Don Ramón Chávez “el biodigestor les ha resultado muy bueno pues además de producir, les reduce el pesado trabajo de ir por leña, la que si bien continúan ocupando, el volumen es menor”. Esto sin duda tiene un impacto benéfico en el bosque, pues al extraer menos leña, se mantiene más la cubierta vegetal.

El biodigestor que se instaló en la localidad El Conejo funcionó bien en un principio pero después no, incluso dejó de ser atendido por el beneficiario. Este aspecto debe analizarse a fondo pues en ambos casos se trató de dar la misma capacitación, tal vez la falta de tiempo o interés por el beneficiario, aunque también debe reconocerse que tal vez faltó mayor capacitación o esta no fue acorde a las condiciones del beneficiario o al tiempo requerido o se requirió de mayor tiempo para el seguimiento en el proceso.

Otra alternativa para atender lo referente al uso de leña ha sido mediante pláticas sobre “estufas ahorradoras -de leña-”, para explicar las ventajas que tiene en relación al fogón abierto o sobre la “estufa tradicional de leña”, pues la primera tiene un mejor rendimiento al prolongar el tiempo de consumo de la leña al interior de la estufa. Esta temática se aplicó en las localidades Rancho Nuevo y El Escobillo.

Las estufas ahorradoras de leña se han implementado desde hace unos cinco años en la región con el apoyo de la CONANP, y si bien hay un conocimiento por parte de los habitantes, la demanda es permanente. Para responder al interés de los habitantes de estas dos localidades, de manera experimental se instalaron dos estufas ahorradoras a las que se les hizo una adecuación estructural en la chimenea. Las amas de casa que las recibieron en sus hogares se encargaron de registrar el consumo de leña identificando que el ahorro fue cercano al 40% por la adecuación en la chimenea<sup>11</sup>.

Para apoyar la capacitación tanto en la instalación de biodigestores, como de las estufas ahorradoras de leña se grabaron dos videos y se elaboraron dos carteles los que han sido utilizados en los procesos de capacitación; además se grabaron diez cápsulas informativas de un minuto cada una para dar a conocer a la población local información referente al Parque Nacional Cofre de Perote y su importancia (ver Educación y comunicación ambiental en el Parque Nacional Cofre de Perote en: [www.uv.mx/apps/biologia/PNCP/](http://www.uv.mx/apps/biologia/PNCP/))

---

<sup>11</sup> Tepetlán, N. 2015. Propuesta de un modelo de estufa “Ahorradora Serchi” en las comunidades de Rancho Nuevo y El Escobillo en el municipio de Perote, Ver. Tesis. Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

## ***Entrevistas***

Para sistematizar la información que los representantes de las cuatro localidades externaron en las entrevistas, se presentan cuatro temas a considerar para identificar la capacitación que requieren.

### ***Actividades productivas***

La principal problemática expuesta y coincidente en todas las comunidades es la carencia de empleos y fuentes de trabajo, combinada con la baja productividad económica de los cultivos y la problemática asociada a estos.

Debido a lo anterior muchas personas emigran a las ciudades cercanas a buscar empleo, que frecuentemente encuentran en la construcción (albañiles), en centrales de abasto de frutas y verduras, en jardinería, otros más se emplean en la industria de producción de “blocks” para la construcción que se ubican cerca de la ciudad de Perote. Los que se quedan en las localidades se buscan empleos como peones en actividades del campo. El salario que obtienen de manera general fluctúa de \$100.00 a \$120.00 por día, en pocos casos llegan a \$140.00 ó \$150.00.

En cuanto a las actividades productivas que realizan, principalmente son el cultivo de papa y la ganadería de borregos y chivos. Desafortunadamente todos señalan que existen serios problemas sobre todo por el precio al que comercializan la papa, ya que “por lo común es bajo, muchas veces no obtienen ni siquiera el valor de la producción” o acaso recuperan lo que invirtieron u obtienen 20 a 40%”, aunque tal situación no es una constante pues “hay muchas veces que la papa no ha valido nada y solo se quedan con las deudas, pues ni siquiera la levantan pues también eso les cuesta”, pero la siguen sembrando “porque es lo único que se les dá y en algunas ocasiones cada 5, 8 o 10 años el precio puede estar bueno y les va muy bien, hay quienes duplican la inversión” es por eso que “la siguen sembrando pues no saben a cómo va estar y tal vez esté bueno el precio”. En menor cantidad cultivan haba, avena, trigo y cebada.

En cuanto a la ganadería de borregos “les da algunos ingresos por la venta de la carne pero los borregos tardan en crecer, hay que invertirles en alimento y medicinas, pa’ que estén bien, así que lo que ganan no es mucho”. Lo mismo con las cabras, “les dan ingresos por la venta de quesos que elaboran con la leche, pero mientras no está parido el animal solo le invierten en alimentación, cuidado y vacunas, pero de cualquier forma hay que cuidarlo porque les representa un dinero que pueden obtener al venderlo en caso de que requieran por una urgencia como una enfermedad”.

La realidad es que los ingresos en ambos caso son precarios y se les puede considerar para autosubsistencia, por lo que las condiciones socio económicas de la mayoría de los habitantes del Parque son lamentables, de marginación y pobreza.

### ***Problemas ambientales***

Referente a los problemas ambientales, en El Conejo y Los Pescados los participantes en los talleres mencionaron que hubo problemas de deforestación en el pasado, que los bosques se talaron por la madera y para el cultivo de la papa, pero que ahora el bosque se recuperado y se ha mantenido, incluso que ellos lo cuidan; señalan que en algunos lugares sí existe tala clandestina pero que esta se realiza por personas ajenas a la comunidad. De igual forma mencionan que en unas partes del bosque hay plagas que afectan los árboles por lo que requiere saneamiento.

Un punto de particular atención es la prevención y control de los incendios forestales, ya que estos siniestros son los que más han afectado el bosque, incluso en grandes extensiones “pues eso si acaba con todo, arboles grandes, chicos y los renuevos. En las dos comunidades cuando se presentan los incendios la gente colabora para su combate y evitar que se afecten los bosques.

En el Escobillo y Rancho Nuevo mencionan que se requiere reforestar áreas que perdieron la cubierta vegetal en el pasado precisamente por los incendios, o en otros caso en zanaheras que fueron taladas para extraer la medera o en sitios que se dejaron de sembrar. Señalan que hay áreas de bosque que es necesario porque están “muy tupidas”.

Debe señalarse que además de lo mencionado por los participantes, por nuestra parte en los recorridos realizados en la zona se observa deforestación, erosión de suelos, contaminación por quema de basura, o esta depositada en barrancas y un uso muy elevado y sin control de agroquímicos para las labores agrícolas particularmente para el cultivo de papa pues señalan que sin esto no se produce o las plagas le afectan mucho.

Respecto al uso de leña en prácticamente todas las viviendas como principal y en muchas viviendas única fuente de energía para cocinar, además para dar calor a la vivienda debido a las condiciones climáticas de bajas temperaturas, calentar el agua para bañarse, esto no es reconocido como un problema que afecta los bosques, pues los participantes mencionan que la recogen árboles o ramas caídas. Sin embargo, se ha observado el derribo de árboles para esto, independientemente de que los volúmenes que se extraen son muy grandes y de manera permanente.

### ***Conocimiento del Parque como Área Natural Protegida y participación en trabajos.***

Muchos de ellos expusieron que han participado en varios proyectos y programas en materia ambiental implementados tanto por las dependencias de la administración pública, federal, estatal y municipal, como en los programas de reforestación, obras de conservación de suelo y agua, empleo temporal, de combate a incendios forestales, de manejo forestal, pago por servicios ambientales, entre otros.

También señalan que han trabajado con Organizaciones no gubernamentales (ONG's); en el caso de la localidad de Los Pescados mencionan que les han apoyado en diagnósticos ambientales, en la asesoría para una embotelladora de agua, actividades de restauración forestal, obras de conservación de suelo y agua, brechas cortafuegos. Debe señalarse que parte del agua que abastece a la ciudad de Xalapa, capital del estado de Veracruz se origina en los bosques de la localidad de Los Pescados por lo que anualmente obtienen de este Ayuntamiento un monto económico por “el agua que le dan a la ciudad”.

En la localidad El Conejo de igual forma ha habido participación de ONG's en diversas actividades como obras de conservación de suelo y agua, actividades de restauración, podas y brechas cortafuegos, propuestas de ecoturismo.

En el Escobillo con ONG's establecieron un vivero con especies forestales para reforestación.

En cuanto a la participación de instituciones educativas, resalta la Casa de la Universidad Veracruzana, ubicada en El Conejo, la cual funciona como un espacio para diversas actividades como: Servicios de salud comunitarios, promoción y educación para la salud, Nutrición; Desarrollo sustentable y medio ambiente, educación ambiental; Producción y manejo artesanal con



sentido de género y Desarrollo Comunitario, Apoyo en tecnologías de información a niños y jóvenes, diversas reuniones sobre temas y proyectos de la Universidad Veracruzana en vinculación con la comunidad y otras dependencias<sup>12</sup>.

En esta localidad, un grupo de señoras con el apoyo de la Dra. María del Rosario Pineda del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana están organizadas para la elaboración y venta de artesanías navideñas realizadas en base a ramas del árbol de oyamel (*Abies religiosa*), las que obtienen de podas que realizan a los árboles con el fin disminuir el riesgo de incendios forestales (actividad coordinada por la CONANP). Este proyecto constituye un ejemplo de capacitación y de organización exitoso tan necesario en áreas rurales y que refleja el importante papel que pueden tener los investigadores con las comunidades. El proyecto además de la capacitación y organización es redituable económicamente aspecto fundamental en este tipo de comunidades<sup>13</sup>.

Este proyecto ha servido como modelo a otras comunidades por lo que el tipo de artesanías también se ha empezado a elaborar en El Escobillo por un pequeño grupo de señoras, quienes utilizan hojas de pino para elaborar bases, alhajeros, floreros y canastas. Ellas han externado que requieren capacitación para optimizar el proceso de elaboración de artesanías y la comercialización de las mismas.

Al analizar la información aportada por las personas entrevistadas, cabe destacar que los habitantes de las cuatro localidades reconocen la importancia del bosque y de la conservación del Parque Nacional Cofre de Perote, por lo cual periódicamente participan con dependencias de la administración pública en proyectos relacionados con la conservación y manejo de recursos naturales.

En este sentido, los entrevistados han externado que requieren continuar recibiendo capacitación además de aspectos productivos alternativos, en materia de manejo forestal, conocimiento de la importancia del bosque, analizar los productos derivados de los biodigestores y mejoras en estufas ahorradoras.

En cuanto a las actividades productivas, dada la difícil y constante problemática que enfrentan en ese aspecto, manifiestan que es imprescindible buscar otras alternativas más redituables pues dependen de la agricultura como base para su subsistencia, por lo que en las cuatro localidades los agricultores requieren capacitación en otras actividades o labores productivas. Así también en cuanto a los cultivos que realizan requieren capacitación para optimizar el rendimiento de las cosechas, conservar el suelo, disminuir la aplicación de fertilizantes químicos, herbicidas y nematocidas, que además de contaminantes son muy caros; por ello requieren implementar técnicas sostenibles alternativas que codyuven en estos, algunas como módulos de lombricomposta y producción de abono orgánico. También requieren apoyo y capacitación para comercializar directamente sus productos en zonas urbanas.

## CONCLUSIONES

La capacitación ambiental es un aspecto de gran importancia y necesario para contribuir a la conservación de los recursos naturales del Cofre de Perote

---

<sup>12</sup> Casa de la Universidad "El Conejo" en: <http://www.uv.mx/vinculacion/casas-de-la-universidad/el-conejo/>

<sup>13</sup> La Universidad nos cambió la vida: mujeres de El Conejo en: [http://www.uv.mx/universo/572/infgral/infgral\\_09.html](http://www.uv.mx/universo/572/infgral/infgral_09.html)

Las opiniones expresadas por los pobladores de las cuatro localidades tanto individual como colectivamente coinciden en relación al interés que tienen por participar en la conservación del Parque Nacional Cofre de Perote, por lo cual requieren información, capacitación y alternativas productivas para aplicarlas en sus actividades cotidianas. Sin embargo, las condiciones de marginación en que se encuentran priorizan sus actividades productivas, por lo que la capacitación en materia ambiental no será contundente en tanto existan fuertes necesidades sociales.

Entre los temas de capacitación que requieren los pobladores de estas localidades destacan: alternativas productivas, mejoramiento de prácticas agrícolas, ecotecnias y organización para constituir microempresas, entre otras.

La elaboración de materiales de apoyo basados en las condiciones y contextos locales facilitan la capacitación.

Existen casos de capacitación exitosos como el de los biodigestores y el de producción de artesanías con ramas de oyamel, los cuales requieren asegurar su seguimiento y evaluación.

La coordinación y colaboración entre las instituciones educativas como la Universidad Veracruzana y las dependencias de la administración pública responsables del Parque Nacional Cofre de Perote es muy importante para implementar proyectos de capacitación y de manejo de recursos naturales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al CONACYT por el apoyo económico para la realización del proyecto “Educación y comunicación ambiental en localidades rurales cercanas al Parque Nacional Cofre de Perote”.

A la Secretaría de Educación Pública por el apoyo económico para la realización del proyecto “Percepción de los recursos naturales por la población rural del Cofre de Perote”.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Narave, H. y M. A. Chamorro. 2013. ¡Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote!. Cuaderno de Divulgación. UV-CONACYT.
- Tepetlán, N. 2015. Propuesta de un modelo de estufa “Ahorradora Serchi” en las comunidades de Rancho Nuevo y El Escobillo en el municipio de Perote, Ver. Tesis. Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

### **Páginas electrónicas**

Casa de la Universidad “El Conejo” en:

<http://www.uv.mx/vinculacion/casas-de-la-universidad/el-conejo/>

Instituto Nacional de Geografía e Informática. 2010. Censo de Población y vivienda 2010 en: [www.censo2010.org.mx](http://www.censo2010.org.mx)

Cortés, P., D. Sandoval. 2014. La Universidad nos cambió la vida: mujeres de El Conejo en: Universo. El periódico de los universitarios No. 572  
[http://www.uv.mx/universo/572/infgral/infgral\\_09.html](http://www.uv.mx/universo/572/infgral/infgral_09.html)

Narave, H., M. Chamorro, Y. De la Cruz, A. Lozada, N. Domínguez y S. Segura. Educación y comunicación ambiental en el Parque Nacional Cofre de Perote en: [www.uv.mx/apps/biologia/PNCP/](http://www.uv.mx/apps/biologia/PNCP/)

Narro, J. y D. Moctezuma. 2012. Analfabetismo en una deuda social. Realidad, datos y espacio. Revista internacional de estadística y geografía 3(3):5-12.  
[http://www.inegi.org.mx/eventos/2013/RDE\\_07/Doctos/RDE\\_07\\_Art1.pdf](http://www.inegi.org.mx/eventos/2013/RDE_07/Doctos/RDE_07_Art1.pdf)

# **INVESTIGACIÓN BOTÁNICA**

# Exploraciones botánicas en el volcán Cofre de Perote

Miguel J. Cházaro, Héctor Narave y Jerónimo Vázquez

Facultad de Biología- Xalapa, UV y PRONATURA Veracruz A.C.

## INTRODUCCIÓN

Con sus 4240 msnm, el volcán Cofre de Perote o Nauhcampantepetl es la octava montaña más alta del país. Debido a su estratégica ubicación cercana al Golfo de México, la cara oriental o de barlovento expuesta a los vientos húmedos provenientes del mar, capta las lluvias, dándole una flora mucho más variada que la cara occidental que se orienta hacia el semiárido altiplano y por ende la flora es mas pobre.

A partir de Xalapa (1400 msnm) hacia la cima de este interesante volcán, encontramos una secuencia de pisos altitudinales de vegetación que de acuerdo a Narave (1985), Cházaro (1992) y Vázquez et al., (2014), son los siguientes:

1. Bosque mesófilo de montaña (*sensu* Rzedowski, 1978) o Bosque caducifolio (*sensu* Miranda y Hernández X., 1963).
2. Bosque de coníferas (*sensu* Rzedowski, 1978) o Bosque mixto de pino-encino (Pinares y Encinares) *sensu* Miranda y Hernández X., 1963.
3. Bosque de coníferas de *Abies religiosa* (*sensu* Rzedowski, 1978) o Bosque de oyamel (*sensu* Miranda y Hernández X., 1963).
4. Bosque de coníferas de *Pinus hartwegii* (*sensu* Rzedowski, 1978) o Pinar de altura (*sensu* Miranda y Hernández X., 1963),
5. Páramo de altura, *sensu* ambos autores.

## LA EXPLORACIÓN BOTÁNICA

Tal riqueza florística ha atraído a numerosos naturalistas en el pasado y a botánicos en el presente, entre los que cabe señalar a Alexander Von Humboldt y Amadeus Bonpland, quienes el 7 de febrero de 1804 ascendieron hasta la cima del Nauhcampantepetl, donde colectaron el muérdago enano: *Arceuthobium vaginatum*, así como *Arbutus xalapensis*, *Lamorouxia xalapensis*, *Symplocos coccinea*, etc., entre Perote y Xalapa.

En noviembre 1828 Ch. J. W. Schiede y F. Deppe, botánicos alemanes colectaron plantas en su camino de Xalapa a Perote, la mayoría de ellas fueron nuevas especies p. ej.: *Magnolia schiedeana* Schlechten., *Vaccinium leucanthum* Schlechten.

Edward K. Balls (1892-1984) un jardinero y colector inglés, el 24 de mayo 1938, colectó el ejemplar tipo de *Sedum obcordatum* Clausen, en la cima del Cofre de Perote.

Así mismo Edward W. Nelson realizó colectas en la cima del Cofre de Perote en mayo 1893, el 20 de noviembre 1955, Robert T. Clausen colectó *Sedum obcordatum* a 3800 msnm, abajo de la Peña del Cofre de Perote (Clausen, 1959).

En tiempos más recientes se incrementa notablemente las personas que han visitado el Cofre de Perote y sus faldas, entre los que cabe mencionar a Arturo Gómez-Pompa y Lorin I. Nevling, J. Ismael Calzada, Francisco Ventura, Jesús Dorantes L. (28 agosto 1971), Miguel

Cházaro Basáñez desde 1981 en adelante ha ido numerosísimas veces a coleccionar al Cofre de Perote, con Patricia Hernández Romero, Luis Robles H., Gilberto Cortes R., Héctor Oliva R., Héctor Narave F., Pedro Sánchez Padilla. Roberto Ortega O., quien colectó extenso material por el Volcancillo (Ortega, 1981), Michael Nee, Gonzalo Castillo C., quien colectó en La Cortadura (García-Franco et al, 2008), Héctor Narave F., siendo sus ca. 1,000 números las colectas las más numerosas para este volcán (Narave, 1985) y con Jerónimo Vázquez-Ramírez (Cházaro et al., 2012).

Narave (1985) en su trabajo de un año reportó casi 600 especies, lo que equivale a un 7.5% de las 8000 especies de plantas vasculares que se calculan en Veracruz, este porcentaje y número de especies reflejan la importancia botánica de la zona si consideramos que en cuanto a superficie del estado la montaña apenas ocupa un 2% del territorio.

Sin embargo los autores del presente calculamos que el número de especies puede superar las 1500 especies de plantas vasculares, si se realiza un trabajo de mayor tiempo y con mayores recursos para la colecta botánica, lo que deberá incluir un recuento mas actualizado.

**De todo ese elenco sin embargo hay varias especies que sobresalen por su rareza, a saber:**

*Psychotria perotensis* G. Castillo, una nueva especie de Rubiaceae, descrita de material encontrado en La Cortadura, municipio de Coatepec (véase Castillo et al., 2009).

*Hoffmania arqueonervosa* G. Castillo, una nueva especie de Rubiaceae, descrita de material encontrado por primera vez en La Cortadura (véase Castillo et al., 2013).

*Spatacanthus magdalenae* G. Castillo, una nueva especie de Acanthaceae, descrita de material encontrado en la Cortadura (véase Castillo et al., 2013).

*Ageratina chazaroana* B. L. Turner, descrito de material colectado por Miguel Cházaro y Patricia Hernández, en Tierra Prieta, municipio de Coatepec (véase Turner, 1989).

*Chusquea perotensis* Clark, Cortes & Cházaro, una nueva especie de bambú, descrito de material colectado en Oxtlapa (véase Clark et al., 1990).

*Eugenia naraveana* Cházaro et al, de Mesa de los Laureles (inérita), no apareció en la revisión taxonómica de la familia Myrtaceae hecha por Sánchez (1990).

*Verbesina xicoana* B. L. Turner una nueva especie descrita de material botánico colectado por Héctor Narave en la barranca del Caracol, Mun. Xico (véase Turner 1988).

*Peperomia chazaroana* G. Matieu, una delicada hierba semi-acuática, con tallos translucidos, encontrada por Miguel Cházaro en la Cuesta del Vaquero, cerca de la cascada del alto Pixquiac y en otras cascadas a lo largo del rio Pixquiac, Chucuyulapa, Atopa (inérita).

*Dendrophthora costaricensis* Urban, un nuevo registro para México, encontrada por primera vez por M. Cházaro y Luis Robles, 2 abril 1983, en una barranca entre Tlibaya y Coxmatla, municipio de Xico (véase Chazaro & Oliva, 1991).

*Lysimachia mexicana* R. Knuth, nuevo registro para Veracruz (Hernández & Narave, 1984; Hernández, 1987).

*Magnolia dealbata* Zucc., una gran población fue encontrada por primera vez para el Cofre de Perote, en una cañada cerca de Coyopola, municipio de Ixhuacán por Miguel Cházaro B. y Pedro Sánchez Padilla en 1982. Hernández-Cerda (1980), en su revisión taxonómica de las Magnoliáceas, solo menciona su existencia dentro del estado de Veracruz, en

Helechales, Huayacocotla, del cerro San Cristóbal, cerca de Orizaba y en el volcán San Martín Tuxtla.

*Oreomunnea mexicana*, (Stand.) Leroy subsp. *mexicana*, poblaciones en Cinco Palos y la Hierbabuena, esta última es el límite septentrional de esta Juglandaceae (Narave, 1983).

*Taxus globosa* Schlechten. (Taxaceae), árbol escaso en el Bosque mesófilo de montaña (Villarreal y Estrada, 2012).

*Lewisia megarhiza* MacBride, una población en la Peña (Cházaro & Mostul, 1996).

*Sedum obcordatum* R. Clausen, solo conocida del páramo de altura del Cofre de Perote y Pico de Orizaba (Cházaro, Narave & Vázquez, 2012).

*Sedum minimum* Rose, un nuevo registro para Veracruz (Cházaro, Vázquez, Jimeno y Narave, 2014).

*Ponthieva brenesii* (Orchidaceae), un nuevo registro para Veracruz, de La Cortadura (Castillo et al., 2009).

*Macgravia stonei* Utley, existe una sola población arriba de Xico (Utley, 1984).

*Imaptiens mexicana* Rydberg, encontrada 150 años después de la colecta original (Barringer, 1991).

Los anteriores constituyen solo algunos ejemplos de especies que consideramos sobresalientes desde el punto de vista botánico, pero obviamente no son los únicos, nos hemos avocado a los que conocemos o tenemos referencia o que encontramos la revisión bibliográfica o de herbarios.

Si revisamos con detalle los anteriores ejemplos, podemos observar que tan solo de 2009 a la fecha se describieron tres especies nuevas de la montaña y dos más están en proceso, así mismo se han encontrado especies que han constituido nuevos registros de plantas la zona, lo que refleja que no obstante del gran número de colectores que desde hace siglos han trabajado en la montaña, aún existen mucho que hacer en cuanto a investigación botánica.

## CONCLUSIONES

La montaña Cofre de Perote es de gran importancia desde el punto de vista botánico independientemente de otros como los servicios ambientales, ambos directamente relacionados.

Tiene una larga historia botánica que se remonta a los inicios del siglo XIX y de ella se han descrito varias especies nuevas de plantas vasculares.

Por diversidad de vegetación de la zona, las especies registradas, las características y condiciones de la montaña, se puede considerar como una zona con gran biodiversidad vegetal.

Los estudios recientes en los que se han publicado descripciones de especies nuevas y nuevos registros reflejan que aún queda mucho por conocer de la flora y vegetación de la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barringer, K. 1991. Balsaminaceae. Fascículo 64. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología y Universidad de California Riverside. 8 p.
- Castillo C., G., J. G. García F., K. Mehlreter y M. L. Martínez. 2009. Registros nuevos de *Pontohieva brenesii* (Orchidaceae) y *Piper xanthosatachyum* (Piperaceae) para el estado de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 565-569.
- Castillo C., G., K. Mehlreter, J. G. García F. y M. L. Martínez. 2009<sup>a</sup>. *Psychotria perotensis* (Rubiaceae: Psychotrieae), a new species from the montane cloud forest in Veracruz, Mexico. Novon 19(4): 426-431.
- Castillo C., G., A. P. Bautista B., M. E. Medina A., J. G. García F. y M. L. Martínez. 2013. *Hoffmania arqueonervosa* (Rubiaceae), una especie nueva del centro de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 751-753.
- Castillo C., G., J. G. García F. y M. L. Martínez. 2013. *Spatacanthus magdalenae* sp. nov., (Acanthaceae), a riparian forest species from Veracruz, México. Nordic Journal of Botany 31: 449-452.
- Clausen, R. T. 1959. Sedum of the Trans-Mexican volcanic belt. An exposition of taxonomic methods. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York.
- Clark, L. G., G. Cortés, y M. Cházaro. 1997. An unusual new species of *Chusquea* (Poaceae: Bambusoideae) from Mexico. Systematic Botany 22(2):219-228.
- Cházaro B., M. 1992. Exploraciones botánicas en Veracruz I. Pisos altitudinales de vegetación en el centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla. La Ciencia y El Hombre 10: 67-116.
- Cházaro B., M. y H. Oliva R. 1991. *Dendrophthora costaricensis* (Loranthaceae), un nuevo registro para la flora de México. Acta Botánica Mexicana 13: 31-38.
- Cházaro B., M. & B. L. Mostul. 1996. *Lewisia megarhiza*, forgotten in México and Guatemala. Rock Garden Quarterly 54(4): 317-318.
- Cházaro B., M.; H. Narave F. & J. Vázquez R. 2012. Noteworthy *Sedums* from Veracruz: *Sedum obcordatum* (Crassulaceae). Cactus World (The Journal of the British Cactus and Succulent Society) 29(4): 205-210.
- Cházaro B., M.; J. Vázquez R., H. Narave F. y D. Jimeno S. 2014. *Sedum minimum* (Crassulaceae), a new record for Veracruz, México. Cactus and Succulent Journal (US) 86(1): 32-36.
- García-Franco, J. G., G. Castillo C., K. Mehlreter, M. L. Martínez & G. Vázquez. 2008. Composición florística de un bosque mesófilo del centro de Veracruz, México. Bol. Soc. Bot. Mex. 83: 37-52.
- Hernández A., S. y H. Narave F. 1984. *Lysimachia* (Primulaceae), un nuevo registro para Veracruz, México. Biótica 10(1): 65-66.
- Hernández Aguilar, S. 1987. Primulaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 54. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, Ver.

- Hernández-Cerda, M. 1980. Magnoliaceae. Flora de Veracruz, Fascículo 14. Instituto Nacional de Investigaciones en Recursos Bióticos. Xalapa, Ver.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28: 29- 179.
- Narave, H. 1983. Juglandaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 31:25-30. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver.
- Narave F., H. 1985. La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México. Biótica 10(1): 35-63.
- Ortega O., R. 1981. Vegetación y flora de una corriente de lava (malpaís) al NE del Cofre de Perote, Veracruz, México. Biótica 6(1): 57-98.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México D. F., 423 p.
- Sánchez V., P. 1990. Myrtaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 62. Instituto de Ecología, A. C. y University of California-Riverside, Xalapa, Ver.
- Turner, B. L. 1988. A new species of Verbesina (Asteraceae: Eliantheae) from Veracruz México. Phytologia 64(5): 344.
- Turner, B. L. 1989. Two new species of Ageratina (Asteraceae: Heliantheae) from South-Central Mexico. Phytologia 67(2): 115-117.
- Utley, F. J. 1984. Marcgraviaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 38. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Ver.
- Vázquez R., J.; M. Chazaro B. y H. Narave F. 2014. Guía botánica del parque nacional Cofre de Perote. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver.
- Villareal, J. A. y E. Estrada. 2012. Taxaceae. En: Flora de Veracruz, Fascículo 155. Instituto de Ecología (INECOL), Xalapa, Ver.

# Fenología reproductiva de las especies alpinas del Cofre de Perote: una aproximación al uso de ejemplares de herbario como indicadores de Cambio Climático

Jerónimo Vázquez-Ramírez, Claudia Álvarez-Aquino, Armando Martínez-Chacón, Virginia Rebolledo-Camacho y Armando Aparicio-Rentería

Pronatura Veracruz A.C. / Instituto de Investigaciones Forestales, UV  
Instituto de Neuroetología, UV

## INTRODUCCIÓN

La temperatura media en la superficie terrestre se incrementó aproximadamente 0.6° C durante el siglo pasado, un cambio causado por el aumento de CO<sup>2</sup> y otros gases de efecto invernadero resultantes de actividades antropogénicas (IPCC, 2001). Algunas consecuencias que se atribuyen al cambio climático son el incremento del nivel del mar, el derretimiento de glaciares y cambios en los patrones globales del viento, temperatura y precipitación.

Estos cambios tienen efectos en numerosos aspectos del ciclo de vida de distintos taxa en diferentes áreas geográficas (Bertin, 2008). El proceso biológico más sensible al cambio climático y el más simple de detectar es la fenología (Primack y Miller-Rushing, 2012). La fenología es el estudio de los eventos periódicos y repetitivos que ocurren dentro del ciclo de vida de cualquier ser vivo y de cómo éstos están influenciados por factores bióticos y abióticos (Newstrom *et al.*, 1994; Williams-Linera y Meave 2002; Schwartz, 2003).

Eventos fenológicos como la floración o la apertura de yemas foliares han recibido amplia atención como bio-indicadores del cambio climático. (Sparks y Menzel, 2002; Menzel, 2003; Bedeck *et al.*, 2004; Körner y Basler, 2010). La principal forma de documentar cambios en la fenología de las plantas es la observación directa de un taxa en particular por largos periodos de tiempo, de ser posible décadas o siglos (Sparks y Menzel, 2002). Además de que las observaciones pueden ser registradas por uno o varios observadores en una o varias localidades (Bertin, 2008).

Las observaciones a largo plazo muestran como las plantas responden a temperaturas más cálidas cambiando el tiempo en que se presentan eventos fenológicos como la apertura de yemas foliares o el inicio de la floración. Además la amplitud de respuesta difiere entre especies y es de mucho interés el documentar cuales están o no están respondiendo rápidamente y el porqué de los cambios (Gallagher *et al.*, 2009). En algunas ocasiones ante la falta de registros de observaciones a largo plazo, se utilizan otros métodos como comparar observaciones actuales con registros antiguos como fotografías o ejemplares de herbario (Miller-Rushing *et al.*, 2006).

En este sentido, un herbario contiene colecciones curadas y organizadas sistemáticamente que sirven de apoyo en numerosas investigaciones y proyectos educativos. Las plantas que fueron ingresadas al herbario deben de aparecer en gavetas siempre y cuando estas colectas hayan sido prensadas, secadas, montadas, identificadas y se haya elaborado su ficha informativa, a partir de ese momento es un ejemplar de herbario.

Ante la falta de programas de monitoreo fenológico a largo plazo en México, y el desconocimiento de los posibles impactos del cambio climático sobre la fenología de cualquiera de las especies que se distribuyen en el país, es que se realizó una aproximación al uso de ejem-



plares de herbario de especies alpinas como indicadores de cambio climático. Se utilizaron especies alpinas (que se distribuyen en el páramo de altura), porque la fenología de estas especies es muy sensible a los cambios de temperatura (Gallagher *et al.*, 2009).

## LOCALIZACIÓN

El páramo de altura (*sensu* Miranda y Hernández, 1963) o zacatonal alpino (*sensu* Rzewnowski, 1978) es una comunidad vegetal que se desarrolla entre los bosques de coníferas y la zona de nieves perpetuas. Se distribuye en un rango altitudinal va de los 4,000 y los 4,500 msnm, por lo que se encuentra restringido a la parte alta de los volcanes más elevados del país, como lo son: el Pico de Orizaba, el Popocatepetl, el Sierra Negra, la Malinche, el Nevado de Toluca, el Nevado de Colima, el Cofre de Perote, entre otros.

En el Cofre de Perote este tipo de vegetación ocupa una extensión de km<sup>2</sup> (Figura 1) y se ha registrado una riqueza de 22 especies (Vázquez-Ramírez, 2014). Factores ambientales como las drásticas fluctuaciones de temperatura, la poca disponibilidad de nutrientes en suelos arenosos, la alta radiación ultravioleta que junto con el intenso y constante viento ocasionan un alto nivel de evapotranspiración, constituyen un filtro ecológico que pocas especies pueden tolerar, por lo que fisonómicamente este tipo de vegetación carece de un estrato arbóreo y está dominado por especies herbáceas (Gómez-Pompa, 1978; Almeida *et al.*, 1994). Además, las plantas tienen un lento crecimiento, un tamaño reducido y se presentan en arreglos como macollas, cojines y rosetas. La mayoría de las especies son crasas, pubescentes y perennes.

Desde el punto de vista biogeográfico, este tipo de vegetación es el límite de distribución al sur de las especies de alta montaña con afinidad neártica, lo que explica la adaptación de estas a los factores ambientales extremos (Gómez-Pompa, 1978).

## MÉTODO

**Obtención de datos.** Se visitaron los herbarios XAL (Instituto de Ecología) y XALU, (Facultad de Biología, Universidad Veracruzana) ambos en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Se consultaron ejemplares de herbario de las especies que se distribuyen en el páramo de altura. Los ejemplares tuvieron que haber sido colectados en el Cofre de Perote a más de 4,000 msnm; el límite establecido mediante la altitud restringe la búsqueda a los especímenes colectados bajo condiciones ambientales similares

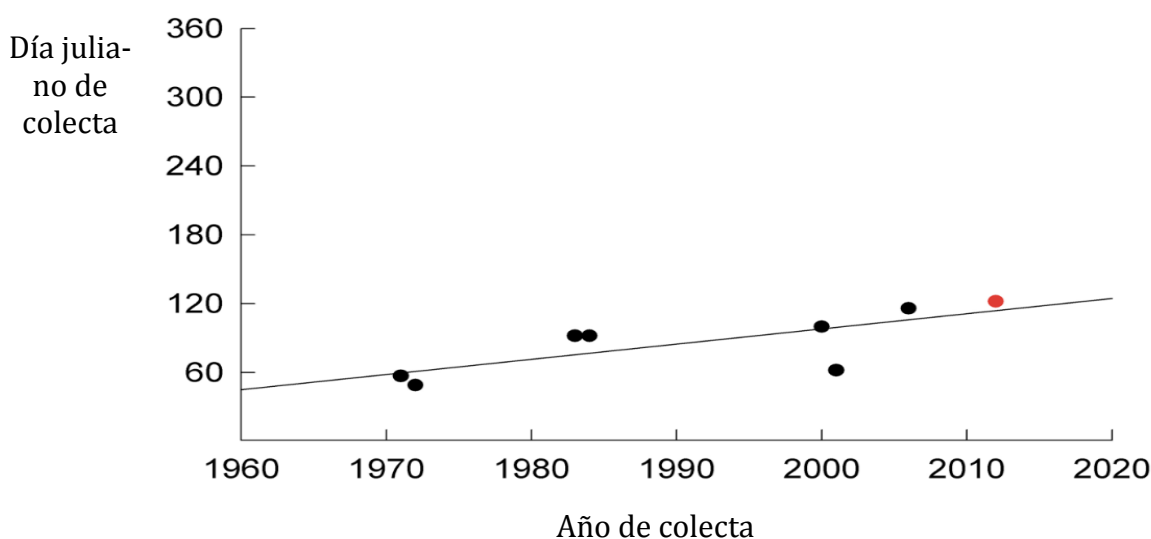
Con la información incluida en las fichas de herbario se realizó una base de datos. Se utilizaron únicamente los ejemplares que fueron colectados cuando más del 50% de sus flores estuvieran abiertas y no presentaran frutos. Solamente los especímenes que no presentaran partes faltantes fueron incluidos en la base de datos. Se descartó a las especies que tuvieran menos de siete ejemplares útiles para el estudio. Se seleccionaron especies que presentan un patrón de floración anual; este patrón es el más predecible de los que existen, tiene solamente una fase principal, la cual se repite cada año de manera regular. Además se añadió a la base de datos las colectas realizadas por los autores durante el 2014.

**3.2 Análisis de datos.** Se convirtió el día de colecta a día juliano (Jul 1=1, Jun 31=365), se creó un diagrama de dispersión con este dato y el año en que fueron colectados los ejemplares para visualizar las tendencias a lo largo del tiempo. Posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal para determinar la relación entre estas dos variables.

## RESULTADOS

Únicamente una de las 22 especies distribuidas en el páramo estuvieron representados por más de 7 ejemplares de herbario útiles para esta investigación, misma que tienen un patrón de floración anual: *Robinsonecio gerberifolius*. Esta especie pertenece a la familia Asteraceae y se distribuye exclusivamente en el páramo de altura.

En el análisis de los resultados se encontró que los ejemplares de herbario son colectados cada vez más tarde en el año, lo que sugiere que la floración de *R. gerberifolius* se está retrasando. La pendiente de la recta indica que por cada año que pasa los ejemplares incluidos en el análisis fueron colectados 1.32 días más tarde. El valor de  $R^2$  indica que el 57% de la variación en la fecha de colecta se explica por el año en el que los ejemplares fueron colectados. El valor de  $P(0.03)$  aportó efecto y da un 97% de confiabilidad de que *R. gerberifolius* está floreciendo más tardíamente en el año (Figura 2).



**Figura 1.** Relación entre el año y el día de colecta (Jul 1=1, Jun 31=365) para *Robinsonecio gerberifolius* [ $y=1.327x-2557.3$ ,  $R^2=0.578$ ,  $P=0.03$ ,  $N=8$ ]. El punto rojo representa la colecta realizada durante este estudio.

## CONCLUSIÓN

Como consecuencia del bajo número de ejemplares de herbario útiles para la metodología utilizada y a la dispersión de los datos, solamente se obtuvo correlación entre el año y el día de colecta para *Robinsonecio gerberifolius*, asociación que indica que la floración de esta especie se ha retrasado en el año, un efecto que ya otros autores han reportado para algunas especies (Fitter y Fitter, 2002; Keatley *et al.*, 2002). Distintos estudios que han utilizado la misma metodología obtuvieron resultados similares y se argumenta que hay poca evidencia estadística a causa de la naturaleza de este tipo de datos (Gallagher *et al.*, 2009).

Durante la exploración de ejemplares de herbario se registró que especies como *Sedum mínimum* y *Senecio roseus* tienen una floración menor de tres meses, lo cual las hace ser buenos indicadores de cambios ambientales. Sin embargo, el bajo número de colecta impidió realizar los análisis propuestos. En particular *Sedum mínimum* tiene las características deseables como especie candidata a ser objeto de un monitoreo fenológico a largo plazo, ya que su aparición, floración y fructificación son muy fáciles de observar y parecen ser sensible a los cambios

ambientales. Además al ser una especie con una amplitud de floración corta y anual se recomienda realizar observaciones mensuales durante el año e incrementar la intensidad de éstas en el periodo de Junio-Agosto a una visita por semana para registrar con mayor precisión la fecha en la que inicia la floración y fructificación.

Realizar monitoreo o colectas sistemáticas de especies que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, en especial en comunidades sensibles a los cambios en el clima (como es el caso del páramo de altura) es de suma importancia para entender como el cambio climático está afectando a los ecosistemas y a las plantas distribuidas en el país, ya que como mencionan algunos autores (Price y Waser, 1998; Saavedra *et al.*, 2003; Forrest *et al.*, 2010) los cambios en los patrones de floración y fructificación ocasionados por el cambio climático afectan el éxito reproductivo de las especies, dado que el desfase o la coocurrencia de estas fenofases seguramente afecta las interacciones ecológicas con polinizadores y dispersores. En este contexto, la utilidad real de los ejemplares de herbario esta en proporcionar un punto de referencia histórico el cual sirva de complemento para el contraste de nuevos registros de colecta (Gallagher *et al.*, 2009).

Es importante mencionar que en México no existen sitios donde se colecten ejemplares botánicos de forma sistemática, si no que casi siempre se realizan en un solo tiempo de manera aislada. Además, no existe una red fenológica como en otros países en las que participan no solo personas del ámbito académico si no población civil, los cuales realizan y reportan observaciones de eventos fenológicos en diferentes latitudes y altitudes. Por lo anterior, es necesario impulsar la creación de este tipo de red y la observación y colecta sistemática de eventos fenológicos en las distintas comunidades vegetales del país. Sin registros fenológicos a largo plazo es muy difícil predecir los impactos que el cambio climático tendrá en la diversidad y sus consecuencias en los procesos ecológicos, en la agricultura, en la salud humana y en la economía global.

## REFERENCIAS

- Almeida, L., A.M. Cleef, A. Herrera, A. Velázquez e I. Luna. 1994. El zacatonal alpino del Volcán Popocatepetl, México, y su posición en las montañas tropicales de América. *Phytocoenologia* 22(3): 391-436.
- Bedeck W., A. Bondeau, K. Böttcher, D. Doktor, W. Lucht, J. Schaber y S. Sitch. 2004. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist* 162: 295–309.
- Bertin, R.I. 2008. Plant phenology and distribution in relation to recent climate change. *Journal of the Torrey Botanical Society* 135: 126-146.
- Fitter, A.H. y R.S.R. Fitter. 2002. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science* 296: 1689-1691.
- Forrest J., D. W. Inouye y J.D. Thomson. 2010. Flowering phenology in subalpine meadows: Does climate variation influence community co-flowering patterns. *Ecology* 91(2): 431-440.
- Gallagher, R.V., L. Hughes y M.R. Leishman. 2009. Phenological trends among Australian alpine species: using herbarium records to identify climate-change indicators. *Australian Journal of Botany* 57: 1-9.
- Gómez-Pompa, A. 1978. Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos A.C. (INIREB), Jalapa, Veracruz. 91 p.
- Intergovernmental Panel on Climatic Change (IPCC). 2001. Third assessment report climate change. In Mc Carthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS (eds.) Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge.
- Keatley, M.R., T.D. Fletcher, I.L. Hudson y P.K. Ades .2002. Phenological studies in Australia: potential application in historical and future climate analysis. *International Journal of Climatology* 22:1769–1780.
- Körner, C. y D. Basler. 2010. Phenology Under Global Warming. *Science* 327: 1462-1463.
- Menzel, A. 2003. Plant Phenological “Fingerprints” En: Schwartz, M. (ed.). Phenology: An Integrative Environmental Science. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Pp. 255-267.
- Miller-Rushing, A.J., R.B. Primack, D. Primack y S. Mukunda. 2006. Photographs and herbarium specimens as a tool to document phenological changes in response to Global Warming. *American Journal of Botany* 93(11): 1667-1674. 103
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.
- Newstrom L.E., G.W. Frankie y H.G. Baker. 1994. A New Classification for Plant Phenology Base on Flowering Patterns in Lowland Tropical Forest Trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159.
- Primack, D. y A.J. Miller-Rushing. 2012. Uncovering, Collecting, and Analyzing Records to Investigate the Ecological Impacts of Climate Change: A Template from Thoreaus’s Concord. *BioScience* 62(2): 170-181.

- Price, M. V. y N. M. Waser. 1998. Effects of experimental warming on plant reproductive phenology in a subalpine meadow. *Ecology* 79:1261–1271.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México D. F., 432 pp.
- Saavedra, F., D. W. Inouye, M. V. Price y J. Harte. 2003. Changes in flowering and abundance of *Delphinium nuttalianum* (Ranunculaceae) in response to a subalpine climate warming experiment. *Global Change Biology* 9:885–894
- Schwartz, M. 2003. Introduction. En: Schwartz, M. (ed.). Phenology: An Integrative Environmental Science. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Pp. 3-7.
- Sparks, T.H. y A. Menzel. 2002. Observed Changes in Seasons: An Overview. *International Journal of Climatology* 22: 1715-1725.
- Vázquez-Ramírez, J. 2014. Fenología reproductiva de las comunidades vegetales del Parque Nacional Cofre de Perote. Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones Forestales. Universidad Veracruzana. 120 p.
- Williams-Linera, G. y J. Meave. 2002. Patrones fenológicos. En: Guariguata, M. y G. Kattan (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial Libro Universitario Regional. San José, Costa Rica. Pp. 407- 431.

# El género *Castilleja* (Orobanchaceae) en el Cofre de Perote

J. Antonio Francisco

Facultad de Biología-Xalapa, UV

## INTRODUCCIÓN

El género *Castilleja* Mutis ex L.f. en México fue revisado en el siglo XX dentro de la familia Scrophulariaceae (Eastwood, 1909; Nesom, 1992; Méndez-Larios y Villaseñor, 2001), actualmente este género se considera parte de la familia Orobanchaceae por estudios moleculares (Young *et al.*, 1999; Olmstead *et al.*, 2001; Oxelman *et al.*, 2005).

Los trabajos realizados con el género consistieron en la descripción de nuevas especies, la distribución geográfica y listados de las especies conocidas para el país (Nesom, 1992; Méndez-Larios y Villaseñor, 2001; CONABIO, 2009). También se realizaron listados para entidades federativas del país, como el caso de Oaxaca (Méndez-Larios y Hernández, 1992) y otras áreas como el valle de México (Rodríguez-Jiménez, 2001) y el valle Tehuacán-Cuicatlán (Alvarado-Cárdenas, 2008); para el estado de Veracruz únicamente se contaba con listados mencionando 14 o 15 especies (Sosa y Gómez-Pompa, 1994; CONABIO, 2009), sin que se hubiere realizado revisión taxonómica alguna sobre el género o la familia.

Dada la similitud morfológica, las determinaciones de especies resultaban confusas, por lo que taxa eran cambiados frecuentemente de status taxonómico, algunos autores tratándolos como sinónimos, variedades, o incluso nuevas especies, o agrupándolos en complejos para facilitar su estudio (Eastwood, 1909; Nesom, 1992b). Por consiguiente, la incertidumbre sobre la cantidad e identidad de especies conllevó a la revisión taxonómica del género, con colectas y revisión de colectas botánicas para determinar y describir las especies presentes en la región del Cofre de Perote, por encontrarse ésta en las altitudes que habita el género, y tener la mayor cantidad de registros de estas especies en el estado de Veracruz.

## LOCALIZACIÓN

La presente investigación fue realizada en el marco de la tesis de licenciatura “El género *Castilleja* Mutis ex L.f. (Orobanchaceae) en el estado de Veracruz”, la cual se centró en el Parque Nacional Cofre de Perote, con recorridos en las localidades de La Libertad, Rancho Nuevo y El Escobillo, pertenecientes al municipio de Perote, Veracruz; y la localidad Tembladeras y el Predio “Laguna Seca”, hasta llegar a La Peña, en la vertiente que corresponde al municipio de Xico, Veracruz. Las colectas fueron realizadas hasta una altitud de 4,125 msnm. Para la colecta en el Parque Nacional se solicitó permiso de colecta en SEMARNAT, teniéndose el oficio provisional No. SGPA/DGVS/00984/14.

## METODOLOGÍA

Se colectaron ejemplares del género de acuerdo con las recomendaciones de Lot y Chiang-Cabrera (1986) en diez exploraciones de campo, de noviembre de 2013 a julio de 2014. Los individuos colectados de *Castilleja* fueron preservados en solución de alcohol etílico 70 G.L. y agua en proporciones 1:1 para la identificación de especies mediante la caracterización y medición de estructuras vegetativas y reproductivas mediante disección y observación en micros-

copio estereoscópico. Simultáneamente se revisó la información disponible en artículos científicos, floras, bases de datos institucionales y sitios de internet especializados acerca de la familia y el género. Se revisaron 134 caracteres morfológicos presentes en las colectas realizadas y en ejemplares de herbario depositados en las colecciones CORU, ENCB, MEXU, XAL, y XALU y se analizaron 118 caracteres para la definición y descripción de taxa específicos de acuerdo con la clasificación presentada en Tank y colaboradores (2009) e infraespecíficos de acuerdo con la clasificación de Egger (2013). Las colectas de respaldo serán depositadas en las colecciones ENCB, MO, MEXU, WTU, XAL y XALU.

## RESULTADOS

**CASTILLEJA Mutis ex L.f.**, Suppl. Pl. 47-48. 1781 [1782]. Tipo: *Castilleja fissifolia* L.f., *Mutis s.n.*, Nueva Granada (Colombia).

*Euchroma* Nutt., Gen. Am. 2: 54.1818. Tipo: *Bartsia coccinea* L. *Euchroma coccinea* (L.) Nutt.

*Oncorhynchus* Lehm., Index Sem. Hort. Hamb. 1833. Tipo: *Oncorhynchus pinnatifidus* Lehm.

*Clevelandia* Greene, Bull. Calif. Acad. 1: 182. 1886. Tipo: *Clevelandia beldingii* (Greene)

Greene. *Orthocarpus beldingii* Greene.

*Ophiocephalus* Wiggins, Contr. Dudley Herb. 1: 175. 1933. Tipo: *Ophiocephalus angustifolius* Wiggins.

*Gentrya* Breedlove & Heckard, Brittonia 22: 20. 1970. Tipo: *Gentrya racemosa* Breedlove & Heckard.

De un total de 10 especies del género existentes en el estado de Veracruz (Francisco-Gutiérrez, 2014), 7 especies y 5 variedades se encuentran presentes en el volcán Cofre de Perote:

**CASTILLEJA HIRSUTA Martens & Galeotti**, Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 12(2): 29. 1845. not Gray

Tipo: México, Veracruz, en los campos de Zacuapan, a 3,000 pies. *Galeotti* 984, 1079.

*C. speciosa* Martens & Galeotti. Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 12(2): 30. 1845. Tipo: México, Veracruz, Zacuapan, *Galeotti* 1073.

*C. obovata* Benth. Prodr. 10: 528-529. 1846. Tipo: México, Veracruz, *Lindl.* 205, *Galeotti* 984. (Tipo: Hooker<sup>9</sup>, Sintipo: G)

*C. falcata* Eastw. Proc. Amer. Acad. Arts 44(21): 575-576. 1909. Tipo: México, Puebla, Pico de Orizaba, alt. 3660 m, *Pringle* 8560 (Tipo: HT, Isotipos: MO)

**Altitud.** 2,600-3,945 msnm.

**Tipos de vegetación.** Bosque de pino, bosque de *Abies*, y páramo de altura.

*Castilleja hirsuta* es fácilmente confundida con *C. scorzonerifolia* debido a la similitud del hábito, presencia en los mismos tipos de vegetación y coloración roja en brácteas y cálices, distinguiéndose la primera por tener márgenes enteros (contra ondulados a sinuados) en las hojas, brácteas mayormente ovadas a espatuladas (contra lanceoladas) y ápice del cáliz gradualmente teñido de color rojo (contra coloración delineada de *C. scorzonerifolia*). En expediciones de campo, logró visualizarse organismos rupícolas presentes en páramo de altura en el mes de diciembre, sin embargo, en el mes de enero no fueron localizados, probablemente debido a las nevadas registradas en la zona.

**CASTILLEJA INTEGRIFOLIA L.f.** Suppl. Pl. 293. 1781. Tipo: Colombia, *Mutis s.n.*  
*C. fissifolia* var. *integrifolia* (L.f.) Wedd., Chlor. Andina 2: 119. 1860.

Esta especie se subdivide en 3 variedades, presentándose en Veracruz la de mayor distribución; la variedad *chiapensis* es endémica del estado de Chiapas, presentando coloración amarilla en la mitad proximal y coloración verde y roja en la mitad distal del cáliz, mientras la variedad *longibracteata* endémica del estado de Oaxaca (Egger, 2008) presenta brácteas circulares rojas en el ápice de la inflorescencia.

***Castilleja integrifolia* var. *integrifolia***

Brácteas lanceoladas a triangulares acompañando a las flores, brácteas lineares agrupadas en el ápice de la inflorescencia, cáliz con coloración naranja a mayormente roja.

**Altitud.** 3,050-3,100 msnm.

**Tipos de vegetación.** Bosque de pino.

*Castilleja integrifolia* var. *integrifolia* es confundida generalmente con *C. tenuiflora* var. *tenuiflora* y var. *tancitaroana*, debido a su gran parecido en la disposición de la inflorescencia y coloración naranja a roja que comparten, además de presentar el hábito subarborescente, sin embargo, la diferencia principal de la primera está en las hojas, al ser estas de mayor tamaño y menor número, con pedicelos más largos y anchos, así como por la inflorescencia espiciforme.

*Castilleja integrifolia* var. *integrifolia* no había sido colectada en el estado desde 1984, localizándose en el mismo sitio indicado en la colecta realizada por K. Taylor y colaboradores.

**CASTILLEJA MORANENSIS Kunth**, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 2: 329. 1818.

Tipo: México, Hidalgo, entre Pachuca y Morán, *Humboldt & Bonpland s.n.*, sin fecha (Tipo: P).

*C. schaffneri* Hemsl., Biol. Cent.-Amer., Bot. 2(12): 462. 1882. Sintipos: México, Valle de México, *Schaffner* 373; México, Valle de México, Desierto Viejo, *Bourgueau* 874. (Sintipos: K).

*C. pringlei* Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts 40(1): 56-57. 1904. Tipo: México, Hidalgo, Sierra de Pachuca, *Pringle* 8666. Tipo designado por Eastwood, Proc. Amer. Acad. Arts 44: 573. 1909. [Tipo: GH, MO (anteriormente lectotipo); Isolectotipo: MO].

La especie se divide en 2 variedades, la típica que se presenta en Veracruz, y la variedad *cinerascens* que se restringe al municipio de Ciudad Serdán, Puebla; ésta última no ha vuelto a ser colectada en décadas, considerándose endémica y posiblemente extinta (Egger, 2008).

***Castilleja moranensis* var. *moranensis***

*C. schaffneri* var. *schaffneri*, Biol. Cent.-Amer., Bot. 2(12): 462. 1882.

Indumento blanco con tricomas más cortos e inflorescencias 3-7.2 cm de largo, siendo más largas que en la variedad *cinerascens*.

**Altitud.** De 2,500 a 3,000 msnm.

**Tipos de vegetación.** Vegetación secundaria.



**CASTILLEJA PECTINATA Martens & Galeotti**, Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 12(2): 27. 1845.

Tipo: México, Veracruz, Pico de Orizaba, en el bosque de *Pinus* de la Cueva del Temazcal, *Galeotti 1074*. (Tipo: P).

La especie tiene dos variedades: *Castilleja pectinata* var. *purpusii* endémica de los volcanes Iz-taccíhuatl y Popocatépetl (Egger, 2008) y la variedad *pectinata*, que está más ampliamente distribuida y es la que se encuentra en Veracruz.

***Castilleja pectinata* var. *pectinata***

Hojas hasta 5-lobuladas, a diferencia de la variedad *purpusii* con un número mayor de lóbulos.

**Altitud.** 2,750 - 3,718 msnm.

**Tipos de vegetación.** Bosque de pino.

**CASTILLEJA SCORZONERIFOLIA Kunth**, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 2: 331. 1817.

Tipo: México, Michoacán, cerca de Pátzcuaro y Ario [de Rosales]. *Humboldt & Bonpland s.n.* Septiembre 1803. Holotipo: P.

*C. lithospermoides* Kunth, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 2: 331. 1817. Tipo: México, Hidalgo, cerca de Real del Monte y Morán. *Humboldt & Bonpland s.n.* Mayo-junio 1803. Tipo: P.

*Castilleja scorzonerifolia* ha sido erróneamente determinada en muchos casos como *C. hirsuta*.

**Altitud.** 2,400-4,083 msnm.

**Tipos de vegetación.** Bosque de pino, páramo de altura.

**CASTILLEJA TENUIFLORA Benth.**, Pl. Hartw. 22-23. 1839. Tipo: México, Aguascalientes.

*Hartweg 191*, 1837, designado por Holmgren. *Brittonia* 28:195-208.

La especie cuenta con 3 variedades, encontrándose todas presentes en el estado de Veracruz, siendo morfológicamente muy similares.

***Castilleja tenuiflora* var. *tancitaroana* (G.L. Nesom) J.M. Egger**, *Phytologia* 90(1): 79-80.

2008. Tipo: México, Michoacán, Ziracuaretiro, 12 km NE de Uruapan, en San Andrés Coru, bosque de pino-encino, suelos "someros" en malpaís, 1710 m, 24 mayo 1980, *Soto N. 2211*. (Holotipo: TEX; Isotipo: MEXU).

*C. tancitaroana* G.L. Nesom, *Phytologia* 73(5): 389-415.

Brácteas y cáliz de color naranja a rojo, con indumento con tricomas glandulares articulados.

**Altitud.** 2,600-3,200 msnm.

**Tipos de vegetación.** Bosque de pino.

***Castilleja tenuiflora* var. *tenuiflora***

*C. canescens* Benth., *Prodr.* 10: 533. 1846. Tipo: México, Estado de México, cerca de Toluca. *Andrieux 156*, abril 1832. Tipo designado por G.L. Nesom, *Phytologia* 73(5): 389-415. 1992.

*C. laxa* A. Gray, *Rep. U.S. & Mex. Bound. Survey* 2(1) 119. 1858. Tipo: México, Sonora, montañas cerca de Santa Cruz. *C. Wright 1490*, 1851. (Holotipo: GH, Isotipo: GH)

*C. longiflora* Kunze, Linnaea 16:312. 1842. Tipo: México, no especificado.

*C. scabridula* Eastw., Proc. Amer. Acad. Arts 44: 586. 1909. Tipo: México, Durango, Tejaman.

*E. Palmer* 468, agosto 1906. (Holotipo: GH, Isotipo: MO).

Brácteas y cáliz de color naranja a rojo, sin tricomas glandulares articulados. De acuerdo con Nesom (1992a), la forma más ampliamente distribuida de *Castilleja tenuiflora* var. *tenuiflora* se identifica por su coloración roja, sin embargo, reporta la presencia de individuos con flores de coloración amarilla dentro de las poblaciones típicas rojas. Éstos se diferencian de la variedad *xylorrhiza* que tiene la misma coloración, al presentar brácteas verdes con ápices amarillos, y hojas numerosas más pequeñas al igual que los pedicelos. A su vez, los especímenes rojos se diferencian de la variedad *tancitaroana* al presentar inflorescencias más largas y abiertas, con cálices más cortos y delgados y corolas más cortas, así como la ausencia en la variedad *tenuiflora* en algunos casos de los tricomas glandulares articulados.

En el caso del sinónimo *Castilleja canescens* este fue registrado como el de mayor frecuencia en las colectas; después de la revisión, se encontró que 5 especies fueron determinadas bajo este nombre.

**Altitud.** 2,650-3,100 msnm.

**Tipos de vegetación.** Bosque de pino-encino.

**CASTILLEJA TOLUCENSIS** Kunth, Nov. Gen. Sp. 2: 329. 1818.

Tipo: México, Estado de México, en las montañas de la ciudad de Toluca. *Humboldt & Bonpland s.n.*, sin fecha. Tipo: P.

**Altitud.** 4,000 a 4,125 msnm.

**Tipos de vegetación.** Páramo de altura.

Esta especie en su hábitat se encuentra enterrada en la mayor parte de su longitud, careciendo totalmente de haustorios con raíces muy largas probablemente debido al sustrato rocoso con poca acumulación de agua. Es visualmente muy llamativo por su color rojo brillante con la luz solar, presentando colonias pequeñas. Es la planta con flores que crece a mayor altitud en América del Norte, con su máxima altitud registrada en una colecta en Pico de Orizaba (dato de colecta no disponible) (Egger, 2013).

## CONCLUSIONES

- 1) *Castilleja* es un género taxonómicamente complejo, que no había sido revisado minuciosamente, lo cual no permitió diferenciar en trabajos anteriores los taxa que no se encontraban registrados.
- 2) Los individuos del género presentan un alto grado de variación morfológica intraespecífica, lo que provocó que en el pasado las determinaciones fueran erróneas, con el uso indiscriminado de nombres específicos.
- 3) Es importante fomentar la conservación de los recursos biológicos presentes, reforzando la vigilancia en los Parques Nacionales y áreas naturales protegidas en territorio veracruzano, así como evaluación de taxa para la oportuna asignación de categorías de riesgo

para la protección de los mismos, como el caso de *Castilleja toluensis* al encontrarse en un área relativamente pequeña en el páramo de altura del estado de Veracruz.

- 4) En el Cofre de Perote se encuentran la mayor parte de las especies del género para el estado (7 de 10).

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado-Cárdenas, L. O. (2008). Orobanchaceae. *Flora del Valle Tehuacán-Cuicatlán*. 65: 1-51.
- Eastwood, A. (1909). Synopsis of the Mexican and Central American species of *Castilleja*. *Proc. Amer. Acad. Arts.* 44: 563-591.
- CONABIO. (2009). Catálogo taxonómico de especies de México. En: *Capital Natural de México I*. CD 1. México, D.F: Autor.
- Egger, J. M. (2008). Nomenclatural changes and selected lectotypifications in *Castilleja* (Orobanchaceae). *Phytologia* 90(1): 63-82.
- Egger, J. M. (2013). The genus *Castilleja*. Photo sets for a large number of species and varieties, with text commentary about each taxon. Recuperado de [http://www.flickr.com/photos/mark\\_egger\\_castilleja/collections/72157617709816218/](http://www.flickr.com/photos/mark_egger_castilleja/collections/72157617709816218/)
- Francisco-Gutiérrez, J. A. (2014). El género *Castilleja* Mutis ex L.f. (Orobanchaceae) en el estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 119 pp.
- Lot, A., & Chiang-Cabrera, F. (1986). *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. México: Consejo Nacional de la Flora de México, A.C.
- Méndez-Larios, I., & Hernández, H. M. (1992). Géneros de Scrophulariaceae en Oaxaca, México. *Anales Inst. Bió. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 63(1): 31-65.
- Méndez-Larios, I., y Villaseñor-R, J. L. (2001). La familia Scrophulariaceae en México: diversidad y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 101-121.
- Nesom, G. L. (1992). New species and taxonomic evaluations of Mexican *Castilleja* (Scrophulariaceae). *Phytologia* 72(3): 231-252.
- Nesom, G. L. (1992b). Taxonomy of the *Castilleja tenuiflora* group (Scrophulariaceae) in Mexico, with an overview of sect. *Castilleja*. *Phytologia* 73(5): 389-415.
- Olmstead, R. G., dePamphilis, C. W., Wolfe, A. D., Young, N. D., Elisons, W. J., y Reeves, P. A. (2001). Disintegration of the Scrophulariaceae. *Amer. J. Bot.* 88(2): 348-361.
- Oxelman, B., Kornhall, P., Olmstead, R. G., y Bremer, B. (2005). Further disintegration of Scrophulariaceae. *Taxon* 54(2): 411-425.
- Rodríguez-Jiménez, C. (2001). Scrophulariaceae. En: J. Rzedowski y G. C. de Rzedowski (Eds.) *Flora Fanerogámica del Valle de México* (pp 680-683). Pátzcuaro, Michoacán, México: CONABIO-Instituto de Ecología.
- Sosa, V., & Gómez-Pompa, A. (Eds.). (1994). Lista Florística. En: *Flora de Veracruz* 82: 220-223.
- Tank, D., Egger, J. M., & Olmstead, R. G. (2009). Phylogenetic classification of subtribe Castillejininae (Orobanchaceae). *Syst. Bot.* 34(1): 182-197.
- Young, N. D., Steiner, K. E., y dePamphilis, C. W. (1999). The evolution of parasitism in Scrophulariaceae/Orobanchaceae: plastid gene sequences refute an evolutionary transition series. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86: 876-893.

# Diversidad, distribución y adaptaciones ecológicas de helechos a lo largo de gradientes de altitud e influencia antrópica en las faldas del Cofre de Perote, Veracruz

César I. Carvajal-Hernández, Thorsten Krömer y Juan C. López-Acosta

Centro de Investigaciones Tropicales, UV

## INTRODUCCIÓN

Los patrones de variación geográfica de la riqueza y distribución de plantas han sido objeto de estudio durante siglos. Uno de los referentes más claros al respecto son los clásicos trabajos de von Humboldt en 1793. Así mismo los realizados por de Candolle en 1874 y Copeland en 1939 y así en lo sucesivo hasta nuestros días (Salazar *et al.*, 2015). El interés actual se ha centrado en la distribución de especies a lo largo de gradientes altitudinales y latitudinales, así como en los procesos que influyen en esta distribución. De esta forma se pueden estudiar características contrastantes delimitadas por la altitud, la cercanía al Ecuador o a las zonas cercanas a los polos que influyen directamente en las características adaptativas de las especies.

Este tipo de trabajos ha fomentado la comprensión de los patrones espaciales en la riqueza de especies y los mecanismos que subyacen estos patrones (Blackburn y Gaston, 1996). Se ha encontrado que varios factores influyen de manera directa en la distribución de las especies, tal es el caso de las variaciones climáticas principalmente relacionadas con la temperatura y la humedad (Bhatarai *et al.*, 2004; Kluge *et al.*, 2006); la disponibilidad energética y productividad del ecosistema (Currie *et al.*, 2004); así como los procesos históricos y evolutivos (Wiens y Donoghue, 2004). Estas son algunas de las razones por las que se puede explicar que las zonas tropicales contienen una gran biodiversidad, misma que decrece fuertemente con la cercanía a los polos.

Para el caso concreto de la distribución de plantas en gradientes de altitud, en términos generales la diversidad disminuye con el aumento en la elevación en ecosistemas terrestres, sin embargo, esto varía de acuerdo al organismo en cuestión (Rohde, 1992; Gaston, 2000). Del estudio en particular de helechos y licófitos que se han realizado en regiones neotropicales, se muestran patrones comunes entre transectos altitudinales, por ejemplo que la mayor riqueza de especies se encuentra en elevaciones medias (1,500-2,000 m; Kessler, 2001; Kluge *et al.*, 2006; Watkins *et al.*, 2006; Salazar *et al.*, 2015). Sin embargo, dejan abiertos dos temas importantes: primero, se sabe muy poco de como varía la riqueza de helechos en la zona transicional entre las regiones tropical y subtropical, como es el caso de México y especialmente el estado de Veracruz. Segundo, muy pocos trabajos han analizado la influencia antrópica a lo largo del gradiente.

Este último tema es de gran importancia ya que en la actualidad los paisajes antropizados dominan la superficie en México (Sánchez-Colón *et al.*, 2009), únicamente en el estado de Veracruz, la vegetación prístina ha mermado su superficie original en más del 85% (Castillo-Campos *et al.*, 2011). Por tal razón, es importante conocer cuáles son los patrones de distribución de las especies a lo largo del gradiente de elevación en las zonas subtropicales y si éstas se encuentran influenciadas por los cambios antropogénicos que ocurren en los paisajes actuales.

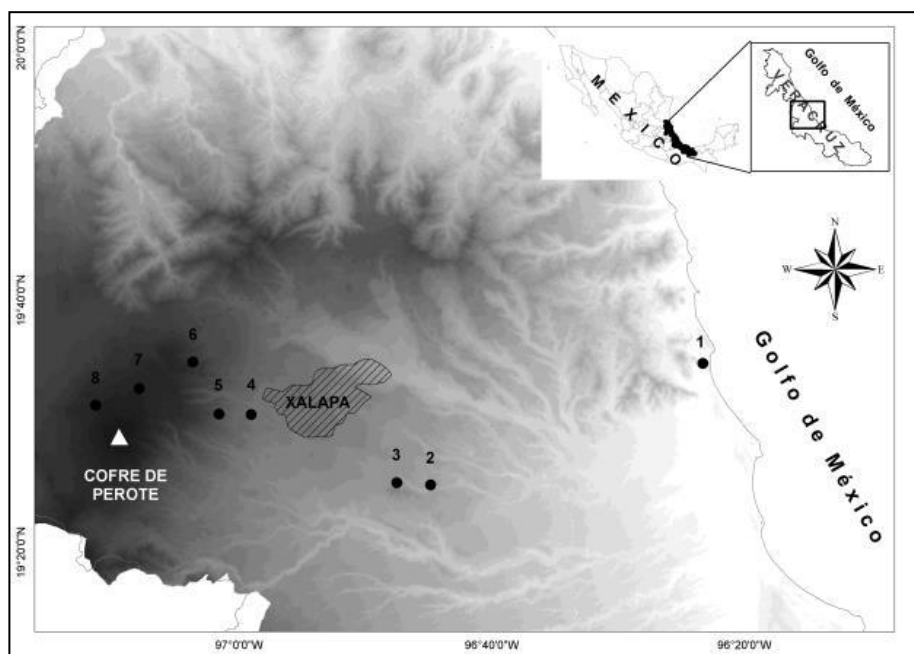
En el presente proyecto se estudian los patrones de diversidad y distribución de los helechos y licófitos, a lo largo de un gradiente altitudinal que comienza en el Cofre de Perote a 3,500 m (N 19° 30', W 97° 08') y termina en la zona costera de la Mancha que se encuentra a nivel del mar (19° 35', W 96° 22'). La región está ubicada en la cercanía con el límite norte del trópico de cáncer, donde se encuentra una mezcla de elementos templados y tropicales que permite la presencia de ecosistemas cuyas características ambientales son en algunos casos contrastantes, desde los fríos húmedos hasta los calurosos secos, pasando por los templados muy húmedos (Carvajal-Hernández *et al.*, 2014a).

Los helechos se han utilizado como un grupo de estudio importante para entender los patrones de riqueza de especies a nivel mundial, por encontrarse ampliamente distribuidos en el planeta con entre 10,000-13,000 especies (Moran, 2008; Kreft *et al.*, 2010). Además, debido a su reproducción por esporas, la dispersión de especies depende de las condiciones ambientales como la temperatura, la humedad y el sustrato, minimizando la dependencia de factores bióticos. Por otro lado los helechos contienen especies adaptadas a ambientes con un alto grado de perturbación y otras sensibles a los cambios ambientales, razón por la cual se han utilizado para tratar de entender los procesos que ocurren en los ecosistemas cuando existe una perturbación (Paciencia y Prado, 2005; Rodríguez-Romero *et al.*, 2008; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014b; Krömer *et al.*, 2014).

Por lo anterior, en este trabajo se estudian los helechos con la finalidad de entender los patrones de diversidad y distribución de helechos a lo largo del gradiente de altitud (20 a 3,500 m) en el centro de Veracruz y conocer el efecto de la influencia antrópica sobre los patrones de riqueza y composición de especies.

## **LOCALIZACIÓN**

El gradiente altitudinal, así como los ocho sitios de estudio, se encuentran en un intervalo entre 3,500 m y el nivel del mar (Fig. 1). La longitud del transecto en línea recta desde la cima del volcán Cofre de Perote hasta el nivel del mar es de cerca de 81 km. La zona alta (superior a 1,500 m) forma parte de la Sierra Madre Oriental que cruza el país de norte a sur paralela al Golfo de México, las montañas presentes en este sector son de origen volcánico; en el resto del transecto, los pequeños lomeríos dominan el paisaje (Geissert y Enríquez, 2011), así mismo se presentan lagunas costeras que forman parte de la zona decretada como sitio Ramsar La Mancha-El Llano.



**Figura 1.** Ubicación de los ocho sitios de estudio a lo largo del gradiente de altitud en la vertiente del Golfo de México, centro del estado de Veracruz, México. 1. La Mancha (20 m); 2. Palmarejo (500 m); 3. Chavarrillo (1,000 m); 4. Los Capulines (1,500 m); 5. El Zapotal (2,000 m); 6. El Encinal (2,500 m); 7. Los Pescados (3,000 m); El Conejo (3,500 m).

## MÉTODO

El muestreo de los helechos y licófitos se realizó entre los meses de febrero del 2012 y enero del 2014. A lo largo del transecto se establecieron de 15 a 25 parcelas no permanentes de 20 x 20 m en cada uno de los ocho sitios de estudio ubicados en diferentes pisos altitudinales, separados por 500 m de altitud (20-500 m, 500-1,000 m, 1,000-1,500 m, 1,500-2,000 m, 2,000-2,500 m, 2,500-3,000 m, 3,000-3,500 m, 3,500-3,600 m; Fig. 1). Para simplificar, en el texto, se menciona solo el límite altitudinal inferior de cada piso. En cada una de las elevaciones y en los diferentes tipos de vegetación presentes en los pisos altitudinales, las parcelas fueron distribuidas por igual en diferentes ambientes naturales y derivados de la acción humana, es decir, se establecieron cinco en bosque maduro (BM), cinco en bosque perturbado (BP) y cinco en zonas con vegetación secundaria o acahual (AC). Además en los pisos de 500 m, 1,500 m y 2,000 m existen cañadas y vegetación ribereña donde también se estableció la misma cantidad de parcelas por ambiente, en el resto de los pisos altitudinales estudiados no se encuentra esta vegetación azonal (Carvajal-Hernández y Krömer, en prensa).

En cada una de las parcelas se registró la presencia/ausencia de las especies terrestres y además las epífitas del sotobosque, es decir las plantas que crecen sobre los troncos de los árboles grandes y en árboles jóvenes o arbustos hasta una altura aproximada de 8 m (Krömer *et al.*, 2007), las cuales fueron colectadas mediante una garrocha. La colecta de muestras botánicas se realizó en cada piso altitudinal y de acuerdo a Lot y Chiang (1986). Los ejemplares fueron identificados con base en Mickel y Smith (2004), comparaciones con ejemplares de herbario, y la consulta a los especialistas: Alan Smith (University of California-Berkeley) y Robbin Moran (New York Botanical Garden). La clasificación taxonómica se realizó de acuerdo a Mickel y Smith (2004). Los duplicados fueron depositados en el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología de la UNAM, así como parcialmente en los herbarios de la Universidad Veracruzana-

na (CIB), de la Universidad de California (UC), Berkeley, E.E. UU y/o del Instituto de Ecología, A.C. (XAL).

Se elaboraron curvas de acumulación de especies para valorar el esfuerzo del muestreo, utilizando el estimador Chao 2 calculados por el programa EstimateS 9.1. Se aplicó el índice de Sørensen cualitativo para conocer la similitud florística en cada piso elevacional con relación al gradiente de perturbación antrópica, para observar lo anterior de manera gráfica se realizó un dendrograma de similitud entre sitios. Para conocer si diferentes rectas explican mejor que una línea general, se realizó una comparación de pendientes a través de un modelo lineal generalizado (separate-slopes model). Comparando los valores de diversidad beta de Whittaker con respecto al hábitat y las diferentes altitudes. Además se realizó una Anova anidada para saber si existen diferencias entre la riqueza presente a lo largo del transecto altitudinal.

## **RESULTADOS**

### ***Riqueza de especies***

En 135 parcelas de muestreo se registraron 155 especies de hechos y licofitos agrupadas en 62 géneros y 24 familias (Carvajal-Hernández y Krömer, en prensa). Las curvas de acumulación de especies comprueban que el muestreo implementado en los pisos realizados, en general ha sido satisfactorio con respecto a las especies estimadas por Chao 2. La riqueza de especies es contrastante en diferentes altitudes del gradiente. Las elevaciones de 1,500 y 2,000 m presentan una mayor riqueza, mientras que los extremos superior e inferior del gradiente son los que menos especies presentan.

Los valores de riqueza de cada parcela en los tres hábitats estudiados a lo largo del gradiente altitudinal, muestran que en 2,000 m se encuentran las parcelas con mayor riqueza de especies. El bosque maduro es el hábitat que tiene la mayor riqueza, sin embargo, en el piso de 1,000 m es el que menos especies mantiene. Existe una mayor pérdida de especies en ambientes con perturbación en elevaciones medias (1,500 y 2,000 m).

### ***Diversidad Beta entre elevaciones***

De acuerdo al índice de Sørensen, los diferentes pisos elevacionales tienen valores de similitud bajos. La mayor similitud se presenta entre los pisos de 3,000 y 3,500 m, lo mismo sucede al comparar las elevaciones de 1,500 y 2,000 m. El índice de Whittaker indica que la diversidad beta expresada como el recambio de especies a lo largo del gradiente de altitud es alta. Algunas elevaciones no tienen una sola especie compartida, especialmente si se comparan los tres pisos bajos contra los tres pisos del extremo superior del gradiente. Las altitudes medias (1,500, 2,000 m) presentan mayor afinidad con elevaciones superiores que con las que se encuentran en las zonas bajas (Carvajal-Hernández y Krömer, en prensa).

### ***Perturbación antropogénica***

En las elevaciones de 1,500 y 2,000 m, se registran pérdidas en la riqueza de especies de entre 30% y 53% respectivamente cuando existe una perturbación antropogénica. Para el resto de las elevaciones se observa que cuando más se acerca a los extremos del gradiente, el número de especies se mantiene más o menos constante, aun cuando existe perturbación humana. Se destaca la importancia de la influencia del agua en beneficio de la presencia de helechos, ya que en las zonas donde se pudieron establecer parcelas en vegetación de galería, la riqueza fue similar a la del ambiente conservado, incluso en la elevación de 500 m, la vegetación ribereña



tiene poco más del doble de especies que la zona conservada (Carvajal-Hernández y Krömer, en prensa).

De acuerdo a los valores de diversidad beta de Whittaker, se observan correlaciones negativas entre el recambio de especies y el aumento en la altitud. Las parcelas de bosque maduro tienen valores de diversidad beta mayores en elevaciones bajas y medias, misma que decrece conforme aumenta la altitud. Una situación similar se observa al comparar el bosque maduro con la vegetación secundaria, solo que con base en valores de recambio más altos. Para el caso de la comparación de bosque maduro con el bosque perturbado, la disminución en los valores de recambio es más marcada, decreciendo en las elevaciones superiores a los 2,500 m. Los valores más bajos de diversidad beta se encuentran en los hábitats BM-BM, seguidos por BM-BP y valores más altos de diversidad beta en BM-AC.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

La riqueza de especies es contrastante en diferentes pisos altitudinales del gradiente, y en las elevaciones medias con bosque mesófilo de montaña entre 1,500 y 2,500 m se presentan los valores máximos de riqueza (Carvajal-Hernández y Krömer, en prensa).

En los extremos superior e inferior del gradiente, caracterizado por bosque de coníferas y selva mediana subcaducifolia respectivamente, el número de especies disminuye. La zona baja y media del gradiente son las más vulnerables cuando ocurre un disturbio antrópico, lo cual se ve reflejado en el recambio de especies de ambientes conservados a vegetación secundaria. Se destaca la riqueza del bosque mesófilo y la pérdida de especies del mismo cuando existe una perturbación de origen antrópico.

Además, la vegetación azonal representa un reservorio importante de la pteridoflora, lo que resalta su valor para la conservación. Los bosques de coníferas contienen una menor riqueza de helechos y las especies que ahí se encuentran son las llamadas generalistas, adaptadas a condiciones extremas de sequía y radiación solar.

Por otro lado, la mayoría de las especies presentes en el bosque mesófilo de montaña se caracterizan por estar adaptadas a condiciones de clima húmedo-templado y la mayoría de las especies están relacionadas con condiciones de alta humedad y sombra (Kessler, 2001; Kluge *et al.*, 2006; Watkins *et al.*, 2006). Por tal razón, considerando la naturaleza de las especies que habitan el bosque mesófilo de montaña, se considera este un ecosistema muy vulnerable ante el disturbio de origen antrópico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bhattarai K.R., Vetaas O. R. y Grytnes J.A. 2004. Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient, Nepal. *Journal of Biogeography* 31:389-400.
- Blackburn T. y Gaston K.J. 1996. A sideways look at patterns in species richness, or why there are so few species outside the tropics. *Biodiversity Letters* 3:44-53.
- Carvajal-Hernández C., T. Krömer y López-Acosta J.C. 2014a. Del Cofre de Perote hasta el nivel del mar. *La Ciencia y el Hombre* 27:7-12.
- Carvajal-Hernández C.I., Krömer T. y Vázquez-Torres M. 2014b. Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85:491-501.
- Carvajal-Hernández C. I. y Krömer T. En prensa. Riqueza y distribución de helechos y Licófitos en el Gradiente Altitudinal del Cofre de Perote, Centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*.
- Castillo-Campos G., Avendaño-Reyes S. y Medina-Abreo M. 2011. Flora y Vegetación En: Conabio (ed.): La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. Pp. 163-179.
- Currie D.J., Mittelbach G.G., Cornell H.V., Field R., Guégan J.F., Hawkins B.A., Kaufman D.M., Kerr J.T., Oberdorff T., O'Brien E. y Turner J.R.G. 2004. Predictions and tests of climate-based hypotheses of broad-scale variation in taxonomic richness. *Ecology Letters* 7:1121-1134.
- Gaston K. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227.
- Geissert K.D. y Enríquez E. 2011. Geomorfología. En: Conabio (ed.): La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. Pp. 53-68.
- Kessler M. 2001. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* 10:1897-1921.
- Kluge J., Kessler M. y Dunn R. 2006. What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints, climate and species pool effects for pteridophytes on an elevational gradient in Costa Rica. *Global Ecology and Biogeography* 15:358-371.
- Kreft H. Jetz W., Mutke J. y Barthlott W. 2010. Contrasting environmental and regional effects on global pteridophyte and seed plant diversity. *Ecography* 33:408-419.
- Krömer T., Kessler M. y Gradstein S.R. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189:261-278.
- Krömer T., J. G. García-Franco y T. Toledo-Aceves. 2014. Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. En: C.A. González-Zuarth, A. Vallarino, J.C. Pérez-Jimenez & A.M. Low-Pfeng (eds.). *Bioindicado-*

res: guardianes de nuestro futuro ambiental. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) – El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México, D. F. y Campeche. Pp. 606-623.

- Lot A. y Chiang F. 1986. Manual de Herbario. Administración y Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México, D.F.
- Mickel J. y Smith A.R. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88:1-1054.
- Moran R. 2008. Diversity, biogeography, and floristics. En: Ranker T. y Haufler C. (eds). *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*. Cambridge Press. U.K. Pp. 367-394.
- Paciencia M.L.B. y Prado J. 2005. Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology* 180:87-104.
- Rodríguez-Romero M.L., Pacheco L. y Zavala H. J. 2008. Pteridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, México. *Revista de Biología Tropical* 56:641-656.
- Rohde K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos* 65:514-527.
- Salazar L., Homeier J., Kessler M., Abrahamczyk S., Lehnert M., Krömer T. y Kluge J. 2015. Diversity patterns of ferns along elevation in Andean tropical forests. *Plant Ecology and Diversity* 8: 13-24.
- Sánchez Colón S., Flores Martínez A., Cruz-Leyva I. A. y Velázquez A. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. En *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México. Pp. 75-129.
- Watkins J.E. Jr., Cardelús C.L., Colwell R.K. y Moran R.C. 2006. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* 93:73-83.
- Wiens J. y Donoghue M.J. 2004. Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology & Evolution* 19:639-644.

# Estado de conservación de *Chusquea bilimekii*, bambú de la región del Cofre de Perote, Ver.

M. Teresa Mejía-Saulés y M. Monserrat Ramiro Cano

INECOL, A.C.

## INTRODUCCIÓN

Los bambúes pertenecen a la familia Poaceae o Gramineae. En México están representados por 48 especies de bambúes nativos, de las cuales 29 son endémicas. Altitudinalmente, los bambúes mexicanos se distribuyen desde el nivel del mar, hasta cerca de los 3000 m, en distintos tipos de vegetación (Ruiz-Sanchez *et al.*, 2014).

Los bambúes nativos no han escapado de la influencia de los factores antropogénicos y ambientales, así como de la fragmentación de hábitats y aislamiento, los cuales de alguna forma han contribuido al decremento de las poblaciones silvestres de bambúes. Un ejemplo lo tenemos con el género *Chusquea*, que es el más grande y diverso en México y está representando por 21 especies, de las cuales 12 son endémicas y siete de ellas habitan en la región del Cofre de Perote (Ruiz-Sanchez *et al.*, 2014). Recientemente se realizaron expediciones de campo en la región del Cofre y en algunos sitios ya no se encuentran los bambúes anteriormente colectados. Actualmente en estos sitios se encuentran casas, vegetación secundaria, cultivos, caminos, etc. Por lo cual es importante determinar el estado de conservación de las especies de bambúes presentes en el Cofre de Perote y proponer medidas de conservación.

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad no existe suficiente información sobre conservación de los bambúes nativos de México y solo se han dado propuestas de conservación de dos especies endémicas de Chiapas: *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii* (Rodríguez, 2009). De las demás especies solo se tiene la descripción botánica, propagación del chiquián y usos de las guaduas en la construcción. Por lo cual es de gran importancia realizar estudios sobre el estado de conservación de los bambúes Mexicanos para proponer medidas para su conservación. Para iniciar estos estudios se seleccionó a *Chusquea bilimekii* por ser una de las especies endémicas que habita en alta montaña.

## OBJETIVO

Conocer el estado de conservación de *Chusquea bilimekii* en el Cofre de Perote y proponer medidas para su conservación.

## LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en el rancho Los Morales cerca del Ejido Ingenio del Rosario. Se encuentra ubicado en la zona centro del estado de Veracruz, en el municipio de Xico. Coordenadas 19° 25' latitud Norte y 97° 01' longitud Oeste con un promedio de altitud de 2,820 metros sobre el nivel del mar. Perteneció al municipio de Xico, Veracruz y limita al norte con Coatepec.

La agricultura de esta zona es muy limitada por el clima que es muy frío. Las actividades pecuarias así como agrícolas tienen estrecha relación e interdependencia con el uso forestal. A diferencia de otras comunidades cuyo acceso a los recursos forestales fue impedido por las conce-

siones a empresas externas, en el ejido de Ingenio del Rosario, con todo y las vedas forestales, ha sido la población quien ha manejado el recurso forestal. Esta actividad ha sido heredada de generación en generación y actualmente, el mismo Ejido ya no autoriza la apertura de tierras al cultivo como medida de conservación al hábitat.

## METODOLOGÍA

1. **Revisión Bibliográfica.** Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva (INECOL, USBI, UNAM, Chapingo etc.) para obtener información relacionada a los bambúes, especialmente de *C. bilimekii* y con la temática de conservación, manejo, taxonomía, usos, característica botánicas, etc. También se realizaron consultas de bibliotecas virtuales disponibles, consultas vía Internet y Online.
2. **Consulta de herbarios y colectas.** Se realizaron consultas de herbarios nacionales e internacionales (ENCB, MEXU, MO, NMNH, NY, US y XAL) de la especie en estudio para conocer su distribución. Siguiendo las recomendaciones de Soderstrom y Young (1983) se realizaron colectas de material botánico para su identificación, caracterización, georeferenciar los sitios de colecta, obtención de información solicitada en MER y UICN.
3. **Identificación del material colectado.** Para la identificación del material colectado, se utilizaron claves y descripciones del género *Chusquea* y posteriormente la identificación fue verificado por los especialistas.
4. **Estado de conservación.** Para determinar el estado de conservación de *C. bilimekii* se utilizó el Método de Evaluación de Riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER), la cual evalúa el riesgo de extinción documentado y sistematizando de los factores que afectan a cualquier especie silvestre en el territorio nacional (Tambutti *et al.*, 2001), también se utilizó el Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.

### Criterios de la MER que fueron considerados:

**Criterio A.** Características de la distribución geográfica: a) Descripción de la distribución de las especies y b) Elaboración de mapas de distribución en ArcMap 10 con cartas topográficas.

**Criterio B.** Características del hábitat: a) Descripción del tipo de hábitat de las especies (se analizó el tipo de suelo) y b) Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat, aplicando la Evaluación del disturbio Crónico (Martorell y Peter, 2005).

**Criterio C.** Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón: a) Historia de la vida de la especie, b) Diagnóstico del estado actual de la población o especie y c) Evaluación de los factores que lo hacen vulnerable.

**Criterio D.** Impacto de la Actividad Humana: a) Factores de riesgo reales y potenciales y su importancia relativa.

### Criterios y categorías que fueron consideradas de la UICN (versión 3.1):

**Criterio A.** Reducción del tamaño de la población a) Observación directa y b) Reducción de: área de ocupación, extensión de la presencia y/o calidad del hábitat.

**Criterio B.** Distribución geográfica: A partir del concepto “extensión de presencia” o “área de ocupación”, a partir de los puntos (a) “Se conoce sólo en una localidad” y (b) iii Disminución en la “calidad del hábitat”.

**Criterio C.** Tamaño de la población (a) Estructura poblacional en una de las siguientes formas: (i) Se estima que ninguna subpoblación contiene más de 50 individuos adultos.

**Criterio D.** Estimación del tamaño poblacional. Censo poblacional.

**Criterio E.** Análisis cuantitativo. Estudios de extinción basado en el estado de vida silvestre de al menos un 50% dentro de 10 años o tres generaciones.

## RESULTADOS

1. De los resultados de la revisión bibliográfica, solo se encontró la tesis de maestría de Rodríguez (2009) en la cual se hacen propuestas para la conservación de *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinenzii*, especies endémicas de Chiapas.
2. Como resultado de la consulta de herbarios, la distribución de *C. bilimekii* se presenta en el eje transvolcánico (Cofre de Perote, Pico de Orizaba e Ixtlacihuatl) y en pocas localidades. En el Cofre de Perote se encontraron cuatro localidades, de las cuales solo se comprobó la presencia de este bambú en el Rancho Los Morales cerca del ejido Ingenio El Rosario.
3. La identificación del material colectado fue revisado por los especialistas para asegurarnos que se trata de la especie en estudio.

Los resultados de la MER son:

### **Localidad. Rancho Los Morales (Ejido Ingenio del Rosario)**

**Criterio A.** En el rancho “Los Morales” se localizaron 5 macollos de *Chusquea bilimekii* (a 391 metros del Ingenio del Rosario y 217 metros del rancho “Los Capulines”). Estos macollos se encuentran entre las cotas 2,800 a 2,900 msnm, en las coordenadas 19°30'49.64"N y 97°5'49.42"O. Se verificaron coordenadas obtenidas de REMIB y se localizaron 5 macollos a orillas del río Agua Santa sobre laderas muy pronunciadas, lo cual dificultó su muestreo. Como resultado se encontró que la localidad de “Los Morales” está ubicada en la provincia biogeográfica *Sierra Madre Oriental*. Se registró otro sitio más a orilla de carretera, en Tierra Prieta camino a El Encinal donde se encontró una mata de *C. bilimekii* la cual había concluido su ciclo de floración y como es una planta monocárpica (la floración se presenta después de varios años y después de producir las semillas, la planta muere) el macollo estaba seco y no se pudo evaluar. Otros dos sitios donde se había registrado esta especie ya no se encontraron ni rastros ya que estaba muy alterada la vegetación por la apertura de caminos.

La extensión de la distribución de la especie se determinó con el área del polígono donde existe presencia del bambú en km<sup>2</sup>, como lo pide el MER. Como resultado se determinó que *Chusquea bilimekii* ocupa una extensión de 0.000175 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.000000008 % del Territorio Nacional en base a la superficie de 1, 964, 575 km<sup>2</sup> (www.inegi.gob.mx). Como resultado al **Criterio A** se le asigna el **valor de 9**.

**Criterio B.** Los macollos de *Chusquea bilimekii* se encuentran en laderas de pendientes pronunciadas con un altitud que va de 2,800 a 2,900 msnm en la localidad de rancho “Los Morales”. El clima es de tipo C (FM) según la clasificación de Koeppen (modificado

por Enriqueta García), este clima corresponde al templado húmedo con lluvias abundantes. La temperatura media anual oscila de 12 a 18° C y un rango de precipitación total anual de 500 a 2500 mm (principalmente de julio a septiembre). El tipo de vegetación de la zona es de Bosque de coníferas. Las especies de estrato arbóreo en esta región son: *Pinus patula*, *Pinus ayacahuite*, *Abies hickelii*. El estrato arbustivo está representado por: *Senecio sinuatus* y frecuentemente se encuentra *Baccharis conferta* en sitios perturbados. En el estrato herbáceo por lo general dominan las gramíneas como: *Muhlenbergia macrooura*, *Stipa ichu* así como otras especies: *Cerastium molle*, *Pernettya ciliata*, *Chymaphylla umbellata* y *Dugaldia integrifolia* (Narave, 1985). Los análisis de suelo que se realizaron del Rancho Los Morales indican que el suelo es de origen volcánico, predominando las arenas (43.64 %), de color café y de textura franco, tiene un pH fuertemente ácido (5) y una conductividad eléctrica de 0.029 mS/cm que es inapreciable y con materia orgánica abundante. Todos estos resultados determinan que al **criterio B** se le asigna un **valor de 4**.

**Criterio C.** El número de macollos registrados en la localidad de rancho Los Morales, fue de cinco, con una altura de 4 a 6 m y con culmos de 1-3 cm de diámetro (Figura 1 y 2). La distribución de *C. bilimekii* se ha registrado en las zonas montañosas del país: Ejido San Miguel Tlaqueotopan (en Pico de Orizaba), Ecatingo y Amecameca (en el Estado de México). Como *Chusquea bilimekii* es una especie monocárpica como la mayoría de los bambúes, su propagación es asexual o vegetativa y esporádicamente sexual o por semilla. A la fecha no se encontró algún estudio sobre genética de la especie, solo se ha considerado ésta especie en el estudio de Código de Barras de los bambúes nativos de México (Sosa, et. al. 2013). Con los resultados obtenidos, al **Criterio C** se le asignó el **valor de 6**.

**Criterio D.** El impacto de las actividades humanas ha causado la pérdida de macollos en el rancho Los Morales. En base a los registros de colecta de los herbarios (MEXU, XAL, MO y US) de las 4 localidades donde estaba registrada la especie de estudio, aunque se buscó esta especie en estas localidades, solo se encontró en una localidad, rancho “Los Morales”, con la presencia de solo cinco macollos. Se observó que los factores que influyeron en la pérdida de esta especie fueron: la apertura de caminos, asentamientos humanos y el desmonte de la maleza que forma parte del manejo sustentable del bosque. Por lo cual, solo en los terrenos escarpados donde hay menor número de agentes de perturbación se encontraron macollos de *C. bilimekii*. Con estos resultados al **Criterio D** se le asigna el **valor de 4**.

### Asignación a las distintas categorías de riesgo

Los cuatro criterios del MER de Plantas tienen la misma ponderación, siendo el valor máximo para cada uno de ellos = 1. La sumatoria de los puntos en cada criterio debe ser normalizada con el puntaje máximo para ese criterio, de tal forma que el valor máximo de la Sumatoria de criterios y ponderación es:

$$A) = 9 (0.9) \quad B) = 4 (0.4) \quad C) = 6 (0.6) \quad D) = 4 (0.4)$$

A partir de esta evaluación, la suma total de los valores es de 23 puntos, con una ponderación equivalente a 2.3. De acuerdo al sistema de puntuación del MER que considera “que cuando el puntaje es mayor o igual a 2 se determina en la categoría de riesgo alta”, por lo cual se considera a *Chusquea bilimekii* en la categoría de peligro de extinción (p).

Los resultados de la UICN son:

**Criterio A.** Reducción del tamaño de la población. *Chusquea bilimeki* actualmente presenta una extensión de 0.000175 km<sup>2</sup> (determinado en el Criterio A del MER). Debido a la escasa información histórica con la que se cuenta en los herbarios, solo se puede inferir que esta especie hasta el 2003 estaba presente en los estados de México-DF, Puebla y Veracruz y aunque actualmente se ha verificado la presencia de esta especie en estos estados, hay localidades donde no hay rastros de *C. bilimekii*. Por ejemplo en el Cofre de Perote, Ver. Por lo que *C. bilimekii* presenta una extensión muy restringida ya que no alcanza solo 2 km<sup>2</sup>. Por lo anterior, en este criterio el grado de amenaza es: **Peligro Crítico.**

**Criterio B.** Distribución geográfica. Aunque en los registros de los herbarios hay cuatro localidades donde se colectó esta especie hace años en el estado de Veracruz, en la actualidad solo se registra en los alrededores del rancho Los Morales (determinado a partir del Criterio D del MER). En las otras dos localidades hay asentamientos humanos, caminos y veredas nuevas. En la localidad de Tierra Prieta, se encontró la mata de bambú seca ya que concluyó su ciclo de floración y no fue posible evaluarla. Por lo que se considera que las probabilidades de sobrevivir de esta especie son mínimas a causa de la falta de conservación. Debido a esto la especie se considera que se encuentra en **Peligro Crítico.**

**Criterio C.** Tamaño de la población. Actualmente el desmonte de la maleza como parte del manejo del bosque en la zona del Ingenio El Rosario y rancho Los Morales ha afectado en la población de *C. bilimekii* y actualmente solo se puede encontrar en pendientes pronunciadas. El censo realizado en el rancho Los Morales solo registra 5 macollos en total, localizados en un mismo sitio. Por lo tanto se estima que ninguna subpoblación contiene más de 50 individuos adultos. Consecuentemente la categoría que se le asignó es en **Peligro Crítico.**

**Criterio D Población restringida.** Como la población de *Chusquea bilimekii* está representada por solo 5 individuos adultos o maduros, le corresponde la categoría en Peligro crítico (<50 individuos). De esta forma se encuentra en la categoría en **Peligro Crítico.**

**Criterio E Análisis cuantitativo.** No se pudo evaluar, porque no se conoce el ciclo de propagación sexual, es una planta monocárpica y se requiere de un análisis cuantitativo donde se muestre la probabilidad de extinción dentro de 10 y 100 años.

### **Asignación a la categoría final de riesgo**

De acuerdo con los criterios de la UICN, se asigna a *Chusquea bilimekii* la categoría: en peligro crítico expresada como **(CR) A1c;(iii); C2a(i); D.**

### **CONCLUSIONES**

1. De acuerdo a los resultados del MER, se determina que *Chusquea bilimekii* es una especie en peligro de extinción (P) en el Cofre Perote y en peligro crítico según UICN.
2. Para conservar esta especie es necesario realizar planes de manejo y propagación *in situ* con la colaboración de los pobladores del rancho Los Morales y ejido Ingenio El Rosario.



3. Se sugiere considerar a las especies forestales no maderables dentro de los planes de manejo forestal del bosque.



**a**



**b**

**Figura 1.** *Chusquea bilimekii*. a) Bambú en su hábitat natural. b) Rama mostrando ramificación.



**a**



**b**

**Figura 2.** *Chusquea bilimekii*. a) Culmo joven con vainas. b). Corte transversal del culmo mostrando el internudo sólido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Martorell C., E. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation*. 124: 197-207
- Narave. F. H. 1985. *La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México*. *Biótica* 10 (1): 35-64.
- Rodríguez. M. M. 2009. Propuestas para conservación de dos especies de bambú (Poaceae: Bambusoideae) endémicas de México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Ruiz-Sánchez, E., T. Mejía-Saulés, L.G. Clark. 2014. *Chusquea nedjaquithii* (Poaceae: Bambuseae, Chusqueinae), a new endemic species from Oaxaca. *Phytotaxa* 184 (1): 23-30.
- Soderstrom T. R., S.M. Young. 1983. A Guide to Collecting Bamboos. *Missouri Botanical Garden*. 70(1): 128-1376.
- Sosa, V., T. Mejía-Saulés, M. Cuellar and A. P. Vovides. 2013. DNA Barcoding in endangered Mesoamerican groups of plants. *Botanical Review*. 79: 469-482.
- Tambutti, M., A. Aldama, O. Sánchez, R. Medellín, J. Soberon. 2001. La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. *Gaceta Ecológica* 61: 11-21.

## **EL SECTOR OFICIAL EN EL COFRE DE PEROTE**

# Actividades de la Comisión Nacional Forestal en el Cofre de Perote

Martín G. Castillo

CONAFOR

## INTRODUCCIÓN

*La importancia que representa el Parque Nacional Cofre de Perote reside en las montañas culminantes que forman la división de sus principales valles ocupados por ciudades populosas y que a la vez constituyen en todos los casos una cuenca receptora de las corrientes que alimentan los ríos, manantiales y lagunas, normalizando su régimen hidrológico a través de la cobertura de bosques, para evitar la erosión de los terrenos en declive y mantener al equilibrio climático de las comarcas vecinas. (Decreto que Declara Parque Nacional a la Montaña denominada Cofre de Perote o Nauhcampatepetl en el estado de Veracruz, 1937)*

La Comisión Nacional Forestal como Organismo Público Descentralizado, cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes, programas, y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable, ha enfocado diversos programas de apoyo que se rigen mediante reglas de operación y lineamientos, para disminuir los procesos de degradación por el cambio de uso de suelo, la tala clandestina, la erosión del suelo debido a la agricultura, el sobrepastoreo, saqueo de los recursos forestales, incendios forestales, etc., que inciden de forma negativa en las funciones que desempeña este cúmulo de montañas en la región.

Desde el año 2011, a través de programas de apoyo como el Programa Especial para la Restauración de las Microcuencas en Zonas Prioritarias del Cofre de Perote, Servicios Ambientales, Compensación Ambiental por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, entre otros, la CONAFOR realiza una importante labor en conjunto con propietarios y poseedores de terrenos forestales y preferentemente forestales para la restauración y conservación de las zonas degradadas de estas montañas, así también impulsa la provisión de los servicios ambientales de sus masas forestales. De forma intrínseca, con el desarrollo de dichos programas se incentiva un incremento en la generación de empleos, que finalmente se manifiesta en el desarrollo económico y una mejora en la calidad de vida de las poblaciones en las zonas implicadas.

## RESTAURACIÓN FORESTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA PRIORITARIA

### ALCANCES DEL PROGRAMA EN EL COFRE DE PEROTE

En el año 2009 se aterrizó el programa piloto denominado “Programa Especial para la Restauración de las Microcuencas en Zonas Prioritarias del Sistema Cutzamala y la Marquesa” con el propósito de cambiar el modelo tradicional de restauración de los ecosistemas forestales; siendo hasta el año 2011, cuando el Ejecutivo Nacional propuso al Poder Legislativo expandir los trabajos a 8 cuencas adicionales, ampliándose así los trabajos de restauración forestal en 11 cuencas con un presupuesto de 744 millones de pesos. Entre estas cuencas se implementó el “Programa especial para la restauración de las microcuencas en zonas prioritarias del Cofre de Perote (Veracruz y Puebla)”.

El origen de dicho programa se basa especialmente en la importancia que demanda la región, ya que ocupa el séptimo lugar entre las montañas más elevadas de México. De la cuenca en mención, nacen varios ríos que abastecen de agua a poblaciones importantes como Xalapa, capital del estado de Veracruz, Coatepec, Perote, Teocelo y Xico, entre otras. De igual manera abastecer la cuenca endorreica del Estado de Puebla y Veracruz que posibilitan la agricultura comercial con base en sistemas de riego presurizado.

Entre las acciones prioritarias que del “Programa Especial para la Restauración de las Microcuencas en Zonas Prioritarias del Cofre de Perote (Veracruz y Puebla)” se encuentra la restauración y conservación de áreas degradadas de alto impacto para la población, contribuyendo a mejorar la calidad de vida para los habitantes, mejorar la sobrevivencia de la reforestación, detener y revertir la deforestación y degradación forestal, así como recuperar la cobertura vegetal en zonas prioritarias, mitigar la erosión del suelo, azolve de cuerpos de agua, incrementando la infiltración, la calidad y producción de agua para las principales zonas urbanas aledañas, disminuir el riesgo de deslaves e inundaciones, contribuir a la mitigación de los efectos del cambio climático, con la captura del bióxido de carbono y producción de servicios ambientales, así como la generación de empleos e ingresos en comunidades rurales y contribuir con la diversificación productiva.

Este programa está dirigido a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, propietarios o poseedores de terrenos forestales o preferentemente forestales, ubicados dentro de las áreas elegibles determinadas para el mismo programa; comprendido 163,614.00 hectáreas que abarcan 21 municipios del Estado de Veracruz y 6 del Estado de Puebla.

Los proyectos deben plantear una visión integral de la restauración y la conservación, por lo que en sus diversas convocatorias se han considerado algunos de los siguientes componentes, modalidades o actividades:

- Conservación y restauración de suelos
- Reforestación
- Fertilización
- Mantenimiento a la reforestación
- Cercado
- Vigilancia
- Protección contra incendios forestales
- Protección contra plagas y enfermedades
- Asistencia técnica
- Costo de oportunidad de la tierra
- Registro de plantación

## IMPACTOS DEL PROGRAMA EN EL COFRE DE PEROTE

A partir del año 2011 y hasta la fecha, se encuentran vigentes 494 proyectos en una superficie de 5,597.31 hectáreas, implicando lo anterior un monto de inversión total de \$ 153,942,735.84. De acuerdo a la distribución de apoyos (Fig. 1), el municipio de Perote presenta el mayor porcentaje de apoyo con el 29%, siguiéndole los municipios de Ayahualulco (23 %), Xico (12%) e Ixhuacán de los Reyes (10%), respecto del total apoyado.

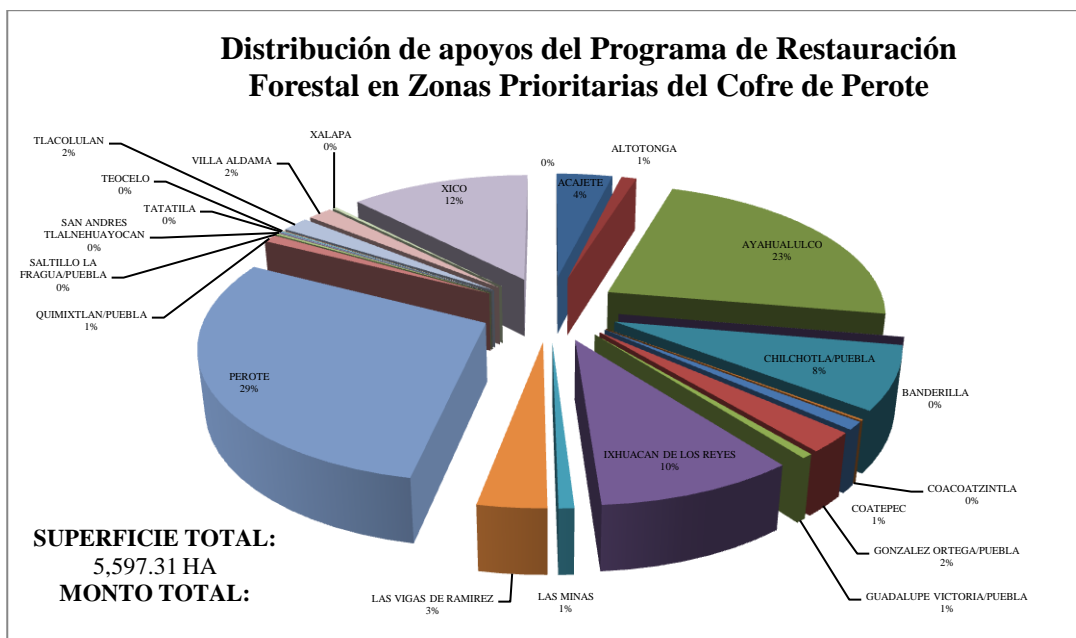


Fig. 1 Distribución porcentual de apoyos por municipios en la región Cofre de Perote.

De la superficie total apoyada, se ha establecido la reforestación en una superficie de 5,132.31 hectáreas, quedando 465 ha pendientes por reforestar que corresponden a los proyectos iniciaron sus apoyos a partir del año 2014, ejerciendo apenas la segunda anualidad.



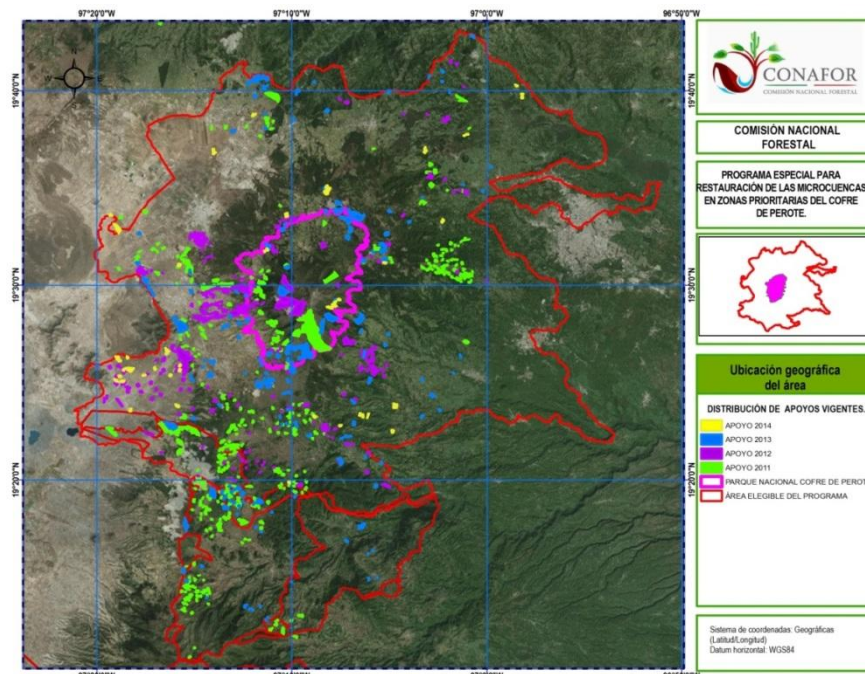


Fig. 2 Distribución georreferenciada de apoyos de Cuencas Hidrográficas Prioritarias.

La superficie apoyada que incide dentro del área del Parque Nacional Cofre de Perote corresponden a 1,120.69 ha (como se aprecia en la Fig. 2) y que comprenden al 10% total de la ANP sobre la parte alta de la cuenca, lo que repercute fuertemente en un aumento en la captación de agua y disminución del escurrimiento superficial.

A manera de ejemplo, para el caso de las obras de conservación del suelo y captación de agua conocidas como zanjas trincheras o tinajas ciegas, aquellas que cuentan con las medidas estándares (200x40x40 cm), se ha estimado una captación máxima de agua de 320 litros en cada una de ellas; ahora bien, considera que en una hectárea se recomienda el establecimiento de 200 piezas, se estaría captando máximo 64,000 litros en una hectárea.

El análisis anterior nos permite afirmar que las obras de conservación resultan siempre un acompañamiento positivo para lograr mejores índices de sobrevivencia en las reforestaciones, con especies como *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus rudis*, *Abies religiosa*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus patula*, *Cupressus lindleyi*, *Pinus oaxacana* y *Pinus teocote*.

Es importante destacar que por medio de estos apoyos, se impulsa la cultura por la restauración y conservación de las áreas degradadas, se ofrece un cambio de visión de las actividades agropecuarias hacia las actividades forestales, que a largo plazo resultan más rentables y productivas, así mismo se impulsa el crecimiento económico de la zona mediante la generación de empleos.

## PROGRAMA DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

El Programa de Compensación Ambiental por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se refiere a una serie de actividades de restauración, tales como el control de la erosión laminar, la implementación de obras de captación de agua de lluvia complementadas con reforestación, además de acciones de mantenimiento para el control de malezas, plagas y enfermedades, riegos y protección contra incendios y pastoreo. Dichas acciones tienen como objetivo

principal compensar la vegetación dañada por los cambios de uso del suelo en los mismos ecosistemas afectados.

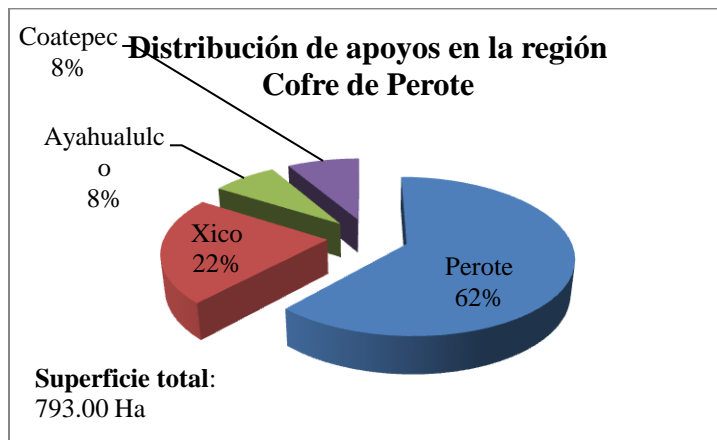


Fig. 3 Distribución de apoyos del Programa Compensación Ambiental en la Región Cofre de Perote.



Fig. 4 Presa de gavión, Presa de piedra acomodada y Acordonamiento de material vegetal.

## SERVICIOS AMBIENTALES

El Programa de Pago por Servicios Ambientales ha enfocado sus apoyos, dirigiéndolos para la conservación de las áreas potenciales para la generación y provisión de los servicios ambientales, como la captación y filtración de agua, mitigación de los efectos del cambio climático, generación de oxígeno y asimilación de diversos contaminantes, protección de la biodiversidad, retención del suelo, refugio de fauna silvestre, belleza escénica, entre otros.

Para lo anterior, la Comisión Nacional Forestal asigna apoyos para aquellas zonas con mayor cobertura vegetal; de acuerdo a la composición vegetal de estas áreas, depende el pago por hectárea que se realizará durante los cinco años del proyecto. Desde el año 2012 para la región del Cofre de Perote, se han apoyado 5 proyectos en una superficie de 1,054.54 hectáreas, asignando recursos de inversión por un monto total del apoyo equivalente a \$1,818,848.29, impactando en los municipios de Xico, Perote y Ayahualulco, como se observa en la Fig. 4.

Entre las actividades que se realizan con los apoyos brindados por este programa, se encuentra la conformación de brigadas contra incendios forestales con el compromiso de operar al interior y en alrededores del proyecto apoyado, mismas que en su momento han sido capacitadas por la CONAFOR en materia de prevención y combate de incendios forestales. Así mismo



se realizan obras de conservación de suelos para mitigar los escurrimientos y disminuir la erosión del suelo, atendiendo a las condiciones y necesidades particulares del terreno, además del mantenimiento a los caminos, como otra de las actividades apoyadas por el programa.

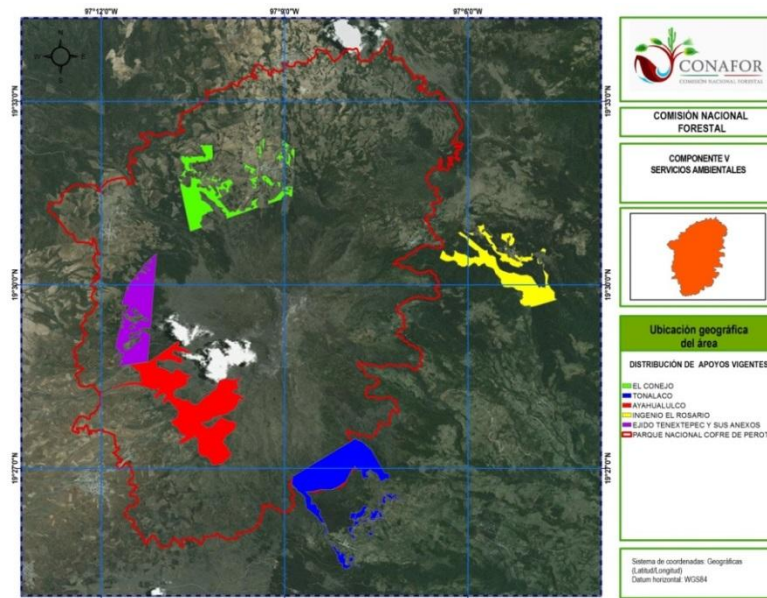


Fig. 5 Distribución de los proyectos apoyados para el Pago de Servicios Ambientales en el área de influencia del Cofre de Perote.

## CONCLUSIONES

Como resultado de un análisis de la información presentada, es posible afirmar que a pesar de que los apoyos se encuentran al alcance de los dueños y poseedores de terrenos forestales y preferentemente forestales, existe una falta de interés hacia la restauración y conservación de los recursos naturales, ya que aun cuando algunos programas realizan una remuneración económica equivalente al costo de oportunidad por la no realización de actividades agrícolas o ganaderas, no se ha logrado aumentar exponencialmente el interés sobre el desarrollo de los proyectos.

Por lo tanto, el éxito de dichos proyectos reside en un mayor porcentaje de responsabilidad por parte de los beneficiarios, ya que si no cumplen con las actividades en tiempo y forma, se estaría dejando de cumplir al mismo tiempo, con los objetivos y metas de los programas. Aunque cabe resaltar que las condiciones climáticas que persisten en la región del Cofre de Perote, resultan un factor importante en el nivel de prendimiento y sobrevivencia de las reforestaciones establecidas, ya que las bajas temperaturas son la principal causa para que en algunos casos extremos se alcance apenas el 20%.

Es de gran importancia conjuntar esfuerzos entre las diversas instituciones gubernamentales federales, estatales y municipales, así como con los asesores técnicos forestales, para frenar los efectos de degradación en la zona, inducir a los dueños y poseedores de las masas forestales hacia un cambio de visión por la sustentabilidad de los recursos y apostar por las actividades forestales y la conservación de sus propios recursos.

## **RESTAURACIÓN Y CONSERVACION AMBIENTAL**

# Ecología, restauración y regeneración de bosques en la región del Cofre de Perote

Lázaro R. Sánchez-Velásquez, M. del Rosario Pineda-López, Luz Avendaño Yáñez, Rogelio Lara-González, José A. Pensado-Fernández, Rafael Ortega-Solis, Diego Domínguez-Hernández y Elizabeth Ramírez-Bamonde

Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, UV

## INTRODUCCIÓN

La región del Cofre de Perote ha sido una fuente significativa de recursos maderables y no maderables, así como fuente importante de servicios ecosistémicos para las ciudades y comunidades rurales que se localizan dentro y alrededor del Parque Nacional Cofre de Perote. Sin embargo, el deterioro ambiental, el cambio de uso del suelo y los bajos precios del mercado para los productos agropecuarios y la falta de estrategias exitosas gubernamentales han agudizado los problemas de conservación y bienestar social. La búsqueda de opciones para la restauración, uso y conservación de la biodiversidad son necesarias, pero para esto es imprescindible que estén fundamentadas con el conocimiento y saberes de los procesos ecológicos.

Los bosques son reconocidos por sus múltiples productos y servicios (leña, madera para la construcción, plantas y hongos comestibles y medicinales, almacenes de carbono, agua, ciclos biogeoquímicos y suelo, entre otros). Los principales bosques de la región del Cofre del Cofre de Perote son los bosques de coníferas (con varias especies de pinos y dos oyamel) y en algunos áreas (descendiendo hacia los municipios de Xalapa, Xico, Banderilla y Coatepec, entre otros), se localizan los bosques mesófilos de montaña. El bosque mesófilo de montaña ocupa menos del 1% y es el más biodiverso por unidad de superficie de los bosques del país (Rzedoski 1978, Challenler 1988).

La facilitación es un proceso sucesional de interacción de especies de plantas donde una facilita o favorece la incorporación de otra planta de diferente especie, es decir cuando ocurre un disturbio se liberan recursos, se establecen las especies pioneras quienes modifican el ambiente (lo hacen menos extremos) y facilita la incorporación de especies tolerantes a la sombra (Connel y Slatyer, 1977; Sánchez-Velásquez, 2003). Entender los procesos de la sucesión, es fundamental para los programas de restauración y proyectos silvícolas. La silvicultura es el manejo de los procesos de la sucesión (Baker, 1950).

En este capítulo presentaremos una síntesis de algunos de los trabajos que hemos realizados en la región del Cofre del Perote, Veracruz, la mayoría publicados (ver bibliografía); incluimos bosques de pinos, oyamel y mesófilo de montaña. Las preguntas y objetivos que nos hemos planteados en los bosques y plantaciones de pinos son:

- 1) ¿Son necesarias las plantaciones de pinos para la restauración o es suficiente la regeneración natural in situ? El objetivo de este estudio fue comparar el número de individuos por hectárea y la tasa anual de crecimiento entre las comunidades de pinos procedentes de las plantaciones forestales versus la regeneración natural en sitios con diferentes condiciones de manejo (con y sin reforestación) y a su vez con dos condiciones de exclusión (con y sin ganado vacuno).

- 2) ¿Tienen las plantaciones, de *Pinus* y *Liquidambar*, el potencial de generar un proceso de facilitación para el establecimiento de las especies en peligro de extinción del bosque mesófilo de montaña?. El objetivo de este fue buscar evidencias sobre este proceso de facilitación y explorar con algunos experimentos en campo plantando plántulas de *Magnolia dealbata* y dos especies de *Quercus* bajo el dosel de *Pinus* y *liquidambar* y en áreas abiertas.

En los estudios del bosque de oyamel nos hemos hecho las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cómo contribuyen los claros del dosel de los bosques de *Abies religiosa* a su regeneración natural? La hipótesis fue, debido a que el dosel de estos bosques es muy cerrado, esperamos que su regeneración sea significativamente mayor en los claros del dosel que en el sotobosque.
- 2) ¿Es el arbusto *Bacharis conferta* una especie nodriza o facilitadora para el establecimiento de plántulas de *Abies religiosa*? Nuestra hipótesis fue, si *A. religiosa* es una especie tolerante a la media sombra, entonces la cobertura de *Bacharis conferta* aumentará el supervivencia y crecimiento de las plántulas de *A. religiosa* en comparación a las áreas abiertas.
- 3) ¿Existen diferencias en los atributos de crecimiento y supervivencia entre arbolitos de la misma especie y diferentes especies de *A. religiosa* y *A. hickeli*? El objetivo fue buscar árboles plus para producir árboles de navidad que nos permitan un acercamiento para encontrar árboles elite para la producción de árboles de navidad.

Dentro del bosque mesófilo de montaña con el tema de restauración nos hicimos las siguientes preguntas:

- 1) ¿Son las dos especies de estados sucesionales tempranos, *Alnus acuminata* and *Trema micrantha*, especies facilitadoras para el establecimiento de dos especies sucesionales intermedias *Juglans pyriformis* y *Quercus insignis* y la especie de estados sucesional tardío *Oreomunnea mexicana*?

## MÉTODOS Y LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

A continuación describimos, para cada uno de las preguntas señaladas anteriormente, los lugares donde se llevaron a cabo los estudios y se describirán de acuerdo a su número progresivo.

- 1) Se localizaron ocho sitios adyacentes a fragmentos de bosques de pino, previamente deforestados por incendios ocurridos entre ocho y diez años atrás, con diferentes condiciones de regeneración, reforestación y exclusión del ganado vacuno. Todos los sitios se encuentran en los

municipios de Las Vigas de Ramírez y Acajete del Estado de Veracruz, México, en la región del Cofre de Perote. Se registró el número de individuos (regeneración natural y plantados) y su edad (contando el número de verticilos) (Pensado-Fernández et al., 2014).

- 2) Se hizo una revisión de literatura sobre el tema y se explica un experimento llevado a cabo en los alrededores de la ciudad de Xalapa y Banderilla, Veracruz, y los avances de otra experimento llevado a cabo en las faldas del Cofre de Perote. Se comparó la supervivencia y crecimiento de plántulas del bosque mésofilo (*Magnolia dealbata*, *Quercus*

*germana* y *Q. xalapensis*) creciendo bajo el dosel de *Pinus* y *Liquidámbar* versus plántulas creciendo en áreas abiertas (Ramírez-Bamonde et al., 2005).

3), 4) y 5) Se realizaron en el Parque Nacional Cofre de Perote, dentro del ejido El Conejo, Veracruz, México, localizado a 19° 31' 54.5" N y 97° 09' 14.8" O. Para el estudio 3, se eligieron claros del dosel del bosque y se comparó, su tamaño del respectivo claro, con la regeneración bajo el dosel elegido al azar; se registró el tamaño del claro, número de arbolitos y su edad (Lara-González et al., 2009). Para 4 se eligieron dos sitios abiertos y dos sitios con *Bacharis conferta*, en cada uno se sembraron plántulas de *A. religiosa* y durante dos años se registró la supervivencia y crecimiento en altura y diámetro (Sánchez-Velásquez et al., 2011). En el estudio 5, se eligieron diez individuos vigorosos y dominantes de *Abies religiosa* y diez *A. hickelii*; se colectaron diez conos de cada uno, se sembraron sus semillas en invernadero, posteriormente se sembraron las plántulas en campo y se evaluó la supervivencia y crecimiento en un periodo de cuatro años (Sánchez-Velásquez inédito).

- 3) Se realizó en Plan de San Antonio, municipio de Coatepec y San Pedro Buenavista, del municipio de Acajete, ambos en las faldas del Cofre de Perote en el estado de Veracruz. Se realizaron dos plantaciones de *A. acuminata* y dos de *T. micranta*, dos años después se sembraron las especies sucesionales intermedias y la tardía (*Juglans pyriformis*, *Quercus insignis* y *Oreomunnea mexicana*, respectivamente). También se sembraron plántulas de estas especies sucesionales en dos áreas abiertas (control). Se registró la supervivencia, altura y diámetro durante un periodo de cuatro años (Avendaño-Yáñez et al., 2014).

## RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados, para cada uno de los estudios realizados, de acuerdo a la misma enumeración contenida en los métodos.

- 1) Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ) en la tasa anual de crecimiento de la altura, en el diámetro basal del tallo y en el diámetro promedio de cobertura entre arbolitos de las plantaciones vs. la regeneración natural y entre las dos condiciones de con y sin exclusión de ganado. El número de individuos establecidos por hectárea fue significativamente mayor en la regeneración natural con exclusión de ganado ( $1,380 \pm 120$  y  $1,130 \pm 130$ ) que en aquella sin exclusión ( $430 \pm 250$ ), y en las plantaciones forestales con o sin exclusión de ganado ( $995 \pm 90$  y  $455 \pm 125$ , respectivamente;  $P < 0.0001$ ).
- 2) Se ha evidenciado que bajo el dosel de muchas plantaciones forestales del género *Pinus* se incorporan, de manera natural, especies nativas incluyendo algunas en peligro de extinción. Este proceso de incorporación (facilitación), puede ser usado como una oportunidad para crear modelos sucesionales en proyectos de restauración y reintroducción de especies. El experimento realizado, es decir donde se sembraron plántulas del bosque mesofilo de montaña bajo el dosel de dos plantaciones de *Pinus*, dos plantaciones de *Liquidambar* y dos áreas abiertas, demostró después de un año, que la supervivencia de plántulas, y las tasas de crecimiento en altura y diámetro de la base, fueron significativamente diferentes entre tratamientos y especies ( $p < 0.05$ ). Los resultados sugieren que el establecimiento de *Magnolia dealbata* es facilitado bajo el dosel de *Pinus* y *Liquidambar*, mientras que para *Quercus germana* y *Q. xalapensis* se observó el proceso de tolerancia. Los resultados permitirán identificar estrategias de rehabilitación del bosque mesofilo de montaña en México.

- 3) La edad promedio de los claros fue  $7.61 \pm 1.86$  año. El tamaño promedio de los claros fue  $66 \pm 42.8$  m<sup>2</sup>. Los claros más comunes fueron de tamaño intermedio (44-88 m<sup>2</sup>). Las plántulas de *A. religiosa* y de *Pinus montezumae* fueron las únicas observadas en los claros o en el sotobosque. El número de plántulas fue mayor en claros que en sotobosque ( $P < 0.001$ ). El número promedio de plántulas en los claros fue  $4,430 \pm 596$  por ha (*A. religiosa*, 95.7% y *P. montezumae*, 4.3%), mientras que en el sotobosque fue  $993 \pm 316$  por ha (*A. religiosa*, 99% y *P. montezumae*, 1 %). Hubo una relación significativa entre la edad de los claros y el número de plántulas de *A. religiosa* ( $R=0.62$ ,  $P < 0.001$ ).
- 4) Después de tomar registros durante dos años, se encontró que la supervivencia de *A. religiosa* no fue significativamente diferente bajo las dos condiciones contrastantes (65% con *Bacharis conferta* y el 55% en área abierta, ni hubo interacción significativa entre los años, las condiciones contrastantes y parcelas experimentales ( $G2 = 0.01$ ,  $P > 0.91$ ). Sin embargo, la altura y la cobertura si fueron significativamente mayor bajo el dosel *B. conferta* ( $t = 3,614$ ,  $P < 0,001$  y  $t = 2,910$ ,  $P < 0,001$ , respectivamente) que en el área abierta, pero no en términos del diámetro de la base del tallo ( $t = 0,689$ ,  $P > 0,49$ ).
- 5) La progenie de dos árboles plus, uno de *Abies religiosa* y otro de *A. hickelii* fueron significativamente superiores en supervivencia (70 y 75.5%, respectivamente), diámetro promedio de la base ( $1.057 \pm 0.046$  y  $0.981 \pm 0.04$  cm, respectivamente) y de la cobertura ( $595.19 \pm 73.01$  y  $581.84 \pm 77.87$  cm<sup>2</sup>, respectivamente) (en todos los casos  $P < 0.05$ ). No hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el crecimiento en altura entre especies, árboles padre y la interacción especie-árbol padre.
- 6) La supervivencia de las tres especies objetivo (*Juglans pyriformis*, *Quercus insignis* y *Oreomunnea mexicana*, respectivamente) fue significativamente mayor bajo la cobertura de *A. acuminata* y *T. micrantha* en comparación con la plántulas creciendo en las áreas abiertas. Casi todas las tasas de crecimiento anual (cobertura, diámetro y altura) no fueron diferentes (bajo el dosel de *A. acuminata* y *T. micrantha*), en relación con los tratamientos (bajo el dosel vs. zonas abiertas) y las especies (especies objetivo).

## CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que la regeneración natural de pinos in situ es una opción adecuada para la rehabilitación ecológica en terrenos degradados, especialmente si están protegidos del ganado, en comparación con las plantaciones forestales.
- 2) El sistema de reforestación sucesional *Pinus* o *Liquidambar* y la posterior siembra de plántulas de *Magnolia dealbata*, puede ser una alternativa para de reintroducción. Mientras que *Quercus germana* y *Q. xalapensis* tienen el potencial para ser utilizadas en proyectos de restauración tanto para áreas abiertas o bajo el dosel; son potenciales para ser usadas para conectar o hacer corredores entre bosques fragmentados.
- 3) La regeneración de *A. religiosa* es más exitosa en los claros que en el sotobosque. La regeneración de *Pinus montezumae* en los claros fue menor que la de *A. religiosa*. Para el manejo de estos bosques, se podría probar la técnica de selección de árboles, escogiendo árboles grandes para generar condiciones de regeneración y garantizar una producción sustentable de madera o árboles de Navidad.
- 4) Se concluye que *Bacharis conferta* promueve el crecimiento de las plántulas de *A. religiosa*, de igual manera al no desmontar (quitar los arbustos de *B. conferta*) se reducen los costos para las plantaciones comerciales o plantaciones orientadas hacia restauración.

- 5) Se concluye que, de los 20 individuos evaluados, dos árboles de ellos (árboles plus) podrían usarse como semilleros y explorar, con estudios moleculares las diferencias genéticas o algún marcador genético asociado a éstos individuos para demostrar si son o no árboles elite.
- 6) La supervivencia de las especies objetivo (*Juglans pyriformis*, *Quercus insignis* y *Oreomunnea mexicana*) en este experimento, sugiere fuertemente que las plantaciones de especies de sucesión temprana (*A. acuminata* y *T. micrantha*) facilitan el establecimiento de árboles sucesionales intermedios y tardíos de la sucesión, por lo que representan una prometedora estrategia para la restauración del bosque mesófilo de montaña.

## **AGRADECIMIENTOS**

Estos trabajos fueron financiados por los fondos SEP-CONACYT Ref. 083060, el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) de la Secretaría de Educación Pública, el Fondo CONACYT SNI-Estudiantes Clave 104598, SEP-CONACYT Ref. CB- 2010-0-156053, Fondos Sectoriales CONAFOR-CONACYT (Ref. 2002-C01-6163) y la Fundación PRODUCE-Ver (PRODU-VER).

## BIBLIOGRAFÍA

- Avendaño-Yáñez, M.L., L.R. Sánchez-Velásquez, J.A. Meave y M.R. Pineda-López . 2014. Is facilitation a promising alternative for cloud forest restoration? *Forest Ecology and Management*. 329: 328-333. DOI 10.1016/j.bbr.2011.03.031.
- Baker, F.S. 1950. *The Principles of Silviculture*. McGraw-Hill, New York. 414 pp.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Agrupación Sierra Madre, S.C. México, D.F.
- Lara-González R., L.R. Sánchez-Velásquez, J. Corral-Aguirre. 2009. Regeneration of *Abies religiosa* in canopy gaps versus understory, Cofre de Perote National Park, México (bilingüe). *Agrociencia* 43(7): 739-747.
- Pensado-Fernández, J.A., L.R. Sánchez-Velásquez, M.R. Pineda-López, F. Díaz-Fleischer. 2014. Plantaciones forestales vs. regeneración natural in situ: el caso de los pinos y la rehabilitación en el Cofre de Perote. *Botanical Sciences* 92(4): 617-622.
- Ramírez-Bamonde, E., L.R. Sánchez-Velásquez y A. Andrade-Torres. 2005. Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments. *New Forests* 30: 95-101.
- Rzedowsky J. 1978. *La vegetación de México*. México: Limusa.
- Sánchez-Velásquez, L.R., D. Domínguez-Hernández, M.R. Pineda-López, R. Lara-González. 2011. Does *Baccharis conferta* shrub act as a nurse plant to the *Abies religiosa* seedling? *The Open Forest Science Journal* 4(1): 49-52.
- Sánchez-Velásquez, L.R. Ma. R. Pineda-López, J. Galindo-González, J.L. Zúñiga-González y F. Díaz-Fleischer. 2009. Opportunity for the study of critical successional processes for the restoration and conservation of mountain forest: the case of Mexican pine plantations. *Interciencia* 34(7): 518-522. ISSN 0378-1844.



# Programa de educación ambiental y restauración forestal en el área natural protegida del Cofre de Perote

Sergio Madrid y Enrique Trujillo

Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la concienciación ecológica se enfoca al cuidado del ambiente y al uso racional del patrimonio natural, especialmente entre los dueños y poseedores de estos recursos, transmitiendo un sentido de responsabilidad y ética en su restauración y conservación. Sin embargo, se requiere de un mejor desarrollo de capacidades que ayuden a comprender los fenómenos que acontecen en el mundo, su dinámica y la creación de recursos utilizables por el hombre.

### Los trabajos aquí descritos han sido financiados por PEMEX y COPEXA

El Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos “PEMEX” y sus Organismos Subsidiarios 2013-2017 define el rumbo para cumplir con el mandato de creación de valor y alcanzar la sustentabilidad operativa y financiera en el mediano y largo plazo. Impulsando sus líneas de crecimiento, eficiencia operativa, responsabilidad corporativa y modernización de la gestión, impulsando con ello el “Mejorar el desempeño ambiental, la sustentabilidad del negocio y la relación con las comunidades”

La Concesionaria Autopista Xalapa-Perote S. A de C.V. “COPEXA” en cumplimiento a las condicionantes de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), se requirió llevar a cabo acciones de reforestación, restauración y conservación de suelos preferentemente en una Área Natural Protegida (ANP) cercana al proyecto de libramiento, todo ello con el objeto de aumentar la cobertura vegetal, así como promover la recuperación de la estructura y dinámica de los diferentes componentes del sistema ambiental, que permitieran la continuidad de los procesos naturales, a través de acciones para minimizar los impactos ambientales negativos generados por la construcción de los citados proyectos.

Las zonas boscosas de las Áreas Naturales Protegidas (ANP’s) Cofre de Perote y Pico de Orizaba producen la mayor parte del agua que satisface las necesidades para el consumo humano, la agricultura y la industria, tanto en forma regional como municipal y local. Los bosques ayudan a la formación y protección del suelo, son el hábitat de la fauna silvestre y manejados técnicamente, representan una importante fuente de ingresos económicos para sus dueños y poseedores.

No obstante los esfuerzos realizados por el Gobierno del Estado y la Federación en sus acciones de restauración, se estima que aún existen 1,100 hectáreas perturbadas en la ANP Cofre de Perote, sin considerar la superficie en la ANP Pico de Orizaba.

Siendo estas acciones congruentes con las políticas públicas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas “CONANP”, se debe mencionar que el concepto de restauración aquí empleado utiliza una perspectiva a nivel del paisaje, ello significa que las decisiones de restauración para un área específica se ajustan a los objetivos globales de esa escala. Se trata de

un proceso de colaboración donde participan diversos grupos interesados quienes deciden de manera colectiva cuáles son las opciones más apropiadas desde el punto de vista técnico y socioeconómico para la restauración, sin que se busque necesariamente llevar al bosque a su estado original, por los ciclos productivos.

## OBJETIVOS

- Realizar procesos de restauración y protección del territorio forestal del Parque Nacional Cofre de Perote, que permitan conservar los ecosistemas naturales y mejorar el desempeño de las cuencas hidrográficas.
- Mitigar y compensar los efectos ambientales derivados de la ejecución del proyecto "Manifiesto de Impacto Ambiental de la Autopista Perote Xalapa en sus etapas I, II y III en el Estado de Veracruz", en áreas pertenecientes al Parque Nacional Cofre de Perote.
- RESULTADOS
- Recuperación de los ecosistemas forestales con enfoque de Cuenca "de arriba hacia abajo y áreas compactas" en 1,189 hectáreas a partir de un proceso de planeación estratégica basada en toma de decisiones con 6 ejidos, pertenecientes a 4 municipios, y son los siguientes:

ANP del **Cofre de Perote**, los municipios de Ayahualulco, Perote y Xico, Las Vigas del Estado de Veracruz

- Producción y mantenimiento de 1,250,000 plantas de *Pinus hartwegii*, para su establecimiento dentro de las metas del Programa de Restauración, realizado dentro del periodo de lluvias.
- Establecimiento de 1,189 hectáreas de reforestación, misma que se realizaron en cada uno de los inicios de temporada de lluvias para un mejor éxito de prendimiento, el cual ha sido evaluado por diversas instancias y está en el 79% de sobrevivencia.
- Acomodo de material vegetal muerto y presas de tronco en 907 hectáreas con un promedio de 75 metros cúbicos de madera por hectárea, en trazos de hileras de 1.20 m y a una distancia de 10 m entre línea y línea por la disponibilidad de material vegetal, disminuyendo así la incidencia de incendios forestales y la dispersión de plagas forestales, además de permitir más rápida la regeneración natural y los procesos de revegetación "reforestación". Lo que nos da una contribución a la restauración por los incendios forestales en la ANP **Cofre de Perote**, esta área afectada en 1998 no había sido intervenida y representaba un enorme riesgo de nuevos incendios y plagas.
- Apertura de 289 kilómetros de brecha cortafuego para contribuir a la protección de más 1,800 hectáreas de cobertura vegetal de reforestación y regeneración natural de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*.
- Podas forestales en 419.5 hectáreas en arbolado renuevo, joven y adulto para la protección contra incendios forestales y el aumento de la productividad.
- Apertura de zanjas trinchera o tinas ciegas en 531 hectáreas, a una baja densidad de apertura de obras, con fines solos de recarga de mantos acuíferos y retención de sedimentos.
- Cercado de protección de áreas bajo restauración de 25 kilómetros, con alambre de púas, para contener el paso de ganado a áreas reforestadas.

- Realización de presas de piedra acomodada con 700 m<sup>3</sup>, en 15 hectáreas, para la retención de sedimentos y estabilización de cárcavas.
- Realización de 35 presas de troncos con el acomodo de 4,712 m<sup>3</sup> de madera, para la retención de sedimentos y estabilización de cárcavas.
- Desarrollo de capacidades basadas en la participación de más de 580 ejidatarios y vecindados de las ANP en referencia, involucrando a los actores locales “mujeres, niños, jóvenes y adultos”, así como las autoridades locales.
- Generación de 102,307 jornales con 720 beneficiarios directos o involucrados; considerando que el promedio de habitantes por familia en estas regiones es de cuatro, se tiene que los beneficiarios indirectos ascienden a 2,880. Además, hubo el acompañamiento de dos técnicos y una coordinación a los 6 ejidos involucrados en acciones de restauración integral **“más que una reforestación”** considerando la reforestación y otras acciones de manejo como son: acomodo de material vegetal muerto, brechas cortafuego, podas forestales y presas de piedra acomodada, en una superficie total de 1189 hectáreas de restauración integral.
- Contribuir a bajar la incidencia de la tala clandestina en el área protegida del Parque Nacional **Cofre de Perote**, a partir de la generación de alternativas de restauración forestal integral, aunque en el municipio de Ayahualulco, se siga dando este problema.
- Coordinación institucional con diversos actores como Gobierno del Estado de Veracruz a través de la Secretaria de Medio Ambiente SEDEMA y la Secretaria de Desarrollo Social SEDESOL, La Universidad Veracruzana UV, y sobre todo La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, como responsable del Parque Nacional.

## ÁREA DE TRABAJO

Las Áreas Naturales Protegidas “ANP” constituyen el instrumento total en la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecológicos; representan la posibilidad de reconciliar la integridad de los ecosistemas, que no reconocen fronteras político-administrativas, con instituciones y mecanismos de manejo sólidamente fundamentados en la legislación.

La declaratoria, manejo y administración de áreas naturales protegidas ha ido revelando con el tiempo dimensiones y potencialidades que refuerzan su capacidad como instrumento de política ecológica. Por una parte, generan una matriz territorial para iniciativas de conservación y desarrollo sustentable, en la cual es posible armonizar políticas y esquemas de regulación, dada la solidez de las bases jurídicas que la soportan; por otro lado, en su manejo y administración concurren distintos sectores de la sociedad local, regional y nacional, lo que ofrece la oportunidad de fortalecer el tejido social y de construir nuevas formas de participación corresponsabilidad.

Las ANP son áreas que conservan la diversidad biológica y los procesos naturales en su estado original. Entre sus funciones se pueden citar las siguientes:

- Conservación de la biodiversidad
- Conservación de los procesos naturales
- Conservación del suelo
- Conservación de cuencas hídricas
- Conservación de pautas culturales
- Creación de sitios para el desarrollo turístico

- Creación de sitios para la educación ambiental
- Provisión de elementos y procesos para el desarrollo de investigaciones científicas

Considerando la experiencia de trabajo del CCMSS, las recomendaciones de las evaluaciones externas, el impacto de las obras en las cabeceras de cuenca y la disponibilidad de áreas compactas se contemplaron acciones en:

Parque Nacional Nahucampatepetl El decreto del PNCP, publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 4 de mayo de 1937, establece que a partir de los 3,000 metros sobre el nivel del mar "msnm" y hasta la cima, en una superficie de 11,700 hectáreas, lo que es considerado como Área Natural Protegida (Figura 1). Este decreto obedece a la importancia hidrológica - climática de la montaña y la necesidad de protección de la flora y fauna silvestre que justifican su conservación y ameritan el aprovechamiento del potencial turístico como fuente de recursos para los pueblos ahí asentados, así como para el disfrute de toda la nación. En dicha ANP, se trabajó en los municipios y ejidos de: Municipio de Ayahualulco (Los Altos – La Toma), Municipio de Xico (Paso Panal, Carabinas y Tembladeras), Municipio de Perote (El Conejo), Y las Vigas dentro de la Reserva de San Pedro del Monte, del Estado de Veracruz.



Figura 3. Poligonal Parque Nacional Cofre de Perote.

### Orientación, enfoque de la restauración

De acuerdo con el artículo 3 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, las Áreas Naturales Protegidas son "las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas...".

Todas las acciones se desarrollaron con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en referencia al Artículo 50 y Artículo 5 inciso S, inciso b) de su reglamento en vigor, todo ello como marco jurídico considerado en el Programa de Educación y Restauración Forestal para el presente ciclo.

Desde la aplicación de los recursos en su primera etapa hasta esta cuarta etapa, se ha impulsado la restauración forestal hacia otras actividades de apoyo y consolidación de la Restauración que se han denominado como "Otras Acciones de Manejo, Protección y Restauración Forestal y de Suelos", por lo que se incluye, entre otras acciones, la reforestación como acción principal, apoyada por acciones de manejo como son acomodo de material vegetal muerto, construcción de presas de troncos, apertura de brechas cortafuego, podas forestales y mantenimiento a la producción de planta para el presente ciclo de plantación, todo ello con un enfoque de desarrollo de capacidades a los involucrados y con un sustento en los ejes de:

**Gestión**, contemplándose los mecanismos de Coordinación con sectores involucrados como CONANP, SEMARNAT, PROFEPA, CONAFOR y Gobierno del Estado.

**Social**, respetando y adaptándose a las formas de organización de los ejidos y comunidades, la sensibilización con los beneficiarios, el fomento de la cultura de la restauración, y el grado de percepción de los beneficiarios en referencia a esta ardua labor.

**Económico**, contar con esquemas menos burocráticos, que permitieran la aplicación de los recursos en forma oportuna y flexible.

**Biológico**, el conocer la zona de trabajo, interpretar el ciclo de las especies y el manejo del hábitat.

**Ambiental**, el conocer e interpretar los tipos de suelos, afectaciones y alternativas de manejo para el fomento de la restauración.

**Técnica**, contemplando la selección de métodos y técnicas a aplicar en la restauración forestal, contribuir con el acompañamiento para el desarrollo de capacidades en los beneficiarios involucrados en procesos de restauración, transparencia tecnología y sobre todo la evaluación y seguimiento.

## CONCLUSIONES

1. Dar seguimiento al enfoque de cuencas en las ANP Cofre de Perote, como área prioritaria de atención integral para el desarrollo de las acciones de restauración en áreas compactas, cuyos productos están propiciando la generación de servicios ambientales, que deberán ser evaluados para reflejar el impacto.
2. Dar seguimiento al impulso en la toma de decisiones mediante la planeación estratégica con los beneficiarios del Programa de Restauración.
3. Reforzar el involucramiento de las autoridades ejidales – locales para conocimiento y evaluación de obras, así como al personal de nueva asignación y representación de la CONANP como responsables de las Áreas Naturales protegidas, con el fin de conocer y validar las acciones de dichas acciones, además de realizar la búsqueda de la Coordinación Institucional.
4. Seguir fortaleciendo el impulso del beneficio económico a los pobladores participantes en los programas, que ha sido de gran impacto en la economía familiar, sobre todo en esta etapa donde se consolidaron grupos de trabajo y en el que han sido los beneficiados involucrados por más de 8 meses de trabajo por cada etapa.
5. Seguir contribuyendo en la generación de mezclas de los recursos para el impulso de acciones en materia de prevención que pasar a una etapa de Restauración.

6. Dar seguimiento por parte de CONANP, como área responsable de cada una de las Anuencias de obras en su cumplimiento y aplicación de recursos – acciones, para una evaluación real del impacto y contribución en la Protección, Conservación y Restauración.
7. Dar seguimiento a los esquemas de difusión de los trabajos considerados en el Programa de Restauración Forestal.

# La restauración de las comunidades vegetales del Parque Nacional Cofre de Perote: la experiencia de Pronatura Veracruz

Jerónimo Vázquez-Ramírez, Elisa Peresbarbosa-Rojas, Eduardo Cota-Corona, Paloma Mejía, Edgar E. Magdaleno, Manuel Martínez-Peña, Adriana Zepeda-Fitta, Belisario Quinto-Chontal, J. Isidro Marín

Pronatura Veracruz, A.C.

## INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP) se encuentra en una de las regiones con mayor densidad de población del estado de Veracruz con aproximadamente 100 hab/km<sup>2</sup>, lo que supera la media nacional en regiones forestales (INEGI, 2010). Este aspecto genera una fuerte presión sobre sus recursos naturales, lo que ha ocasionado la disminución y la fragmentación de su vegetación. En 2008, el 53% de la superficie del parque estaba desprovista de cobertura boscosa la cual había sido sustituida por tierras para cultivos anuales o pastizales causados por la tala y el pastoreo (Vázquez-Ramírez, 2008).

Ese panorama ponía en riesgo los servicios ambientales que estos bosques proporcionan a la zona central de Veracruz como la regulación del clima, el abasto de agua y la mitigación al cambio climático. Con la finalidad de recuperar los bosques de este parque y mantener los servicios ambientales que proporcionan, a finales de la década pasada, diversas dependencias de gobierno, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas comenzaron un esfuerzo sin precedentes realizando actividades de conservación y restauración en zonas susceptibles de acuerdo al entonces borrador del Programa de Manejo del PNCP (CONANP, 2009).

Pronatura Veracruz fue parte de los interesados en recuperar los bosques del parque, por lo que durante los últimos años ha venido realizando acciones tendientes a la restauración de los ecosistemas teniendo como marco principal el Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua.

## EL PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACIÓN Y COSECHA DE AGUA EN EL PARQUE NACIONAL COFRE DE PEROTE

El Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua se ha ejecutado desde 2008 bajo un convenio de colaboración firmado por la Fundación Coca-Cola, la Comisión Nacional Forestal y Pronatura México A.C. El objetivo de este programa es la recuperación de bosques, selvas y humedales en sitios estratégicos del país para la continuidad del ciclo hidrológico.

Durante ocho años se ha logrado realizar acciones encaminadas a la restauración ecológica en 57,565.86 hectáreas en los 31 estados de la República Mexicana. En el estado de Veracruz, Pronatura Veracruz es quien se ha encargado de ejecutar los trabajos en campo los cuales han sido realizados principalmente en predios ubicados en los Parques Nacionales Cofre de Perote, Pico de Orizaba, Cañón de Río Blanco, Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, el sitio Ramsar Humedales de Alvarado y sus áreas de influencia.

En el caso particular del PNCP, se ha impactado de forma directa en el 13.25% de la superficie total de esta ANP mediante la reforestación de 1,528.8 hectáreas (Tabla 1 y Figura 1). Las especies utilizadas son árboles y pertenecen en su totalidad a la familia botánica Pinaceae entre las que destacan por el alto número de plantas establecidas: *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Pinus*

*montezumae*, *Pinus patula* y *Pinus pseudostrobus*. Todas distribuidas naturalmente la zona y establecidas de acuerdo al tipo de vegetación en el que se ha trabajado.

**Tabla 1.** Distribución por municipios de los sitios con trabajos del Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua en la zona del Parque Nacional Cofre de Perote entre el periodo de 2008-2014.

MUNICIPIO	DENTRO DEL PNCP	ZONA DE INFLUENCIA	TOTAL
Ayahualulco	363.6	10.3	373.9
Ixhuacán de los Reyes	346.7	41.0	387.7
Perote	480.5	0.0	480.5
Xico	337.6	3.0	340.6
<b>Total</b>	<b>1,528.5</b>	<b>54.3</b>	<b>1,582.8</b>

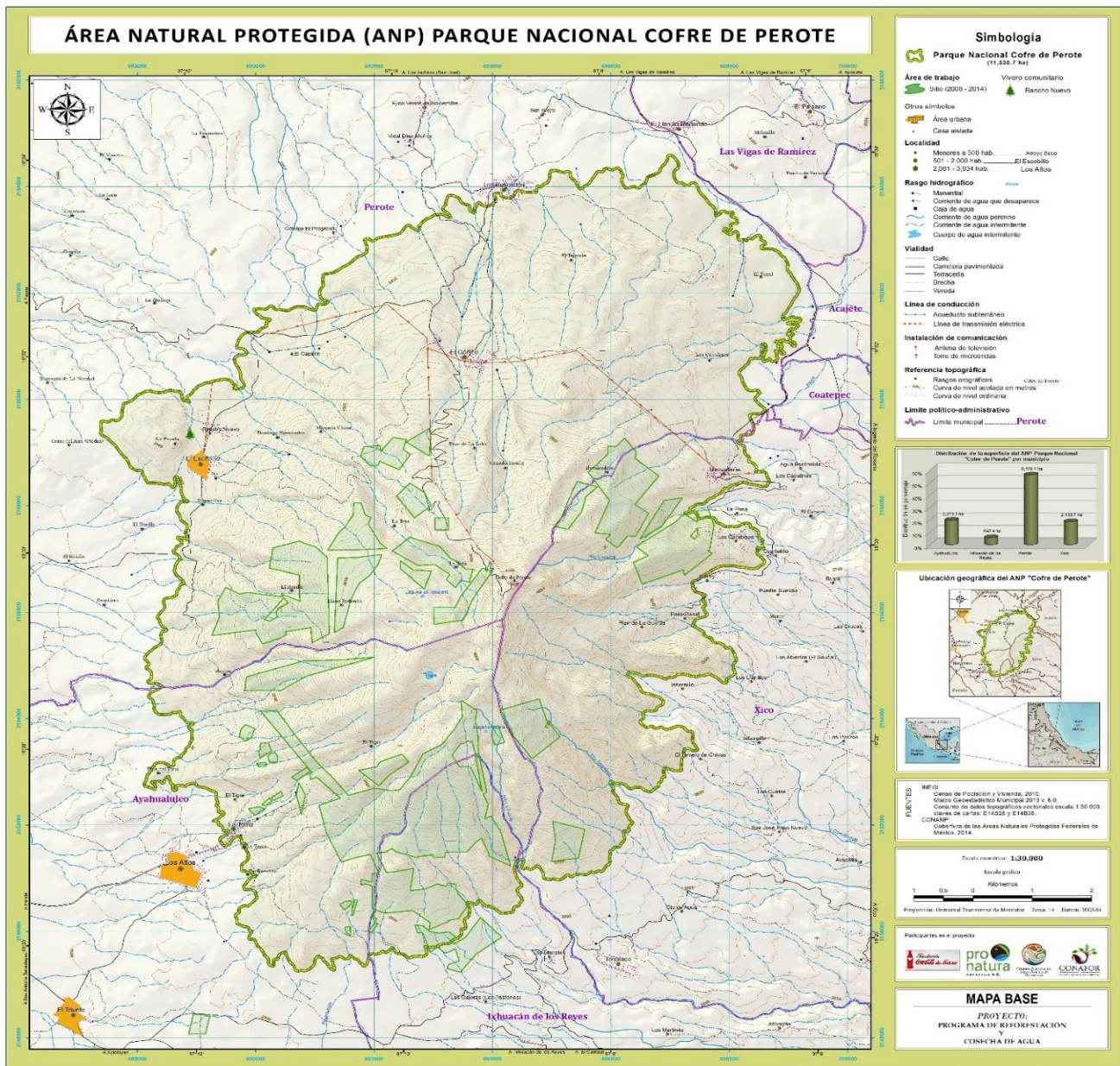
Una parte importante de este programa es el seguimiento que se les da a las áreas reforestadas mediante la elaboración de análisis de sobrevivencia y actividades de mantenimiento como son la reposición de planta muerta, fertilización, podas, reconfiguración de cajetes, rehabilitación de cercos y limpieza de brechas corta fuego. Con lo anterior se garantiza que las zonas trabajadas lleguen a consolidarse a largo plazo.

#### **LA PRODUCCIÓN DE PLANTA EN UN VIVERO COMUNITARIO**

Una de las necesidades identificadas por Pronatura Veracruz durante el desarrollo del Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua fue la del abasto específico y oportuno de planta para las reforestaciones. Considerando la necesidad de emplear planta de las especies adecuadas para cada uno de los sitios y que provengan de germoplasma colectado en la misma región del PNCP. Para lo anterior y con apoyo del mismo proyecto se creó el vivero forestal comunitario "San Marcos" ubicado en la comunidad de Rancho Nuevo, la cual se encuentra ubicada dentro de los límites del PNCP (Figura 1).



**Figura 1.** Sitios de trabajo del Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua en el Parque Nacional Cofre de Perote durante el periodo 2008-2014 y ubicación del vivero comunitario “San Marcos”.



Hasta la fecha el vivero ha producido cerca de 900,000 plantas de las siguientes especies: *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus cembroides* y *Pinus teocote*. Se han realizado acciones para que el vivero “San Marcos” sea sustentable, favoreciendo con ello la generación de una economía local que reste presión a los bosques.

## REFORESTAR NO ES RESTAURAR

Si bien la reforestación con planta de vivero es una de las actividades más importantes para la recuperación de los bosques, esta actividad no es lo mismo que realizar una restauración ecológica. Restaurar es intentar llevar mediante diversas técnicas un sitio degradado a un eco-

sistema clímax (Keenleyside *et al.*, 2012). La reforestación es parte de las acciones que engloban este último término.

El primer paso para realizar una restauración es identificar la perturbación y eliminarla (Keenleyside *et al.*, 2012). En el caso del PNCP, la mayoría de las veces esta perturbación fue causada por un incendio o tala seguida por pastoreo de ganado ovino-caprino y posteriores incendios para regenerar los pastizales. Lo anterior evitaba que la regeneración natural o las reforestaciones se establecieran de forma exitosa. Para romper este ciclo fue necesario proteger, mediante cercos y brechas cortafuego, los sitios donde se establecieron las reforestaciones (lo cual al mismo tiempo protege la regeneración natural) y realizar acciones de educación ambiental con la gente.

La reforestación con árboles ha sido la esencia del Programa de Reforestación y Cosecha de Agua y aunque las especies utilizadas son los componentes principales del dosel de los ecosistemas del parque, el establecimiento de una o dos especies de coníferas en grandes extensiones sin incentivar la regeneración de otros árboles, arbustos o hierbas se acerca más a crear un monocultivo o una plantación forestal que un bosque. Debido a lo anterior, en algunos sitios además de la reforestación con planta de vivero se han realizado otras acciones que ayuden a la recuperación integral de los bosques como: trasplante de regeneración natural, siembra directa de semillas, protección para la regeneración natural y apertura y mantenimiento de brechas cortafuego.

Lo anterior puede llegar a ser suficiente y la estructura original del ecosistema se recupera por la resiliencia de los propios sitios. Sin embargo, en lugares donde la perturbación ha sido intensa durante mucho tiempo, se deben realizarse acciones complementarias como el enriquecimiento a las reforestaciones mediante técnicas de transposición de suelo o siembra directa de especies útiles para la restauración ecológica.

## UN VIVERO DE DIVERSIDAD

En 2015, en marco del proyecto Conservación de Cuencas Costeras en Contexto de Cambio Climático coordinado por el Fondo Golfo de México, se instaló un vivero en los límites del PNCP donde se producirá diversidad. Especies que en ningún otro lado son producidas y que otorgan numerosos beneficios al proceso de restauración de los ecosistemas. Algunos ejemplos de lo anterior son especies fijadoras de nitrógeno en el suelo como *Alnus jorullensis*, especies nodriza para los pinos como *Baccharis conferta*, *Penstemon gentianoides* y *Lupinus montanus* o especies con frutos atractivos para la fauna como *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pungens*, *Prunus serotina*, *Rubus trilobus* entre muchas otras.

Estas especies serán establecidas en sitios previamente reforestados por el Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua, lugares donde se está recuperado parcialmente la estructura arbórea pero no la composición natural de los bosques. La finalidad es aumentar la riqueza florística y los servicios ambientales que esto conlleva.

Para realizar estas acciones es necesario contar con un sitio o ecosistema de referencia. Este ecosistema de referencia es generalmente un manchón o un continuo de vegetación cercano al que se quiere restaurar. Mediante un muestreo y un análisis se determina la mezcla de especies y densidades de cada una. Para lo anterior es muy útil utilizar el Índice de Valor de Importancia (IVI).

## **EL COMPONENTE SOCIAL DE LA RESTAURACIÓN**

Un importante componente de todas las actividades realizadas por Pronatura Veracruz en PNCP son las personas beneficiadas directamente mediante la generación de empleos en comunidades con un alto grado de marginación. Durante ocho años se han generado cerca de 500 empleos temporales en actividades relacionadas con la restauración ecológica de los bosques, destacando que estas personas viven en comunidades asentadas dentro del parque y que recibieron una capacitación técnica para desempeñar de buena forma los trabajos que realizaron.

El éxito de programas con fuertes componentes sociales, como son los ejecutados por Pronatura en el PNCP, depende del trabajo previo con las comunidades y el apropiamiento del proyecto por parte de las personas involucradas. Además, el entender los procesos por los cuales se generan problemáticas ha ayudado a fortalecer una sólida base social. Con el objetivo de identificar estos procesos y socializar los resultados obtenidos, se han realizado numerosos talleres con los grupos y comunidades con las que se ha trabajado.

Como resultado de estos talleres se han logrado identificar proyectos complementarios a los trabajos de restauración. En 2014, con apoyo de Coca-Cola y el INIFAP, se instaló el primer módulo del sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en la parte agrícola del PNCP con el objeto de incentivar alternativas de producción para la población local, disminuyendo así la presión sobre los bosques, la erosión del suelo y aumentando la captura de carbono. Se pretende que este sistema sea replicado rápidamente en toda la zona agrícola del parque.

### **Las dificultades y retos de trabajar en el Parque Nacional Cofre de Perote**

Los ecosistemas del PNCP son de gran importancia para el equilibrio hidrológico y climático de la zona central de Veracruz por lo que tienen una larga historia relacionada con esfuerzos de conservación, los cuales han sido casi siempre poco coordinados. Esta problemática quedó parcialmente resuelta con la incorporación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a la administración del parque en 2008 y la posterior publicación del Programa de Manejo. Sin embargo, el desconocimiento de quienes trabajan en esta área natural protegida y sus objetivos es grande.

Además, la sobreposición de polígonos de trabajo es una constante en toda la extensión del PNCP, en donde incluso se llegan a duplicar actividades, por lo que es necesario que exista una mayor coordinación y comunicación entre los distintos actores que interactúan en el parque siempre coordinados por la CONANP.

Los incendios forestales son un factor de riesgo frecuente, principalmente en los límites de la zona sur, en el área conocida como “El Llano de Aguasuelas”, donde durante la época de la sequía los pastores usan el fuego para reverdecer el pasto que sirve de alimento para el ganado y generalmente sale de su control invadiendo y quemando la vertiente sur de la montaña. Es urgente trabajar con las comunidades que utilizan esta área para sus actividades diarias o incluso pensar en elaboración de un plan de manejo integral del fuego en algunos sitios del parque para el adecuado uso, manejo y control de material inflamable.

## LITERATURA CITADA

- CONANP [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas]. 2009. Programa de Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote (Documento entregado para consulta pública). 120 p.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2010. Censo de Población y Vivienda. En línea. <http://www.inegi.org.mx/>
- Keenleyside, K.A., N. Dudley, S. Cairns, C.M. Hall, and S. Stolton. 2012. *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices*. Gland, Switzerland: IUCN. 120pp
- Vázquez-Ramírez, J. 2008. Propuesta de un programa de reforestación del Parque Nacional Cofre de Perote. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Ver., Mex. 60 p.

# Regeneración natural de *Pinus hartwegii* Lindl en áreas restauradas del Parque Nacional Cofre de Perote

Alejandro Quirino, C. Cecilia Acosta, Pascual Linares,  
Ana I. Suárez y Zoylo Morales

Facultad de Biología-Xalapa, UV

Los incendios forestales suponen un suceso perjudicial para los ecosistemas (White, 1979), sin embargo, esta idea no es absoluta, ya que se ha documentado la presencia de regeneración natural en las zonas afectadas por los incendios, a partir de semillas que necesitan del fuego para germinar (Douglass y Cumings, 1999; Friederici, 2003), por lo que bajo estas circunstancias es considerado como una perturbación que origina un cambio en los ecosistemas (Kaufmann *et al.*, 1994). Para México las especies que se reportan con adaptaciones al fuego son: *Pinus greggii*, *P. hartwegii*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. patula* y *P. oocarpa* (Rodríguez y Cruz, 2012). Particularmente, *P. hartwegii* presenta seis adaptaciones al fuego, una de ellas es la regeneración natural en sitios quemados (Rodríguez *et al.*, 2005).

Ésta especie es característica de las zonas más altas del Parque Nacional Cofre de Perote, donde en 1998 se suscitó un incendio que arrasó con la vegetación forestal (Secretaría de Protección Civil, 2013). Once años después, en el 2009, el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sustentable (CCMSS) inicia trabajos de restauración en el área incendiada. Estos consistieron en el acomodo de material vegetal muerto a curvas de nivel, apertura de tinas ciegas y reforestación, y reportó la presencia de regeneración natural de *P. hartwegii* en la zona (CCMSS, 2010). Por lo anterior, en el 2010 el Consejo decide incluir el manejo de la regeneración natural de la especie, como medida de restauración pasiva, para la recuperación de las áreas afectadas por el incendio (Trujillo, 2013; com. personal).

En este contexto, la restauración pasiva puede ser más exitosa que la reforestación, debido a que el renuevo procede del arbolado que ha quedado en pie, o de los bancos de semillas, y su adaptación al sitio, la densidad con que se presente y el crecimiento inicial pueden ser determinantes para que el ecosistema se recupere en el corto plazo (Madrigal *et al.*, 2004; Vargas *et al.*, 2010). En áreas que han sufrido incendios la regeneración natural de *Pinus pinaster* (Madrigal, 2005); *P. pseudostrobus* (Marroquín *et al.*, 2007); *P. oocarpa* (Cruz *et al.*, 2007) y *P. halepensis* (Ruano, 2011) entre otros, ha sido ampliamente estudiada, ya que constituye una alternativa de restauración de la vegetación forestal (Pensado, 2010).

Las características adaptativas que presenta *P. hartwegii* a las condiciones edáficas y climáticas que prevalecen en el Parque Nacional Cofre de Perote y al fuego, la hacen una especie promisoría para la restauración de las zonas afectadas por el incendio de 1998. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la viabilidad de la regeneración natural de *P. hartwegii* en dos áreas restauradas por el CCMSS en el Parque Nacional Cofre de Perote.



## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la regeneración natural de *P. hartwegii* en dos laderas con una superficie de 20 hectáreas cada una, localizadas en el Parque Nacional Cofre de Perote a una altitud de 3,400 msnm (Tabla 1).

La primera ladera con exposición Noreste (LNE) presenta suelo pedregoso, compacto, de textura migajón. La segunda ladera Noroeste (LNO) presenta suelo no compactado, de textura migajón arenoso y en el estrato herbáceo se registró la presencia de *Lupinus sp.*

**Tabla 1.** Localización y características edáficas de las laderas muestreadas en el PNCP.

Ladera	Localización		Horas luz/día	Textura			CO %	N %	Ca %	Mg %
	Latitud N	Longitud O		Arcilla %	Arena %	Limo %				
LNE	19°29'33.15"	97° 8'18.89"	10	9.08	60.92	30	13.8 4	0.6 9	1.4 6	1.5 7
LNO	19°29'49.58"	97° 7'44.39"	7	9.08	58.92	32	22.3 5	1.1 2	0.9 0	1.5 1

En cada ladera se realizó un muestreo no probabilístico por cuota en las áreas donde se observó regeneración natural. Se establecieron 20 sitios circulares de 100 m<sup>2</sup> (radio = 5.64 m) (Romahn de la Vega *et al.*, 1994) para abarcar una superficie equivalente a 0.2 ha.

En cada sitio se registró el número de renuevos, la altura medida del cuello del renuevo a la yema apical con un flexómetro; diámetro tomado en la base del renuevo con un vernier digital (Mitutoyo®), y edad mediante el número de verticilos en los renuevos.

Para evaluar la condición de la regeneración natural se siguió la metodología de Murillo *et al.*, (1997). Se registró: a) estado fitosanitario del renuevo = Sano (1); Aceptablemente sano (2) y Enfermo (3); b) bifurcación = bifurcadas (1) y no bifurcadas (2); c) daño mecánico = Sin daños visibles (1); Con daños visibles (2) estos datos se reportan en porcentaje. Así mismo se determinó la peso seco de la parte aérea/radicular (gr), siguiendo el procedimiento según Sáenz *et al.*, (2010) en 10 renuevos/ladera seleccionados al azar con alturas entre los 0.30 y 1.60 m.

Se aplicó un análisis ANOVA de una-vía entre las medias de altura y diámetro de las laderas. Para explorar el posible efecto de la exposición de las laderas sobre la altura y diámetro del renuevo se compararon las medianas mediante la prueba U de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ), con el software STATISTICA v7. El efecto de *Lupinus sp.*, sobre estas variables se analizó por medio de un análisis de regresión logística con el programa SPSS v.21. También se aplicó este mismo análisis considerando sólo el renuevo menor a 5 años bajo el siguiente modelo:

$$P_i = \frac{e^{-\alpha - \beta_0 x_i(\text{Altura}) + \beta_1 x_2(\text{Diámetro})}}{1 + e^{-\alpha - \beta_0 x_i(\text{Altura}) + \beta_1 x_2(\text{Diámetro})}}$$

Donde  $P_i$  es la probabilidad de que en presencia de *Lupinus sp.* el renuevo presente mayores alturas y diámetros.

El efecto de *Lupinus sp.* sobre el estado fitosanitario del renuevo se analizó con la prueba de ji-cuadrada de Pearson ( $\alpha = 0.05$ ; Gl 2).

A partir del peso seco de la parte aérea/radicular (gr) se estimó el Índice de Robustez (ER) y la Relación biomasa aérea/ radicular (RBA/R) (Sáenz *et al.*, 2010), con las ecuaciones:

**Ec. 1**  $IE = altura (cm)/diámetro en el cuello de la raíz (mm)$

**Ec. 2**  $RBA/R = biomasa aérea/biomasa radicular$

Con el número de renuevos/sitio se estimó la densidad (D) con la fórmula:  $D=ni/A$ , Dónde: D es la densidad de la especie *i*, *ni* es el número total de individuos de la especie *i* y A es la superficie total muestreada.

## RESULTADOS

La densidad de renuevo de *P. hartwegii* es mayor en la ladera NE en comparación con la ladera NO (Tabla 2). Es posible que esta diferencia se deba a la exposición de las laderas. De acuerdo a

Manzanilla *et al.* (1997), la exposición es muy importante para el establecimiento de la regeneración natural en algunas especies de pinos. En *P. michoacana* se encontró que la regeneración natural se estableció mejor en las exposiciones Zenital, Norte y Oeste. Alanís *et al.* (2012) reporta presencia de regeneración natural (50 individuos/ha) de *P. pseudostrobus* sólo en la exposición NE.

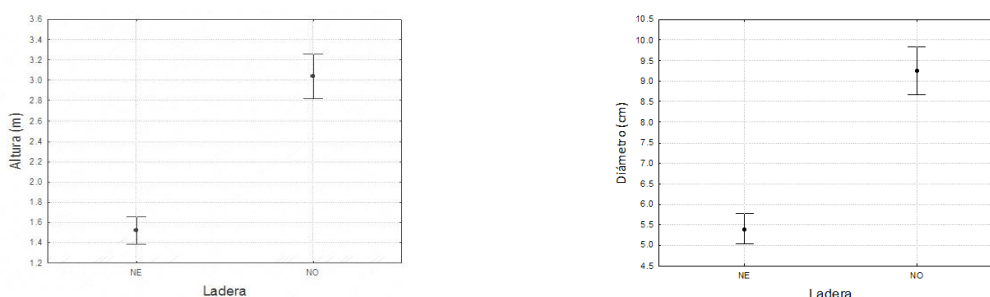
La densidad del renuevo encontrada resulta mayor a la reportada para *P. hartwegii* (440 individuos/ha) en zonas quemadas de un fragmento de bosque del municipio de Tepetlaoxtoc México (Acevedo, 2010) y para *Pinus* sp. en sitios con quemas controladas y sin quema (1357-1394 plantas/ha y 161 plantas/ha, respectivamente) en el paraje “El Rincón” de la Sierra de Tapalpa, Jalisco (Camacho, 1995). Así mismo resulta menor respecto a la reportada para *P. oocarpa* (8110 plantas/ha) en zonas quemadas en el bosque “La Primavera” Jalisco (Sánchez *et al.*, 2009). Para la misma especie Cruz *et al.* (2007) reporta 24.5 plántulas por 100 m<sup>2</sup> en sitios incendiados y un sólo individuo en el sitio testigo. En todos los casos la densidad de la regeneración natural se considera adecuada para la recuperación de la cubierta forestal, y se le atribuye al fuego la inducción de la germinación de las semillas.

La altura y el diámetro promedio del renuevo resultó ser mayor en la ladera NO (Tabla 2). Mediante el ANOVA una-vía se comprobó que existen diferencias significativas entre las laderas para las medias de altura ( $F_{(1, 564)} = 134.32, p=0.0000$ ) y diámetro ( $F_{(1, 564)} = 123.19, p = 0.0000$ ) del renuevo (Figura 1). De acuerdo a la prueba de Mann Whitney U ( $p < 0.05$ ) ( $p = 0.000000$ ), la exposición de las laderas no afecta a la altura y el diámetro del renuevo.

**Tabla 2.** Densidad, altura y diámetro de la regeneración natural de *P. hartwegii*.

Ladera	No. de renuevo	Densidad renuevo/ha	Altura (m)			Diámetro (cm)		
			Máx.	Promedio ± S	Mín.	Máx.	Promedio ± S	Mín.
LNE	407	2030	10	1.52 ± 0.07	0.07	19.88	5.24 ± 0.17	0.45
LNO	163	810	8.5	3.04 ± 0.10	0.22	27.06	9.26 ± 0.33	0.77

Así mismo, el análisis de regresión logística indica que la probabilidad (p) de un efecto de *Lupinus* sp sobre la altura y el diámetro son bajos. En renuevos con altura = 8.5 m y diámetro = 15.42 cm la probabilidad fue de  $p = 0.05$ . En renuevo de altura = 0.22m y diámetro = 1.2 cm la probabilidad resultó mayor ( $p = 0.18$ ). En renuevos menores a los 5 años la probabilidad también fue baja ( $p = 0.06$ ). No se encontró evidencia del efecto de *Lupinus* sp ni en la altura, ni en el diámetro de las plántulas. Lo que no sustenta la teoría de que *Lupinus* sp favorece el crecimiento de las plantas (Villar, 2003; Ramírez y Rodríguez, 2008).



**Figura 1.** Distribución de la altura y diámetro de la regeneración natural de *P. hartwegii* en las laderas Noreste (NE) y Noroeste (NO).

De manera comparativa el estado fitosanitario del renuevo en la ladera NO es mejor que en la ladera NE, y las plantas presentan menor daño mecánico, aunque el número de renuevo bifurcado es ligeramente mayor (Tabla 3). Hay evidencia de que el estado fitosanitario del renuevo es dependiente de la presencia de *Lupinus* sp.

**Tabla 3.** Estado físico y fitosanitario del renuevo de *Pinus hartwegii*.

Ladera	Estado fitosanitario			Bifurcados		Daño Mecánico	
	Sano	Aceptable	Enfermo	No	Si	Sin	Con
NE	60.9	35.4	3.69	92.1	6.9	97.8	2
NO	95.7	4.3	0	86.5	13.5	98.8	1.2

De acuerdo al Índice de Esbeltez (IE) la calidad de la planta es buena en ambas laderas, sin embargo, teniendo en cuenta la Relación biomasa aérea/radicular (RBA/R) en ambas laderas la calidad de la planta es mala (Tabla 4). Un valor de IE menor de 8 es recomendable para que las plántulas tengan mayores probabilidades de sobrevivir en lugares con condiciones extremas de viento y frío. De igual forma, se espera que la RBA/R sea 1:1, o menor a 1, es decir, que la raíz tenga mayor peso que la parte aérea de la planta, lo que le conferiría una mayor probabilidad de sobrevivencia en campo (Roller, 1977 citado por Thomson, 1985).

**Tabla 4.** Calidad de la planta de la regeneración natural de *P. hartwegii*.

Ladera	Índice de Esbeltez			Relación biomasa aérea/radicular		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
LNE	2.41 ± 0.31	4.76	1.43	1.34 ± 0.22	2.48	0.45
LNO	2.81 ± 0.50	5.87	0.35	2.08 ± 0.39	4.54	0.63

Los valores de RBA/R del renuevo, son mayor a uno, lo que indica una baja calidad de renuevo porque tiene una mayor masa aérea que masa radicular, dando una planta no equilibrada, con mayor área foliar para la evapotranspiración. En *P. hartwegii* Velázquez (1984) señala que existe una alta correlación entre la cantidad de luz recibida y el peso seco total de las plantas de dos años, y que a mayor cantidad de luz presenta mayor cantidad de materia seca producida.

En relación a la edad del renuevo esta indica que, dos años después de ocurrido el incendio, se presentó la regeneración natural y que el número de individuos se incrementó de forma constante los primeros años en ambas laderas (5 y 7 años respectivamente), para decrecer posteriormente (Figura 2). Esto podría estar relacionado con la semillación del arbolado que



quedó en pie pos incendio, corroborándose la adaptación de esta especie al fuego (Rodríguez *et al.*, 2005).

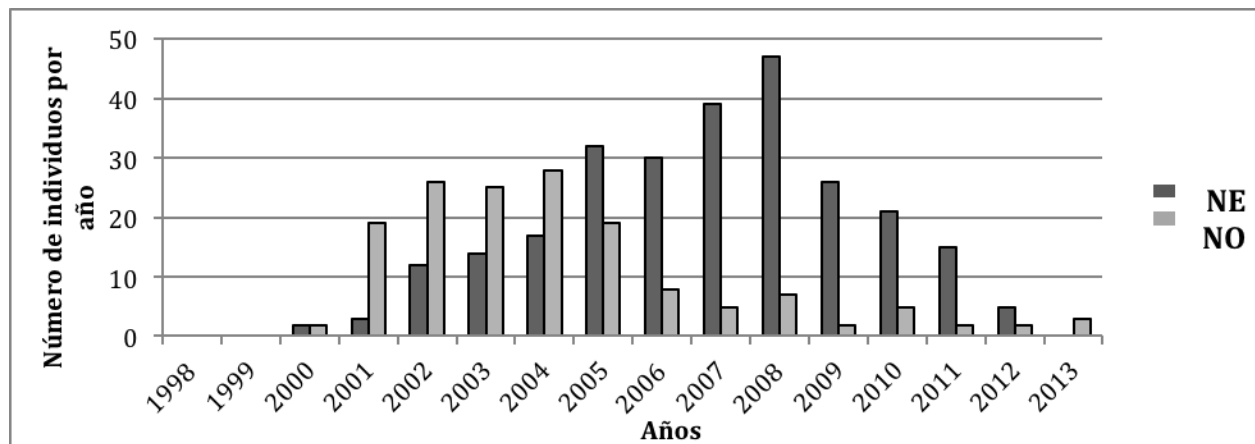


Figura 2. Número de renuevos por edad de *P. hartwegii* dentro de las zonas estudiadas.

## CONCLUSIONES

La evidencia sugiere que la regeneración natural de *P. hartwegii* está adaptada a las condiciones edafo-climáticas de cada ladera y su estado físico y fitosanitario es bueno, por lo que podría constituirse en una estrategia de restauración viable en las áreas afectadas por el fuego en el Parque Nacional Cofre de Perote.

Por la edad que tiene la regeneración natural de *P. hartwegii*, su aparición en las áreas quemadas del Parque Nacional Cofre de Perote se relaciona con el incendio ocurrido en 1988.

La presencia de *Lupinus sp.*, no parece afectar la altura y diámetro, pero sí el estado fitosanitario de la regeneración natural de *P. hartwegii*.

El índice de esbeltez indica un equilibrio de la planta entre la altura y el diámetro, por tanto, la calidad de la planta en ambas laderas es buena, mientras que la relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular indica un desequilibrio entre la parte aérea y parte radicular, indicando una calidad de planta baja.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo H.M.A. 2010. Fuego, comunidades vegetales y diversidad de especies en parajes de Tepetlaoxtoc, Edo. De México. Tesis Profesional De Ingeniero En Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Texcoco, Edo. México. pp. 65.
- Alanís R.E., Jiménez P. J., Valdecantos D.A., González T.M.A., Aguirre C.Ó.A. y Treviño-Garza E.J. 2012. Composición y diversidad de la regeneración natural en comunidades de *Pinus-Quercus* sometidas a una alta recurrencia de incendios en el noreste de México. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 1207-1214.
- Camacho D.E.A. 1995. Respuesta inicial de la regeneración natural de un rodal tratado con quemas prescritas, en Tapalpa, Jalisco. Universidad De Guadalajara. Centro Universitario De Ciencias Biológicas Y Agropecuarias. División De Ciencias Agronómicas. Tesis profesional para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo Forestal. Guadalajara, Jalisco. pp. 59.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS). 2010. Programa de educación ambiental y restauración forestal en áreas naturales protegidas del golfo de México subregión Montaña, Mapas y Georeferenciación de obras. Acomodo de material vegetal muerto. Loc. Tembladeras, Mpio. Xico, Veracruz.
- Cruz-López, J.D., Suárez N. y López E. 2007. Reporte de la evaluación rápida de la regeneración natural en el sitio de una quema prescrita realizada en la zona de amortiguamiento de la reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. UPROSIVI-FMCN.
- Douglass C. y Cummings D. 1999. Natural Regeneration. Landcare Notes TG0023.
- Friederici P. 2003. Ecological restoration of southwestern ponderosa pine forest. Ecological Restoration Institute at Northern Arizona University, Society for Ecological Restoration International. Island Press. p. 562.
- Kaufmann M.R., Graham R.T., Boyce D.A. Jr., Moir W.H., Perry L., Reynolds R.T., Bassett R.L., Mehlhop P., Edminster C.B., Block W.M y Corn P.S. 1994. An ecological basis for ecosystem management. Fort Collins CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Madrigal J., E. Martínez H., C. Hernando, M. Gujarro y C. Díez. 2004. Respuesta a corto plazo del regenerado post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. a claros mecanizados intensos. *Silva Lusitana* 12(1):1-14.
- Madrigal J., Hernando C., Martínez E., Guijarro M. y Díez C. 2005. Regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. en la Sierra de Guadarrama (Sistema Central, España): modelos descriptivos de los factores influyentes en la densidad inicial y la supervivencia. *Invest Agrar: Sist Recur For* 14(1):36-50.
- Manzanilla H., Vázquez G., Moreno G. D. A., Talavera Z. E., Espinoza A. J., Flores G. J. G., Rueda S. A., Benavides S. J. de D., Villa C. J., Martínez D. M., Eguiarte V. J. A., Chávez H. Y., Orduña T. C., Sáenz R. J. T., Madrigal H. L. y Gómez-Tagle R. A. 1997. Sistema de manejo integrado de los recursos forestales: SIMANIN. Libro Técnico Número 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo Experimental Colomos. Guadalajara, Jal. México. Pp.266.

- Marroquín R., Jiménez J., Garza F., Aguirre O., Estrada E. y Bourguert R. 2007. Regeneración natural de *Pinus pseudostrobus* en zonas degradadas por incendio. FCF, UANL.
- Murillo O. y Camacho P. 1997. Metodología para la evaluación de plantaciones forestales recién establecidas. Agronomía costarricense. Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Pensado F.J.A. 2010. Plantaciones forestales versus la regeneración natural *in situ* en la rehabilitación ecológica: el caso de los pinos en el Cofre de Perote. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. pp. 24-37.
- Ramírez-Contreras A. y Rodríguez-Trejo D.A. 2008. Plantas nodriza en la reforestación con *Pinus hartwegii* Lindl. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Rodríguez-Trejo D. A., Martínez-Hernández H. C y Ortega Baranda V. 2005. Ecología del fuego en bosques de *Pinus hartwegii* División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Rodríguez-Trejo D.A. y Cruz-Reyes 2012. Avances en Manejo Integral del Fuego en el Centro de México. In: *Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales*. General Technical Report PSW-GTR-245. México. pp 363-381.
- Romahn de la Vega C.F., Ramírez Maldonado H. y Treviño García J.L. 1994. Dasometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Ruano B.I. 2011. Respuesta de la regeneración post-fuego de *Pinus halepensis* Mill. a los tratamientos selvícolas en el sureste de España. Universidad de Valladolid, Campus Palencia. Tesis de Maestría. pp 48.
- Sánchez D.M., Gallegos R.A., Arias M.J.A., Cabrera O.R.G., González C.G., Castañeda G.J.C. 2009. Regeneración natural de *Pinus oocarpa* (Schiede ex Schltdl) post-incendio en Bosque La Primavera, Zapopan Jalisco, México: Análisis preliminar. II Foro de Investigación y Conservación del Bosque La primavera. pp. 33-39.
- Sáenz R.J.T., Villaseñor R.F.J., Muñoz F.H.J., Rueda S.A. y Prieto R.J.Á.. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 p.
- Secretaría de Protección Civil. 2013. Plan Estatal de Protección Contra Incendios Forestales y Manejo del Fuego. pp. 69.
- Thompson B. E. 1985. Seedling morphological evaluation—what's you can tell by looking. In: *proceeding: evaluation seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of mayor test*. Duryea, M.L. Ed. Oregon State University. Corvallis, Oregon. U.S.A. pp 59-71.
- Trujillo R.E. 2013. Comunicación personal. Coordinador técnico restauración forestal. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.
- Vargas R.O., Reyes B.P.S., Gómez R.P.A., Díaz T.J.E. 2010. Guías técnicas para la restauración ecológica de ecosistemas. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. pp. 17-25.

- Velázquez M.A. 1984. Estudio de algunos factores que influyen en la regeneración natural de *Pinus hartwegii* Lindl., en Zoquiapan, México. Tesis de Maestría en Ciencias Colegio de Posgraduados. Chapingo. México. pp.123.
- Villar S. P. 2003. Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. *In: Restauración de Ecosistemas Mediterráneos*, Rey-Benayas J.M., Espigares P.T. y Nicolau I. J.M. (Eds.). Universidad de Alcalá / Asociación Española de Ecología Terrestre. pp 65-86.
- White P.S. 1979. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *Botanical Review* 45. pp. 229-299.

# Condición del bosque de coníferas de la Reserva de San Juan del Monte, Veracruz, Post-Aprovechamiento Forestal

Daniel Rodríguez, C. Cecilia Acosta, Pascual Linares, Ana I. Suarez y Joaquín Jiménez

Facultad de Biología-Xalapa, UV

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales pueden ser afectados en la composición de sus especies, estructura, dinámica y funcionamiento cuando son manejados, más aun cuando el aprovechamiento forestal es centrado en un sólo recurso como la madera y en unas pocas especies de interés comercial (Chapela, 2012).

La evaluación post-aprovechamiento es básica en sistemas de aprovechamiento selectivo, para reformular los tratamientos silviculturales y reorientar las prácticas de manejo forestal. Cuidar que los volúmenes que se extrajeron no sobrepasen los límites aceptables de sostenibilidad, es importante para diseñar medidas correctivas y de mitigación pertinentes (Manzanero y Pinelo, 2004).

En México, el manejo forestal en Áreas Naturales Protegidas está regulado por los artículos 121 y 124 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), y está se limita a trabajos de saneamiento para combatir plagas y enfermedades forestales y de limpieza de materiales combustibles para prevenir incendios (LGDFS, 2003).

En el Área Natural Protegida de San Juan del Monte (SJM), Municipio de Las Vigas de Ramírez, Veracruz, del 2003 y hasta el 2010 con el objetivo de sanear y combatir la presencia de *Dendroctonus sp.*, se ejecutó el programa de manejo forestal bajo el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), para la extracción de 23 958.43 m<sup>3</sup> de madera de pino e ilite (Los Pinos A. C., 2003).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la condición del bosque de la reserva de San Juan del Monte post-aprovechamiento forestal.

## MATERIALES Y MÉTODO

La Reserva de San Juan del Monte, Municipio de Las Vigas de Ramírez, Veracruz, va de los 2327 a 2600 msnm. Su superficie es de 584-62-52 hectáreas. Su vegetación está representada por asociaciones de pinos (*P. teocote*, *P. patula*, *P. montezumae*, *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*), especies hojosas (*Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*) y encinos (*Quercus spp.*) (Los Pinos A. C., 2003).

En ésta reserva del 2003 y hasta el 2010 se ejecutó el programa de manejo forestal bajo el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), con el objetivo de sanear y combatir la presencia de *Dendroctonus sp.* En éste periodo se extrajeron 23 958.43 m<sup>3</sup> de madera de pino e ilite (Los Pinos A. C., 2003). El programa se realizó a solicitud de la Secretaría de Desarrollo Regional (SEDERE), quien adquirió los servicios del Despacho Los Pinos A. C. para elaborar y ejecutar dicho programa (SEDESMA, 2009).

La evaluación post-aprovechamiento se realizó en cinco rodales donde se aplicaron diferentes tratamientos silvícolas (Cuadro 1). El levantamiento dasométrico se hizo en el 3% de la

superficie de cada rodal mediante un muestreo sistemático en sitios circulares de 1000 m<sup>2</sup> (radio de 17.84 m) (Romahn *et al.*, 1994).

**Cuadro 1.** Características de los Rodales muestreados.

RODAL	Tratamiento Silvicultural	Superficie (ha)	Superficie muestreada (ha)	No. Sitios muestreados
III	Corta de regeneración	18	0.54	6
VI	Corta selectiva	14.10	0.42	4
VIII	Corta de liberación	15	0.45	5
X	Tercer aclareo	8.5	0.25	3
XII	Corta de liberación	21.50	0.65	7

Las variables dasométricas se registraron por género en arbolado con diámetro normal  $\geq 10$  cm. La altura total del árbol se midió con clinómetro Suunto® y el diámetro a la altura del pecho (DAP = 1.30m) con cinta métrica. El tiempo de paso se determinó en una viruta de 5 cm, extraída con el taladro de Pressler en 3 a 4 árboles por rodal con DAP  $\geq 20$  cm (Klepac, 1983). Se contó número de árboles con diámetro  $< 10$  cm (regeneración natural por sitio). Para estructura vertical los árboles se clasificaron en: Dominante, Codominante, Bajo dosel, Suprimidos. Para determinar la calidad fenotípica del arbolado remanente se evaluó forma de fuste: Recto, Ligeramente torcido, Torcido y Bifurcado (Quirós, 1988). Estado sanitario se evaluó color de la acículas para identificar la presencia o ausencia de *Dendroctonus mexicanus* (Cibrián *et al.*, 1995).

El análisis de la estructura horizontal se hizo por Clases Diamétricas (CD) de 5 cm y clases de altura de 5 m, considerando sólo al género *Pinus*. Se estimó: área basal/género (m<sup>2</sup>) y hectárea (m<sup>2</sup>/ha). Volumen con corteza/sitio (Vm<sup>3</sup>rta/sitio de inventario) y hectárea (Vm<sup>3</sup>rta/ha), se estimó con las ecuaciones de volúmen validadas por el INIFAP y teniendo en cuenta la especie más representativa de cada rodal:

$$Pinus\ patula\ (R:\ III,\ VI\ y\ VIII\ -\ 80\ a\ 100\%):\ V = 0.08885655 - 0.536223981 * D + 0.390316182 * D^2 * A$$

$$Pinus\ pseudostrobus\ (R\ X\ -\ 90\%):\ V = -0.0823754652 * D + 0.3504136412 * D^2 * A$$

$$Pinus\ teocote\ (R\ XII\ -\ 78\%):\ V = 0.448675931 * D^2 * A$$

Donde: V = Volumen en metros cúbicos con corteza. D = Diámetro normal en centímetros. A = Altura total en metros.

$$Incremento\ Corriente\ Anual\ (ICA\ m^3vta):\ ICA = \frac{ER\ (HA)*10}{TP*(DN)}$$

Donde: ICA = Incremento Corriente Anual. ER (HA) = Existencias reales en una hectárea. TP = tiempo de paso. DN = Diámetro Normal.

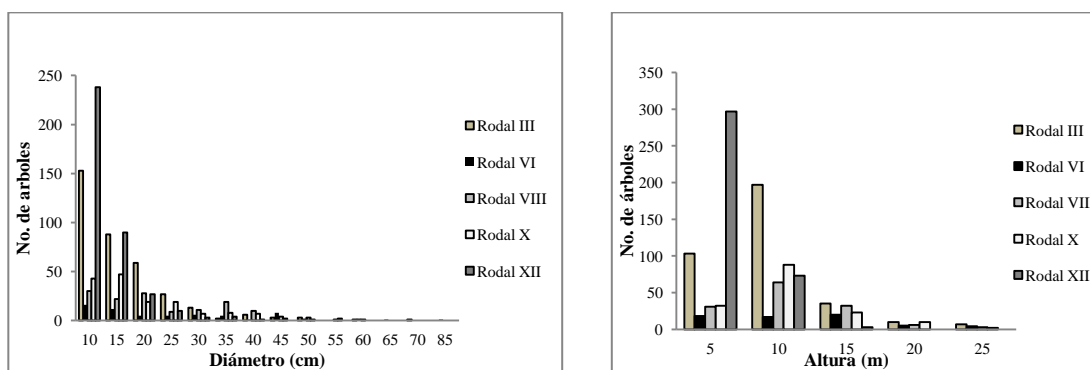
## RESULTADOS

En los rodales se identificó la presencia de: *Pinus patula*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote*, *Cupresus sp.*, y *Abies sp.* Latifoliadas: *Arbutus xalapensis* (madroño), *Quercus sp.*, y *Alnus sp* (Cuadro 2). La abundancia relativa promedio observada fue: *P. patula* 80% (R: III, VI y VIII); *P. pseudostrobus* 90% (R X) y *P. teocote* 78% (R XII).

**Cuadro 2.** Abundancia de *Pinus* por especie/rodal y densidad por sitio.

RODAL	Sup (ha)	No. de individuos/sitio	<i>P. patula</i>	<i>P. pseudostrobus</i>	<i>P. teocote</i>	Densidad No./ha
III	18	356	310	46	0	590
VI	14.1	64	59	4	1	160
VIII	15	138	110	20	8	280
1X	8.5	155	15	140	0	520
XII	21.5	373	75	7	291	530
<b>TOTAL</b>		<b>1086</b>	<b>569</b>	<b>217</b>	<b>300</b>	---

Para las especies de *Pinus* el diámetro máximo fue 70.6 cm y mínimo 10.03 cm; altura máxima 27 m y mínima 5.0 m. Las CD de 10 y 15 cm agrupan 739 individuos (68%). La mayoría de los árboles con CD de 20 a 35 cm. se encuentran en los rodales III, VIII y X (101, 67 y 53 respectivamente). En todos los rodales se tienen árboles con diámetro  $\geq 40$  cm: mínimo 1 (R XII); máximo 19 (R X). En las clases de 5 y 10 m de altura están distribuidos 920 individuos (Figura 1).



**Figura 1.** Categorías diamétricas y de altura del género *Pinus* en la Reserva de San Juan del Monte, Veracruz.

En el análisis de área basal y existencias volumétricas se excluyó *Abies sp* y *Cupresus sp.* del grupo de las coníferas. El AB  $m^2$  promedio/sitio es mayor a 5  $m^2$  en cuatro rodales (III, VIII, X y XII). También el volumen residual resultó mayor a 100  $m^3$  rta/ha en cuatro rodales (III, VI, VIII, y X) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Área basal y existencias volumétricas en los rodales muestreados.

RODAL	Sup. (Ha)	Área Basal Promedio/Sitio ( $m^2$ )	Área Basal ( $m^2$ /ha)	Volumen ( $m^3$ rta/ha)	Volumen ( $m^3$ rta/Rodal)
III	8.84	8.70	87.08	141.71	1252.79
VI	14.1	3.63	36.28	107.99	1522.71
VIII	15	5.65	56.58	127.72	1915.92
X	5	8.92	89.17	162.37	811.90
XII	21.5	6.28	62.80	56.32	1211.04

En los rodales III, VIII y X se observa una mejor condición del bosque, ya que su AB m<sup>2</sup> está dada principalmente por los árboles de las CD entre 20 y 35 cm. En cambio el volumen residual de los rodales III, VI y X está dado por el número de árboles de las CD más bajas. El tiempo de paso se incrementó post-aprovechamiento (R III y XII), lo que significa que los árboles tardarán de 3 a 4.5 años más para pasar a la siguiente clase diamétrica. En contraste para los rodales VI, VIII y X el tiempo de paso disminuyó (2, 0.5 y 4.5 años respectivamente). El ICA m<sup>3</sup>rt<sup>a</sup> es superior al reportado en el Programa de Manejo, excepto para el rodal XII (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Tiempo de paso e Incremento Corriente Anual (ICA).

RODAL	T.P. (Años)		ICAm <sup>3</sup> rt <sup>a</sup>		T. I. (años)	C <sub>Rd</sub> (cm)
	2003*	2012	2003*	2012		
III	9.3	12	02.2	2.17	4	2.38
VI	7.5	5.5	02.3	5.36	7	6.68
VIII	7.5	7	03.0	4.51	7	4.84
X	9.5	5	03.0	7.14	3	2.98
XII	12	16.5	02.0	0.52	10	2.61

T.P. = Tiempo de paso (años); ICA=Incremento Corriente Anual; T.I.=Tiempo transcurrido desde la intervención; C<sub>Rd</sub>=Crecimiento real en diámetro; \*datos de Tiempo de paso e ICA reportados en el Programa de Manejo.

Al considerar el crecimiento real en diámetro (cm), a partir de la intervención (T.I.), se observan crecimientos equivalentes a casi 1 cm/año (R VI y X). El incremento en diámetro varió de aproximadamente 0.26 cm/año (R XII) a 0.50 cm/año (R III, y VIII). La regeneración natural es alta, misma que se encuentra suprimida, débil y doblada por la altura (R III, VI y XII). El género con mayor abundancia es *Pinus spp.*, seguido por *Prunus sp.*, y *Alnus sp.* (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Abundancia absoluta de la regeneración natural/hectárea.

RODAL	<i>Pinus spp.</i>	<i>Prunus sp.</i>	<i>Alnus sp.</i>	<i>Cupresus sp.</i>	<i>Abies sp.</i>
III	2351	180	100	0	0
VI	4585	0	85	0	10
VIII	204	10	40	0	0
X	340	330	50	20	0
XII	1130	10	10	0	0

Durante el muestreo realizado en los cinco rodales no se advirtió presencia de descortezadores, pero en el recorrido para ubicar los rodales se observó un árbol con síntomas que indican la posible presencia de *Dendroctonus sp.*

Los resultados muestran un cambio en la estructura horizontal posterior al aprovechamiento forestal. De acuerdo al inventario del programa de manejo de la reserva, el diámetro normal promedio de los cinco rodales era de 20 cm a 46 cm, con alturas de 10 m a 22 m (R-VIII y III, respectivamente). Esto nos indica el bosque correspondía a joven fustal (Ø normal entre 20 y 35 cm) y fustal medio (Ø normal entre 35 y 50 cm) (Burschel y Huss, 1987). Hoy el tamaño del bosque es una J-invertida, con un gran número de individuos en las tres primeras categorías diamétricas (Ø normal de 5 cm a 20 cm), y corresponde al estado de bajo latizal (Ø normal inferior a 10 cm) y alto latizal (Ø normal entre 10 y 20 cm).

Este tipo de estructura nos indica un rodal incoetáneo completo, donde existen todas las clases de edad, desde la más joven hasta la edad del turno (Musálem y Fierros, 1996). La forma de J-invertida es característica de rodales intervenidos mediante los métodos de selección y de



un bosque en un estado de sucesión avanzada (Louman *et al.*, 2001; Manzanero y Pinelo, 2004). Desde el punto de vista económico hay una pérdida de valor maderero en la productividad y crecimiento del bosque (Pinazo y Gasparri, 2003). Es decir, no hay disponibilidad de recursos forestales suficientes de las medidas comerciales ( $\varnothing$  normal  $\geq 25$  cm) requeridas en el mercado.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a las dimensiones dasométricas registradas, la estructura del bosque es una J-invertida y corresponde a un bajo latizal ( $\varnothing$  normal  $\leq 10$  cm) y alto latizal (entre 10 y 20 cm). El bosque de la reserva muestra una pérdida en su productividad (área basal  $m^2$  y volumen  $m^3$ ) y un incremento en el tiempo de paso. No se reguló la densidad de la regeneración natural. El estado fitosanitario del bosque es bueno, sin embargo aún persiste el riesgo de la presencia de *Dendroctonus mexicanus*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chapela, Francisco. 2012. Escenario para el Manejo Forestal Sostenible en México. *In*: Estado de los bosques de México. Francisco Chapela (Coord.). Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. pp. 6-28.
- Cibrián Tovar, David, Montiel Tulio Méndez, Rodolfo Campos Bolaños, H.O. Yates III & J. Flores Lara. 1995. Insectos Forestales de México. Univ. Aut. Chapingo, SARH Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, USDA Forest Service, Natural Resources, Canada, Comisión Forestal de América del Norte. Pub. Esp. 6:453 p.
- Burschel, Peter & Jürgen Huss. 1987. Grundriss des Waldbaus. Verlag Paul Parey, Hamburg. 352 p.
- Klepac, Dusan 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp. 103-177.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 2003.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 2003. Reglamento.
- Los Pinos A. C. (Despacho Forestal). 2003. Programa de Manejo Forestal. Reserva San Juan del Monte. Perote, Ver. 25 p.
- Louman, Bastiaan, Valerio Juvenal & Wilberth Jiménez. 2001. Bases ecológicas. *In*: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Serie Técnica. 46:21-78.
- Manzanero, Manuel & Gustavo Pinelo. 2004. Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Ed. WWF centroamericana. San Francisco de Dos Ríos, Costa Rica. 48 p.
- Musálem, Miguel Ángel & Aurelio Manuel Fierros González. 1996. Curso de silvicultura de bosques naturales. México, D. F. Universidad Autónoma de Chapingo. 80 p.
- Pinazo, Martín A. & Gasparri Nestor Ignacio. 2003. Cambios estructurales causados por el aprovechamiento selectivo en el bosque montano del norte de Salta, Argentina. *Ecología Austral* 13(2):160-172.
- Quirós Herrera, Rodolfo. 1988. Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en el valle central, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 83 p.
- Romahn de la Vega, Carlos Francisco, Hugo Ramírez Maldonado, Jorge Luis Treviño García. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México, México. pp. 255-262.
- SEDESMA (Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente). 2009. Espacios Naturales Protegidos del Estado de Veracruz. Coordinación General de Medio Ambiente (CGMA). Documento Interno. pp. 4.

# ***Pinus hartwegii*: una alternativa para la reforestación del Parque Nacional Cofre de Perote**

**Ricardo A. Aquino, C. Cecilia Acosta, Pascual Linares, Ana I. Suárez y Zoylo Morales**

Facultad de Biología-Xalapa, UV

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel Nacional la temporada de incendios comienza en enero y continúa hasta mayo o junio, aunque en algunos años puede iniciarse desde noviembre. En las partes más altas de las montañas de México, el exceso de fuego, con frecuencia puede implicar la eliminación del estrato arbóreo (Rodríguez *et al.*, 2005). Cuando suceden este tipo de siniestros, la restauración de las zonas afectadas debe ser cuidadosamente planeada, para poder recuperar la estructura y funcionamiento del ecosistema perdido. Las actividades a realizar van desde el retiro de material vegetal muerto y trabajos al suelo, hasta la reforestación (Copano, 2007).

En 1998 a nivel nacional se registraron varios incendios forestales, uno de los más devastadores fue el ocurrido en el Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, (PNCP), el cual eliminó gran parte de la cubierta forestal en presente (Secretaría de Protección Civil, 2011). La restauración de las áreas afectadas por el incendio, de esta Área Natural Protegida se inició en el 2009, por el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sostenible (CCMSS). La restauración consistió en la limpieza del terreno, la construcción de terrazas, el acomodo de material vegetal muerto y la reforestación con *Pinus hartwegii*.

Particularmente, la reforestación es una actividad importante para la recuperación de áreas degradadas, en México se tienen muchos esfuerzos de reforestación, tan solo para el 2011 se reporta una superficie reforestada de 2268.38 km<sup>2</sup> en prácticamente casi todos los tipos de vegetación (INEGI, 2013), no obstante la supervivencia promedio anual es del 44%, las principales causas de muerte de las plántulas son por sequía y mala calidad de planta (Wightman y Santiago, 2003). De acuerdo a estos autores, es mejor producir planta de calidad que sea sana y vigorosa, para lograr un buen crecimiento y supervivencia de las plántulas en campo, por lo que desde vivero se debe cuidar la calidad física y genética de la planta. Asimismo es importante evaluar los resultados de la reforestación 3 a 5 años posteriores a la siembra, para verificar el éxito de la misma, (Wightman y Santiago, 2003).

En las áreas incendiadas del PNCP de la cota de los 3400 a los 3900 msnm, la reforestación de *P. hartwegii*, se realizó con planta producida en el vivero ubicado en la comunidad de Mariano Escobedo, Veracruz., bajo el sistema tecnificado. La semilla para la producción de esta planta fue recolectada de los individuos de *P. hartwegii* aun presentes en el áreas incendiadas, y en el momento de la reforestación se procuró plantar los individuos cerca de los macollos de pasto *Muhlenbergia macroura* con la intención de protegerlas de las condiciones climáticas o de la fauna nociva.

A seis años de su establecimiento, se desconoce el éxito de la reforestación establecida, por lo que resulta importante evaluar la sobrevivencia y calidad de la misma. Los resultados podrían dar luz sobre las estrategias más eficaces, para la restauración de otras áreas incendiadas con características similares en el PNCP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la reforestación de *P. hartwegii* en dos laderas con una superficie de 20 hectáreas cada una, localizadas en el Parque Nacional Cofre de Perote a una altitud de 3,400 msnm (Tabla 1). La primera ladera con exposición Noreste (LNE) presenta suelo pedregoso, compacto, de textura migajón y una pendiente promedio de 34.4%. La segunda ladera Noroeste (LNO) presenta suelos no compactados, de textura migajón arenoso y una pendiente promedio de 67.83% el estrato herbáceo se registró la presencia de *Lupinus sp.*

**Tabla 1.** Localización y características edáficas de las laderas muestreadas en el PNCP.

Ladera	Localización		Horas luz/Día	Textura			CO %	N %	Ca %	Mg %
	Latitud N	Longitud O		Arcilla %	Are-na %	Limo %				
LNE	19°29'33.15"	97° 8'18.89"	10	9.08	60.92	30	13.84	0.69	1.46	1.57
LNO	19°29'49.58"	97° 7'44.39"	7	9.08	58.92	32	22.35	1.12	0.90	1.51

En el mes de febrero de 2014, se realizó un muestreo sistemático con una intensidad del 1% de la superficie de cada ladera, equivalente a 0.2 ha. Se establecieron 20 transeptos de 25 m de largo por lo ancho de la terraza, con una distancia entre sí de 25 m. Los transeptos se ubicaron entre las líneas de acomodo de material muerto de manera alternada (una línea si y otra no).

En cada transecto se registró el número plántulas, se midió la altura de la plántula del cuello a la yema apical con un flexómetro Truper®, en caso de presentar bifurcación se midió el tallo de mayor altura; diámetro a nivel de cuello/raíz del tallo medido con un vernier digital (Mitutoyo®). La evaluación del estado de la reforestación se hizo de acuerdo a la metodología de Murillo *et al.* (1997), se registró: a) estado fitosanitario: sano (1), aceptablemente sano (2) y enfermo (3); b) bifurcación en: bifurcadas (1) y no bifurcadas (2); c) daño mecánico: sin daños visibles (1), con daños visibles (2), para ésta última variable se registraron las causas del daño: vandalismo, helada, plaga y/o enfermedad, fauna nociva y competencia por vegetación. Asimismo se determinó el peso seco de la parte aérea/radicular (gr), siguiendo el procedimiento según Sáenz *et al.* (2010) en 10 plántulas/ladera seleccionadas al azar.

Los datos se analizaron con el software Excel. Se determinó porcentaje de sobrevivencia con la fórmula:

$$\text{Porcentaje de sobrevivencia} = \frac{\text{Total de planta viva}}{\text{Total de planta establecida}} \quad (100)$$

Se obtuvieron los promedios de altura y diámetro. Se obtuvieron los porcentajes de estado fitosanitario, daño mecánico y bifurcación. La calidad de plántula se estimó mediante el Índice de Esbeltez (IE) (Orosco *et al.*, 2010) y el Índice de Dickson (QI) (Sáenz *et al.*, 2010) con las siguientes fórmulas:

$$IE = \frac{\text{Altura (mm)}}{\text{Diámetro del cuello de la raíz (mm)}}$$

$$QI = \frac{\text{Peso total (g)}}{\frac{\text{Altura tallo (cm)}}{\text{Diámetro tallo (mm)} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco radicular (g)}}$$

La calidad de la planta se definió de acuerdo a los criterios de Sáenz *et al.* (2010), para especies con hábito de crecimiento cespitoso (Tabla 2).

**Tabla 2.** Indicadores de calidad de planta forestal.

Índices	Calidad y rango	
	Alta	Baja
Índice de Esbeltez	>8	<8
Índice de Dickson	>0.5	<0.5

## RESULTADOS

En la ladera Noreste (LNE) la densidad de planta es mayor, sin embargo la sobrevivencia, altura y diámetro promedio de la misma es menores en comparación con la ladera Noroeste (LNO). Respecto al diámetro y la altura se observan diferencias entre ambas laderas, las plantas de ladera LNO tienen mayor tamaño (Tabla 3).

**Tabla 3.** Densidad, Sobrevivencia y tamaño de *P. hartwegii* en las laderas NE y NO

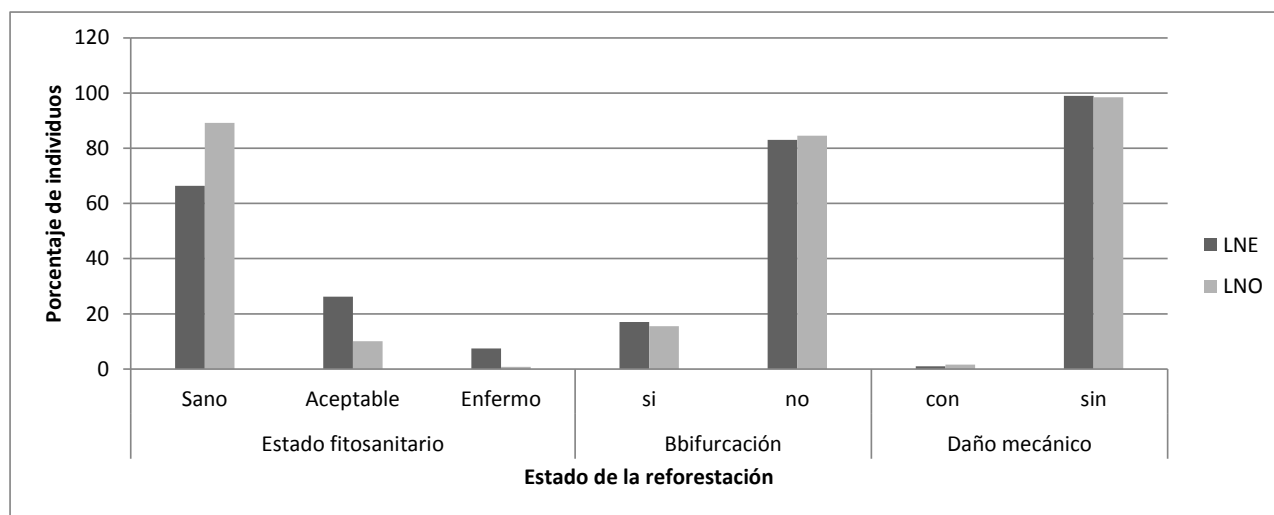
Ladera	No. de plántulas	Densidad/ha	Sobrev. %	Altura (cm)			Diámetro (cm)		
				Máx .	Prom. ± S	Mín.	Máx.	Prom. ± S	Mín .
LNE	224	1792	93.3	20	6.90 ± 0.27	1.5	2.48	8.18 ± 0.28	1.09
LNO	125	1000	99.2	40	13.78 ± 0.71	3	3.41	14.09 ± 0.62	2.1

**Sobrev. %** = porcentaje de sobrevivencia; **Prom. ± S** = promedio ± desviación estándar

En reforestaciones con *P. hartwegii* en el Parque Nacional Cofre de Perote, se reporta sobrevivencia del 60.03% y las causas de la mortalidad se atribuyeron al estado de la raíz, problemas en la técnica de plantación y a la ubicación del sitio donde se hizo la cepa (FMCN, A.C., 2012). En el Ajusco, después de seis meses establecida la plantación con *P. hartwegii* se registró una sobrevivencia del 93.3% en el sitio sin quema prescrita; 87.7% en los sitios de quema a baja intensidad; y del 78.8% en sitios con quema de alta intensidad (Ortega-Baranda y Rodríguez-Trejo, 2007). Ramírez-Contreras y Rodríguez-Trejo, (2009) reportan una sobrevivencia de *P. hartwegii* superior 82%, y al evaluar el efecto de *Lupinus montanus*, *Penstemon gentianoides* y *festuca spp.* Sobre la misma, no encontraron ningún.

Por otra parte, la sobrevivencia está relacionada con el tamaño de los brinzales, y en diferentes estudios se ha encontrado que los brinzales con mayor diámetro tienen una sobrevivencia mayor (Ortega-Baranda y Rodríguez-Trejo, 2007). El diámetro se relaciona directamente con la resistencia de las plantas al doblamiento por efecto del viento, con la tolerancia al daño por animales o por condiciones climáticas extremas y crecimiento en (Johnson y Cline, 1991).

Respecto al estado de la reforestación en general es bueno y no se observan diferencias entre las laderas en cada una de las variables observadas en campo (Figura 1).



**Figura 1.** Estado de la reforestación de *P. hartwegii* en el Parque Nacional Cofre de Perote.

En cuanto a la calidad de la planta, el Índice de Robustez indica que es alta, y de acuerdo al Índice de Dickson la calidad de la planta es baja en ambas laderas. Sin embargo, tomando como referencia a Sáenz *et al.* (2010), en cuanto a este último indicador, la planta de LNE tiene mejor calidad que la de la LNO (Tabla 4).

**Tabla 4.** Indicadores de la calidad de planta producida en vivero.

Ladera	Índice de Robustez	Índice de Dickson
LNE	0.84	0.97
LNO	1.56	10.69

El Índice de Esbeltez es un indicador que toma en cuenta sólo la parte aérea de la planta, en ambientes con condiciones extremas de viento, sequía y heladas, un valor bajo de este indicador describe una planta baja y de tallo grueso, lo que la hace más apta para sobrevivir bajo dichas condiciones. El índice de Dickson combina cinco variables morfológicas de la planta y toma en cuenta la parte subterránea de la misma, por lo que es un mejor indicador del estado de la planta (Ortiz-Rodríguez y Rodríguez-Trejo, 2008).

Los resultados del índice de Dickson indican que los brinzales de *P. hartwegii* un mayor desequilibrio en la relación parte aérea/radicular de la planta. Lo anterior se comprobó en campo, es decir, la parte radicular era de menor tamaño en comparación a la parte aérea, por lo tanto su enraizamiento era débil y probablemente la absorción de nutrientes es menor, en contraparte con una mayor evotranspiración. Estas condiciones de la planta podrían ser una limitante para su sobrevivencia y crecimiento en condiciones climáticas extremas como las que prevalecen en el PNCP. Por otra parte, los brinzales muestran buen estado fitosanitario, poco daño mecánico y bifurcación, lo que puede representar una ventaja para la recuperación de las áreas incendiadas a mediano plazo, sin embargo es importante diseñar un programa de mantenimiento y seguimiento para asegurar el éxito de dicha reforestación.

## CONCLUSIONES

Se considera que la reforestación con *P. hartwegii* es viable, y representa una alternativa importante de restauración a mediano plazo en las áreas afectadas por el incendio de 1998 del Parque Nacional Cofre de Perote.

## BIBLIOGRAFÍA

- Copano, C. 2007. Restauración de zonas quemadas. Sesión n°. 8. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. 2012. Programa de educación ambiental y restauración forestal en áreas naturales protegidas del golfo de México subregión montaña mapas y georeferenciación de obras. Con apoyo de PEMEX. Acomodo de material vegetal muerto. Loc. Tembladeras, Municipio. Xico, Veracruz.
- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. 2012. Evaluación externa del proyecto restauración forestal subregión montaña, región planicie costera y Golfo de México, (Evaluación de conclusión de la Primera Etapa). 1:30
- INEGI. 2013. Estadísticas a propósito del día mundial forestal. Aguascalientes. 1-12.
- Murillo, O. & Camacho, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. *Agronomía Costarricense*. 21(2): 189-206.
- Orozco, H.J., Rueda, A., Sígala, J. A., Prieto, J.A. & García, J. J. 2010. Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del Estado de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 1(2):134-145.
- Ortega, V. & Rodríguez, D. A. 2007. Supervivencia y crecimiento inicial y concentración de nutrientes de *Pinus hartwegii* plantado en localidades quemadas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 13(2):115-124.
- Ortiz, J.N. & Rodríguez, D.A. 2008. Incremento en biomasa y supervivencia de una plantación de *Pinus hartwegii* Lindl. en áreas quemadas. *División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo*. 14(2): 89-95.
- Ramírez, A. & Rodríguez, D.A. 2009. Plantación nodriza en la reforestación con *Pinus Hartwegii* Lindl. *División de Ciencias Forestales, Universidad de Chapingo*. 15(1): 43-48
- Rodríguez, A., Martínez, H.C. & Ortega, V. 2005. Ecología del fuego en bosques de *Pinus hartwegii*. *División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo*.
- Sáenz, J., Villaseñor, F.J., Muñoz, H.J., Rueda, A. & Prieto, J. A. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Núm. 17*.
- Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. 2011. Plan de Incendios Forestales 2011. Inicio de la Campaña Estatal de Protección Contra Incendios Forestales y Manejo del Fuego. Tomado de Protección Civil el día 16 de Mayo de 2014. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/capacitacion/publicaciones/plan-de-incendios-forestales/>
- Wightman, E.K. & Santiago, C.B. 2003. La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. *Recursos Forestales México. Foresta Veracruzana*. 5(1):45-51.

## **USO Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES**



# La actividad forestal en la cuenca alta del río La Antigua

Rosa A. Pedraza, L. Raúl Álvarez y Abelardo Hoyos

Instituto de Investigaciones Forestales, UV  
CONANP, CEDRO, S.A. de C. V.

## INTRODUCCIÓN

En México las montañas fueron consideradas en el siglo pasado, sistemas prioritarios para la conservación de su superficie vegetal, tanto por su valor biológico, como por el papel que desempeñan en el mantenimiento de los servicios ambientales. No obstante las iniciativas realizadas en el pasado para la protección de superficies significativas de bosques en las partes altas de las montañas, como reservas y parques nacionales, no se ha logrado la preservación de los recursos forestales en su totalidad. Conflictos por tenencia de la tierra, marginación y nivel de pobreza en que viven las comunidades serranas, son algunos de los motivos que lleva a la extracción furtiva de madera.

El despliegue de individuos que actúan de manera furtiva es disperso y constante, lo que ha llevado a ser denominada “tala hormiga” y provoca entre la población urbana, un mal concepto sobre la actuación de las autoridades forestales, a las que se considera corruptas o incapaces de detener esta actividad, misma que identifican con la “deforestación del Cofre de Perote” y “la pérdida de la captación de agua” que surte a las poblaciones de las partes bajas y medias de la montaña.

Con el fin de contribuir con propuestas que mejoren esta situación, se realizó en el 2004 un estudio de la extracción ilegal de madera y se caracterizó los fenómenos sociales que la están perpetuando (Pedraza et al., 2007). El objetivo del estudio fue: (1) precisar el origen y motivación de la población dedicada a la extracción irregular de madera; (2) describir la manera en cómo se realiza la extracción del recurso forestal no autorizado y el volumen de madera ilegal que se extrae; y (3) proponer acciones que disminuyan los impactos negativos que se ocasionan por esta actividad en los ecosistemas de esta montaña.

## LOCALIZACIÓN

Ayahualulco, Ixhuacán, Xico, Acajete, Tlalnehuayocan y Coatepec son los municipios a los que pertenecen las localidades de los taladores encuestados y se identifican con la parte alta de la cuenca del río La Antigua que nace en los límites del estado de Puebla (3,350 m snm), con el nombre de Resumidero, al que se le unen varios afluentes que vienen desde los 3,400 m en el sur-este del Cofre de Perote. Esta es la porción más húmeda de la montaña donde domina el bosque de Abies, el pinar y el bosque mesófilo de montaña (hasta 1,400 m). Los seis municipios cubren 816.14 Km<sup>2</sup> y representan el 28.3 % del total de la superficie de la región.

La parte más húmeda de la montaña que se caracteriza por presentar una precipitación anual de 1,500 mm y suelos de andosol húmico, ricos en materia orgánica, los cuales contrastan con los suelos de la porción seca de la montaña que presenta 700 mm de precipitación anual y suelos de tipo andosol ócrico y regosol que son pobres en materia orgánica (Álvarez, 2001; CONAFOR, 2004).

La cuenca alta del río La Antigua posee 182,608 habitantes que viven en localidades de 1000 o menor número de habitantes. En esta parte de la montaña se encuentra el mayor número

ro de localidades rurales con menos de 2 500 habitantes, su dispersión se debe a lo accidentado de la topografía y trae como consecuencia deficiencias en el transporte y movilidad de las personas y mercancías.

El proceso de concentración urbana se hace evidente en las cabeceras municipales de Coatepec, Xico y Acajete. (INEGI, 2010).

## **METODOLOGÍA**

A partir de información preliminar obtenida de autoridades de los municipios del Cofre de Perote, habitantes de las partes altas de la montaña y de prestadores de servicios técnicos forestales, se delimitó el área de estudio a 115 localidades ubicadas en los 6 municipios que forman parte de la cuenca alta del río La Antigua. Con la finalidad de conocer el volumen de madera que se extrae de manera irregular y de obtener los pormenores del proceso de producción, extracción, transformación, transporte y venta del producto, se diseñó una encuesta, que fue aplicada a un pequeño grupo de productores y, una vez probado su funcionamiento, se recorrió la región de manera sistemática.

Se trató de llegar a las localidades identificadas como puntos de origen de los “burreros”, como coloquialmente se les llama a quienes se dedican a esta actividad, debido al tipo de transporte que utilizan. En total se aplicaron 150 encuestas con 50 datos relacionados con la producción de la madera, el origen y tipo de madera que se extrae, además de los datos relativos a las personas que lo realizan, sus características socioeconómicas y sus expectativas futuras de vida. La muestra representa el 20% de la población que probablemente se dedica a esa actividad (SEDAP, 1994).

Su aplicación fue dentro de las localidades y las intersecciones de los caminos de herradura que llevan a los centros de comercialización. El volumen anual extraído por los corteños encuestados y la superficie de bosque que se requiere para su obtención se extrapoló al número de personas estimadas en diferentes épocas y fuentes. El valor estimado se comparó con el potencial forestal de la cuenca calculado por Álvarez et al. (1997).

## **RESULTADOS**

Se calculó un esfuerzo de la colecta en 1.6 m<sup>3</sup>/día aproximadamente, trabajando 192.5 días al año en la extracción de madera, el volumen promedio aprovechado por año sería 320 m<sup>3</sup>, por equipo de corteños, ya que generalmente trabajan en parejas. De acuerdo a las respuestas de los encuestados se determinó que el grupo que tiene los aprovechamientos más representativos está directamente relacionado con el uso de maquinaria en el derribo del arbolado (45.5% ocupan motosierras). El mayor volumen se obtuvo en Ayahualulco (14,881.122 m<sup>3</sup> r. t. a.), seguido de Ixhuacán (3,404.8 m<sup>3</sup>), Xico (1,793.204 m<sup>3</sup>), Coatepec (1,701.498 m<sup>3</sup>), Acajete (1,278.8 m<sup>3</sup>) y Tlalnehuayocan (739.9 m<sup>3</sup>) (Figura 1). El tipo de productos que obtienen a partir de la madera extraída, en orden de importancia son: duela, leña, puntales, alfajilla, carbón, muebles, postes, vigas, cuadrados para bat y tablón (Figura 2). La mayor parte se utiliza en las construcciones de viviendas, cimbras y muebles de baja calidad que se venden en calles y mercados locales. La leña puede ser para el consumo de la propia familia, o para vender entre la comunidad o en localidades importantes donde es utilizada para los hornos de pan y asar pollos.

El volumen anual de madera extraída por los individuos encuestados es de 23,799.3 m<sup>3</sup> r. t. a. Se estimó un coeficiente de aprovechamiento de 22% en promedio, lo que significa que sólo 5,235.8 m<sup>3</sup> es transformado a productos que son llevados a los centros de acopio y consu-

mo. Esto nos habla de la proporción de residuos que quedan en el bosque como factor de riesgo de incendios, el desperdicio de madera y la afectación indirecta que hacen a los productores que aplican prácticas silvícolas y realizan el tramite completo para obtener los permisos de ley.

El tipo de transporte más común fue el uso de animales de carga (90%). Del restante casi 7% utiliza la fuerza humana (incluso mujeres y niños), 2% cuenta con vehículo propio y alguno se arriesga a utilizar el servicio público. Solo 66.7% de los encuestados contestaron sobre los sitios de entrega de los productos, los lugares de destino más mencionados fueron: Rancho Viejo (20.9%), San Francisco (Camujiapan, 19.8%), Xalapa (17.6%), Xico (9.9%), Teziutlán (6.6%) y Perote (4.4%). Muy pocos de estos “burreros” se arriesgan a llegar a la capital o a recorrer grandes distancias. La distancia más frecuente que dicen recorrer va de 1 a 12 km. Otros sitios que fueron mencionados son Xololoyan, El Carrizal, Tonalaco, Tlacuilolan, San Antonio, Monte Grande, Los Altos y Cosautlán. Según los encuestados, sus ventas son directas y en menor grado se destinan para los intermediarios (Figura 3). Por lo tanto es una creencia falaz la existencia de grandes acaparadores. Solo un caso, se refirió a la venta “directa” a los aserraderos.

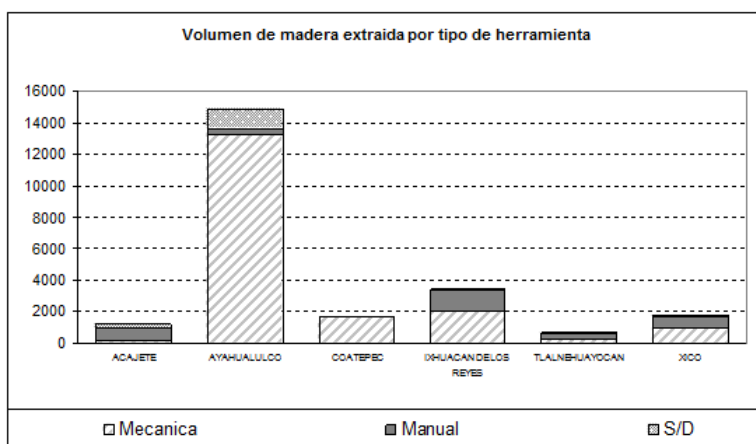


Figura 1.- Volumen no regulado de madera extraída en el Cofre de Perote y su relación con el tipo de herramienta utilizada para ello.

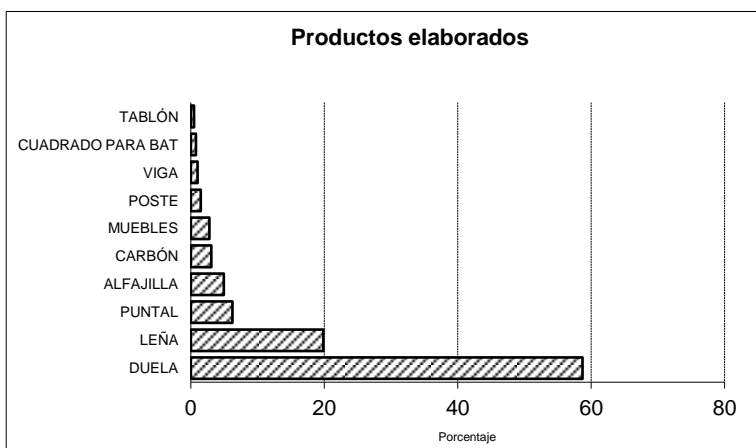
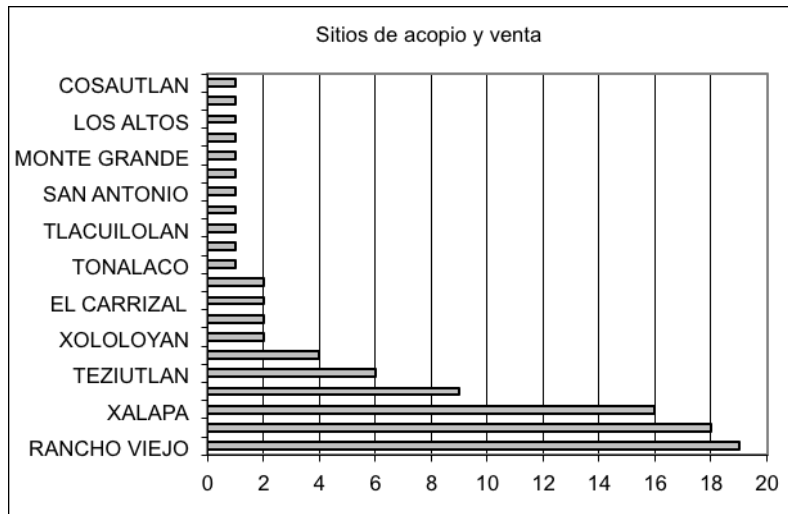


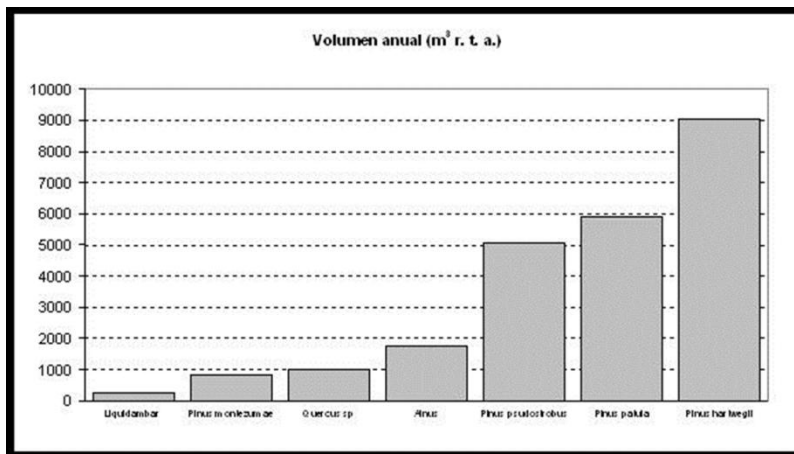
Figura 2.- Tipo de productos que se elaboran a partir de la madera no regulada que se extrae de la cuenca alta del río La Antigua representado por el porcentaje del volumen total.

La madera que está siendo extraída de manera irregular en la cuenca alta del río La Antigua, fue identificada como: *Alnus jorullensis* (1743.85 m<sup>3</sup>), *Liquidambar styraciflua* (226.88 m<sup>3</sup>), *Pinus hartwegii* (9026.13 m<sup>3</sup>), *Pinus montezumae* (810.13 m<sup>3</sup>), *Pinus patula* (5916.16 m<sup>3</sup>), *Pinus*

*pseudostrobus* (5059.47 m<sup>3</sup>) y *Quercus* spp. (1016.66 m<sup>3</sup>). Encontrando que *Pinus hartwegii* es la especie que está siendo extraída en mayor volumen, medido en m<sup>3</sup> r.t.a. (Figura 4) y proviene del interior del Parque Nacional Cofre de Perote.



**Figura 3.-** Destino de la producción de madera no regulada proveniente del Cofre de Perote en m<sup>3</sup> r.t.a, según respuesta de los encuestados en el estudio.



**Figura 4.-** Volumen anual de madera por especie forestal identificada que se extrae de manera irregular en la cuenca alta del río La Antigua.

Las respuestas a las preguntas de tipo socioeconómico se tiene que el 100% de los encuestados manifestó poseer de 1 a más hectáreas de terreno, 53% en propiedad social y el resto en propiedad privada. En total poseen 478 ha y 3.2 ha en promedio por familia. Los problemas que tienen son: empobrecimiento del suelo (23.4%), algunos se quejaron de los costos de los insumos y de la poca paga que reciben (16%), de la falta de mercado (1.5%). Solo 8% dijo no tener problemas.

Entre las alternativas que consideran viables para superar sus problemas y mejorar sus ingresos fueron: producir truchas, árboles de pino o ciprés, hortalizas y frutales, también mencionaron la ganadería, carpintería, floricultura, cultivo de alverjón, haba y viveros forestales. En la gran mayoría anteponen la necesidad de capacitación y apoyo; la falta de transporte es una condicionante para conseguir mejores precios para sus cultivos e incluso para la madera que extraen, pero pocos lo mencionaron.

A la pregunta de si habían recibido alguna capacitación dentro de alguno de los programas oficiales, sólo 17.3% dieron una respuesta, sobresale el tema de pago de servicios ambientales (9.3%); incendios forestales (4.6%); PRODEPLAN (2.6%) y PRODEFOR (2%). En respuesta a la pregunta sobre si tenían permiso para aprovechar la madera, 97.3% dijeron no tener y los pocos que creen tenerlo se refieren como origen al agente municipal o al comité comunal que “cuida el bosque”. Los que no tienen permiso dicen que no les interesa tramitarlo o bien, que es costoso y el trámite lleva mucho tiempo; algunos ignoran como hacerlo, algunos argumentan que no tienen suficiente bosque o papeles, que no hay organización o bien, que “extraen muy poco”. La mayoría se escuda en que tienen que comer e hijos que alimentar.

A partir del volumen total de madera irregular obtenido en este estudio, se extrapoló el impacto que pudiera ocasionar al recurso forestal, el total de la población de “burreros” mencionada en diferentes tiempos y fuentes. Para ello, se estimó la superficie de bosque requerida para producir cada una de las cantidades de madera que se podría suponer, se extrae (Cuadro 1). La superficie de bosque que se requiere para extraer estas cantidades de madera se calculó considerando una composición del volumen de 87% de coníferas y 13% de hojosas, y una existencia real total por hectárea de 73 y 57 m<sup>3</sup> de rollo total de coníferas y hojosas, respectivamente.

**Cuadro 1.-** Volumen anual de madera extraído por el número de corteños encuestados y la superficie de bosque que se estima se requiere para su obtención, según la extrapolación al número de familias que han sido estimadas en diferentes épocas y fuentes.

No de corteños*	Volumen anual (m <sup>3</sup> r.t.a.)	Superficie estimada de bosque requerida (ha)
150	23 799.3	336
300 <sup>1</sup>	47 598.6	672
600 <sup>2</sup>	95 197.2	1,344
1200 <sup>3</sup>	190 394.4	2,689

\*Población de “burreros” estimada por Héctor Castillo<sup>1</sup> (*com. pers.* 2006), Juan de Dios<sup>2</sup> (*com. pers.* 1997) y SE-DAP<sup>3</sup> (1994)

## CONCLUSIONES

1. El volumen de madera ilegal que extrajo la población encuestada se estimó en 23,799.3 m<sup>3</sup> r.t.a., superior al volumen total autorizado para los municipios estudiados en esa época, que en promedio andaba en 15,827.24 m<sup>3</sup> r.t.a. (Raúl Álvarez, *com. pers.*). La madera obtenida de manera clandestina a partir de *Pinus hartwegii* representa el mayor volumen (9,026 m<sup>3</sup> r.t.a.) y presuntamente provenía del Parque Nacional.
2. Tanto los volúmenes de madera anual que pudiera ser extraída, como las superficies de bosque estimadas para su obtención, están por debajo del potencial forestal de la cuenca alta del Río La Antigua. Incluso si se suma los volúmenes anuales extraídos con y sin autorización calculados en este estudio, daría un total de 39,626.54 m<sup>3</sup> r.t.a. que están muy por debajo del potencial estimado para la cuenca: 115,505 m<sup>3</sup> rollo de posibilidad anual, cantidad que puede incrementarse a 342,486 m<sup>3</sup> r.t.a. si se establecen plantaciones forestales (Álvarez *et al.*, 1997).
3. En relación a las especies que se detectó se extrajeron, tenemos que *Liquidambar*, *Alnus* (ilite), *Pinus patula* y *P. montezumae* son especies de rápido crecimiento y requieren de sol y de espacios abiertos para su germinación y crecimiento. Estas características les

permiten formar rodales de vegetación secundaria, de fácil manejo; no obstante la regeneración natural puede verse disminuida por distintos factores, ya sean naturales como es el caso de *Liquidambar* cuyas semillas son fácilmente depredadas por los insectos y sus plántulas sumamente susceptibles a la sequía (Pedraza, 2005). En el caso de la tala de las especies de *Pinus*, lo que más preocupa es la extracción desordenada y a la presencia del pastoreo trashumante que disminuye las posibilidades de regeneración del bosque. En especial a *Pinus hartwegii*, única especie que alcanza el límite superior de distribución de la vegetación arbórea (3,000 a 4,000 m snm), tiene un crecimiento lento y problemas de viabilidad de semillas (Farjon *et al.*, 1997, Biondi, 2001, Solis, 2002; Ortega, 2004; Tivo, 2004).

4. La extracción de madera sin permiso, se da bajo un contexto de auto-subsistencia donde los corteños siguen la costumbre de sus padres y abuelos. La falta de permisos nunca fue importante en el pasado lejano y a partir de la década de 1980 en que se promovió los programas de manejo forestal, la incorporación a esquemas legales para extraer madera han tenido que romper con una serie de limitantes donde se amalgaman tanto problemas de tenencia de la tierra, la falta de organización e información sobre los trámites administrativos, la deficiente instrucción escolar de los productores, además de los bajos recursos económicos con los que subsisten. La aplicación de las sanciones que marca la ley en la materia no son la clave para resolver el problema, sino la búsqueda de alternativas que mejoren en general, sus actividades productivas y de manera particular, el proceso de extracción de madera.
5. Entre las alternativas que pueden ayudar a mejorar la situación sería la capacitación en las actividades que ellos mismos mencionaron en la encuesta, en donde pudieran incrementar sus ganancias a partir de mejorar la producción que realizan en sus pequeñas propiedades.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez O. L. R., 2001. Determinación de Turnos para las principales especies de coníferas en la región de Cofre de Perote, Veracruz. Tesis de maestría (Manejo del Recurso Forestal). Facultad de Agronomía. Universidad Veracruzana. Xalapa. México. 97 pp.
- Álvarez, O., R., Hoyos, R., A., Retureta, A., A., y Zárata, B., E. 1997. La Cuenca Hidrográfica como Unidad Básica para la Planeación y Ordenación Regional: Caso La Antigua. Ponencia presentada en el Taller de Planeación del Parque Nacional Cofre de Perote (Colegio Profesional de Biólogos), Xalapa, Veracruz. Memoria no publicada.
- Biondi, F. 2001. A 400-year tree-ring chronology from the tropical tree line of North America. *Ambio* 30:162–166. Disponible en línea: [equinox.unr.edu/homepage/fbiondi/pubs.html](http://equinox.unr.edu/homepage/fbiondi/pubs.html) visitado en enero de 2007.
- CONAFOR, 2004. Programa 60 Montañas: Montaña Cofre de Perote. Documento digital de circulación interna. 131 pp.
- Farjon, A., J.A. Perez de la Rosa y B.T. Styles. 1997. A Field Guide to the Pines of Mexico and Central America. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- INEGI. 2010. México en cifras. Por estado y municipio. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=30> Visitado el 2 de marzo de 2015.
- Ortega, M. A. 2004. Evaluación de la variación en germinación y plántulas de siete poblaciones de *Pinus hartwegii* Lindl. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana.
- Pedraza P., R. A. y G. Williams-Linera. 2005. Condiciones de microhabitat para la germinación y establecimiento de dos especies de árboles del bosque mesófilo de montaña en México. *Agrociencia* 39:457-467.
- SEDAP. 1997. Incorporación de nuevas áreas al manejo forestal en la región Perote, Ver. Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesquero. Gobierno del Estado de Veracruz. Reporte interno.
- Solis, R. L. 2002. Contribución al conocimiento de la población de *Pinus hartwegii* Lindl. del Pico de Orizaba, Veracruz. México. Tesis de Maestría en Ecología Forestal, Instituto de Genética Forestal, Xalapa, Veracruz. México. 130 pp.
- Tivo F., Y. 2004. Evaluación del polen de la población de *Pinus hartwegii* Lindl. del Cofre de Perote, Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ecología Forestal del Instituto de Genética Forestal, Universidad Veracruzana. 145pp.

# Determinación de turnos para las principales especies de coníferas en la región del Cofre de Perote, Veracruz

L. Raúl Álvarez

COANMP

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Veracruz la Región del Cofre de Perote en el año 2000 ocupó el segundo lugar estatal en cuanto a producción de materia prima forestal, con una producción que sobrepasaba los 100 mil metros cúbicos anuales. Sin embargo, en ese mismo periodo la industria forestal establecida tenía una capacidad instalada dos veces superior a la producción anual autorizada. Esta situación fue motivo para plantearse la necesidad de encontrar formas más eficientes de aprovechamiento, ya sea reduciendo los turnos o incrementando la intensidad del cultivo aplicando tratamientos más eficaces.

El objetivo fue ofrecer elementos técnicos que orientasen la discusión entre técnicos y productores sobre las mejores alternativas de manejo para las principales especies de coníferas presentes en el Cofre de Perote.

## DESARROLLO Y RESULTADOS

El documento se subdivide en cuatro secciones. La primera de ellas ofrece una descripción de la región de estudio, particularizando las actividades relevantes relacionadas al sector forestal; en este apartado, partiendo de una primera regionalización ambiental y edafológica de la zona se determina una subregionalización; la región húmeda correspondiente a la vertiente oriental del Cofre de Perote, con una mejor calidad de sitio: suelos ricos y buen régimen de lluvias que soportan masas puras o asociadas de *Pinus ayacahuite*, *P. patula*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* y la región seca que corresponde a los bosques con dominancia de *P. teocote* de vertiente occidental de la montaña y que se extiende hasta la frontera con el estado de Puebla en el valle de Perote.

En la segunda sección se hace referencia a la procedencia de los 6,411 datos de campo, se explica la estructura de la base de datos, y se propone una clasificación de los mismos en grupos de especies así como su agrupamiento por subregión.

En el tercer apartado se ofrece una aproximación detallada del cálculo de los diferentes turnos. El turno técnico, entendido como la edad en que ocurre el mayor incremento medio en volumen por hectárea; para el cálculo del turno técnico se analizan diferentes funciones de crecimiento a nivel de árbol individual y se relacionan éstas con el efecto de la densidad para obtener los indicadores de productividad por hectárea, apoyándose en el concepto del Índice de Densidad del Rodal de Reineke.

El turno técnico (tabla 1) establece el momento óptimo de cosecha tratando de maximizar el rendimiento de madera por hectárea por año, sin importar la distribución de productos ni el precio de la producción en el mercado. Para obtener la producción máxima sostenida, el bosque se cosecha en el momento en que el crecimiento del volumen marginal es igual al crecimiento del volumen promedio sobre todo el ciclo de cosecha, o dicho en términos silvícolas,



la máxima producción posible por unidad de área se obtiene cuando el incremento corriente anual (ICA) se iguala al incremento medio anual (IMA).

**Tabla 1.** Turno técnico: volumen por hectárea y edad de culminación del IMA

Grupo de especie	Edad	Diám m	Alt	Vol. Ind.	Arb/ha	Vol/ha	IMA* (m3/ha)
Pinus ayacahuite	23	20.7	13.6	0.291	1,150	334.476	14.542
Pinus patula	19	19.6	13.2	0.252	1,279	322.047	16.950
P. montezumae y P. pseudostrobus	20	18.8	13.2	0.231	1,380	318.359	15.918
Pinus teocote	19	15.4	9.7	0.125	717	89.392	4.705

También, para fines de comparación se obtuvieron los turnos de aserrío para diámetros de 30, 40 y 50 cm dap ver Tabla 2.

**Tabla 2.** Edad mínima para obtener diámetro comercial a 30, 40 y 50 cm dn.

Grupo de especie	Edad	Diám.	Alt	Vol. ind.	Arb/h a	Vol/ha	IMA/ha	ICA/ha
<b>Edad de corta para un diámetro esperado de 30 cm dn</b>								
Pinus ayacahuite	32	30	18	0.775	580	449.596	14.050	10.947
Pinus patula	29	30	19	0.806	579	466.445	16.084	11.743
P. montezumae y P. pseudostrobus	31	30	19	0.809	573	463.461	14.950	10.514
Pinus teocote	39	30	16	0.706	225	158.602	4.067	2.356
<b>Edad de corta para un diámetro esperado de 40 cm dn</b>								
Pinus ayacahuite	42	40	22	1.593	343	546.379	13.009	8.324
Pinus patula	39	40	23	1.632	348	568.190	14.569	8.537
P. montezumae y P. pseudostrobus	42	40	23	1.642	342	561.704	13.374	7.314
Pinus teocote	60	40	20	1.424	137	195.712	3.262	1.268
<b>Edad de corta para un diámetro esperado de 50 cm dn</b>								
Pinus ayacahuite	52	50	24	2.653	234	621.062	11.944	6.540
Pinus patula	50	50	26	2.753	236	650.088	13.002	6.315
P. montezumae y P. pseudostrobus	55	50	26	2.744	234	641.678	11.667	5.002
Pinus teocote	111	50	23	2.499	93	232.833	2.098	0.383

Después, ya con los modelos de producción ajustados, se calculó del turno financiero, (tabla 3) abordando el concepto de manejo económicamente óptimo es decir, se relacionó la

productividad en volumen por hectárea con el valor de la producción en el mercado, buscando en este caso optimizar la ganancia; para este planteamiento se hace uso de los conceptos de Valor Presente Neto y Valor Esperado del Suelo.

El cálculo del turno entonces se determina ya no por la productividad del bosque, sino por el valor de la madera en el mercado; utilizando una tasa de interés del 4%, el tiempo de cosecha se determina entonces cuando el valor del bosque incrementa a una tasa menor a la tasa de interés determinada y entonces conviene cortar el bosque y meterlo al banco donde las ganancias esperadas de la “inversión bosque” son mayores.

**Tabla 3.** Turno financiero determinado a una tasa de interés del 4% (pesos del año 2000)

Grupo de especie	Edad	Diám. Cm	Alt. m	Árb. ha	Vol. ha	% del volumen*			Ingreso Actualizado
						Prim	sec	cel	
Pinus ayacahuite	29	27	17	708	414.733	37	39	17	52,944
Pinus patula	28	29	19	616	454.285	36	40	18	58,626
P. montezumae y P. pseudostrobus	31	30	19	573	463.419	38	39	17	53,222
Pinus teocote	27	22	13	389	123.172	35	40	18	13,426

**\*primario, secundario y celulósico**

Es de destacar que para la región seca (P. teocote) el turno financiero es menor en comparación a la región húmeda. Este fenómeno se podría explicar porque para la región seca, la producción, al llevar un ritmo más lento, requiere ser “dinamizada” mediante la reducción de la edad de rotación. De esta forma, se estaría “forzando” a la producción hacia un modelo más intensivo. En este caso, el intensificar la productividad podría llevar al agotamiento de la fertilidad del suelo. Aunque no se tienen referencias documentadas, esta posibilidad debe ser considerada, pues se están manejando sistemas biológicos complejos donde las interacciones agua - suelo - planta están estrechamente vinculadas.

Finalmente, en la cuarta sección se hace una recapitulación de los resultados y una discusión de los mismos para llegar a establecer las recomendaciones de manejo para las principales especies de coníferas que se desarrollan en el Cofre de Perote destacando:

En las dos subregiones los valores de pendiente obtenidos para la línea de mortalidad natural son muy cercanos a -1.8, indicando niveles de densidad baja, o rodales subpoblados, debido posiblemente a una sobre explotación histórica del recurso forestal.

Respecto al turno técnico, la culminación del IMA ocurre a edades muy tempranas; 23 años para *P. ayacahuite*; 19 para *P. patula*; 20 para *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* y 19 años para *P. teocote*, destacando los IMAs e ICAs calculados; 15.8 m<sup>3</sup>/ha/año en promedio para la región húmeda y 4.7 m<sup>3</sup>/ha/año para *P. teocote*. En este turno técnico la distribución de productos está enfocada a celulosa y trozo corto. Este comportamiento se debe a la influencia que tiene la densidad sobre la producción por unidad de área. El turno técnico representa la máxima producción de volumen o biomasa por unidad de área y tiempo y se debe entender sólo como un indicador de productividad y tomarlo como referencia para la planeación estratégica de la producción de la región.

Siguiendo con el ejercicio se determinó el “turno de aserrío” entendido como el tiempo mínimo para obtener diámetros normales de 30, 40 y 50 centímetros, verificando que los turnos que se manejan actualmente en el Cofre de Perote están determinados en función de las necesidades de la industria y no desde la perspectiva del beneficio económico de los productores.

Finalmente, se procedió al análisis del turno financiero. A los datos de productividad por hectárea fue necesario incorporarles un indicador del valor de la producción. Para lograr esto se determinó la distribución de productos y a partir de ésta, el valor de la producción en el mercado. Los tiempos de cosecha calculados para esta opción fueron cortos; 29 años en promedio para la vertiente oriental del Cofre y 27 para *P. teocote* en la vertiente occidental y Valle de Perote. El diámetro normal alcanzado a estas edades está comprendido en un rango de 22 a 30 cm por lo que también en este caso la distribución de productos está cargada hacia celulosa y trozo corto. Se concluye que, el turno financiero será menor cuanto mayor sea el precio neto de la madera (por aumento en los precios o disminución de los costos de producción), menores los costos de plantación y mayor la tasa de interés real.

El análisis financiero deja en claro que, si se quiere maximizar la ganancia económica del productor, es inevitable el cosechar los bosques en edades tempranas con la consecuente disminución de los diámetros de corta. El hecho de alargar el tiempo de cosecha con el fin de obtener mejores diámetros para la industria representa una pérdida, entendida como costo de oportunidad<sup>14</sup>, para el productor pues esta espera no es recompensada ni retribuida de forma alguna. Pareciera que, en las condiciones actuales los productores están destinados a seguir manteniendo a la industria regional a menos que se planteen el pasar de vendedores de madera en rollo a la fase industrial.

En todo el desarrollo de este trabajo se trataron de reflejar lo mejor posible las condiciones reales de crecimiento de las masas arboladas de la región. Aunque se ofrecen indicadores para el manejo de los bosques del Cofre de Perote, las masas naturales son más complejas que los modelos que aquí se ofrecen por lo que nuevamente se recalcan algunas limitaciones de los supuestos del análisis:

- Se modeló el crecimiento de masas monoespecíficas y coetáneas, tipo plantación.
- En los cálculos de rendimiento no se incluyó el manejo de densidad.
- Se asume que la productividad del sitio se va a mantener indefinidamente.
- Los precios se mantienen constantes.
- El análisis financiero se basó en una tasa real del 4% anual.

En este ejercicio se presta atención únicamente a la economía de la explotación de unas pocas especies maderables, pero se debe resaltar el hecho de que la mayor parte de la naturaleza queda fuera del mercado, aunque sufre las consecuencias colaterales de la explotación comercial. Un bosque es más que madera, también ofrece servicios ambientales que deben ser tomados en cuenta dentro de los objetivos de manejo. Los bosques naturales mantienen una amplia diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que son además sustento de poblaciones de micro y macrofauna. Mientras mayor diferenciación exista en la estructura vertical y horizontal del bosque, mayor es su capacidad de auto regeneración y regulación del clima y

---

<sup>14</sup> El costo de oportunidad es la suma de los ingresos financieros que se obtendrían a la cosecha, invirtiendo los beneficios de la corta más la renta anual que generaría el espacio liberado.

los ciclos naturales. Para utilizar los resultados planteados en este trabajo se recomienda por lo menos considerar el favorecer la regeneración natural, dejar árboles en pie mas allá del turno, mantener las mezclas de especies existentes y dejar áreas de reserva dentro de los predios. En la subregión húmeda es recomendable mantener mezclas de coníferas ya que los modelos de crecimiento analizados para este espacio tienen un comportamiento similar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alvarez, O., L.R. 2001. Determinación de Turnos para las principales especies de coníferas en la Región del Cofre de Perote, Veracruz. Tesis para obtener el grado de Maestro en Manejo del Recursos Forestal. Universidad Veracruzana.

# Los suelos del Cofre de Perote: calidad y servicios ecosistémicos

Daniel Geissert y Enrique Meza

INECOL, A.C.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural vivo que cumple funciones y brinda servicios ambientales. Cuando el suelo es capaz de cumplir sus funciones y brindar estos servicios, se le considera saludable y de buena calidad. Es también un recurso considerado como no renovable, ya que su velocidad de formación o de regeneración es extraordinariamente lenta y depende de los factores formadores. Por lo tanto, el suelo debe utilizarse de manera sustentable, lo cual significa que su aprovechamiento sea sin debilitarlo, o sin que pierda potencial productivo y calidad. De esta manera será capaz de satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Los estudios de los suelos de la vertiente húmeda del Cofre de Perote se iniciaron por parte del exINIREB (Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos) con la cartografía morfoedafológica (Rossignol et al., 1987) y la evaluación de los recursos en tierras (Rossignol y Geissert, 1987), a la escala de 1:75,000. Posteriormente, en el INECOL (Instituto de Ecología, A.C.), se actualizó el mapa morfoedafológico y se extendió la cartografía a la vertiente seca (Geissert et al., 1994). Desde esta época y hasta la fecha, se publicaron 14 artículos científicos sobre las propiedades químicas (Geissert et al., 2000; Campos et al., 2001), físicas (Meza y Geissert, 2003; Meza y Geissert, 2006), hídricas (Dubroeuq et al., 1992) y biológicas (Dubroeuq et al., 2002; De la Rosa y Negrete-Yankelevich, 2012), y los procesos de formación y evolución de los suelos del Cofre de Perote bajo diferentes usos entre otros (Dubroeuq et al., 1998, Campos, 2006, 2010; Campos et al., 2007), dos capítulos de libros, seis artículos en extenso de memorias de congresos, tres informes técnicos de proyectos, cuatro tesis de licenciatura, cinco tesis de maestría y veinticinco presentaciones en congresos nacionales e internacionales. La gran mayoría de estos estudios se realizó en la vertiente húmeda.

En este trabajo se presenta una síntesis de los suelos del Cofre de Perote, haciendo hincapié en sus principales propiedades, su distribución geográfica, su estado de calidad y los servicios ecosistémicos que ofrecen.

## LOCALIZACIÓN

El Cofre de Perote (4,282 m) es el volcán septentrional más grande de la sierra Pico de Orizaba-Cofre de Perote, la cual forma una barrera fisiográfica entre el altiplano central (2,500 m) y la planicie del Golfo de México (< 1,300 m). Es un volcán de escudo relativamente antiguo y extinto, compuesto por espesos y masivos flujos de lava andesítica a dacítica, asociados con brechas volcánicas (Carrasco-Nuñez et al., 2010). Los recubrimientos de cenizas son de espesor variable en la vertiente húmeda, mientras que en la seca son más espesas y asociadas a lapillis pumíticos procedentes de las erupciones de la caldera de Los Humeros, más al oeste. La vertiente oriental está cortada por un escarpe pronunciado en forma de herradura, producto de un colapso masivo del edificio volcánico.

## **METODOLOGÍA**

Este trabajo es una síntesis de los resultados de varias de las publicaciones citadas anteriormente, en especial aquellas relacionadas con la cartografía morfoedafológica. Los procedimientos de inventario de los suelos, su descripción en campo y su análisis en laboratorio fueron descritos en Geissert (1994), entre otros. Los suelos fueron clasificados de acuerdo con el sistema de World Reference Base (IUSS-WRB, 2006).

## **RESULTADOS**

### ***Características de los suelos de la vertiente húmeda***

La vertiente oriental del Cofre de Perote recibe los vientos húmedos procedentes del Golfo de México. Alrededor de los 1,500 m de altitud se inicia una franja de clima templado húmedo con lluvias todo el año (tipo C(fm)). El ascenso forzado de aire cálido y húmedo produce una gran condensación y una importante precipitación. Le sigue en altitud otra franja templada húmeda con abundantes lluvias de verano (tipo C(m)). Progresivamente y con el aumento de la altitud ocurre una sucesión rápida de tipo semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano C(E)(m) a un tipo semifrío subhúmedo, también con lluvias de verano C(E)(w<sub>2</sub>)(w). La cima de la montaña se caracteriza por un clima frío ETH y subhúmedo, con una temperatura media anual entre -2° y 5°C y la temperatura del mes más frío inferior a 0°C.

En general, el máximo pluviométrico es de 2,000 a 3,000 mm/año a unos 2500 m, altitud a partir de la cual la precipitación vuelve a disminuir rumbo a la cima del Cofre. A 4,000 m de altitud, la lluvia alcanza aproximadamente 1200 mm/año. La isoterma de 18°C que marca el cambio de clima semi-cálido a templado se sitúa entre 1400 y 1500 m de altitud; la isoterma de 12°C que inicia la franja semi-fría se sitúa a unos 2300 m, mientras que la de 5°C, correspondiendo a la zona fría, se encuentra a 3700 m aproximadamente. Con la disminución de la temperatura aumenta la incidencia de los ciclos de hielo-deshielo. Sin embargo, con el aumento de la altitud, el hielo nocturno es cada vez más intenso y el deshielo diurno más débil.

En la zona templada (abajo de 2300 m), los ciclos hielo-deshielo alcanzan 30 días/año, sin que ocurran cada año. Al contrario, en las zonas semi-fría y fría, dichos ciclos son anuales y su incidencia en número de días/año, aumenta rápidamente: 30 a 60 días entre 2300 y 2700 m, 60 a 100 días entre 2700 y 2900 m, 100 a 250 días entre 2900 y 3200 m aproximadamente y más de 250 días arriba de 3200 metros.

El gradiente altitudinal de los Andosoles, suelos dominantes de esta vertiente, se inicia alrededor de los 1,500 m de altitud, cuando el clima cambia a templado húmedo. Son Andosoles úmbricos, pero una clasificación más fina permite distinguir dos grupos: el Andosol aluándico y el Andosol silándico. El Andosol aluándico se desarrolla bajo bosque mesófilo de montaña, pastizales y pino de reforestación, en una franja situada entre 1,500 y 2.500 m. La fracción mineralógica de estos suelos está dominada por los complejos órgano-minerales Al/Fe-humus. El Andosol silándico se desarrolla en altitudes superiores a 2,500 m, en ambientes semi-fríos húmedos y principalmente bajo bosque de pino, pero está asociado espacialmente con el aluándico en áreas de pastizales. La fracción mineralógica del Andosol silándico está dominada por alofano e imogolita, componentes no cristalinos o pseudo-cristalinos, producto del rápido intemperismo del vidrio volcánico. En las laderas escarpadas y barrancas que rodean la cima dominan los Leptosoles ándicos, suelos delgados desarrollados en un material parental predominantemente rocoso (Cuadro 1).

### **Características de los suelos de la vertiente seca**

En la vertiente occidental del Cofre de Perote se escalonan desde la cima de la montaña hasta el valle de Perote los tipos climáticos ETH, C(E)(w<sub>2</sub>)(w) ya descritos, C(E)(w<sub>1</sub>)(w) semifrío súbhúmedo y más seco que el anterior, y finalmente el clima semiseco templado con lluvia de verano y canícula, BS1K'w, que se extiende hacia el Suroeste de la ciudad de Perote. La vertiente se caracteriza por el incremento de la sequía; de condiciones semi-húmedas (7-8 meses húmedos/año) en las partes altas cambia a semi-áridas (5-6 meses húmedos/año) en el piedemonte.

La precipitación total anual disminuye progresivamente de 1200 mm en la cima del Cofre de Perote a 500 mm en Perote. Dichos cambios de régimen hídrico hacia la desecación tiene múltiples causas: el recalentamiento del aire al pasar la barrera orográfica y la consecuente disminución de humedad relativa, celdas de alta presión estacionadas sobre el altiplano que impiden la progresión hacia arriba de las masas oceánicas procedentes del Golfo

**Cuadro 1.** Propiedades selectas de los suelos de la vertiente húmeda (datos del solum).  
**CICE**=capacidad de intercambio catiónico efectiva; **SBI**= saturación en bases intercambiables.

	<b>Zona alta</b>	<b>Zona intermedia</b>	<b>Zona baja</b>
Altitud (msnm)	>2,500	1,400-2,500	<1,400
Clima	Semifrío y frío sub-húmedo	Templado húmedo	Semi-cálido húmedo
Temperatura media anual (°)	9-12 y <9	12-18	18-21
Precipitación anual (mm)	2,800-1,400	1,400-2,800	1,600-2,200
Suelo	Andosol silándico, Andosol aluándico (Andosol úmbrico)	Andosol silándico, Andosol aluándico (Andosol úmbrico)	Acrisol ándico, Acrisol vético, otros
Horizontes	AC	ABwC	ABtC
Espesor solum (cm)	50-100	100-150	>100
Espesor horizonte A (cm)	50-70	30-90	>20 (variable)
pH H <sub>2</sub> O	4.0-4.7	3.7-4.8	3.0-4.0
Materia orgánica (%)	15-20	20-25	5-10
Fósforo extraíble (mg/kg)	0.0-1.5	0.5-1.5	1.0-20.0
CICE (cmol/kg)	1.0-7.5	2.0-5.0	5.0-8.0
Al interc. (cmol/kg)	0.2-1.0	2.0-4.5	3.5-5.0
Disponibilidad de nutrientes (SBI %)	<15	<10	20-30
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0.4-0.7	0.3-0.5	0.5-0.9
Textura	Franca	Franca a franca-arcillosa	Arcillosa



de México y corrientes de aire cálido y seco originarias del Sur. La zona templada se localiza en el piedemonte, en donde ocurren 30 a 60 días/año de ciclos hielo-deshielo. A los 2700 m aproximadamente, se inicia la franja semi-fría con las mismas características térmicas y de heladas que la ladera barlovento.

La parte superior de la vertiente (> 3,500 m) está formada por derrames de andesita y dacita alrededor de la cima, sobre pendiente fuerte y profundamente diseccionados por barrancas que se originaron a partir de antiguos valles glaciares; la cubierta de cenizas es delgada e irregular. Abajo, se encuentra un depósito de cenizas y bloques delgado (< 2m) cubierto por coluvión periglaciario. Dicho depósito aumenta en espesor ladera abajo (2,800-2,900 m) y está cubierto de forma irregular por cenizas y lapillis de pómez (Toba Faby). Más abajo y hasta el contacto con la planicie del valle (2,500 m), se presentan depósitos piroclásticos simples o estratificados de lapillis pumítico (tepezil), con cubierta delgada de cenizas (< 1 m) sobre pendiente de inclinación moderada.

En la parte alta dominan los Andosoles úmbricos poco a moderadamente profundos. Alrededor de la cima y dentro de las barrancas, se asocian con los Leptosoles ándicos. Un poco abajo, sobre los depósitos de cenizas y bloques, se desarrollan en estrecha asociación los Andosoles úmbricos y los Andosoles háplicos dístricos poco a moderadamente profundos. Entre 2,800 y 3,500 m los Andosoles háplicos dominan sobre los úmbricos, sobre todo en el sector suroeste. En la ladera de piedemonte, con cubierta de cenizas y tepezil, se desarrollan los Andosoles háplicos éutricos, más o menos degradados por procesos erosivos. En la planicie del valle de Perote se inician los Regosoles éutricos (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Propiedades selectas de los suelos de la vertiente seca (datos del solum). CICE=capacidad de intercambio catiónico efectiva; SBI= saturación en bases intercambiables.

	Zona alta	Zona intermedia	Piedemonte	Valle (altiplano)
Altitud (msnm)	>3,500	2,800-3,500	2,500-2,800	2,500-2,400
Clima	Frío subhúmedo	Semi-frío subhúmedo	Semi-frío subhúmedo	Templado semi-seco
Temperatura media anual (°C)	-2 a 5	5-12	5-12	5-12
Precipitación anual (mm)	1,200-1,400	800-1,200	600-800	<600
Suelo	Andosol úmbrico	Andosol háplico dístrico/Andosol úmbrico	Andosol háplico éutrico/degradado	Regosol éutrico
Horizontes	AC	AC/ABwC	ABwC	AC
Espesor solum (cm)	25 a >100	100-140	35-120	30-100
Espesor horizonte A (cm)	25 a >100	25-60	15-40	30-100
pH H <sub>2</sub> O	4.7-5.9	5.5-6.5	6.0-8.0	5.8-7.7
Materia orgánica (%)	<8-22	<2-8	<1-4	<2
Fósforo extraíble (mg/kg)	0-12	0-9	0-20	40-70
CICE (cmol/kg)	4-6	3-6	5-16	6-10

Al interc. (cmol/kg)	2.0-4.0	0.1-0.25	0.1-0.3	0.0
Disponibilidad de nutrientes (SBI %)	< 20	10-25	>50	> 50
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0.6-0.8	0.9-1.2	1.1-1.5	1.3-1.9
Textura	Franca	Franca	Franca a Franco-arenosa	Franca-arenosa a Areno-franca

### ***Calidad de los suelos y servicios edáficos***

Un suelo de calidad es aquel capaz de realizar sus funciones, tanto en ecosistemas naturales como manejados, o sea conservar la productividad animal y vegetal, conservar y mejorar la calidad del agua y del aire, y sostener la salud humana y de su vivienda (Karlen et al., 1997). Un suelo de calidad es a su vez capaz de proveer servicios ambientales a los ecosistemas y a la sociedad humana.

Los Andosoles úmbricos de la vertiente húmeda y parte superior de la vertiente seca tienen gran cantidad de agua a capacidad de campo (50% hasta 200%g/g), debido a su alta porosidad (70-80%) y a su mineralogía amorfa (alofano, imogolita). Sin embargo, son sensibles a la deshidratación producida por los cambios de usos del suelo. Por desarrollarse bajo condiciones de alta precipitación, se produce una importante lixiviación de nutrientes y por lo tanto una insaturación del complejo de intercambio catiónico. En consecuencia, los suelos son ácidos y en ciertos casos puede haber un exceso de aluminio intercambiable. Los macronutrientes del suelo (N, P, K, Ca y Mg) son deficientes y su disponibilidad para las plantas es limitada. Por otro lado, estos suelos contienen grandes cantidades de materia orgánica que les aseguran una estructura estable y una alta permeabilidad, aumentando así su resistencia a la erosión, sobre todo en ambientes boscosos. En consecuencia, los servicios ambientales que ofrecen son de: almacenamiento y regulación del agua en la cuencas hidrológicas (suministro suficiencia de agua en temporada de estiaje); almacenamiento y sumidero de carbono; retención de sedimentos en las laderas (y como consecuencia la reducción del azolve en cauces y obras de almacenamiento, y mejora de la calidad del agua); soporte físico para la biodiversidad (suelos profundo, textura franca). Por su bajo contenido de elementos químicos, son suelos de baja fertilidad y no ofrecen un servicio de suministro de nutrientes.

Los Andosoles háplicos dístricos son moderadamente ácidos, pero siguen insaturados igual que los suelos anteriores y los contenidos en macronutrientes son bajos. Son permeables, pero su porosidad es moderada. Asimismo, son poco orgánicos y su estructura es menos resistente a la degradación por erosión hídrica. Son suelos de calidad mediana y que proporcionan servicios edáficos de almacenamiento y suministro de agua para los arroyos y ríos, retención de sedimentos, y soporte físico para las plantas y las actividades humanas. Los Andosoles háplicos éutricos son de moderadamente ácidos a neutros, y son saturados en cationes intercambiables (ricos en potasio y moderado en calcio), aunque su capacidad de intercambio catiónico sigue baja. Igual que los suelos anteriores, son permeables, de porosidad moderada, poco orgánicos y de moderada resistencia a la erosión hídrica. Su calidad es limitada a algunas funciones hidrofísicas (permeabilidad, retención de agua) y de soporte físico (textura franca-arenosa y profundidad). Sin embargo, los servicios edáficos que ofrecen se limitan a soporte físico para las plantas y animales, provisión de materia prima para la construcción (arena, tepezil) y parcialmente a la

producción de biomasa, aunque para la producción de cultivos se requieren importantes insumos de nutrientes y obras de conservación del suelo.

Los Regosoles éutricos del piedemonte de la vertiente seca y del valle de Perote son a menudo profundos, pero de textura franca-arenosa a areno-franca, bajos en materia orgánica, porosos, pero sensible a la erosión eólica y susceptibles de desecamiento en temporada seca. Tampoco son proveedores de nutrientes, por lo que las actividades agrícolas requieren importantes insumos de fertilizantes y de agua. En las zonas de pendientes son indispensables las obras de conservación del suelo para evitar su degradación en detrimento de su calidad. Los servicios ofrecidos por estos suelos son esencialmente de soporte físico para las plantas y animales, y de provisión de materia prima (tepezil del subsuelo).

## **CONCLUSIÓN**

Los suelos del Cofre de Perote, en particular los Andosoles, proveen importantes servicios ecosistémicos bajo cubierta forestal. La captura y el almacenamiento de carbono, así como la retención de agua y la regulación del ciclo hidrológico en las cuencas con bosque mesófilo de montaña, son los principales (Campos, 2006; Muñoz-Villers y McDonnell, 2012). Sin embargo, son suelos cuyas propiedades son sensibles a los cambios de usos, por lo que es necesario conservar los bosques, proteger y promover su regeneración natural en áreas degradadas, y así restaurar los procesos hidrológicos de los ecosistemas (Muñoz-Villers et al., 2012).

Se recomienda un uso forestal en las laderas intermedias más escarpadas, un uso agrícola restringido a los sitios más favorables y un pastoreo estabulado. Las laderas de la zona alta, las barrancas profundas y algunos malpais, deberían ser orientadas hacia un uso forestal con fines de conservación y de protección de los suelos y ecosistemas. Las áreas donde las restricciones ambientales son extremas, deben ser reservadas para protección ecológica y de refugio para la vida silvestre.

Las laderas intermedias, de pendiente fuerte y con suelos sensibles a la erosión son aptas para un uso agroforestal con prácticas agrícolas limitadas y cultivo de pastizal, tanto en la vertiente húmeda como en la seca. Es también la zona más favorable para el aprovechamiento forestal, debido a las condiciones ambientales y la facilidad de acceso. El pastoreo bovino y ovino-caprino se tiene que restringir a las áreas más apropiadas, fuera del bosque.

El uso agrícola sin mecanización pero con posibilidades de intensificación debería ser restringido a las laderas bajas y piedemonte occidental, y a los lomeríos de la zona noreste principalmente, con prácticas de conservación de los suelos. Es necesario realizar investigación más específica sobre la calidad y servicios edáficos de los suelos, en especial en las zonas de transición húmeda-seca y en la vertiente seca.

## BIBLIOGRAFÍA

- Campos A. (2006). Response of soil surface CO<sub>2</sub>-C flux to land use changes in a tropical cloud forest (Mexico). *Forest Ecology and Management*, 234, 305-312.
- Campos A. (2010). Response of soil inorganic nitrogen to land use and topographic position in the Cofre de Perote volcano (Mexico). *Environmental Management*, 46, 213-224.
- Campos A. , K. Oleschko, L. Cruz H., J. D. Etchevers B., C. Hidalgo M. (2001). Estimación de alófono y su relación con otros parámetros químicos en Andisoles de montaña del volcán Cofre de Perote. *Revista Terra*, 19 (2), 105-116.
- Campos A., K. Oleschko L., J. Etchevers B., C. Hidalgo M. (2007). Exploring the effect of changes in land use on soil quality on the eastern slope of the Cofre de Perote volcano (Mexico). *Forest Ecology and Management*, 248 (3), 174-182.
- Carrasco-Nuñez G., L. Siebert, R. Díaz-Castellón, L. Vázquez-Selem, L. Capra. (2010). Evolution and hazards of a long-quiescent compound shield-like volcano: Cofre de Perote, Eastern Trans-Mexican Volcanic Belt. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 197, 209-224.
- De la Rosa. I. y S. Negrete-Yankelevich. (2012). Distribución espacial de la fauna edáfica en bosque mesófilo, bosque secundario y pastizal en la reserva La Cortadura, Coatepec, Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83 (1), 201-215.
- Dubroeuq D., A. Campos, D. Geissert. (1992). Comportamiento de los andosoles negros con respecto al agua en el volcán Cofre de Perote (Ver.). *Revista Terra*, 10 (1), 51-58.
- Dubroeuq D., D. Geissert, P. Quantin. (1998). Weathering and soil forming processes under semi-arid conditions in two Mexican volcanic ash soils. *Geoderma*, 86/1-2, 99-122.
- Dubroeuq, D., D. Geissert, I. Barois, M. P. Ledru. (2002). Biological and mineralogical features of Andisols in the Mexican volcanic highlands". *Catena*, 49 (3), 183-202.
- Geissert D. (1994). Cartografía, génesis y restricciones al uso de los suelos de origen volcánico de la región natural Cofre de Perote, Veracruz, México. Informe técnico del proyecto Conacyt 0796-N9110. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. 126 p. (inédito).
- Geissert D., D. Dubroeuq, A. Campos, E. Meza. (1994). Carta de unidades geomorfo-edafológicas de la región natural Cofre de Perote, Veracruz, México. Escala 1:75,000. Instituto de Ecología-ORSTOM-CONACyT.
- Geissert D., M. Ramírez y E. Meza. (2000). Propiedades físicas y químicas de un suelo volcánico bajo bosque y cultivo en Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 2(1), 31-34.
- IUSS Working Group WRB. (2006). World reference base for soil resources 2006. *World Soil Resources Reports No. 103*. FAO, Rome. 128 p.
- Karlen, D.L., M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Cline, R.F. Harris, G.E. Schuman. (1997). Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 4-10.
- Meza P. E. y D. Geissert. (2003). Estructura, agregación y porosidad en suelos forestales y cultivados de origen volcánico del Cofre de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 5 (2), 57-60.

- Meza, P. E. y D. Geissert. (2006). Estabilidad de estructura en Andisoles de uso forestal y cultivados. *Terra Latinoamericana*, 24 (2), 163-170.
- Muñoz-Villers L.E. y J.J. McDonnell. (2012). Runoff generation in a steep, tropical montane cloud forest catchment on permeable volcanic substrate. *Water Resources Research*, vol. 48, W09528, doi:10.1029/2011WR011316.
- Muñoz-Villers L.E., F. Holwerda, M. Gómez-Cárdenas, M. Equihua, H. Asbjornsen, L.A. Bruijn-zeel, B.E. Marín-Castro, C. Tobón. (2012). Water balances of old-growth and regenerating montane cloud forests in central Veracruz, Mexico. *Journal of Hydrology*, 462-463, 53-66.
- Rosignol J-P., D. Geissert, A. Campos, J. Kilian. (1987). Mapa de unidades morfoedafológicas del área Xalapa-Coatepec, escala 1:75,000. INIREB-ORSTOM-CIRAD, Xalapa, Ver.
- Rosignol J-P., D. Geissert. (1987). Mapa de los recursos en tierras del área Xalapa-Coatepec, escala 1:75,000. INIREB-ORSTOM, Xalapa, Ver.

# **Dinámica del paisaje y la variabilidad espacial de la fertilidad del suelo. Caso: ejido El Conejo, Cofre de Perote, Veracruz, México**

**Manuel Castañeda**

Facultad de Ciencias Agrícolas, UV

## **INTRODUCCIÓN**

Las actividades humanas cada vez más influyen en el clima y los ecosistemas de la Tierra. El sistema Tierra ha entrado en una nueva Época, el Antropoceno, donde los seres humanos constituyen el conductor dominante del cambio en la Tierra sistémicamente (IPPC, 2007; MEA, 2005; Crutzen, 2002; Steffen et al., 2007), citados por Rockström et al., 2009. Los bosques templados son de importancia estratégica debido a la biodiversidad de especies y material genético que albergan, así como por los recursos y servicios ambientales que ofrecen: la estabilización de los suelos y su potencial de secuestro de carbono, la regulación del ciclo hídrico y del clima, entre otros (García-Romero, 2010). Es decir, en caso contrario, los efectos de la deforestación están la extinción de especies y hábitats, fragmentación, la degradación de suelos, la modificación de los ciclos biogeoquímicos e hidrológico y el calentamiento atmosférico global (Díaz-Gallegos y Mas-Causel, 2009).

En el PNCP, se presenta un fuerte deterioro ambiental por la pérdida de superficie forestal por actividades agrícolas, la ganadería y la extracción de recursos forestales; el 80% de las familias usan leña; 80% de los terrenos tienen dueño (ejidatarios, colonos y pequeños propietarios); solo el 20 % pertenece a la Nación; existe una alta densidad de población considerada de pobreza extrema y la extracción ilícita de madera denominada tala “hormiga” es muy común (CONANP-Universidad Veracruzana, 2008).

El objetivo general es: Analizar la correlación entre los patrones del paisaje y el cambio de uso del suelo con la fertilidad de suelos actual en el ejido El Conejo, Cofre de Perote, Veracruz, México. Los objetivos específicos: Evaluar el cambio de uso del suelo, durante el período de 1989-2014; determinar si existe una relación entre la configuración espacial de las características del paisaje (Topografía, Elevación y Uso Actual del Suelo), con propiedades de la materia orgánica y nitrógeno; Establecer la variabilidad espacial de la materia orgánica, nitrógeno total, textura del suelo, fósforo, potasio, calcio, magnesio, aluminio, boro, cobre, fierro, manganeso, zinc, pH (Agua y KCl) y la capacidad de intercambio catiónico.

## **LOCALIZACIÓN**

El área de estudio comprende la comunidad del ejido El Conejo, municipio de Perote, Veracruz. Tiene una superficie de 685 ha, con 84 productores y es el único que se localiza totalmente dentro del Parque Nacional Cofre de Perote; su centro de población se ubica en la cota de 3,300 msnm y es el que se encuentra instalado a mayor altitud en la montaña, por lo que su influencia sobre los recursos naturales es muy importante (CONANP-Universidad Veracruzana, 2008).

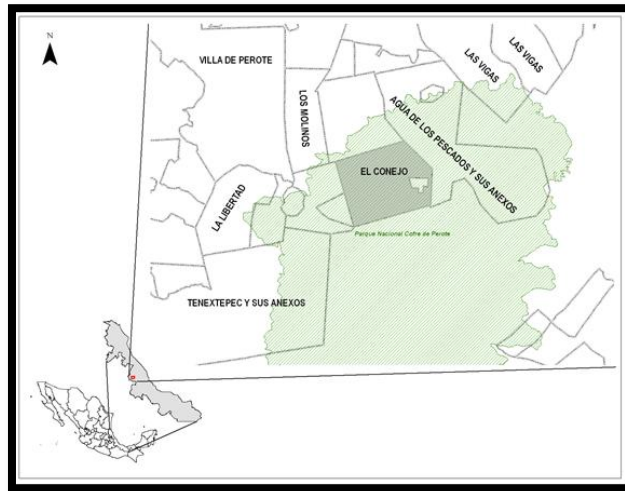


Figura 1. Localización del sitio de estudio.

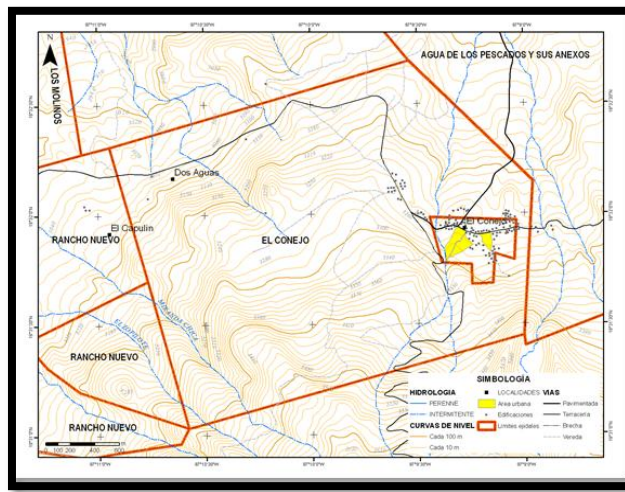


Figura 2. Topografía en el ejido El Conejo, municipio de Perote, Veracruz.

## METODOLOGÍA

**Clasificación supervisada de imágenes.** Para la clasificación de las imágenes se empleó el programa Envi 4.8 utilizando el algoritmo de máxima verosimilitud utilizando la combinación de las bandas 5, 4 y 3 (rojo, verde y azul). Las imágenes empleadas fueron Landsat de dos sensores remotos distintos debido a que fueron tomadas de distintos años.

**Muestreo de campo.** Para la recopilación de información de campo, se llevó a cabo en toda el área de estudio, para ello se hizo por un lado, el muestreo, que se llevó a cabo en forma sistemática, cubriendo tanto áreas agrícolas, pecuarias y áreas de cobertura forestal. El número de puntos realizados para muestras de fertilidad de suelos, se hizo cada 200 m con muestras simples de 169 puntos (figura 3), realizado con barrena de toma de muestras, con un tamaño de 8 cm de diámetro y 30 cm de profundidad. Por otro lado, se hizo la apertura y muestreo de 11 perfiles edafológicos representativos de las Unidades de Paisaje (1m x 2m x1.5m) distribuidos por los extremos del ejido, para un gran total de 206 muestras de suelos (figuras 4 y5). Estos muestreos de campo se realizaron entre los meses de febrero y mayo de 2010, en algunas zonas del ejido no fue posible realizarse debido a que las condiciones topográficas del terreno no lo permitieron.

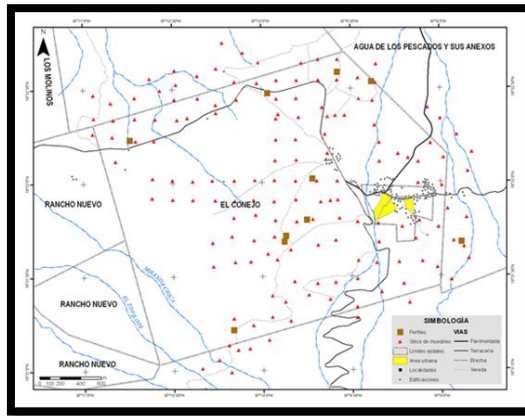


Figura 3. Sitios de muestreo en el ejido El Conejo en el año 2010.

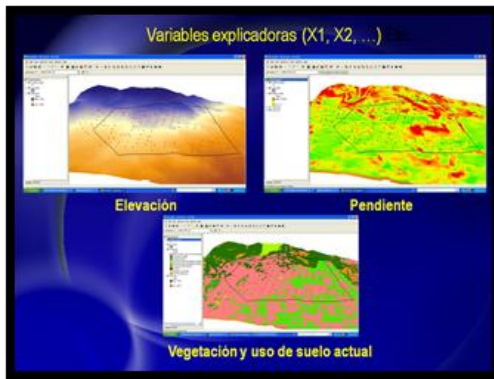


Figura 4. Variables Explicadoras del paisaje.



Figura 5. Uso/Perfiles de suelo.

## RESULTADOS

**Análisis de cambio en el uso de suelo.** Se hizo el cálculo de las superficies forestadas y con uso agropecuario para cada uno de los años, tomando como base 1989, para ello se empleó la herramienta tabulated de Arcgis 9.3 para calcular de los archivos grid de cada año.

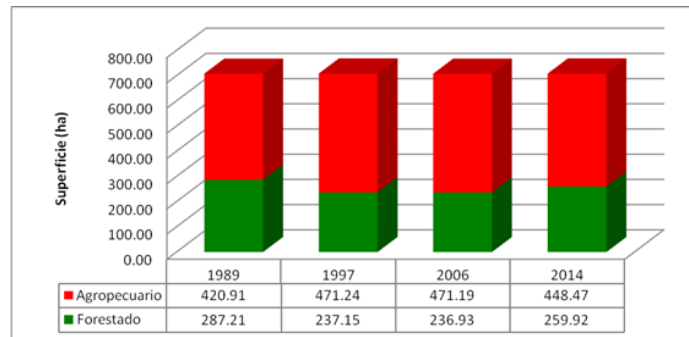
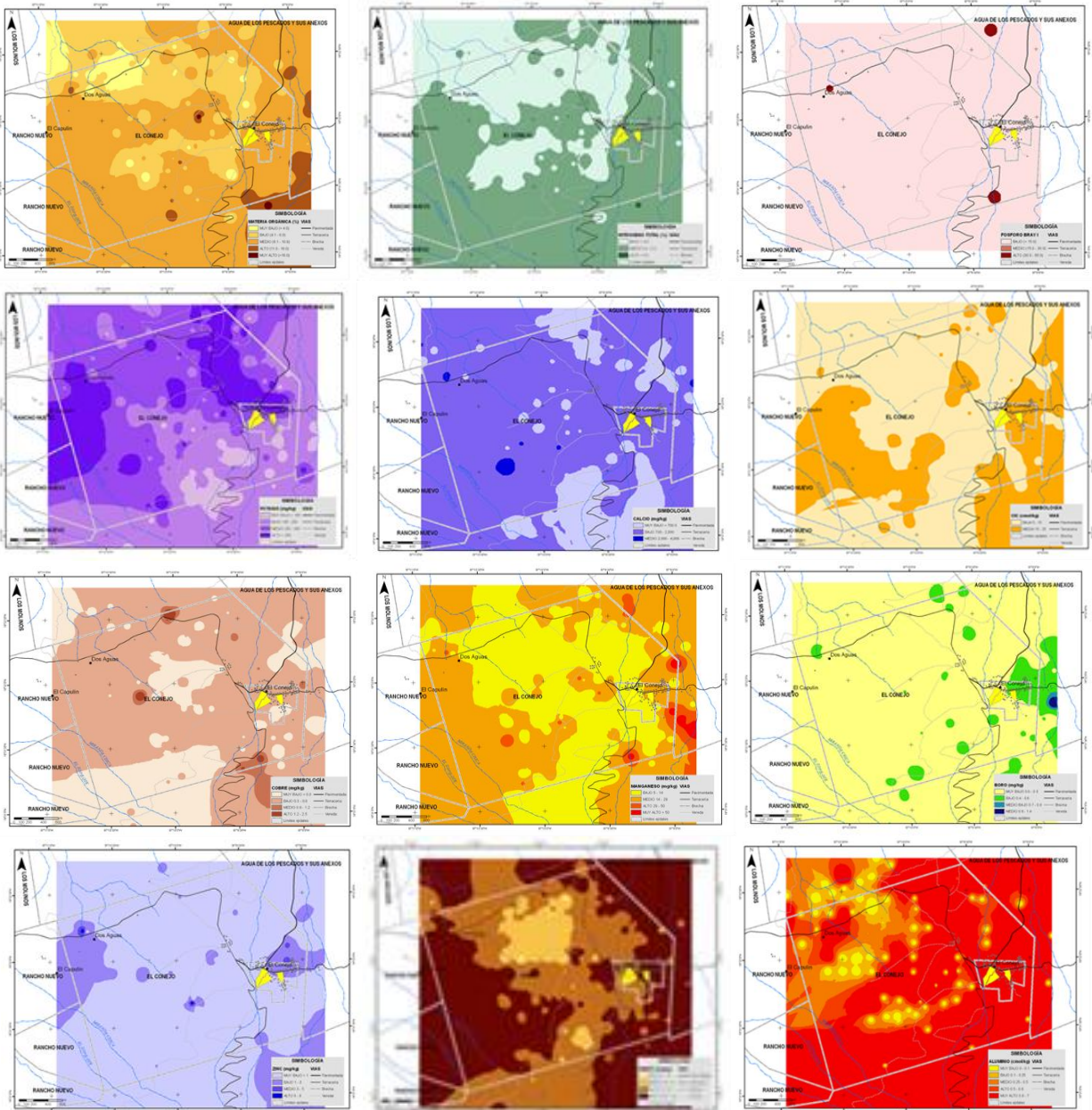


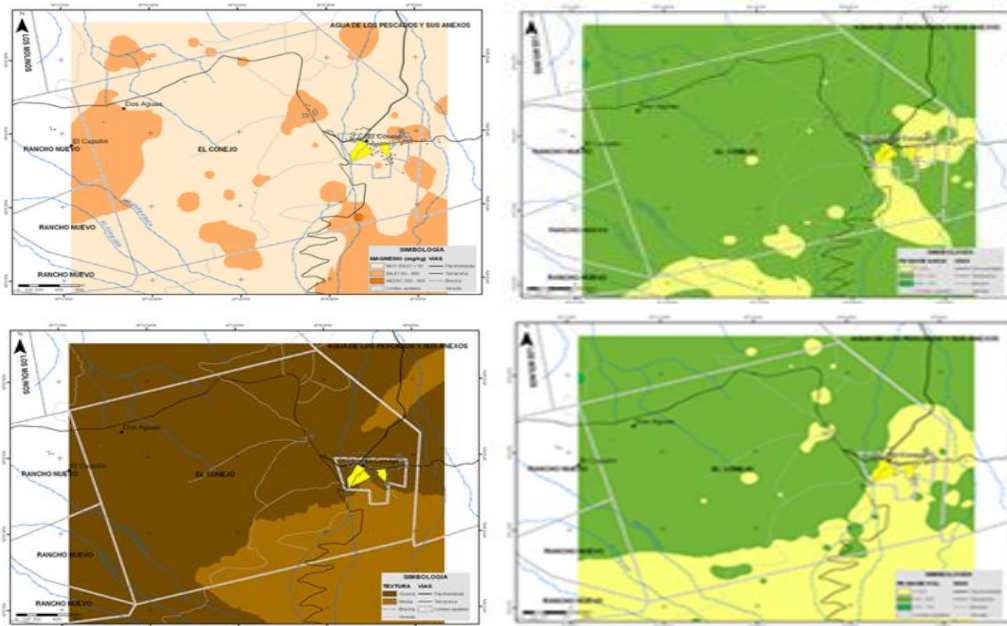
Figura 6. Condición de la cobertura forestal por año para el ejido El Conejo, Veracruz.

La tendencia de la cobertura de bosque en el ejido El Conejo ha sido en general hacia la baja, sin embargo esta baja es más perceptible en el período 1989-1997 donde se redujo el bosque 50.06 ha, lo que representó un 17.42%, mientras en el período 1997-2006 solo se redujo 0.09% de la superficie y en el período 2006-2014 se encontró un aumento de 9.7% de la superficie boscosa.



**Mapeo de los elementos analizados.** Para el caso de los elementos analizados se tomaron las coordenadas de cada uno de los sitios de muestreo y mediante la técnica de Kriging del software Arcgis 9.3 se modeló su distribución en todo el ejido y algunos puntos fuera del mismo. Con el objeto de combinar las características como pendiente, elevación y uso de suelo año 2010 y compararlos con la distribución de los elementos analizados se combinaron dichas capas.





## CONCLUSIONES

1. Actualmente el área de **bosque** (*Abies* y *Pinus*) es de 36.7% y de actividades **agropecuarias** (papa, maíz, avena y haba), es 63.4%.
2. Son las **texturas gruesas** las que predominan con un 82.03% de la superficie del ejido, mientras las texturas medias que se ubican hacia el sur/zona forestal y hacia el este representan el restante 17.97% de la superficie.
3. La mayor superficie del territorio tuvo un contenido medio del elemento **nitrógeno** (62.96%), es decir casi dos terceras partes del territorio especialmente hacia el sur del ejido que corresponde a partes más altas. Una tercera parte del ejido tuvo niveles bajos en el contenido del elemento con el 30.42% de la superficie.
4. Una de las correlaciones más fuertes detectadas en este estudio fue la encontrada entre el **nitrógeno y la materia orgánica** ( $r^2=0.964$ ), es una relación casi perfecta, al aumentar el nitrógeno aumenta la materia orgánica.
5. Los resultados mostraron que el 62.96% de la superficie del ejido contiene niveles medios de **materia orgánica**, 30.42% niveles bajos, 4.93% muy bajos y los niveles altos y muy altos 1.68%.
6. La **materia orgánica** aumentó a medida que fue mayor la elevación, en suelos con textura franco arenosa hubo menor cantidad de materia orgánica y en áreas forestadas y especialmente con pino, las cantidades de materia orgánica fueron mayores.
7. El **aluminio** en el suelo el nivel muy alto se presenta en 444.48 ha (62.77%), seguido por el nivel medio con 100.52 ha (14.20%), al nivel alto con 92.47 ha (13.06%), nivel bajo con 49.38 ha (6.97%) y finalmente el nivel muy bajo con 21.23 ha (3%).
8. A mayor acidez (**pH**) del suelo mayor es la cantidad de aluminio.
9. La **capacidad de intercambio catiónico** en el ejido se encontró en niveles bajo (66.48%) y medio (33.52%).
10. La superficie de terreno con niveles muy altos de **hierro** es de 337.48 ha (47.66%), el nivel alto en una superficie de 290.08 ha (40.97%); el nivel medio con una superficie de 79.46 ha (11.22%) y finalmente el nivel bajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- CONANP y Universidad Veracruzana. 2008. Programa de Conservación y manejo. Parque Nacional Cofre de Perote. Pp170.
- Díaz-Gallegos J. R. y Mas-Causel J. F. 2009. La deforestación de los bosques tropicales: una revisión. *Mapping Interactivo. Revista Internacional de la Ciencia de la Tierra* 8:177-184.
- García-Romero A., Montoya R. Y., Ibarra G. M. V., Garza M. G. G. 2010. Economía y política en la evolución contemporánea de los usos del suelo y la deforestación en México: el caso del volcán Cofre de Perote. *Interciencia* 35: 321-328.
- Jenkinson, D.S. 1988. Soil organic matter and its dynamics. In: Wild, A. (Ed.). *Russel's soil conditions and plant growth*. 11th ed. Longman. New York, USA. p. 564-607.
- Matus, F. J. , Maire G., Christian R.. Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. *Agric. Téc.* [online]. 2000, vol.60, n.2 [citado 2014-10-01], pp. 112-126. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S036528072000000200003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S036528072000000200003&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0365-2807. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072000000200003>.
- Crutzen, P. J. 2002. Geology of mankind: the Anthropocene. *Nature* 415:23.
- International Panel on Climate Change (IPCC). 1990. Scientific assessment of climate change – report of Working Group I. J. T. Houghton, G. J. Jenkins, and J. J. Ephraums, editors. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. 2009. Planetary boundaries:exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Scheffer, M. 2007. *Critical transitions in nature and society*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

# **Cambio de uso del suelo y factores promotores: caso de estudio en la ladera oriental del Cofre de Perote**

**Patricia Gerez**

Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, UV

## **INTRODUCCIÓN**

La pérdida de su cobertura arbolada registrada para México le han ubicado entre los países con mayor tasa de deforestación, sobre todo en las décadas 1950-1980 (FAO, 2011). En las últimas décadas las tendencias de deforestación activas se ubican sobre todo en las zonas bajas tropicales (Trejo y Dirzo, 2000; Cairns *et al.*, 2000; Velázquez *et al.*, 2003; Mas *et al.*, 2004; Dupuy-Rada *et al.*, 2007). En las zonas montañosas templadas los procesos de cambio de uso del suelo pueden presentar tendencias diferentes por tratarse de tierras marginales (Ehlers, 2005; García-Romero *et al.*, 2010).

El cambio en uso del suelo y cobertura es un proceso no lineal asociado a transformaciones en los sistemas sociales, económicos y biofísicos (Lambin y Mayfroidt, 2010). En una región pueden encontrarse simultáneamente áreas con pérdida de cobertura arbolada, con recuperación de la vegetación, vía regeneración natural o asistida, y áreas que mantienen una estabilidad en su cobertura arbórea. En México se han documentado dinámicas de uso del suelo con presencia de procesos de pérdida junto a procesos de recuperación de la vegetación arbolada (Durán *et al.*, 2007; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Barsimantov y Kendall, 2012).

Los procesos de recuperación de la cobertura arbolada a nivel del paisaje están poco documentados. De hecho se le ha designado como un fenómeno “invisible”, pues generalmente se presenta de forma discontinua, en pequeños fragmentos y en extensiones menores a las originalmente deforestadas; se menosprecia su trascendencia a nivel regional al compararse con un contexto dominado por la deforestación (Hecht, 2010). En las regiones donde se presenta es necesario comprender el funcionamiento de los factores socio-ambientales que influyen en esta dinámica, para identificar si es un proceso estable de recuperación a largo plazo o, por el contrario, si es un fenómeno coyuntural (Southworth y Nagendra, 2010; Velázquez *et al.*, 2005).

Estudiar los procesos de recuperación arbolada puede aportar información para reorientar las políticas de conservación, restauración y manejo en el nivel regional y local, e identificar acciones específicas que ayuden a consolidar estos procesos de establecimiento de bosques secundarios con la meta de recuperar la productividad forestal y sus funciones ecológicas. Esto es particularmente importante en las zonas montañosas donde las cabeceras de cuenca son vulnerables al impacto de fenómenos meteorológicos agravados por el cambio climático y la topografía abrupta (Southworth y Tucker, 2001).

## **LA REGIÓN DE ESTUDIO**

La subcuenca del río Pixquiac, ubicada en la ladera oriental del Cofre de Perote, Veracruz, México, tiene una superficie de 10,727 hectáreas. Su topografía accidentada y amplio rango altitudinal (1200 a 3600 msnm) le confieren una alta heterogeneidad ambiental en términos climáticos y topográficos. Está dominada por ecosistemas de montaña con diferentes grados de intervención y modificación (Paré y Gerez, 2012). En las áreas arboladas los pobladores aprovechan de forma continua los recursos forestales, con y sin permiso, generando cambios en la

composición y estructura, y extensión de los bosques (Haeckel, 2006; Ruger *et al.*, 2008; Fuentes, 2013).

La zona de estudio es de gran interés para la conservación por su alta diversidad biológica, tanto en términos de especies endémicas, como a nivel del paisaje (diversidad beta), con varios pisos de vegetación definidos con bosques maduros y secundarios (Williams-Linera, 2002; CONABIO, 2010; Williams-Linera *et al.*, 2013); así como por los servicios ambientales hidrológicos que provee a varias ciudades importantes (Paré y Gerez, 2012). La cobertura boscosa se complementa con una importante extensión de cafetales de sombra, que proveen de hábitat para numerosas especies de fauna local, endémica y migratoria, además de la protección a pendientes y representar un almacén de carbono escasamente valorado (Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Pineda-López *et al.*, 2005; López-Gómez, 2008; Manson *et al.*, 2008).

La subcuenca se ha dividido en tres zonas a partir de su funcionalidad hidrológica y climática. La zona alta abarca 17%, corresponde a una fracción del cono volcánico del Cofre de Perote, impera un clima frío-húmedo, bosques de *Pinus sp.*, *Abies religiosa* y zacatonales de altura, en un relieve abrupto a medianamente abrupto. La zona media cubre 50% de la subcuenca, con clima templado-húmedo, dominada por barrancas profundas y topografía muy abrupta, y por bosques mixtos de *Pinus-Quercus-Alnus* y Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), así como pastizales ganaderos inducidos. Por último, la zona baja corresponde al 33%, con un clima semi-cálido húmedo, está dominada por cafetales de sombra, pastizales ganaderos, fragmentos de bosque mesófilo de montaña y secundarios en laderas, y un pequeño fragmento perturbado de selva mediana subcaducifolia (García Coll *et al.*, 2008).

## **EVENTOS HISTÓRICOS QUE DETERMINARON LA CONFORMACIÓN DEL PAISAJE REGIONAL**

La perspectiva histórica sobre la dinámica regional de ocupación del territorio aporta información para identificar los factores subyacentes (o indirectos) y los directos (locales) que han impulsado el uso del suelo y de los recursos naturales (Lambin *et al.*, 2003). El contexto histórico sobre los cambios en un paisaje particular ayuda a evitar generalizaciones basadas en la dinámica de uso del suelo imperante a nivel nacional o de otras regiones, y al mismo tiempo nos ayuda a comprender el origen de los fenómenos específicos dominantes localmente (Fairhead y Leach, 2002).

La región del Cofre de Perote tiene una antigua historia de poblamiento que se refleja en el grado de transformación de su paisaje (Gerez-Fernández, 1985). A pesar de ser una región montañosa no es una zona remota, ni aislada, y tampoco se ubica en las condiciones de “bosques de frontera”, caracterizadas por un gran dinamismo en la expansión de la superficie agropecuaria (Trejo y Dirzo, 2000; Ochoa-Gaona y Espinoza, 2000; Reyes-Hernández *et al.*, 2006). Este territorio estuvo sujeto a un periodo de deforestación extensiva bien identificado entre 1940 y 1970, lo que explica que actualmente dominen los bosques secundarios.

El Parque Nacional Cofre de Perote, creado en 1937 sobre la cota de los 3000 metros de altitud, en sus primeros 50 años no fue efectivo para detener la deforestación en los ejidos creados simultáneamente sobre el mismo territorio. Los nuevos ejidos tenían la obligación de utilizar las tierras para la producción de alimentos, sin que se les autorizara el aprovechamiento legal de la madera, lo que fomentó explícitamente el cambio de uso del suelo.



En la subcuenca del Pixquiatic los principales factores indirectos o externos (Lambin *et al.*, 2003) que han operado de manera difusa y a la distancia han sido fundamentalmente de política económica y política hacia el campo (cuadro 1). En las décadas de 1980 y 1990 hubo una profunda transformación en el papel del Estado hacia el campo y las actividades agropecuarias. En el contexto nacional se suspendieron los subsidios a los fertilizantes y se incrementaron los precios de los agroquímicos, afectando fuertemente a cultivos como el maíz y la papa (Rubio 1999; Rubio, 2004). Estas políticas fueron acompañadas con la apertura de las fronteras para importación de alimentos y materias primas con la entrada de México al GATT en 1986. En este período se importó papa para uso industrial y se invirtió en sistemas de riego para cultivo de papa en el Valle de Perote (1992-94), el efecto sinérgico fue una fuerte caída en el precio de la papa en los mercados regionales (Xalapa) y nacionales (Cd. México). En un entorno local de cartera vencida y de plagas en su principal producto, los productores de la montaña no pudieron competir con sus altos costos de producción y bajos rendimientos de tierras marginales, frente a las áreas de riego (Biarnes *et al.*, 1995). Sin otro cultivo comercial alternativo que pudiera sembrarse en estas agrestes condiciones biofísicas y climáticas, hubo una reducción generalizada en la superficie sembrada con papa (Murillo-Torres, 1998). Esto tuvo un efecto cascada ocasionando la pérdida de fuentes de empleo local y emigración de la población (Gerez-Fernández, 2013).

Simultáneamente varios factores directos empezaron a actuar consolidando esta tendencia de recuperación forestal: un decremento en el crecimiento poblacional de las localidades rurales de la zona alta y media, fundamentalmente por emigración a la ciudad, y la operación de una política del gobierno estatal, PRODICOP 1989-1994, dirigido a reducir la deforestación dentro del PNCP. Este programa restringió el pastoreo libre en los bosques y zacatonales, por tanto las quemadas anuales dentro del Parque Nacional, e impulsó la reforestación y el manejo forestal en los predios colindantes (SARH-Veracruz, 1992; González Azuara *et al.*, 1995). El abandono de algunas localidades en la zona media y de sus parcelas cultivadas promovió la recuperación de los bosques mixtos *Pinus-Quercus-Alnus* y del BMM. El resultado conjunto de estas condiciones sociales y productivas fue el incremento del bosque cerrado en la zona alta y media, entre 1975-1995 (cuadro 1).

#### **METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL USO DEL SUELO (1975-2004)**

Se utilizaron fotografías aéreas pancromáticas digitalizadas de 1975 (escala 1:50,000), 1995 (escala 1:75,000) y 2004 (escala 1:20,000) para obtener los mapas de cobertura. Las ortofotos digitales de 1995 y 2004 fueron generadas por INEGI; mientras que las fotografías de 1975 fueron escaneadas y orto-rectificadas para obtener un archivo digital; el tamaño mínimo de los polígonos identificados fue de 1 ha. Se hizo una verificación del mapa vectorial del 2004 mediante recorridos de campo realizados entre noviembre del 2009 y julio del 2011, con 598 puntos de verificación de la vegetación y uso del suelo en diferentes tipos de cobertura.

Para facilitar la comparación entre las tres fechas y resolver la diferencia de escala en las fuentes utilizadas, los polígonos se agruparon en cuatro categorías de cobertura y uso del suelo (cuadro 2). Los mapas se transformaron a formato raster (pixel 1m) para la sobreposición en un SIG, en el siguiente orden: 1975-1995, 1995-2004 y 1975-2004. Asimismo, se realizó una regresión logística para determinar el efecto significativo de las variables sociales, económicas, ambientales y de política agropecuaria sobre los procesos de cambio identificados, de acuerdo a la metodología de Ellis y Porter-Bolland (2008).

**Cuadro 2.** Categorías de cobertura y uso del suelo utilizadas para el estudio de cambio en la subcuenca del río Pixquiac (tomado de Gerez-Fernández, 2013)

Categorías del análisis CUS	Definición
<b>Bosque cerrado</b>	Cobertura con dosel arbolado compacto donde no se ve el suelo (densidad arriba del 80%). Incluye bosque maduro con árboles emergentes, acahuales con mosaico de texturas y tamaños, bosque joven homogéneo y de baja altura, y bosque de galería o ripario. Corresponde a bosques de coníferas, bosques mixtos <i>Pino-Quercus-Alnus</i> , Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y a cafetales con sombra.
<b>Bosque abierto</b>	Cobertura arbolada dominante no compacta, donde la apertura en el dosel permitió ver el suelo (densidad menor a 80%). Incluye bosques con aclareos por aprovechamiento forestal y plantaciones jóvenes. Corresponde a los mismos tipos de vegetación del bosque cerrado.
<b>Uso Agropecuario</b>	Uso del suelo agrícola y pastizales ganaderos, donde pueden encontrarse árboles aislados o pequeños fragmentos aislados de bosques (1 ha). Se incluye a los zacatonales de altura, por tener un uso como agostadero.
<b>Zonas urbanas, sin vegetación aparente y caminos</b>	Localidades rurales con baja densidad y zonas urbanas bien definidas, incluye carreteras, caminos rurales y veredas, así como minas de material (arena y piedras).

### LAS TENDENCIAS EN EL USO DEL SUELO IDENTIFICADAS (1975-2004)

Los resultados muestran que en esta subcuenca la dinámica del uso del suelo y cobertura es compleja: a) hay diferentes procesos de cambio que actúan en forma simultánea, b) la dominancia de unos sobre otros responde a la zonificación geo-ecológica de la subcuenca. Durante el periodo de 29 años analizados se encontró que: 1) más del 50% de la subcuenca mantuvo una cobertura arbolada sin cambios, ubicada en la zona de barrancas y pendientes abruptas. 2) Un 24% mostró procesos de recuperación arbolada, con un total de 1006 hectáreas recuperadas, sobre todo en los bosques de *Pinus spp.* y *Abies sp.*, y en los bosques mixtos de *Pinus-Quercus-Alnus* y del BMM; la recuperación forestal ocurrió sobre las áreas con zacatonales y en parcelas agropecuarias abandonadas. 3) La deforestación se presentó en 8% del territorio, en pequeñas áreas repartidas por toda la subcuenca; sobre todo en cafetales con sombra y acahuales de BMM. 4) Uno de los procesos más importantes identificados fue la reducción constante de las tierras agropecuarias durante los 29 años. 5) La expansión de las áreas urbanas fue notable en la zona media y baja de la subcuenca ocurrió sobre potreros y cafetales de sombra, con 268 ha entre 1975 y 2004 (cuadro 3).

**Cuadro 4.** Superficie por tipo de cobertura para 1975 y 2004, en la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz (tomado de Paré y Gerez, 2012).

Cobertura y Uso del Suelo	1975		2004	
	Sup. (Ha)	%	Sup. (Ha)	%
<b>Bosque cerrado</b>	5756.82	53.66	6763.48	63.04
<b>Bosque abierto</b>	1015.37	9.46	1020.78	9.52
<b>Agropecuario</b>	3866.25	36.04	2586.49	24.11
<b>Urbano/sin veget.</b>	89.36	0.83	357.40	3.33
<b>Total</b>	10727.80	100.0	10728.15	100.0

Se encontró que las tendencias en el uso del suelo respondieron de diferente forma según la zonificación altitudinal y ambiental de la subcuenca: en la zona alta predominó la recuperación de los bosques de coníferas y bosques mixtos; en la zona media se registró una estabilidad en la cobertura de bosque mesófilo; y en la zona baja hubo pérdida de cafetales de sombra y de usos agropecuarios, con expansión de áreas urbanas.

Los factores de cambio indirectos que tuvieron influencia en estos procesos fueron las políticas agropecuarias nacionales impulsadas a partir de la década de 1980, específicamente el retiro de los apoyos del Estado hacia el campo, incremento en el precio de los insumos, desaparición del apoyo técnico a los productores, apertura de las fronteras a la importación de alimentos, y en los mercados nacionales una reducción en los precios a los productos agropecuarios. A nivel local, éstas políticas generaron una profunda crisis en la economía familiar campesina, con la consecuente emigración y abandono de parcelas agropecuarias, sobre todo las ubicadas en la zona alta y en pendientes abruptas. En un contexto socio-productivo tan crítico fue aceptada rápidamente la nueva política de conservación en el PNCP y de fomento al manejo de los bosques, operada a partir de 1989, pues a través de estímulos directos promovió la reforestación, restringió el pastoreo libre dentro de su territorio, y se impulsaron los aprovechamientos forestales y una organización de ejidos productores por vez primera en esta montaña.

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran una dinámica diferente de lo que puede estar sucediendo en otras regiones, en esta subcuenca se presenta un proceso de recuperación de bosques secundarios. La promoción del manejo forestal regulado y la atención al PNCP han sido incentivos positivos para recuperar la cobertura arbolada. Sin embargo, dado que el uso del territorio es dinámico pues los factores que influyen en el uso del suelo cambian, es necesario monitorear la cobertura arbolada y las condiciones de los bosques bajo manejo. Asimismo, son necesarias acciones de promoción del buen manejo forestal y la incorporación de más predios al manejo regular para asegurar una recuperación continua de su productividad y de la calidad de los servicios ecosistémicos que provee para la región.



## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Barsimantov y Kendall, 2012 Barsimantov, J., y J. Kendall. 2012. "Community forestry, common property, and deforestation in eight Mexican States". *Journal of Environment & Development*: 1-24
- Biarnes, A., J.-P. Colin, Santiago Cruz, M. J. 1995. Agroeconomía de la papa en México. México, ORSTOM y Colegio de Posgraduados.
- Cairns, M. A., P. K. Haggerty, R. Alvarez, B. H. J. De Jong, y I. Olmsted. 2000. "Tropical Mexico's recent land-use change: A region's contribution to the global carbon cycle". *Ecological Applications* 10:1426-1441.
- CONABIO, 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. CONABIO, SEMARNAT, Méx.
- Cruz-Angón, A., y R. Greenberg. 2005. "Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment." *Journal of Applied Ecology* 42:150-159.
- Dupuy-Rada, J. M., J. A. González-Iturbe, S. Iriarte-Vivar, L. M. Calvo-Irabián, C. Espadas-Manrique, F. Tun-Dzul, y A. Dorantes-Euán. 2007. "Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo". *Investigaciones Geográficas*, Bol. Inst. Geog. UNAM 62:104-124.
- Duran, E., J. F. Mas, y A. Velázquez. 2007. "Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas en México". Págs. 267-299. En: D. B. Bray, L. Merino, y D. Barry (eds.) Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales. SEMARNAT, INE, IG-UNAM, CCMSS, FIU, Mexico, D.F.
- Ehlers, E. 2005. "Interactions of society and environment in economically and ecologically marginal lands." En: Understanding land-use and land-cover change in global regional context. E. Milanova, Y. Himiyama and I. Bicić. Enfield, NH, EUA, Science Publishers, Inc. Pp: 23-34.
- Ellis, E. A. y L. Porter-Bolland. 2008. "Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico." *Forest Ecology and Management* 256: 1971-1983.
- Fairhead, J. y M. Leach. 2002. "The dynamic forest landscapes of West Africa. Their shaping in relation to natural and anthropogenic process". En: TBI Proceedings Understanding and capturing the multiple values of tropical forests. Tropenbos International. Wageningen, Neth. Pp: 21-35.
- FAO, 2011. State of the World's Forests, 2011. Rome, FAO.
- Fuentes P., T. 2013. Usos tradicionales de la madera del bosque mesófilo de montaña en la subcuenca del río Pixquiac. Fac. Ciencias Agrícolas. Xalapa, Veracruz., Universidad Veracruzana. Maestría en Manejo del Recurso Forestal: 145.
- García-Romero, A., Y. Montoya, M. V. Ibarra, y G. G. Garza. 2010. "Economía y política en la evolución contemporánea de los usos del suelo y la deforestación en México: El caso del volcán Cofre de Perote." *Interciencia* 35:321 - 328.
- García Coll, I., A. Martínez Otero, y G. Vidriales Chan. 2008. Balance Hídrico de la Cuenca del Río Pixquiac. SENDAS, A.C. Xalapa, Ver. Informe técnico inédito
- Gerez-Fernández, P. 1985. "Uso del suelo durante cuatrocientos años y cambio fisonómico en la Zona semiárida poblano-veracruzana, Méx." *Biótica* Vol.10, Pag.123-144

- Gerez-Fernández, P. 2013. Procesos locales de desforestación y recuperación de bosques: retos para la conservación en el centro de Veracruz. Tesis de Doctorado, Fac. Ciencias, UNAM. 166 pp.
- González Azuara J.A., Zedán C., y P. Gerez. 1995. "Ordenamiento del manejo de ovinos y caprinos en una zona forestal: La experiencia del Cofre de Perote." En: Alternativas al manejo de laderas en Veracruz. E. Boege S., H. García Campos y P. Gerez Fernández (eds.). Xalapa, Ver., Fund. Friedrich Ebert y SEMARNAP: 235-246.
- Haeckel, I. 2006. Firewood use, supply, and harvesting impact in cloud forests of central Veracruz, Mexico. Bachelor Thesis. Center for Environmental Research and Conservation, and Earth Institute. Columbia University. 60 p.
- Hecht, S. 2010. "The new rurality: Globalization, peasants and the paradoxes of landscapes." *Land Use Policy* 27:161-169.
- Lambin, E. F., H. J. Geist y E. Lepers. 2003. "Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions." *Annual Review of Environment and Resources* 28(1): 205-241
- Lambin, E. F., y P. Meyfroidt. 2010. "Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change." *Land Use Policy* 27:108-118.
- López-Gómez, A. A., G. Williams-Linera, y R. H. Manson. 2008. "Tree species diversity and vegetation structure in shade coffee farms in Veracruz, Mexico." *Agriculture Ecosystems & Environment* 124:160-172.
- Manson, R. H., V. Hernández Ortiz, S. Gallina, y K. Mehlreter, editors. 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Mas, J. F., A. Velázquez, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, C. Alcántara, G. Bocco, R. Castro, T. Fernández, and A. Pérez-Vega. 2004. "Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5:249-261
- Murillo Torres, J. 1998. Producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Valle de Perote, del estado de Veracruz. Facultad de Economía. Xalapa, Ver., Universidad Veracruzana. Tesis Lic. en Economía 106 p
- Ochoa-Gaona, S. y M. González-Espinosa. 2000. "Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico." *Applied Geography* 20(1): 17-42.
- Paré, L. y P. Gerez. 2012. Al Filo del Agua: cogestión de la cuenca del río Pixquiatic, Veracruz. Xalapa, Ver., UNAM, SENDAS, UV, SEMARNAT, INE, U.Iberoamericana-Puebla, Juan Pablos ed.
- Pineda-López, M. R., G. Ortíz-Ceballos, y L. R. Sánchez-Velásquez. 2005. "Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz." *Madera y Bosques* 11:3-14.
- Reyes-Hernández, H., S. Cortina-Villar, H. Perales-Rivera, E. Kauffer-Michel, J.M. Pat-Fernández. (2003). "Efecto de los subsidios agropecuarios y apoyos gubernamentales sobre la deforestación durante el período 1990-2000 en la región de Calakmul, Campeche, México." *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* (51): 88-106.
- Rubio, B. 1999. "Globalización, reestructuración productiva en la agricultura latinoamericana y vía campesina 1970-1995." *Cuadernos Agrarios Nueva época* (17-18): 29-60
- Rubio, B. 2004. "La fase agroalimentaria global y su repercusión en el campo mexicano." *Comercio Exterior* 54:948-956.
- Ruger, N., G. Williams-Linera, W. D. Kissling, y A. Huth. 2008. "Long-Term Impacts of Fuelwood Extraction on a Tropical Montane Cloud Forest." *Ecosystems* 11:868-881.

- SARH-Veracruz. 1992. "La situación forestal de Veracruz: antecedentes, problemática, perspectivas." En: Desarrollo y Medio Ambiente en Veracruz. E. Boege y H. Rodríguez (eds.). Xalapa, Ver., CIESAS-Golfo, INECOL, Fund. Friedrich Ebert: 199-207.
- Southworth, J., y H. Nagendra. 2010. "Reforestation: Challenges and themes in reforestation research". Pp.: 1-14. En: H. Nagendra and J. Southworth, eds. Reforesting landscapes: Linking pattern and process. Springer Science+Business Media, N.Y.
- Southworth, J., y C. Tucker. 2001. "The influence of accessibility, local institutions and socioeconomic factors on forest cover change in the mountains of western Honduras." *Mountain Research and Development* 21:276-283.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. "Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico." *Biological Conservation* (94): 133-142.
- Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. F. Mas, G. Bocco, G. Ramírez, y J. L. Palacio. 2003. "Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico." *Global Environmental Change* 13:175-184.
- Velázquez, A., E. Durán, J. F. Mas, D. B. Bray, y G. Bocco. 2005. "Situación actual y perspectiva del cambio de la cubierta vegetal y usos del suelo en México". Págs. 391-416. En: E. Zuñiga Herrera, ed. México, ante los desafíos de desarrollo del milenio. CONAPO, México, D.F.
- Williams-Linera, G. 2002. "Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest." *Biodiversity and Conservation* 11:1825-1843.
- Williams-Linera, G., M. Toledo-Garibaldi, and C. G. Hernández. 2013. "How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico?" *Plant Ecology* 214 (5): 685-701.

# **Plan de manejo del área de captación de agua para el municipio de Xalapa, Veracruz**

**J. Abelardo Hoyos y Eduardo Isunza**

CEDRO, S.A. de C.V.

## **INTRODUCCIÓN**

El agua es un recurso natural ligado a la vida, decir vida sin agua no es posible. Se requiere que el agua fluya permanentemente. El agua es un recurso que tiene un ciclo, aparentemente inalterable, el destino y los usos de diversos recursos naturales que funcionan estrechamente con el ciclo del agua, han cambiado con el tiempo y la modificación del ambiente, esto ha puesto en peligro la calidad del agua, así como la cantidad que se infiltra en la tierra colocándola en situaciones que se deben atender, como sucede cuando avanza como avalancha en terrenos con pendientes, o al encontrarse contaminada en los cuerpos de agua, convirtiéndose en amenaza. Proponer un “PLAN DE MANEJO DEL ÁREA DE CAPTACIÓN DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ”, es asegurar que la población cuente con abasto permanente como un derecho humano, no como un bien de capital.

Las condiciones de vida de los pobladores, en las fuentes de abastecimiento de agua, son precarias y carecen de muchos servicios y el gobierno los tiene olvidados. Para acceder a los artículos básicos, muchas veces tienen que realizar, actividades que afectan indirectamente a los habitantes urbanos, a su vez los habitantes de la urbe que es Xalapa y pueblos circunvecinos, demandan un servicio, sin considerar que esto tiene un costo social y ecológico.

Se requiere en principio de una propuesta viable de acciones que comprometan por un lado a los diversos niveles de gobierno Federal, Estatal, Municipal y a los sectores social y privado en sus dos vertientes, rural y urbano que se encuentran asentados dentro de los municipios de Acajete, Banderilla, Coatepec, Las Vigas De Ramírez, Rafael Lucio, Tlalnelhuayocan, y Xico. Que es justamente el área de la cuenca que surte de agua a Xalapa. Lo anterior implica formular estudios técnicos y diseñar el marco legal apropiado que promueva el desarrollo económico y social de la región, sin afectar la infiltración del agua de calidad y que contemple una estructura con funciones de vigilancia y seguimiento a las acciones. El presente Plan, propone, el ordenamiento ecológico de la región donde se localizan las microcuencas que surten de agua al municipio de Xalapa Enríquez Veracruz.

## **ANTECEDENTES**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO - ha definido una política dirigida al Desarrollo Sostenible en Zonas de Montaña. En esta propuesta la (FAO, 1992), señala que se necesitan respuestas nuevas y eficaces a los problemas de la conservación de tierras altas y la ordenación de cuencas hidrográficas de montaña, señala que a menudo solo se han aplicado criterios económicos a corto plazo para la ordenación de los bosques, incluso en casos de bosques cuya función primordial debería ser la protección a largo plazo contra los aludes y fenómenos torrenciales.

En el proceso de analizar antecedentes que contribuyan a la propuesta de este “PLAN DE MANEJO DEL ÁREA DE CAPTACIÓN DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ”, se han tomado como elementos básicos, Presente y Futuro del Agua en México 2002 –

2025 y el Plan Forestal México 2025 que propone reducir los rezagos en las coberturas de agua potable y saneamiento, con especial énfasis en zonas rurales, incrementar en forma sustancial la eficiencia del uso del agua en la agricultura y en el consumo doméstico, lograr el equilibrio hidrológico de las cuencas y acuíferos del país, proteger a la población y a las áreas productivas de las inundaciones, mantener la estabilización de los acuíferos y el saneamiento de las cuencas del país, consolidar la cultura de uso y preservación del agua entre la población, consolidar los Consejos de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas. Para lograrlo es necesario reconocer el valor del agua y cubrir los costos que permitan atender las demandas para su acopio y distribución y para garantizar que las aguas que retornan a los cuerpos receptores cumplan con la calidad adecuada. (Bockheim, J. G., Munroe, J. S., Douglass, D., & Koerner, D. ,2000).

El costo de los servicios de agua, particularmente en áreas urbanas, puede alcanzar valores de \$9.00/m<sup>3</sup>, en el DF, o de \$15.20/m<sup>3</sup>, en Tijuana. No obstante por los subsidios aplicados, la tarifa promedio es de solo \$1.67/m<sup>3</sup> y \$4.66/m<sup>3</sup>, respectivamente, por lo que resulta difícil que la población asuma una actitud más responsable en el uso del agua ya que no paga su valor real.

La cuenca hidrológica es la unidad natural para el manejo del agua en virtud de que es el entorno geográfico donde el agua de lluvia se precipita, escurre o infiltra hasta su posterior desembocadura en caudales o al mar. Los análisis emprendidos por la Comisión Nacional del Agua se enmarcan precisamente en esta unidad geográfica. Así se integran las regiones hidrológicas y los Consejos de Cuenca. Las acciones en este entorno se fortalecen con la desconcentración de la administración del agua en regiones hidrológicas.

Cada vez resulta más importante realizar la administración del agua por cuencas debido a que los efectos de las decisiones aguas arriba afectan a los usuarios localizados aguas abajo y viceversa independientemente de la entidad a la que pertenezcan. Concesiones otorgadas a usuarios ubicados aguas abajo pueden limitar nuevas concesiones aguas arriba. En términos de calidad del agua, también se aplica esta lógica. Es conveniente asimismo, incluir otros recursos naturales con los que existe una interdependencia con el fin de lograr soluciones que propicien la sustentabilidad de los recursos al aprovechar la sinergia que se logre en su atención conjunta.

## **CONTEXTO ESTATAL – REGIONAL**

Las políticas de desarrollo en el Estado, son establecidas por la administración gubernamental estatal y están plasmadas en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Veracruz-Llave 1999 – 2004. En el apartado correspondiente a Desarrollo Sustentable, se enuncian los siguientes Propósitos: “La estrategia de desarrollo sustentable que plantea el Plan Veracruzano de Desarrollo 1999 – 2004 parte de una visión integradora en la que se contempla la cohesión de la política social y económica con la estrategia de recuperación, preservación y desarrollo del medio ambiente con base en un marco jurídico moderno y eficaz que hace compatible el crecimiento de actividades agropecuarias, industriales y de desarrollo de infraestructura con el cuidado del ambiente.

### **Contexto Regional**

La región y ciudad de Xalapa, tiene un nexo con la presencia del agua determinante, en el período prehispánico se registra la fundación de poblados en cuatro núcleos iniciales, cercanos a los manantiales en la ladera sur del cerro Macuiltépetl en el año 1116 de la Era.

La estructura física y económica de la ciudad de Xalapa es resultado, en parte de las diferentes etapas históricas y modelos de desarrollo por los que ha atravesado el país a lo largo de su historia. La elevada tasa de crecimiento poblacional y la rápida expansión física de la ciudad, que ha mantenido durante los últimos cuarenta años, rebasan las posibilidades de llevar a cabo una planeación y control del uso del suelo, así como proporcionar una adecuada dotación de infraestructura mínima por parte de las dependencias municipales. (López M. I., 1993).

El número, variedad y calidad de servicios que presenta una ciudad, es un índice de la calidad de vida que puede llevar el habitante urbano. Uno de los principales problemas que presenta la ciudad de Xalapa, a pesar de estar situada en un área con precipitación anual promedio de 1454 mm, es la escasa y desigual aportación del recurso agua. (López M. I., 1993).

En los últimos años el Ayuntamiento de Xalapa, ha incorporado algunos criterios de índole ambiental a sus proyectos de ordenamiento territorial. Sin embargo la gestión ambiental aún sigue siendo marginal en el conjunto de la política municipal, enfatizan que la ciudad enfrenta tres problemas importantes desde el punto de vista ambiental; carencia de agua potable, manejo inadecuado de desechos sólidos y contaminación de los cuerpos de agua (Rodríguez H.H., Palma G. R. 1993).

En 1995, el Ayuntamiento de Xalapa, en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Pesquero (SEDAP) de Gobierno del Estado y la colaboración de instituciones y dependencias de los tres niveles de Gobierno, elaboraron el documento Ordenamiento, Conservación y Desarrollo Integral de la Cuenca Hidrológica que surte los Cuerpos de Agua del Municipio de Xalapa, donde participaron diversos especialistas.

Un estudio en la región de Perote sobre la cuenca hidrográfica la Antigua, en 43,000 hectáreas, estimaron que en la parte alta de la cuenca, una hectárea de bosque "cosecha" 1,500 metros cúbicos de agua por un año mientras que en uso pecuario solamente cosecha 169 m<sup>3</sup> de agua por año y en suelos utilizados con fines agrícolas existe un déficit. (Álvarez et al, 1997).

Considerando los aspectos de política y normativa internacional, nacional, estatal y regional, así como la problemática ecológica a la que se enfrenta la ciudadanía de la región Xalapa y que debe atenderse para bienestar y desarrollo regionales, se proponen los siguientes objetivos de este "PLAN DE MANEJO DEL ÁREA DE CAPTACIÓN DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ".

Establecer criterios de orden legal que permitan fomentar la producción de agua para el municipio de Xalapa a nivel regional, promoviendo la conservación y recuperación de áreas degradadas, definiendo el uso del suelo, de acuerdo con su potencialidad y con el objetivo de producir agua con calidad para la ciudad de Xalapa.

Establecer los criterios y estrategias que permitan generar conciencia ciudadana urbana y rural, acerca del manejo adecuado de los ecosistemas, desarrollando un modelo de servicios ambientales que considere a la población rural y urbana en un contexto armónico y de mutuo beneficio.

Establecer mecanismos de seguimiento y evaluación, que permitan realizar ajustes y modificaciones al Plan y establecer las bases para generar proyectos de investigación que permitan un conocimiento más profundo de las diversas condiciones del área de la cuenca.

## LOCALIZACIÓN

El área de captación de agua para el municipio de Xalapa en la región del Cofre de Perote se ubica en cinco microcuencas que forman parte de los municipios de Acajete, Coatepec, Perote, San Andrés Tlalnelhuayocan y las Vigas de Ramírez.

Geográficamente se localiza entre las coordenadas 19°29'40" y 19°34'40" de latitud norte y 97°08'50" y 96°58'50" de longitud oeste, presenta un rango altitudinal de 3,600 msnm en la parte más alta y de 1,500 msnm en la parte más baja, en su mayoría son terrenos escarpados

El área de captación de agua para el municipio de Xalapa en la región del Cofre de Perote se ubica en cinco microcuencas (Río Sedeño, Medio Pixquiac, Palo Blanco ó Chivischahuan, El Río Chocoyolapan, Río Cinco Palos). La superficie total de las cinco microcuencas es de 8883.03 hectáreas

## METODOLOGÍA

Para elaborar este plan de manejo, se consideraron dos criterios, los procesos de Planeación Regional Integral a largo plazo y por otro lado el Estudio y Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas, aquí serán descritos someramente para los fines de esta propuesta del "PLAN DE MANEJO DEL ÁREA DE CAPTACIÓN DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE XALAPA, VERACRUZ". La FAO elaboró un documento específico sobre los elementos a considerar para realizar los estudios de cuenca, entre los puntos más importantes destacan: localización, delimitación, ubicación, política, vías de comunicación. Así como clima, geomorfología, fisiografía, hidrología y características hidrológicas de la cuenca, suelo, vegetación y uso del suelo, agua, fauna. En este proceso la propuesta de la FAO, considera también: La información existente de la cuenca, la accesibilidad, marginalidad de la población, el grado de organización, la infraestructura, el estado de los recursos naturales, las poblaciones, su tamaño y la actividad a la que se dedican. También propone un análisis de aspectos sociales, considera al respecto los siguientes temas, población, tenencia de la tierra, usufructo de la tierra, Población Económicamente Activa. (Sheng, T. C., 1992).

### **POLÍTICAS generales del plan de manejo**

Las políticas se encuentran sustentadas en el potencial de uso y conservación de los recursos naturales de la cuenca, en el desarrollo social, así como en las actividades inherentes a la misma, como es la agricultura o ganadería, en una propuesta sustentable cuyo objetivo prioritario es producir agua.

#### ***Políticas de conservación estricta***

Se parte del hecho en este caso en particular, que es necesario el manejo y utilización de los recursos naturales para garantizar la infiltración del agua. Es necesario establecer lineamientos que aseguren la cobertura forestal en áreas de alto riesgo, determinadas por las pendientes, y la fragilidad de los suelos, mediante medidas eficaces de conservación de la vegetación, que al mismo tiempo permitan mantener la diversidad biológica y los recursos asociados como el paisaje, el clima, agua, aire. Mantener y mejorar los recursos naturales actuales de aquellas áreas que presentan pendientes fuertes, mayores al 70 %, mediante un programa de manejo para su conservación restauración de aquellos espacios dedicados actualmente a uso agropecuario e integrar al programa de manejo para la conservación estricta.

### ***Políticas de aprovechamiento forestal***

Implementar un modelo de aprovechamiento que considere la integralidad del bosque, considerando el aprovechamiento forestal comercial asegurando su conservación y fomentar la conservación de la fauna y recursos asociados, tales como, producción de hongos, de plantas medicinales, siempre asegurando la recarga de acuíferos.

### ***Políticas de aprovechamiento restringido***

Estas zonas, independientemente de su condición de aprovechamiento restringido, requieren de un tratamiento especial, ya sea por su proximidad a sitios de interés de conservación estricta y/o investigación. Generalmente están ubicadas alrededor de las zonas de conservación estricta o cercana a áreas de cultivos o de pastoreo y, su principal característica consiste en presentar áreas con bosques con buen potencial para aprovechamiento forestal, pero que debido a las condiciones topográficas que guardan, deberá estar supeditada a las disposiciones particulares en la aplicación de tratamientos silvícolas.

Los tratamientos al bosque se deberán realizar evitando cortas intensivas, como las cortas de árboles padres o matarrazas. Se deben utilizar métodos de ordenamiento de bosque irregular, manejando pequeños manchones y buscando conservar una estructura diversa en general. La superficie de esta zona es de 2,629 hectáreas. Definir tratamientos silvícolas de bajo impacto para este tipo de bosques. Considerar parámetros de conservación de suelo asegurando su conservación y la infiltración de agua.

### ***Políticas para la producción agrícola***

Para realizar actividades con fines de producción agrícola, los suelos deberán utilizarse de preferencia planos o con pendientes no mayores a 30%; en terrenos con pendientes mayores del 6 % deberán realizarse prácticas de conservación de suelos. Se buscará promover la agricultura orgánica mejorando el suelo a través de compostas, lumbricultura, así como el manejo de controles biológicos para el manejo de plagas y enfermedades.

Se propondrán alternativas productivas con tecnologías que permitan la conservación del suelo tales como labranza de conservación, evitar el uso del azadón, asociación de cultivos agrícola – forestal. Se deberá evitar el uso de agroquímicos en general, buscando apoyos diversos.

Es importante señalar que actualmente existen áreas dedicadas a la agricultura en terrenos con fuertes pendientes y suelos frágiles, por estas condiciones deben incorporarse a las áreas de conservación forestal estricta, se buscaran alternativas que permitan conseguir estos fines, sin dañar la economía de sus propietarios, para ello deberá realizarse un fuerte programa de capacitación – sensibilización, así como búsqueda de actividades alternativas (producción de traspatio, artesanías, turismo).

Se deberán realizar obras de conservación de suelo que permitan la infiltración del agua y a su vez faciliten o mejoren la producción agrícola.

Se buscará que los beneficiarios del agua, apoyen a los “productores”, de la misma, con recursos económicos a quienes cumplan con las actividades propuestas.

Los productores que no participen en el programa, deberán pagar un impuesto adicional por afectar el recurso suelo–agua. Los productores deberán evitar utilizar agroquímicos que se-



an dañinos al ambiente, residuales, así como tecnologías no apropiadas para la conservación del suelo-agua.

### ***Políticas para la producción ganadera***

Promover la actividad ganadera intensiva en terrenos apropiados para que esta actividad verdaderamente resulte rentable para los dueños que poseen hatos ganaderos. Además en aquellas áreas que actualmente se dedican a la ganadería, pero por sus características deben dedicarse a la producción forestal, deberán buscarse alternativas paulatinas para recuperar las áreas y sin que pierdan el beneficio económico que requieren los productores que se dedican a esta actividad.

Asegurar procesos de producción ganadera que evite aumentar la deforestación favoreciendo al mismo tiempo la infiltración del agua. Fomentar tecnologías de mayor producción probadas en la cuenca, tales como estabular el ganado, mejor manejo zoonosanitario del hato y mejoramiento genético, así como el manejo de praderas.

Promover la organización de los productores, así como el trabajo colectivo que permita disminuir los costos de producción, elevarla y buscar mejores mercados y apoyos indirectos (de los usuarios del agua).

- Realizar un diagnóstico del sistema actual de producción pecuaria por comunidad.
- Proponer alternativas de cultivo y manejo de pastizales para disminuir la presión al bosque.
- Proponer alternativas tecnológicas para aumentar la producción ganadera
- Establecer mecanismos de apoyo entre los productores ganaderos y beneficiarios del agua, bajo criterios estrictos.

### ***Políticas socioeconómicas dirigidos a la recarga de acuíferos.***

Se considera que las actividades propuestas en los apartados de políticas anteriores están dirigidas a la población de la cuenca, buscando un desarrollo integral, que permita bienestar para las familias, así como alternativas de vida saludables y ambientalmente soportadas.

Se promoverá el desarrollo de infraestructura de servicios, caminos, clínicas, escuelas, así como fuentes de empleo alternas como producción artesanal, actividades de traspatio, cultivo intensivo de especies menores, transformación de productos primarios, entre otros.

Se debe considerar un fuerte programa de educación ambiental de preferencia no escolarizado, dirigido a toda la población que habita la cuenca, con la finalidad que conozca la importancia de los ciclos de la naturaleza y los efectos de su rompimiento, en especial el del agua.

Se buscará un espacio de intercambio de experiencias de la población urbana y rural que interactúan en la captación y distribución del agua.

Se promoverá una intensiva campaña de difusión en las zonas urbanas buscando la concientización y toma de decisiones hacia apoyar a los productores y ecosistemas productores de agua, se establecerán mecanismos de participación ciudadana a través de comités locales, de género, voluntarios, que en algún momento se encuentren y apoyen a los productores rurales, al mismo tiempo se buscará que los productores rurales visiten o conozcan el destino de su producción, el agua.

Se establecerán mecanismos de participación ciudadana que permita el fortalecimiento cívico – social, con apoyo de transporte, víveres, cursos, y demás actividades donde ambas poblaciones interactúen y se beneficien por un fin en común, el agua y su aprovechamiento sustentable.

## ***Políticas de investigación.***

### ***Vegetación***

Evaluar la condición del bosque y algunas situaciones particulares, considerando el rendimiento de los productos forestales y la actividad del manejo forestal y su impacto social y ambiental.

Evaluar la diversidad biológica de la vegetación en la región de la cuenca y su uso actual y potencial. Determinar las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, que se encuentren en la cuenca y conocer – analizar su uso actual y potencial. Determinar las especies forestales no maderables que se encuentran y el potencial de propagación – producción y manejo.

Proponer proyectos productivos intensivos de corto plazo, bajo impacto ambiental, alta pertinencia social y alta rentabilidad. Establecer áreas de monitoreo continuo de los diferentes tipos de bosques, analizar y evaluar el desarrollo de las mismas con relación a los factores ambientales y la producción de madera, suelo, agua, fauna, entre otros. Impulsar tecnologías que permitan el aprovechamiento integral de productos forestales y promocionar la fabricación de artesanías.

### ***Suelos***

Analizar y evaluar el impacto del manejo del suelo bajo diversos usos y condiciones en la cuenca – uso forestal cerrado, forestal abierto, ganadería y agricultura -.Evaluar la capacidad de infiltración de agua en el suelo bajo diferentes usos. Estimar la producción de los suelos bajo diferentes formas de manejo. Proponer y evaluar diversas alternativas de conservación del suelo.

### ***Agropecuaria***

Aplicar y evaluar tecnologías agrícolas de bajo impacto en cultivos tradicionales y alternativas que permitan la conservación de la cuenca y aseguren la infiltración del agua. Desarrollar, aplicar y evaluar técnicas agropecuarias para recuperación de suelos, mejorar la producción y conservar el suelo y aumentar la recarga de acuíferos. Analizar, evaluar y buscar alternativas productivas agrícolas, pecuarias que permitan mejorar la economía de los productores y mejorar su alimentación. Cultivos y criaderos alternativos, (producción de zarzamora, cultivos de traspatio, otros) producción y proceso de productos con valor agregado.

### ***Social***

Analizar y evaluar alternativas de desarrollo social, y su impacto en el manejo de los recursos naturales, en especial del agua, el bosque y su manejo, manejo de desechos, salud y educación ambiental no formal y formal. Buscar, analizar y evaluar propuestas de relación de poblaciones rurales y urbanas con el objetivo de mejorar la producción, manejo y consumo del agua en ambos ambientes. Buscar alternativas legales que otorguen marcos de actividades urbanas y rurales para mejorar la captación, manejo y uso sustentable del agua en el medio rural y urbano. Proponer programas de educación ambiental y organización de productores (Pruebas de grupos piloto).

### ***Clima***

La información del clima con que se cuenta actualmente, es suficiente para tener un diagnóstico preliminar de lo que puede estar ocurriendo en la zona del Pixquiac. Sin embargo, si se quiere aprovechar al clima como un recurso natural necesario para la supervivencia de especies vegetales, animales así como por el impacto que tiene en las actividades humanas, es necesario co-

nocer más acerca de él. En este sentido, la instalación de equipos meteorológicos puede permitir llevar a cabo evaluaciones agroclimáticas como es el cálculo de la evapotranspiración, por ejemplo, lo que permitirá sugerir tipos de cultivos en la zona, no sólo agrícolas sino también silvícolas. La información permitirá también analizar posibles daños potenciales por la presencia de fenómenos meteorológicos severos como las lluvias intensas, vientos, heladas, etc. Puesto que la zona es una fuente natural de recursos hídricos, no sólo por la precipitación sino también por la presencia de niebla, será muy conveniente considerar a este fenómeno como un recurso aportante de agua para la zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, M. E. (1997). *Recomposición de la producción y del mercado de la madera en el Cofre de Perote*. Tesis de maestría no publicada, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Álvarez, O. (2001). *Determinación de turnos para las principales especies de coníferas en la región del Cofre de Perote, Veracruz*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Berninger, K. y L. Junikka. (1994). *Biodiversidad en los Bosques de Coníferas en la Región del Cofre de Perote, Veracruz*. Estudio técnico No. 5. Acuerdo de Cooperación en Materia Forestal entre México y Finlandia, Helsinki, México.
- Bockheim, J. G., Munroe, J. S., Douglass, D., & Koerner, D. (2000). *Soil development along an elevational gradient in the southeastern Uinta Mountains, Utah, USA*. *Catena*, 39(3), 169-185. CNA, 2001. Presente y Futuro del Agua en México (2002 – 2025).
- Carta de Precipitación Anual del Estado de Veracruz, Comisión Nacional del Agua. (México) (1993). \*Referencia Conabio
- Carta de Paisajes geomorfoedafológicos de la región volcánica Cofre de Perote, Edo. de Veracruz, México. Geissert, D. y D. Dubroeuq, A. Campos & E. Meza. 1994 Esc. 1:50,000. Instituto de Ecología-ORSTOM-CONACyT.
- Carta tipos de suelos de Perote, Ver. INEGI 1984.
- Congreso internacional de agua, suelo y bosque de la Universidad Veracruzana y SEMARNAP (2º, 2001, Veracruz, México). *Estructura, agregación y porosidad en suelos forestales y cultivados de origen volcánico del Cofre de Perote, Veracruz, México*. Meza, P. E., y Geissert, K. D. 2001.
- Dubroeuq, D.A. Campos. y Geissert D. (1994). *Comportamiento de los Andosoles negros con respecto al agua en el volcán Cofre de Perote*. TERRA. Vol. 10/1.
- García, E. (1988). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Edición de la autora. 248 pp.
- Gobierno del Estado de Veracruz (1999). *Plan estatal de desarrollo del estado libre y soberano de Veracruz – Llave 1999 - 2004*. Xalapa, Ver.
- Gobierno del estado de Veracruz– SEMARNAP (1995). *Plan sectorial forestal para el estado de Veracruz, 1996 – 2039*. Convenio en materia forestal México – Finlandia. Gobierno del Estado de Veracruz.
- H. Ayuntamiento de Xalapa (1995). *Ordenamiento, conservación y desarrollo integral de la cuenca hidrológica que surte los cuerpos de agua del municipio de Xalapa*. Serie Xalapa.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2000). XII Censo general de población y vivienda 2000. Resultados preliminares. Impreso en Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1988). *Síntesis Geográfica, nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*. Impreso en México.

- Lara, F. (2000). *Climatología urbana y Bioclimatología humana en Xalapa*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- López M. I. Editor (1993). *Ecología Urbana aplicada a la ciudad de Xalapa*. Publicado por el Instituto de Ecología, A.C. con el apoyo del programa MAB –UNESCO y el H. Ayuntamiento de Xalapa, Ver. (“Capítulo de libro editado”)
- Luna M. E. (1997). *Estudio de vegetación y flora del municipio de Coatepec, Veracruz*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Rueda, V. O. M. (1999). *Los Impactos de El Niño en México*. (Ed. SEGOB. México)
- Meza, P. E. (1996). *Estudio comparativo de las propiedades físicas e hídricas entre los Andosoles de cultivo y bosque del Cofre de Perote, Estado de Veracruz, México*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F, México.
- Mosiño, P. (1974). *Los climas de la República Mexicana*. En: *El Escenario Geográfico*. Inst. Nacional de Antropología e Historia. México.
- Mosiño, P. y García, E. (1974). *The climate of México*. En: *World Survey of Climatology*. Vol. 11.
- Narave, H. (1985). *La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz*. *Biótica* 10(1).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1992). *Notas de información sobre algunas cuestiones forestales*. Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.
- Reunión Nacional Red Mexicana de Municipios por la Salud. (3er, 1995, Xalapa, México). Documentos de trabajo/2– Red Mexicana de Municipios por la Salud, Xalapa, México, 1995.
- Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (5ª, 1998, Oaxaca, México). Memoria. *Abasto Sustentable de Agua para la Ciudad de Xalapa*. Álvarez, O. y Dorantes L. Oaxaca, México, Colegio de Postgraduados, Sociedad mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. CNA y CIDIR –IPN.
- Reunión Regional Sobre Desastres Naturales. (1ra, 1999, Xalapa, México) Memorias. *Análisis de las condiciones sinópticas*, Cervantes, J., (2000). Xalapa, Ver. pp. 19-25.
- Rodríguez H.H., Palma G. R. 1993). *Ecología Urbana aplicada a la ciudad de Xalapa*. Publicado por el Instituto de Ecología, A.C. con el apoyo del programa MAB –UNESCO y el H. Ayuntamiento de Xalapa, Ver.
- SEMARNAT – CONAFOR (2001). *Plan Forestal para México 2025*.
- Rosignol, J.; D. Geissert, A. Campos, & J. Kilian. 1988. *Carta de Unidades morfoedafológicas del área Xalapa-Coatepec*. INIREB-ORSTOM-CIRAD. México.
- Rzedowski, J. (1981). *La Vegetación de México*. Editorial Limusa.
- Sheng, T. C. (1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: Estudio y planificación de cuencas hidrográficas*. Food & Agriculture Org.
- Tejeda, A. (1991). *Sobre la palabra clima*. Extensión 39:27-29.

- Tejeda, A., Acevedo, F., & Jáuregui, E. (1989). *Atlas climático del estado de Veracruz*. Universidad Veracruzana, México.
- World Congress of Soil Science (15th, 1994, Acapulco, México). *The Andosols*. Transductions. Acapulco, México, Quantin, P. (1994). Vol. 69:848-859.
- Zarate Betancourt Eva 2001. *Propuesta de ordenamiento Ecológico Forestal de la Cuenca Alta del Río la Antigua, Veracruz*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Zolá, B. (1983). *Delimitaciones de unidades ambientales del Cofre y Valle de Perote, Veracruz*. Xalapa, México: INIREB.

# EDUCACIÓN AMBIENTAL

# Educación y comunicación ambiental en localidades rurales

M. Ángeles Chamorro, Héctor Narave, Nancy Domínguez,  
J. Armando Lozada y Yadeneyro de la Cruz

Facultad de Biología- Xalapa, UV

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizó con la finalidad de compartir información sobre temas ambientales con la población que habita en las cercanías del Parque Nacional Cofre de Perote. Asimismo, atendiendo a las recomendaciones de la Agenda XXI, se ha promovido la apropiación de conocimiento científico en un sector de esta población, para aplicarlo en su vida cotidiana y contribuir en la atención de alguna necesidad inmediata.

En relación a la comunicación ambiental, a través de este proyecto, se impartieron talleres participativos y se elaboraron materiales con datos alusivos a la flora, fauna, y suelos de esta montaña, para informar a pobladores de ocho localidades rurales sobre la importancia de esta área natural protegida y de las acciones individuales y colectivas que realizan para su conservación, asimismo se impartieron talleres de capacitación para instalar biodigestores y módulos de composta, se elaboraron carteles y se grabaron videos para apoyar estos procesos.

Las actividades que aquí se mencionan se realizaron de diciembre de 2012 a diciembre 2013, como parte del proyecto “Educación y comunicación ambiental en localidades rurales cercanas al Parque Nacional Cofre de Perote”, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en el marco de la Convocatoria de apoyo a Proyectos de Comunicación pública de la ciencia 2012. Durante el 2014 se realizó un seguimiento de las actividades realizadas por los pobladores para identificar los aspectos que han mantenido su interés y los resultados obtenidos.

## LOCALIZACIÓN

El proyecto se llevó a cabo en las localidades: El Conejo, Rancho Nuevo, El Escobillo y Los Pescados, del municipio de Perote; Tonalaco y Tembladeras del municipio de Xico; Los Laureles del municipio de Ixhuacán de los Reyes y La Toma del municipio de Ayahualulco, del estado de Veracruz; cabe mencionar que la población en estas localidades fluctúa entre 250 y 1,200 habitantes, las actividades productivas predominantes son agricultura, ganadería y en algunas manejo forestal. En relación a educación, ocho localidades cuentan con escuelas de preescolar y primaria, cinco tienen escuela secundaria y sólo en una localidad hay un telebachillerato.



Figura 1. Los Laureles, Ixhuacán de los Reyes, Ver.



Figura 2. Tonalaco, Xico, Ver.



## **ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

El proyecto inició con una presentación al personal de la Dirección del Parque Nacional Cofre de Perote para establecer colaboración para convocar en coordinación con las autoridades ejidales a los pobladores para participar en los talleres.

Para comunicar la importancia de esta área natural protegida se diseñó el Cuaderno de divulgación “Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote”, utilizando un lenguaje sencillo, fotografías de la zona y esquemas representativos de los temas para facilitar la comprensión de conceptos relacionados con el bosque, áreas naturales protegidas, problemas ambientales, entre otros. Posteriormente se presentó este Cuaderno en cada una de las localidades, ilustrando en diapositivas la información contenida en este documento y explicando de forma sencilla su contenido.

Para la instalación de biodigestores y composteros, se aplicó un taller de capacitación, a través del cual se explicaron los beneficios de la instalación de los módulos de composta para aprovechar los residuos orgánicos (restos de cosecha e incluso domésticos), y de los biodigestores para generar gas a partir del excremento de animales, así como detalles requeridos como espacio, cercanía al centro de población, accesibilidad. Durante el taller se presentaron dos videos para ilustrar la instalación de composteros y biodigestores, los cuales fueron grabados como parte de este proyecto.

## **RESULTADOS**

Como parte de este proyecto se impartió un taller participativo en cada una de las ocho localidades para identificar temas de interés en cada lugar. Posteriormente se presentó el Cuaderno de Divulgación “Vamos a conocer el Parque Nacional Cofre de Perote” en cada localidad, entregando más de 1,000 ejemplares en reuniones ejidales, escuelas, bibliotecas, centros de salud, ver figuras 3 y 4.

Cabe mencionar que la información contenida en el Cuaderno ha sido de interés para los pobladores, pues así lo han externado, además, en los talleres realizados se ha intercambiado información con los pobladores acerca de los recursos naturales, de los problemas ambientales, así como de la importancia de realizar acciones para contribuir en la conservación del Parque Nacional Cofre de Perote. En opinión de profesores de las escuelas de estas localidades, la elaboración de este Cuaderno ha sido importante pues de sentido de pertenencia a los estudiantes, asimismo se presenta información alusiva al entorno inmediato.

Este Cuaderno se ha presentado también en ciudades y en otros municipios, pues es necesario informar a la población de lugares cercanos al Parque Nacional Cofre de Perote sobre la importancia de esta área natural por los servicios ambientales que ofrece y la necesidad de contribuir en su conservación.

Respecto a la instalación de módulos de compostaje, se instalaron seis módulos en: Tonalaco, La Toma, El Conejo, Los Pescados, Rancho Nuevo y El Escobillo. En cada localidad los procesos de gestión y de instalación tuvieron una dinámica particular, sin embargo, en todas, los módulos fueron instalados en terrenos de personas entusiastas y comprometidas. En la mayoría de los casos, los módulos de compostaje son atendidos por el padre y algunos hijos, aunque en otros hay mujeres involucradas en el procesamiento del material a compostear.



**Figura 3.** Presentación del Cuaderno de divulgación



**Figura 4.** Entrega del Cuaderno de divulgación

En Tonalaco, el módulo se instaló en un terreno donde procesan estiércol de cerdos, gallinas y conejos. El principal interés de los pobladores por producir composta es abonar las plántulas de pino que para reforestar. En esta localidad se instaló un biodigestor y hay interés en la población por instalar otros.

En La Toma el módulo de composta se instaló en un terreno donde se guardan cabras y mulas, además hay una gran cantidad de estiércol acumulado durante todo el año, por lo cual pueden procesar 1.5 toneladas aproximadamente; los participantes comentaron que la composta la guardarían hasta el mes de marzo para abonar las tierras de cultivo. Las personas de este lugar han sido muy participativas, les interesa recibir cursos, pláticas y experimentar distintas actividades que consideran que pueden aportarles beneficios en su entorno y en sus actividades productivas. Aquí se instaló un biodigestor, genera gas, pero el mantenimiento ha sido esporádico, ver figura 5.

En El Conejo se instaló el módulo de composta en un terreno donde tienen mulas y caballos, por lo que la producción de estiércoles es constante, además, se acumula una buena cantidad de residuos orgánicos. En el módulo se espera procesar cerca de una tonelada de estiércol y restos orgánicos de octubre a diciembre. La composta producida, será utilizada para abonar los cultivos de papa y alfalfa. En esta localidad se instaló un biodigestor que genera de 2 a 3 hrs. de gas.

En Los Pescados hubo poco interés en un principio pues los pobladores consideraban que el proceso requería más trabajo manual, sin embargo, después aclarar los detalles, acordaron instalar el módulo de compostaje en un terreno donde los vecinos tienen cerca de 250 borregos, cinco mulas, cuatro cerdos y 20 vacas lecheras. Los beneficiarios se mostraron interesados en implementar este proceso, pues en la tienda de agroquímicos de la localidad se vende un producto orgánico parecido a la composta, por lo cual ellos quieren producir su propio abono. En esta localidad se instaló un biodigestor el cual genera entre 4 y 6 horas de gas, posteriormente, por el interés entre los pobladores se instaló otro, ver figura 6.



Figura 5. Cartel para instalar compostero



Figura 6. Biodigestor instalado

En El Escobillo se seleccionó un terreno cuyo propietario realiza prácticas de composta, y por su interés por recibir la información sobre este proceso y por darle seguimiento y difusión entre sus vecinos. La aceptación y adopción que se le ha dado al proceso ha propiciado que varios vecinos se interesen en replicar esta experiencia. Este módulo tiene la capacidad de procesar aproximadamente dos toneladas de estiércol y residuos de cosecha cada dos meses. En esta localidad no se instaló ningún biodigestor, pues no hubo interés por parte de los pobladores.

En Rancho Nuevo, el módulo de compostaje se instaló en un terreno que cuenta con un vivero rústico de plantas medicinales, ya que es un espacio estratégico al recibir la visita de personas tanto de esta localidad como de otras. En este caso, en el módulo se depositan restos de comida, rastrojo de los corrales y desechos de las podas. En esta localidad no se instaló ningún biodigestor, pues los pobladores no se interesaron.

Durante el 2014 se realizaron reuniones con las personas que están dando seguimiento al mantenimiento de biodigestores para comentar su experiencia en este proceso, en el ahorro de leña y en la aplicación de algunos de los productos que derivan del proceso en sus cosechas. Al respecto, cabe destacar que en tres localidades se ha tenido un seguimiento puntual del proceso, lo cual ha despertado el interés de otras personas por implementarlos.

Cabe mencionar que los resultados de este proyecto se han presentado en eventos académicos (foros, exposiciones, congresos), y las personas que lo han escuchado han mostrado interés por acceder a los materiales generados, esto motivó la apertura de un micrositio [www.uv.mx/biologia/apps/pnpc](http://www.uv.mx/biologia/apps/pnpc) para que los videos, carteles y Cuaderno de divulgación generados en este proyecto se encuentren accesibles a todo el público.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el apoyo económico para la realización del proyecto “Educación y comunicación ambiental en localidades rurales cercanas al Parque Nacional Cofre de Perote”.

A Luis Raúl Álvarez Oseguera por su apoyo en la convocatoria para el proceso de capacitación de las comunidades.

## CONCLUSIONES

Los talleres participativos permitieron establecer comunicación con la población local y transferir una biotecnología apropiada al ámbito rural (instalación de los biodigestores) a un sector de la población para generar gas y contribuir con ello a disminuir el consumo de la leña como fuente de energía. Estas pequeñas acciones repercutirán favorablemente en la conservación del bosque del Parque Nacional Cofre de Perote, además con estas actividades se ha impulsado la comunicación pública de la ciencia en estas localidades rurales.

El Cuaderno de divulgación sobre el Parque Nacional Cofre de Perote ha interesado a los pobladores de estas localidades, pues se elaboró con información e imágenes de escenarios conocidos por ellos, con un lenguaje adecuado y con calidad de imágenes, lo cual les ha permitido comprender la importancia de esta área natural protegida y de las acciones que realizan para conservarla.

Con los procesos de instalación de biodigestores y de composteros se ha capacitado a un sector de la población y se está contribuyendo a disminuir el consumo de leña, y a transformar residuos en abono orgánico para enriquecer los suelos e incidir favorablemente en el rendimiento de las cosechas. Para estos procesos el diseño de los dos videos "Composteros" y "Biodigestores", favoreció la comprensión de la información, pues describen detalladamente los procesos con calidad de imagen y en un lenguaje adecuado para los habitantes de estas localidades, a fin de que éstos cuenten con el material de consulta útil a los procesos de replicación.

# **Educación ambiental en El Conejo y Agua de Los Pescados, Parque Nacional Cofre de Perote**

**M. Eliré Pérez**

Maestría en Gestión Ambiental para la Sustentabilidad, Universidad Veracruzana

## **INTRODUCCIÓN**

Desde la creación del término, la Educación Ambiental (EA) ha estado sujeta a diversos cambios y modificaciones, que se han ido adaptando al contexto en el que se maneja. Por lo que podríamos definir el término como un proceso que abarca diferentes actores sociales y que se avoca a prevenir, resolver y mitigar diversos problemas ambientales, apoyándose en diversas herramientas pedagógicas, tecnológicas y sociales. Esto nos lleva a la importancia de educar para conservar nuestros recursos, los ecosistemas y su biodiversidad, por lo que no se podría hablar de conservación sin mencionar la importancia de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), las que constituyen espacios para conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos (SEMARNAT, 2009).

En México, históricamente la mayoría de las ANP han sido fuertemente presionadas por la población que incide en ellas, para la extracción de recursos naturales. Al interior de algunas de estas, existen comunidades establecidas incluso previo al decreto (CONANP, 2015), por lo que sus habitantes son un factor determinante para el cuidado y conservación, o por el contrario que pueden incidir en su deterioro, tal es el caso del Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP).

Es por eso que el modelo moderno de conservación incluye el uso y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad en ANP. Sin embargo, esta tarea sería imposible sin la modificación de conductas y valores de la gente que vive y se relaciona con los ecosistemas y su biodiversidad.

El PNCP es de gran importancia ambiental para la región central de Veracruz, en particular por sus recursos hídricos. Actualmente al interior dentro de su territorio, así como en su zona de influencia, se encuentran comunidades con alta densidad de población, consideradas como marginadas o en pobreza, las que tienen una interacción cotidiana con él y sus recursos, en algunos casos, propiciando deterioro de los mismos.

El presente trabajo establece una propuesta de EA no formal que se realizó a un grupo de habitantes en los ejidos de El Conejo y Agua de los Pescados, los cuales están ubicados en el PNCP.

El principal objetivo es elaborar una estrategia de EA para los habitantes de las comunidades de El Conejo y Agua de los Pescados donde se destaque el cuidado y conservación de los recursos naturales dentro del PNCP, de manera específica el diseñar, elaborar y aplicar material educativo con temas referentes a los recursos naturales, su conservación y la importancia que tienen dentro del PNCP y orientar a los participantes acerca de la importancia, dirección y objetivos de la gestión local.

## LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en dos ejidos que se encuentran en el PNCP, de manera cronológica, por su creación el primero es el Ejido El Conejo, este se ubica totalmente dentro del PNCP, su centro de población se ubica en la cota de 3,300 msnm y es el que se encuentra instalado a mayor altitud en la montaña. Se localiza dentro los 19°26', 19°32' latitud norte y 97°09', 97°15' longitud oeste. A 12 km de la carretera federal Xalapa-Perote (SCT, 2013).

Actualmente la población existente es de 1044 habitantes, 516 hombres y 528 mujeres (Información proporcionada por el Comisariado Ejidal, Heriberto López 2013).

De acuerdo a la CONAPO (2010), el 16.28% de la población mayor de 15 años es analfabeta, teniendo un promedio de 5 años de escolaridad. Por lo que tiene un índice de marginación alto con -0.0619 puntos, ocupando el lugar 5,657 a nivel estatal.

El segundo ejido es el de Agua de Los Pescados, El número de ejidatarios se mantiene en 108, algunos incorporados a diversos proyectos como lo que serían el pago por servicios hidrológicos y pago por servicios ambientales. El número de habitantes es de 1555, siendo 789 hombres y 766 mujeres (Información proporcionada por el Comisariado Ejidal, Hipólito Pérez Huerta, 2013).

En ambos ejidos las actividades económicas características son las primarias en escala local o menor. Ambos comparten tendencias similares en cuanto a producción de cultivos como lo serían la papa, avena y haba y para el caso de Agua de los Pescados, estos se encuentran inscritos dentro del programa PROCAMPO.

## PROCESO DE INTERVENCIÓN

Se planteó una estrategia de abordaje educativo, esto es incluir una estrategia de intervención educativa no formal<sup>15</sup>, incluyendo tanto metodologías como un procedimiento de evaluación, la cual fue adaptada y complementada con la Propuesta de la UNESCO para crear programas de Educación Ambiental (UNESCO, 1977, 2005 y ONU, 2013), la Guía para elaborar programas de Educación Ambiental no formal (SEMARNAT, 2009), el Programa Nacional de Educación para la Sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas (CECADESU-CONANP, 2009) el Subprograma de cultura en el Programa de Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote (CONANP, *op cit*), la Guía Metodológica del Sistema de Monitoreo y Evaluación Participativo (SIMEP) de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (CONANP, 2004) y el Programa Municipal de Educación Ambiental de Perote (SEDEMA, 2013).

Se esquematiza de la siguiente manera:

1. Revisión Bibliográfica: Búsqueda y documentación sobre trabajos que se han realizado en la zona, comparación y depuración de la información, establecimiento de los alcances y fundamentación teórica.
2. Presentación de la propuesta a autoridades incidentes: Particularmente se le presentó el trabajo al director del PNCP, por parte de la CONANP.

---

<sup>15</sup> Representa acción o actividad, en ella intervienen recursos o materiales que facilitan el proceso de Educación-Acción. Se avoca a establecer relaciones facilitando la intercomunicación (Gómez-Melgarejo, 2011)

3. Presentación con las autoridades locales: Para informarles sobre los objetivos del proyecto y plan de trabajo. Un acuerdo con el comisariado ejidal y con líderes de las comunidades.
4. Recorridos en las comunidades: Para reconocimiento de características, situación y otros aspectos socio-ambientales.
5. Diseño y elaboración del formato para entrevistas y encuestas: Aplicación de entrevistas y encuestas a diferentes personas de las comunidades. Posteriormente la ubicación de informantes claves, establecidos durante el recorrido y presentación, así como en el diagnóstico de la zona.
6. Entrevista con personas que coordinen actividades o proyectos relacionados con el manejo, aprovechamiento o conservación de los recursos naturales en la zona.
7. Elaboración de un diagnóstico socio-ambiental: Para conocer las condiciones y conocimientos que tienen los habitantes en materia ambiental, en base a información bibliográfica, y con los resultados de las entrevistas y encuestas.
8. Selección de ejes temáticos para los talleres y del material didáctico: En base al diagnóstico y a las entrevistas.
9. Integración de un grupo de trabajo con las personas que se realizaron los talleres y actividades.
10. Elaboración de material didáctico: Con ayuda de diversas propuestas educativas, autores y temas referentes que sean de importancia con ayuda del resultado del diagnóstico. Establecimiento de las fechas en las que se desarrollaron los talleres.
11. Desarrollo de talleres: En los cuales se observaron los temas que surgieron a partir del diagnóstico. Los cuales fueron pensados para ser complementados con actividades prácticas, actividades reflexivas y actividades lúdicas.

**Tabla 1.** Listado de Talleres

<b>¿Cuál es el valor de la naturaleza?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar y conocer los servicios ambientales, dando énfasis en la importancia que tienen para los habitantes del PNCP.</li> <li>2. Incentivar a través de la identidad la valorización de los servicios ambientales en los participantes.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios de provisión</li> <li>- Servicios de regulación</li> <li>- Servicios culturales</li> <li>- Valor de uso</li> <li>- Introducción a la valorización económica de los servicios ambientales</li> </ul>
<b>Agua no sólo para beber</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar la importancia de la conservación y cuidado de los cuerpos de agua para los habitantes.</li> <li>2. Conocer los patrones agua-bosque-suelo.</li> <li>3. Proponer alternativas de almacenamiento.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpos de agua en la zona.</li> <li>- Estado de los cuerpos de agua en la zona.</li> <li>- Fuentes de abastecimiento.</li> <li>- Usos del agua (Personal, Familiar, Agricultura, Ganadería, Industrial).</li> <li>- Formas de almacenamiento.</li> <li>- Problemas con el abastecimiento y</li> </ul>

		<p>la calidad del agua (Escasez, contaminación, enfermedades).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La importancia del ciclo hidrológico</li> </ul>
<b>Los usos tradicionales y como alimento de los recursos naturales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer los principales usos de la vegetación y fauna de comunidad</li> <li>2. Describir la las zonas donde principalmente se localizan ciertas especies importantes para los habitantes</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fauna.</li> <li>- Flora.</li> <li>- Plantas medicinales.</li> <li>- Hongos comestibles</li> <li>- Tradiciones.</li> <li>- Identidad.</li> </ul>
<b>El Bosque, mi vecino.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer y mostrar los principales cambios en la masa forestal del bosque cercano al ejido.</li> <li>2. Conocer los principales usos de los recursos forestales.</li> <li>3. Conocer las principales especies utilizadas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetación</li> <li>- Usos y costumbres</li> <li>- Historia del ejido</li> <li>- Especies forestales</li> <li>- Conservación</li> </ul>
<b>Mis actividades dentro de una ANP.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Divulgar información sobre el bosque del PNCP.</li> <li>2. Comunicar y explicar estrategias de conservación</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado del bosque en el ejido.</li> <li>- Cobertura vegetal y forestal.</li> <li>- Uso de combustibles (Leña)</li> <li>- Regulación del clima.</li> <li>- Regulación del ciclo hidrológico.</li> <li>- Fauna</li> <li>- Hábitat</li> <li>- Identidad.</li> <li>- El PNCP.</li> <li>- Programa de manejo del PNCP.</li> </ul>
<b>El suelo como fuente de alimento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicar la importancia de la calidad del suelo para actividades primarias</li> <li>2. Mostrar alternativas para el mejoramiento de la calidad del suelo</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de suelo en el Ejido</li> <li>- Estado del suelo que se utiliza en actividades agropecuarias</li> <li>- Caracterización costo/beneficio de los principales productos cultivados</li> <li>- Fauna del suelo</li> <li>- Plagas</li> <li>- Tipos de cultivos que podrían funcionar en la zona del PNCP.</li> </ul>
<b>Alternativas para el uso y conservación de los recursos naturales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar alternativas para el uso y conservación de los recursos naturales de bajo costo.</li> <li>2. Conocer las perspectivas de los asistentes sobre estas alternativas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso y separación de residuos</li> <li>- Introducción a las Ecotecnias</li> <li>- Introducción a las huertas de traspatio</li> </ul>
<b>¿Qué acciones se pueden realizar en mi ejido?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orientar acerca de los proyectos que pueden ser aplicables en la zona del PNCP.</li> <li>2. Trabajar en el fortalecimiento autogestivo.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generalidades del Programa de Manejo del PNCP.</li> <li>- Dependencias que trabajan directamente en la zona del PNCP.</li> <li>- Proyectos que podrían ser solicitados en el ejido.</li> <li>- Perspectivas del estado de conservación y funcionamiento del ejido.</li> <li>- Fortalecimiento de capacidades de autogestión.</li> </ul>

12. Evaluación: Mediante taller de evaluación (¿Cómo lo perciben? ¿Cómo se involucran?)

13. Conjunción y elaboración de la propuesta de EA teniendo como base los resultados del proceso de intervención.



## Resultados

1. La historia del ejido a través del uso de los recursos naturales.
2. Entrevista a personas o grupos que llevan a su cargo proyectos dentro del PNCP:
  - a. Etnol. Tajín Fuentes Pantga y SENDAS A.C.
  - b. Ing. Raúl Álvarez Oseguera. Director PNCP
  - c. Ing. José Antonio González Azuara. Delegado Estatal SEMARNAT
  - d. Dra. Rosario Pineda. Coord. Proyecto Coronas Navideñas INBIOTECA
  - e. Ing. Martín Gelasio Castillo Calipa. Gerente Estatal CONAFOR
3. Se realizaron encuestas a 10% de la población en el Ejido Agua de los Pescados y al 14% en El Conejo, estas encuestas estaban dirigidas a temas relacionados como percepción ambiental y problemáticas dentro del PNCP.

**Tabla 2.**

<b>Problemas ambientales prioritarios</b>
1. Tala
2. Basura
3. Pérdida de la calidad del suelo
4. Falta de Agua
5. Erosión
6. Falta de Drenaje
7. Incendios Forestales

**Tabla 3.** Acciones para solucionar las problemáticas ambientales, que mencionaron los encuestados

Talleres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación de residuos</li> <li>• EA</li> <li>• Ecotecnias</li> </ul>
Monitoreo/Vigilancia	
Apoyo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institucional</li> <li>• Gubernamental</li> </ul>

Es importante destacar que el 73% de los encuestados consideraron que existen problemas ambientales en su comunidad, dentro de este grupo es destacable que los jóvenes debido a ciertos factores propios de la cultura y edad se encuentran en su consientes sobre acontecimientos ambientales, aunado a su interés en participar.

Las soluciones que se mencionaron más para solucionar o solventar las problemáticas ambientales mencionadas son: La capacitación adecuada a la población o talleres de divulgación; mayor monitoreo y vigilancia por parte de autoridades y personas locales; y apoyo gubernamental e institucional.

4. Se entrevistaron a personas implicadas en proyectos de conservación, aprovechamiento y/o manejo de los recursos naturales.

Las cuales fueron en un total 225, mismas que se encuentran inmersas en programas como Pago por servicios ambientales, el Programa de Artesanías y Coronas Navideñas, los Promotores Forestales comunitarios y personas adscritas a PROCAMPO.

Sus consideraciones sobre los problemas ambientales en sus ejidos son las siguientes:

**Tabla 4.**

<b>Problemas ambientales prioritarios</b>
8. Erosión
9. Deforestación
10. Mal manejo de la basura
11. Contaminación/ Escasez de agua

El programa que consideran es el más conocido es el de PROCAMPO y las instituciones que más reconocen es a la SAGARPA por el plano gubernamental, a la Universidad Veracruzana, por el rubro institucional y a SENDAS A.C. como asociación civil.

Consideran que los proyectos permanentes son los que generan confianza y participación, debido a que lo ven como algo parte de ellos y hasta cierto punto apropiable. Y las principales razones por las que algunos proyectos no han funcionado en sus comunidades es debido a: Que no hay una adecuación a la problemática local, no hay un seguimiento, y/o solo está dirigido a un grupo determinado de la población.

Posteriormente, de acuerdo a sus respuestas consideran que dentro de tres ámbitos no excluyentes, el tipo de proyectos aplicables y que sus ejidos necesitan son los siguientes:

**Tabla 5.**

Rubro	Enfoque
Ambiental	Bosque
Económico	Empresas rurales
Social	Educación/capacitación.

- Dentro de los talleres que se realizaron, se armaron 4 grupos, cuya asistencia fue variada. En total fueron 25 personas para Agua de los Pescados y 23 para el Conejo. En la segunda ronda de talleres, estos fueron enfocados a la asamblea ejidal, donde se tuvo una participación de 25 ejidatarios para el ejido Agua de Los Pescados y 32 para el ejido El Conejo.
- De los talleres, en la planeación de cada tema, se realizaron materiales de apoyo, desde actividades hasta material multimedia, con la finalidad de enriquecer el contenido de los mismos, debido a esto se generó una guía de talleres cuya finalidad es que puedan ser replicados en los mismos ejidos y enfocados a otros sectores de la población o incluso ser aplicados en otras comunidades del PNCP.
- Finalmente dentro de los talleres de evaluación se obtuvo lo siguiente: 84% considera que los temas abordados son prioritarios para las comunidades del PNCP, 75% se interesaría en seguir participando en talleres y proyectos relacionados, siempre que se en-

foquen a problemáticas de la localidad. 90% Considera que aumentó su percepción sobre el enfoque de los problemas ambientales y las soluciones que pudiesen darse.

Surge la propuesta de la creación de promotores ambientales comunitarios, de acuerdo a lo observado en los grupos y a la bibliografía consultada, estos grupos se caracterizan de esta manera:

**Jóvenes:** Adolescentes o adultos jóvenes que debido a cuestiones de desarrollo, escolares y experiencias particulares de vida, conocen a mayor profundidad problemas ambientales y tienen la iniciativa de crear grupos o acciones que generen cambio en la comunidad. Pero que aún no cuentan con determinado reconocimiento a nivel local.

**Adultos:** Que debido a su experiencia o cargos sociales, conocen las problemáticas ambientales, algunos cuentan con ideas o iniciativas para poder solventar situaciones económicas, sociales y ambientales, pero que necesitan fortalecer niveles de conocimiento en lo que refiere a capacitación en particulares aspectos, pero que cuentan con el liderazgo, y reconocimiento a nivel local.

**Señoras:** Mujeres que por su carácter de ama de casa, se encuentran enfocadas a otro tipo de relación con su entorno, que conocen ciertas carencias y/o problemáticas primordiales, que los otros dos grupos no conocen, que plantean algún tipo de soluciones enfocadas, pero que debido a su rol en la población y la familia no disponen de ciertos factores como tiempo para involucrarse de lleno en determinados proyectos o actividades.

Por lo que cada grupo poblacional pudiese ser trabajado de una manera muy particular de acuerdo a las características de los mismos.

## CONCLUSIONES

Los habitantes el PNCP, tienen en general conciencia sobre la existencia de problemáticas ambientales a nivel local y regional.

Si bien el problema final pudiese ser catalogado como ambiental, la mayoría de estos tienen un trasfondo social, por lo que para dar solución a los mismos, debe de existir un conocimiento al menos general de cuestiones sociales y económicas de las comunidades.

Un número elevado de esas problemáticas ambientales persisten a través de la historia del PNCP.

El proceso de abordaje es un proceso a mediano plazo, debido a que debe de existir una aceptación por parte de la comunidad, para favorecer el dialogo y la participación.

Los proyectos aplicables en el PNCP, pudiesen involucrar a otros sectores de la población que por diversas cuestiones no han sido o no han podido ser considerados.

Proyectos relacionados con la capacitación y mejoramiento de la economía local son por demás bien recibidos en las comunidades participantes, por lo que estos deben de contextualizarse a las problemáticas locales con una incidencia a largo plazo.

La EA funge como una herramienta para los procesos de adquisición de conciencia, pero también como un puente entre las instituciones, dependencias o grupos y el sector poblacional, esto debido a que debe de existir un proceso de cognición, conocimiento y posterior adopción y apropiación de proyectos que estos aplican en las comunidades del PNCP.

Debido al alto nivel de participación por parte de personas externas a las comunidades, los proyectos deben de ser claros y buscar enfoques y resultados si bien a largo o mediano plazo, los habitantes tienden a pedir resultados en el corto plazo, debido a que este tipo de acciones genera seguridad en sus participantes.

De alguna manera u otra, desde el preescolar, se comienzan a abordar cuestiones ambientales en las escuelas, por lo que la población joven que asiste a la escuela, conoce en algún nivel, alternativas y posibles soluciones a las problemáticas ambientales de la comunidad.

Es importante que se trabajen proyectos de EA integrales, que fortalezcan cuestiones de identidad y sobre todo de rescate de saberes y conocimientos tradicionales.

Si bien los habitantes de Agua de los Pescados y El Conejo, reconocen que su participación puede impactar de manera favorable o no a los recursos naturales del PNCP, debe de trabajarse más la dimensionalidad de dichos procesos de percepción.

Hay un número considerable de trabajos universitarios sobre cuestiones de separación de residuos, pero la problemática no es la generación de los mismos, si no la disposición final, por lo que el enfoque de estos pudiese abordar cuestiones de gestión municipal para la recolección de estos.

En cuestiones de agua, uno de los principales problemas detectados es el estado de las vías de transporte del líquido, debido a que se encuentran en mal estado o carecen de un mantenimiento constante por lo que a primera instancia se pueden identificar pequeñas fugas en varios puntos de abastecimiento.

Ambas comunidades se encuentran adscritas en programas de pago por servicios ambientales, lo cual es una buena fuente de participación y cohesión social. Por lo que programas similares se consideran una buena alternativa.

Existe un apego cultural y tradicional al cultivo de la papa, por lo que para poder implementar otras técnicas de cultivo u otro tipo de producto es importante trabajar desde cuestiones culturales hasta económicas, y sobre todo contextualizar las problemáticas que conlleva el tener un minifundio y el ser pequeño productor.

Los habitantes de Agua de los Pescados y El Conejo, apuestan por actividades que generen empleo, que los involucren en la conservación de sus comunidades y que ayuden a estructurar procesos sociales. Algunos de los mencionados son programas de empleo temporal, capacitación para la producción y venta de productos y actividades más concretas como el ecoturismo, donde los habitantes ven un gran potencial.

La divulgación de programas y proyectos e información que se genere sobre el PNCP debe ser difundida entre sus habitantes.

El material creado para los talleres y el sustento del mismo busca como objetivo ser aplicado y reproducido en otras comunidades del PNCP, es importante mencionar que cada actividad debe contextualizarse a la problemática local de cada ejido, muy a pesar de que se encuentre dentro de la misma ANP.

Para poder aplicar los parámetros establecidos dentro del Programa de manejo del PNCP, en su subprograma de cultura, es importante involucrar a todos los sectores de la población.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- CECADESU-CONANP. (2009). *Programa Nacional de Educación para la Sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas*. México: SEMARNAT.
- CONANP. (2004). *la Guía Metodológica del Sistema de Monitoreo y Evaluación Participativo (SIMEP) de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable* . México: SEMARNAT.
- CONANP. (2015). *Programa de Manejo del Parque Nacional Cofre de Perote*. México.
- CONAPO. (2010). *Índice de Marginación por Localidad 2010*. DF, México: Secretaría de Gobernación.
- SCT. (Junio de 2013). *Subsecretaría de infraestructura*. Obtenido de Rutas Punto a Punto: [http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)
- SEMARNAT. (2009). *Guía para la elaboración de Programas de Educación Ambiental No formal*. México: SEMARNAT.
- SEDEMA. (2013). *Programa de Educación Ambiental del Municipio de Perote, Ver. Xalapa, México.*: Gobierno del Estado de Veracruz.
- ONU. (Junio de 2013). *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de desarrollo sostenible*. . Obtenido de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm>
- UNESCO. (1977). *Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental*. Tbilisi: UNESCO-PNUMA.
- UNESCO. (2005). *Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible*. París: UNESCO.

# Ecotecnias como estrategia de Educación Ambiental en una localidad cercana al Parque Nacional Cofre de Perote

Citlali Aguilera Lira y Yadeneyro de la Cruz

Facultad de Biología-Xalapa, UV

## INTRODUCCIÓN

Para Foladori *et al* (2005) así como para Leff (2004) la crisis ambiental es la crisis del mundo contemporáneo, la cual ocurre cuando el ambiente sufre cambios críticos desestabilizando su continuidad. La crisis ambiental hace un cuestionamiento profundo al conocimiento del mundo. El Área del Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP) es un claro ejemplo de crisis ambiental. Esta es un Área Natural Protegida (ANP) decretada por la Federación en el año 1937 para la cual la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) declara que toda ANP requiere ser preservada y restaurada. Sin embargo el PNCP tiene la particularidad de encontrarse habitada por 8,636 seres humanos (INEGI, 2010) empero, la población que interactúa y hace uso de los recursos que ofrece este lugar es en realidad mucho mayor si se considera a la zona de influencia, esto es, los asentamientos humanos alrededor del PNCP.

Tanto la Educación Ambiental como el desarrollo sustentable han sido propuestas pensadas y diseñadas desde hace más de dos décadas para buscar soluciones a los riesgos construidos por una sociedad que hoy amenaza la continuidad misma de la vida; se reconoce a la Educación Ambiental como la herramienta indispensable para lograr grandes cambios. En base a lo anterior, Viga, *et al.* (2008) exponen que toda acción de Educación Ambiental deberá ser un proceso orientado hacia la construcción de una cultura ambiental, mediante la cual los individuos y la colectividad cobren conciencia del acceso, manejo y conservación de los recursos naturales y del ambiente, vinculados con el desarrollo comunitario, reflejados en la calidad de vida y el bienestar individual, familiar, comunitario y ambiental.

La Educación Ambiental es una herramienta indispensable en la construcción de una cultura alternativa que afronte los conflictos planetarios generados por la pobreza, la injusticia y la desigualdad de manera *crítica y activa* (Vázquez, 1998). Para que esto ocurra la EA requiere elaborar estrategias que permeen y lleguen hasta el sitio o área donde se pretende aplicar, diseñando así estrategias educativas ambientales (Macedo y Salgado, 2007).

Es mediante la EA que la ecotecnia puede cobrar un sentido más intrínseco entre el hombre y la naturaleza: mientras que la ecotecnia tiene efectos inmediatos a una actividad o bien y el ser humano que la utiliza con el simple hecho de relacionarse con ella podrá incidir en su repertorio de saberes, conocimientos y en la interiorización de valores ambientales.

Uno de los puntos importante de este trabajo fue la participación social para el diagnóstico de la situación de los recursos naturales ya que de esta manera se pudo seleccionar una ecotecnia que favoreció la resolución de una problemática contextualizada en los ámbitos económico, ambiental y social de la localidad El Paisano.

## LOCALIZACIÓN

El Paisano es una localidad que pertenece al Municipio de Las Vigas de Ramírez, del Estado de Veracruz encontrándose a 2980 msnm, y a 97°05'58'' de longitud oeste y 19°34'25' de latitud norte (INEGI, 2012).



Figura 1. Ubicación geográfica de El Paisano, Municipio de Las Vigas de Ramírez, Ver.

Es una comunidad ubicada en la parte media alta del Cofre de Perote justo en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cofre de Perote. Los ecosistemas naturales corresponden a vegetación de zonas frías y templado-frías, distinguidos principalmente por bosques de coníferas (CONANP, 2011).

El Paisano, que pertenece a la zona de influencia de PNCP, mantiene una estrecha relación social, económica y ecológica con ésta (LGEEPA, 2008) ya que sus suelos son continuidad biológica y social permitiendo una relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente (CONANP, 2011). Estas zonas incluyen paisajes con características similares a las que protegen las ANP, pero con un grado de transformación u ocupación humana que motivaron su exclusión de los límites de las áreas que se decretan para su protección y conservación.

La comunidad de 913 habitantes tiene un alto grado de marginación, con un índice de 0.3635 y 100% de la población con ingresos de hasta 2 salarios mínimos (CONAPO, 2010). La escolaridad, en promedio, es de 4.19 años, con 112 (12.3%) residentes de 15 años y más analfabetos; 190 (20.8%) con educación primaria incompleta, y solo 3 (0.3%) de 18 años y más, con educación media (INEGI, 2012).

Las actividades productivas en la localidad es la agricultura, entre la que destacan: el cultivo de papa, haba, chícharo y maíz; sin embargo, por la crisis que atraviesa el campo veracruzano, esta localidad, como muchas otras, ha dado un giro de la agricultura a la ganadería mediante el incremento de la producción de ganado vacuno.

## ESTRATEGIA METODOLÓGICA Y DESARROLLO DE LA INTERVENCIÓN

- Visitas de campo e identificación de actores clave.
- Realización de Diagnóstico Participativo para la selección de la ecotecnia apropiada.
- Detección de problemáticas ambientales locales y Recursos Naturales implicados. Se detectó el recurso forestal, cuerpos de agua y suelo agrícola.
- Priorización de recurso natural por la relevancia de las problemáticas ambientales presentadas en la comunidad.

- Propuesta de ecotecnias en correspondencia con los recursos naturales detectados en las problemáticas ambientales. Se propuso para el recurso forestal la estufa solar, biodigestor y estufa ahorradora de leña; para el recurso agua el filtro de agua y baño seco; y para el recurso suelo el compostaje integral comunitario.
- Elección participativa de la ecotecnia apropiada a través de nueve criterios selección:

<b>Tabla 1. Criterios de selección de ecotecnia para la localidad El Paisano</b>	
<b>Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que contribuya a la resolución de una problemática ambiental local</li> <li>• Que ahorre recursos naturales es un fabricación</li> <li>• Que recicle o reutilice insumos locales en su fabricación</li> </ul>
<b>Sociales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que los participantes formen parte de la toma de decisión.</li> <li>• Que sea de fácil accesibilidad comprensiva</li> <li>• Que mejore algunos aspectos de la calidad de vida</li> </ul>
<b>Económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que sea de bajo costo en cuanto a construcción y mantenimiento</li> <li>• Que emplee materiales locales</li> <li>• Que sea financieramente viable la construcción para poder ser replicada.</li> </ul>

#### **Diseño de los talleres de educación ambiental para fortalecer saberes ambientales**

De acuerdo con los resultados del diagnóstico participativo en el que resultó seleccionado el recurso bosque, en particular la leña, se hizo la gestión con la CONAFOR y las facultades de Biología y Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana para impartir una serie de talleres con el fin de enriquecer los tópicos ambientales relacionados con su importancia, manejo y conservación.

Los talleres se realizaron dentro de la comunidad dirigido a dos grupos, el primero estuvo conformado por jóvenes y mujeres amas de casa; el segundo grupo lo conformaron hombres y mujeres ejidatarios tanto de la comunidad El Paisano como de Toxtlacoaya y Aguazuelas, comunidades que conforman una sola unidad ejidal.

**Taller 1.** Vivo cerca de un Área Natural Protegida: Parque Nacional Cofre de Perote. El objetivo fue dar a conocer un panorama general del lugar y contexto que habitan los pobladores de la localidad.

**Taller 2.** Cultura Forestal. Impartido por el departamento de capacitación, transferencia de tecnología y cultura forestal CONAFOR tuvo por objetivo dar a conocer los diferentes ecosistemas de la República Mexicana y hacer énfasis sobre la importancia de cuidar las especies que habitan los bosques.

**Taller 3.** El gran papel del Bosque. Su objetivo fue sensibilizar sobre la importancia del bosque para el humano y el ecosistema en su totalidad, así como revalorizar al bosque, ya que históricamente el primer acercamiento de los primeros pobladores de “El Paisano” fue extractivo.

**Taller 4.** Manejo Forestal. El objetivo fue dar a conocer prácticas y acciones para utilizar los recursos forestales reforzando conocimientos útiles para el manejo del mismo.



**Taller 5.** La leña. Se reflexionó sobre la importancia del recurso dendroenergético de lo general a lo local y vivencial. Además se proporcionó información sobre especies dendroenergéticas que se pueden plantar y aprovechar en la región.

**Construcción Participativa de estufas ahorradoras y calefactoras de leña.** Se construyeron tres estufas piloto en tres hogares de la comunidad con la intención de transferir la tecnología con y para los habitantes de la localidad, para lo cual se gestionó el acompañamiento técnico del arquitecto Horacio Albalat, (colaborador Las Cañadas A.C.), tomando en consideración los usos y costumbres en la región ya que existe un fuerte arraigo cultural de cocinar con leña.

**Conformación de promotores ambientales comunitarios.** Se detectaron seis habitantes de la comunidad que poseen el perfil de promotores ambientales comunitarios, tres mujeres amas de casa y tres jóvenes, los cuales han iniciado sus labores de promoción ambiental forestal a través de pláticas con ejidatarios, escuelas preescolar, primaria y secundaria.

A través del Departamento de capacitación, transferencia de tecnología y cultura forestal de CONAFOR se realizó la vinculación para que capacitara a los promotores comunitarios de El Paisano como Divulgadores Forestales

**Evaluación de la intervención comunitaria** Después de dos meses de terminada la intervención se realizó una evaluación a través de una entrevista semi-estructurada con el fin de determinar el grado de apropiación de los saberes ambientales vertidos en los talleres de Educación Ambiental.

## RESULTADOS

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo, los talleres de Educación Ambiental forestal y la implementación de tres estufas ahorradoras de leña lograron sensibilizar a la población de la localidad El Paisano así como la apropiación de conocimientos ambientales en torno a la estufa ahorradora de leña fue alto en los grupos participantes en las actividades del proyecto y en las usuarias; se obtuvo un grado bajo en los habitantes de la localidad que no participaron en el proyecto de intervención.

En nuestro país se estima que el uso de manera para energía (leña y carbón vegetal) es de 38 millones de metros cúbicos al año (CONAFOR, 2008). La leña es considerada como una de las principales fuentes de energía en los hogares mexicanos, ya que aporta un 80% de la energía usada en las localidades rurales y 10% del total de la energía primaria usada en el país, siendo entre 25 y 28 millones los habitantes que dependen de la leña para cocinar ( Macera *et al.*, 2003).

Se conformó un grupo de promotores ambientales comunitarios de los cuales el 50% actualmente pertenecen a la red de divulgadores de la cultura forestal CONAFOR, después de la intervención, lograron la autogestión ante la Comisión Nacional Forestal, de plántulas de *Pinus patula* para la reforestación en la localidad. Además han impartido talleres en las escuelas de la misma localidad para la difusión de los conocimientos aprendidos en el proyecto de intervención.

Para la implementación de una ecotecnia fue necesario realizar un ejercicio de vinculación entre instituciones de educación superior (Universidad Veracruzana), instancias gubernamentales (CONAFOR), organizaciones locales (Ejido) y de los beneficiarios directos. Identifi-

cando las necesidades de éstos últimos con el fin de solucionar una necesidad emergida en una dinámica participativa incluyente.

Por un lado los habitantes de la población trabajaron de manera participativa en la toma de decisiones en el transcurso del proyecto.

En cuanto a la participación de la Universidad Veracruzana (UV) que a través del Voluntariado de la Rectoría apoyó con los recursos económicos para la construcción de las tres estufas calefactoras y ahorradoras de leña.

Asimismo, la UV tiene una CasaUV en la comunidad El Paisano llamada “Camino de Pensamientos” donde se impartieron los talleres y que cuenta con un centro de cómputo en el que se instaló un micrositio web como herramienta de comunicación ambiental, con la finalidad de que jóvenes y niños de la comunidad puedan acceder a la información sobre los talleres impartidos en el presente proyecto.

Los ejidatarios del ejido Toxtlacoaya, al cual pertenece la comunidad El Paisano tuvieron apertura para recibir los talleres de Educación Ambiental y están interesados en llevar a sus comunidades esta ecotecnia (estufa calefactora-ahorradora). Como parte de la continuidad del proyecto, ahora serán los promotores ambientales quienes facilitaran los talleres, saberes ambientales y transferencia de la ecotecnia contribuyendo a revertir lo que Enrique Leff (2004) menciona sobre que la crisis ambiental es una crisis de pensamiento, es así que la Educación Ambiental recobra un papel fundamental para la construcción de sociedades encaminadas a desarrollarse de manera sustentable.

## **CONCLUSIONES**

Dado que la localidad se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento del PNCP y de la problemática que existe entorno del recurso forestal, se considera que la estufa ahorradora cumple con el objetivo planteado del proyecto: ser un instrumento para abordar tópicos selectos de educación ambiental sobre el uso y manejo del bosque, de los árboles y de la leña.

El Diagnóstico Participativo como proceso de construcción social, promovió la participación directa de los habitantes en la identificación, caracterización y jerarquización de los problemas ambientales, económicos, sociales y productivos que afectan a sus hogares y a su comunidad cotidianamente. También ayudó a dimensionar dichas problemáticas y en base al panorama completo poder tomar decisiones. Por lo anterior cabe destacar que fue de gran relevancia la realización de este tipo de diagnóstico para asegurar el éxito de la ecotecnia implementada.

La estufa calefactora y ahorradora de leña fue transferida a la comunidad y, además de brindar un bien y servicio a los habitantes de la comunidad, cumplió como herramienta para abordar diversos tópicos de Educación Ambiental forestal, donde dicha ecotecnia recobró un sentido profundo ya que jugó un papel como instrumento para abordar tópicos selectos de Educación Ambiental sobre el uso y manejo del bosque, de los árboles y de la leña.

La estrategia de intervención comunitaria que se apoyó de proceso participativos y la Educación Ambiental con enfoque en la implementación de una ecotecnia resultó ser apropiado y eficaz para contribuir en las soluciones socio-ambientales locales de El Paisano ya que se basó en un análisis donde participaron las personas involucradas propiciando un proceso de sensibilización ambiental con enfoque en las tres dimensiones que abarca la sustentabilidad.

## REFERENCIAS

- Arias, O. 2003. Proceso de selección de las ecotecnias en las comunidades rurales, Revista Arquitectura.
- CONAFOR. 2008. Comisión Nacional Forestal: Unidad de Comunicación Social, Invierte México 185 millones de pesos para estufas ahorradoras de leña de los habitats de 300 municipios prioritarios, Zapopan, Jalisco, Consultado en [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)
- CONANP. 2011. Programa de Manejo Parque Nacional Cofre De Perote, Borrador.
- Folarodi, G. Tommasino, H., y Taks, J. 2005. La crisis ambiental contemporánea, La forma como el ser humano se relaciona con el medio ambiente en Foladori, G., y Pierri, N., ¿Sustentabilidad? desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Porrúa, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.
- Estrategia Veracruzana de Educación Ambiental (EVEA). 2004. SEMARNAT. SEC. UV. SEDERE. Xalapa, Veracruz, México.
- Garibay, L. 2003. Antología de Desarrollo Comunitario, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Sin publicar.
- Geilfus, F. 2009. 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, octava reimpresión IICA.
- Gerez, P., Fuentes, T., Chan, V., Aceves, T. Pérez D. 2001. Capítulo 4: Características sociales y problemática de la Subcuenca, en Paré, L. y Gerez, P., 2011, Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiác, Veracruz, Instituto Nacional de Ecología (INESEMARNAT).
- González-Gaudiano, E., Andrade P., Ruiz, A., y Morelos, S. 1986. Lineamientos Conceptuales y Metodológicos de la Educación Ambiental No Formal. Dirección General de Promoción Ambiental y Participación Comunitaria, México: Subsecretaría de Ecología.
- INEGI. 2012. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad. 2012.
- Kirchner, M. 2001. La Investigación Acción Participativa (IAP) visto en: <http://forolatinoamerica.desarrollsocial.gov.ar/galardon/docs/Investigaci%C3%B3n%20Acci%C3%B3n%20Participativa.pdf> Abril 10 de 2013.
- Kramer, F. 2003. Educación Ambiental para el desarrollo sostenible, Catarata, Madrid, España, versión electrónica, recuperado en: <http://www.casadellibro.com/libro-educacion-ambiental-para-el-desarrollo-sostenible/9788483191651/927335>.
- Kreimer, P. y Thomas, H. 2002. The Social Appropriability of Scientific and Technological Knowledge as a Theoretico-Methodological Problem, en Arvanitis, R. *Section 1.30 Science and technology policy of the EOLSS*, EOLSS Publishers, Londres.
- Leff, E. 2000. La complejidad ambiental, siglo XXI, PNUMA, Buenos Aires, Argentina.
- Leff, E. 2004. Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder, Siglo XXI, PNUMA, Buenos Aires, Argentina.
- LGEEPA. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiente, 2008.

- Macedo, B. y Salgado, C. 2007. Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina, OREALC/UNESCO Santiago (Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe).
- Masera, O., G. Guerrero, A. Velásquez, J. Mas, M. Ordoñez y R. Jiménez. 2003. Identifying household fuelwood priority areas using the wisdom approach: a case study for México. *Engineering Research Series*, 23: 3-11.
- Morín, E. 1999. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Ed. Magisterio. Bogotá. Colombia.
- Reiche, C. y Salazar, C.E. 1985. La leña en el contexto socio-económico de América Central. Actas de simposios sobre técnicas de producción De leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Turrialba, Costa Rica, 1985.
- Thomas, H. 2007. De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. conceptos / estrategias / diseños / acciones, Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación IEC/UNQ CONICET.
- Vázquez, J. 1998. Guía de educación para el desarrollo y tú... ¿cómo lo ves? Madrid: Los libros de la Catarata.
- Viga de Alba, D., Castillo, M., Bobadilla, F., Cardoz, I. 2008. Estrategias para la educación ambiental con una comunidad costera de Yucatán, México.