



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN BIOLOGÍA**

**EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN
AMBIENTAL (REHABILITACIÓN) ESTABLECIDA EN LA
COMUNIDAD RURAL VILLA DE GUADALUPE, MUNICIPIO DE
TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO.**

TESIS

**Que para obtener el grado de
MAESTRO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

BIÓL. ALAN CHAPARRO SANTIAGO

DIRECTORA

Dra. María Virginia Cervantes Gutiérrez

ASESORES

Dra. Beatriz Rendón Aguilar

Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

CIUDAD DE MÉXICO

MAYO, 2016

La Maestría en Biología
de la Universidad Autónoma Metropolitana
pertenece al Padrón Nacional de
Posgrados de Calidad del CONACYT

El jurado designado por la

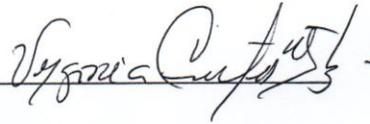
División de Ciencias Biológicas y de la Salud

de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

BIÓL. ALAN CHAPARRO SANTIAGO

El día 4 de Mayo del 2016

Directora: Dra. María Virginia Cervantes Gutiérrez



Asesora: Dra. Beatriz Rendón Aguilar



Asesor: Dr. José Alejandro Zavala Hurtado



Sinodal: Dra. Eliane Ceccon



Sinodal: M. en C. Vicente Arriaga Martínez



En el umbral de la ciencia, como a la entrada del infierno, una obligación se impone:

***Qui si convien lasciare ogni sospetto
ogni viltà convien che qui sia morta.***

(Dante) Karl Marx

En la medida en que entendamos los paisajes como una construcción social histórica de carácter complejo e inestable, derivada de la interacción de los seres humanos con el medio, estamos en disposición de abordar su interpretación como mapas simbólicos que despliegan toda su densidad a través de diversas y ricas capas de significado y, por consiguiente, de posibilidades de lectura

Fernando Gómez Aguilera

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana por permitirme realizar mis estudios de Maestría y ser mi casa durante los últimos años.

A la Dra. Maria Virginia Cervantes Gutiérrez por su confianza para integrarme a este gran proyecto y por todo el tiempo y apoyo que me brindó durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos me ayudaron a dilucidar inquietudes que se desarrollaron, no sólo en el seno de mi formación académica, si no también allá, en el campo, en la cotidianidad de los campesinos.

A la familia Aranda, especialmente a Don Juan, por permitirme hacer en su espacio, por su confianza, por las pláticas y por su tiempo. Espero que este trabajo sea una contribución a su buen vivir.

A mis asesores, Dra. Beatriz Rendón Aguilar y Dr. José Alejandro Zavala Hurtado por su tiempo y atinados comentarios durante el desarrollo de esta investigación.

A mis sinodales, Dra. Eliane Ceccon y M. en C. Vicente Arriaga Martínez por aceptar la invitación para formar parte de este trabajo y especialmente por sus finos comentarios para mejorarlo.

Al M. en C. Ivan Ernesto Roldan Aragón por su gran apoyo en el campo y en la elaboración de los mapas que integran este trabajo.

A Beatriz, Claudia y Georgina por apoyarme durante la entrevista y los muestreos de vegetación, su compañía hizo que las salidas al campo fueran más amenas.

A todos mis profesor@s y compañer@s de la Maestría en Biología y del CIEMAD-IPN por brindarme su amistad y conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional.

Al pueblo de México que con el pago de sus impuestos permitió que obtuviera una beca durante mis estudios. Espero que este documento contribuya, en la medida de lo posible, a construir un país más justo y sustentable.

DEDICATORIAS

Con todo mi amor para la Sra. Francisca, mi madre. Sin tu apoyo jamás hubiera llegado hasta aquí, espero algún día tener el mismo coraje y ser tan temerario ante la vida como lo eres tú.

A Alma por tu amor, paciencia y compañía durante el trascurso de esta investigación, tu presencia siempre me fortalece.

Al pueblo de México, las injusticias suscitadas durante el desarrollo de esta investigación no son un dolor ajeno, espero que este documento sea útil en la construcción de un país más justo y sustentable.

RESUMEN

La deforestación y degradación del bosque tropical caducifolio en México exige la implementación de estrategias de restauración que permitan mantener los beneficios ambientales e indirectamente contribuir a su conservación. Entre 1996 y 1997 se implementó la rehabilitación de un área ubicada en la comunidad rural Villa de Guadalupe (Guerrero, México) utilizando 8 especies nativas útiles (Familia: Fabaceae y Agavaceae) del bosque tropical caducifolio, vegetación que se distribuye en la zona de estudio. El área carecía de vegetación leñosa y presentaba un estado de degradación del suelo debido al manejo agropecuario. Con el objetivo de conocer el estado actual del área rehabilitada, durante el año 2014 se caracterizó la estructura y composición vegetal de dos fragmentos por medio de un muestreo sistemático. Así mismo, se aplicó una entrevista semi-estructurada para identificar los bienes y servicios ambientales que la unidad familiar (UF) reconoce y se apropia del área rehabilitada. Se registró un total de 62 morfoespecies pertenecientes a 17 familias de las cuales Asteraceae y Fabaceae fueron las más ricas. Los fragmentos analizados presentaron una baja similitud de especies pero en la mayoría de los casos no se encontró una correlación significativa entre las variables ambientales y de la vegetación. Se registraron seis de las especies introducidas, sin embargo su presencia en los fragmentos difirió de acuerdo con las preferencias del productor. En ambos fragmentos la dominancia fue baja pues todas las especies, incluyendo las introducidas, presentaron valores de importancia relativa $< 25\%$. La rehabilitación ha permitido a la UF satisfacer necesidades de autoconsumo y se ha beneficiado con la venta de los recursos maderables y no maderables recuperados. En conclusión la estrategia de rehabilitación ha permitido recuperar una estructura y composición vegetal que anteriormente se encontraba poco desarrollada, generando dinámicas distintas entre los fragmentos analizados y favoreciendo la recuperación de bienes y servicios ambientales.

ABSTRACT

Deforestation and degradation of tropical deciduous forest in Mexico requires the implementation of restoration strategies that maintain the environmental benefits and indirectly promote their conservation. Between 1996 and 1997 was implemented the rehabilitation of an area located in the rural community Villa de Guadalupe (Guerrero, Mexico) using 8 native species useful (Families Agavaceae and Fabaceae) of tropical deciduous forest, vegetation distributed in the study area. The area lacked of woody vegetation and presented a state of soil degradation due to agricultural management. In order to know the current state of the restored area, in 2014 was characterized the plant structure and composition of two fragments used a systematic sampling. Also, was applied a semi-structured interview to identify environmental goods and services that the family unit (FU) recognizes and appropriates of rehabilitated area. A total of 62 morphospecies belonging to 17 families was collected, which Asteraceae and Fabaceae were the richest. Fragments analyzed showed low similarity species, however in most cases a significant correlation between environmental variables and vegetation was not found. Recorded six of the introduced species, however their presences in fragments differ according to the preferences of peasant. In both fragments dominance it was low, all species, including introduced, presented relative importance values <25%. The rehabilitation has allowed the FU meet subsistence needs and has benefited from the sale of timber and non-timber. In conclusion the rehabilitation strategy has recovered a plant structure and composition that previously was undeveloped, generating different dynamics between the fragments analyzed and favoring the recovery of environmental goods and services.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	3
3. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES	7
4. OBJETIVOS	10
5. ZONA DE ESTUDIOS	11
6. METODOLOGÍA	13
6.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN	13
6.1.1. Sitios y método de muestreo	13
6.1.2. Muestreo de la vegetación	16
6.1.3. Análisis de datos	17
6.2. ENTREVISTA	19
7. RESULTADOS	20
7.1. VEGETACIÓN	20
7.1.1. Composición	20
7.1.2. Características del medio físico	23
7.1.3. Similitud entre fragmentos	24
7.1.4. Estructura, diversidad y dominancia en los fragmentos y estratos	27
7.1.5. Especies introducidas	33
7.2. PERCEPCIÓN Y BENEFICIOS SOCIOAMBIENTALES DEL ÁREA REHABILITADA	35
8. DISCUSIÓN	38
9. CONCLUSIONES	48

10. PERSPECTIVAS	48
11. BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	66

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación geográfica de la comunidad Villa de Guadalupe, Municipio de Tlapa de Comonfort. Guerrero, México. **12**
- Figura 2.** Imagen satelital del área rehabilitada. (Tomada de Google Earth, 10/30/2010). **14**
- Figura 3.** Polígonos de los fragmentos y cuadros del área rehabilitada. **14**
- Figura 4.** Fragmento 1 (F1), Fragmento 2 (F2). a; temporada de lluvias (Noviembre, 2013), b; temporada seca (Marzo, 2014). **15**
- Figura 5.** Distribución de géneros y especies por familias registradas en los fragmentos 1 y 2 del área rehabilitada en la comunidad Villa de Guadalupe, Gro. México. **23**
- Figura 6.** Diagrama de ordenación canónica que incluye a todas las especies del estrato alto y bajo, así como los 10 sitios de muestreo en ambos fragmentos. **25**
- Figura 7.** Diagrama de ordenación canónica de los cuadros y las especies registradas en el estrato bajo del fragmento 1 y 2. **26**
- Figura 8.** Diagrama de ordenación canónica de los cuadros y las especies registradas en el estrato alto del fragmento 1 y 2. **26**
- Figura 9.** Análisis de conglomerados de los cuadros y las especies del estrato alto en el fragmento 1 y 2. **27**
- Figura 10.** Curvas de diversidad-dominancia. F1 = Fragmento; F2 = Fragmento 2. **28**
- Figura 11.** Porcentaje de cobertura aportada por las especies introducidas y de nuevo ingreso en los fragmentos 1 y 2 del estrato alto. **29**
- Figura 12.** Histograma de frecuencias diamétricas. F1 = Fragmento 1; F2 = Fragmento 2. **30**

Figura 13. Histograma de frecuencias diamétricas. F1 = Fragmento 1; F2 = Fragmento 2. **31**

Figura 14. (A) altura, (B) cobertura y (c) diámetro basal promedio de las especies introducidas registradas en el fragmento 1 y 2. AC = *A. cochliacantha*, AB = *A. bilimekij*, AF = *A. farnesiana*, AP = *A. pennatula*, GS = *G. sepium* y AgC = *A. cupreata*. **34**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de restauración ambiental. (tomado de Cervantes, 2011). **6**

Tabla 2. Especies utilizadas en la rehabilitación del área ubicada en la comunidad Villa de Guadalupe, Municipio de Tlapa de Comonfort, Gro. México. **10**

Tabla 3. Superficie total y de muestreo en cada fragmento. * = superficie de muestreo del estrato alto; ** superficie de muestreo del estrato bajo. **15**

Tabla 4. Tabla 4. Lista florística de las especies registradas en los fragmento 1 y 2 del área rehabilitada en la comunidad Villa de Guadalupe, Guerrero. México. Los números representan el índice de valor de importancia relativa. **21**

Tabla 5. Caracterización del medio físico en los cuadros de los fragmentos 1 y 2. %SD = porcentaje de suelo desnudo del cuadro; NE = Noreste; NO = Noroeste; ProS = Profundidad de suelo. **24**

Tabla 6. Especies con el valor de importancia relativa más alto en el fragmento 1 y 2 del estrato alto y bajo. **28**

Tabla 7. Valores promedio de la estructura, riqueza y diversidad en ambos estratos y fragmentos. Valores \pm 1 desviación estándar. Valores con * difieren significativamente ($p \leq 0.05$). **32**

Tabla 8. Análisis de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple. H' = diversidad; CobT = cobertura total; Al = altura; S = riqueza; D = densidad; Sab = riqueza estrato alto y bajo. Los valores con * son significativos ($p < 0.05$). **33**

Tabla 9. Especies introducidas y número de individuos registrados en los fragmentos 1 y 2. **34**

Tabla 10. Bienes y servicios ambientales percibidos y apropiados por el productor. **36**

INDICE DE ANEXOS

Anexo I. Entrevista semiestructurada. **66**

Anexo II. VI. Parcela rehabilitada. **71**

1. INTRODUCCIÓN

El bosque tropical caducifolio (BTC) tiene una amplia distribución en México, del total de las comunidades vegetales tropicales que existen en el país, cerca del 60% corresponde a este tipo de vegetación (Trejo y Dirzo, 2000). Se caracteriza por tener una alta diversidad florística, un gran número de endemismos (Lott *et al.*, 1987; Trejo y Dirzo, 2002; Rzedowski y Calderón, 2013) y por albergar numerosas poblaciones humanas que durante siglos han dependido directamente de sus bienes y servicios ambientales (Challenger, 1998; Toledo y Ordóñez, 1998).

Al igual que en otros ecosistemas terrestres, la expansión de las fronteras agrícola y pecuaria, así como el incremento de los asentamientos urbanos son los procesos más importantes en la deforestación y degradación del BTC (Maass *et al.*, 2010; Newton y Tejedor, 2011). Trejo y Dirzo (2000) estiman que originalmente este ecosistema cubría en el país una superficie de 270 000 km². Sin embargo, para 1990 únicamente el 27% se encontraba en buen estado de conservación, mientras que el 50% estaba alterado o degradado y otro 23% se había remplazado por otros usos de suelo.

Para contrarrestar la degradación, daño y destrucción del BTC en México es necesario implementar acciones de restauración. En los sistemas socio-ecológicos la recuperación y/o el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales es fundamental debido a la dependencia que tienen las poblaciones locales sobre sus recursos naturales (Cervantes *et al.*, 2014).

Las acciones de restauración deben integrar algunas etapas clave que son esenciales para asegurar su éxito (Hobbs y Norton, 1996), la evaluación es la última de estas etapas e implica una variedad de procesos que son fundamentales para conocer el éxito de la restauración, desarrollar y mejorar su práctica, así como justificar su inclusión en las políticas del manejo de los recursos naturales (Holl y Cairns, 2008; Aradottir y Hagen, 2013; Wortley *et al.*, 2013; Aguilar-Garavito y Ramírez, 2015).

No obstante la importancia que representa el BTC para la conservación de la biodiversidad, así como para el aporte de bienes y servicios ambientales que proveen el sustento de muchas poblaciones rurales en México, son escasas las experiencias sobre su restauración y las que existen son estudios teóricos que sólo incorporan aspectos ecológicos, con evaluaciones de corto plazo; pero además, con una escasa inclusión de los beneficios socio-ambientales para las poblaciones locales. En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el estado actual de un área rehabilitada entre 1996 y 1997 en la comunidad Villa de Guadalupe, donde se incorporaron criterios de composición y estructura de la vegetación, así como la identificación de algunos beneficios socio-ambientales que el propietario del área rehabilitada reconoce y se apropia.

2. MARCO TEORICO

La transformación y degradación de ecosistemas son procesos inherentes al desarrollo de las sociedades humanas (Denevan, 1992; Bradshaw, 2002), por lo que históricamente han implementado diversas estrategias para recuperar o mantener el acceso a los bienes y servicios de los ecosistemas, motivo por el cual se considera que la restauración no es una idea nueva (Jordan III, 2000; Light, 2000). Sin embargo, fue en la década de los 80 que en la restauración se vio una forma de aplicar los conceptos y conocimientos ecológicos a través de la ciencia llamada ecología de la restauración (Jordan III *et al.*, 1987); a partir de entonces, a la práctica de restaurar se le denominó Restauración Ecológica (RE), que en su definición más reciente se precisa como una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema que se ha degradado¹, dañado² o destruido³ (SERI, 2004).

Aunque esta vertiente fue la única reconocida por especialistas en ecología de poblaciones y comunidades, no surgió sola ya que de manera complementaria nació la vertiente de la Restauración Ambiental (RA). Incluso el mismo Aldo Leopold en sus trabajos pioneros sobre restauración aplicó ambas vertientes, la RA en la granja privada cercana al río Wisconsin y la RE en los terrenos de la Universidad de Wisconsin (Cervantes, 2005; Cervantes, 2011).

¹ Cambios graduales o sutiles que reducen la integridad y la salud ecológica (SERI, 2004).

² Cambios obvios y agudos en un ecosistema (SERI, 2004).

³ Cuando la degradación o el daño elimina toda la vida macroscópica y, por lo general, también arruina el ambiente físico (SERI, 2004).

La RE tiene como objetivo retornar un ecosistema degradado, dañado o destruido a su trayectoria histórica, a través de manipulaciones que inicien o aceleren su recuperación con respecto a su integridad biótica (composición de especies y estructura), salud y auto-sostenibilidad (procesos y funciones). Toma como modelo en la planeación y evaluación del proyecto de restauración un estado preexistente o histórico del ecosistema, también denominado sistema de referencia (SERI, 2004).

Sin embargo los objetivos de la RE han desatado diversas polémicas por un lado se presentan los cuestionamientos sobre las verdaderas intenciones y posibles aplicaciones de esta práctica (Katz, 2000), así como diversas críticas relacionadas con la ambigüedad de sus términos y definiciones (Davis y Slobodkin, 2004; Hobbs, 2016). Por otro lado, se cuestiona la veracidad de sus objetivos debido a que simplifican la complejidad de los ecosistemas, pues retornar un sistema degradado a su “estado original” se considera poco realista si tomamos en cuenta que los ecosistemas son dinámicos y pueden presentar múltiples estados alternos de acuerdo con los factores ambientales, ecológicos y/o el efecto de los elementos implicados en la perturbación (Gunderson, 2000; Hilderbrand *et al.*, 2005; Jackson y Hobbs, 2009; Suding y Hobbs, 2009). Además, algunos escenarios señalan que en el futuro se presentarán rápidos e impredecibles cambios biofísicos que harán poco probable e incluso imposible el auto-sostenimiento de un ecosistema con las mismas características del “original” (Harris *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2008).

Aunado a lo anterior, la RE se refiere de forma marginal al bienestar social (Shackelford *et al.*, 2013) puesto que sus objetivos están asociados a prácticas

conservacionistas (Young, 2000). Esto a menudo los hace incompatibles con las necesidades y expectativas sociales, económicas y políticas (Choi *et al.*, 2008), disminuyendo sus probabilidades de éxito en los sistemas socio-ecológicos, sobre todo en lugares como América Latina, donde dichos sistemas cubren la mayor parte de su territorio y donde las prácticas y necesidades sociales están fuertemente vinculadas al manejo de los ecosistemas.

En contraparte, la Restauración Ambiental (RA) tiene como objetivo asistir a los ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos, con la finalidad de conducirlos a un estado arbitrariamente escogido denominado sistema de referencia, prioriza la recuperación de funciones para retornar algunos bienes y servicios ambientales y no excluye el enfoque biótico ni la premisa de resiliencia que destaca la RE. Esta corriente se enfoca en los sistemas socio-ecológicos, por tal motivo incluye el análisis de los factores de índole socio-económico generadores del disturbio y una variedad de estrategias de restauración (Tabla 1; Cervantes *et al.*, 2008; Cervantes, 2011; Arriaga y Cervantes, 2013).

Tabla 1. Estrategias de restauración ambiental. (tomado de Cervantes, 2011).

ESTRATEGIA	CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS
<p>Rehabilitación</p> <p>Mejoramiento del hábitat Mejoramiento ecológico Recuperación</p>	<p>Comparte con la restauración ecológica el enfoque del ecosistema preexistente como modelo de referencia pero no pretende recobrar la integridad biótica. Se enfatiza la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema, para el beneficio humano.</p>
<p>Reconversión</p> <p>Reclamación Realocación Transformación</p>	<p>Su objetivo es la recuperación de la productividad y considera la conversión de terrenos percibidos como inútiles -por su nivel de daño- a una condición de producción, comúnmente silvicultura y forestación. El propósito de utilidad se acompaña con el mejoramiento estético y el de asegurar la protección pública. No existe sistema de referencia y trayectoria histórica.</p>
<p>Revegetación</p>	<p>Usualmente se asocia a las estrategias de reconversión. Consiste en el establecimiento de una o pocas especies (nativas o exóticas) en sitios desprovistos de vegetación, ej.: reverdecimiento de terrenos modificados físicamente, cultivo de cobertura, forestación o reforestación. Su finalidad es la de estabilizar el suelo y cumplir servicios estéticos y recreativos.</p>
<p>Mitigación Compensatoria</p> <p>Remediación Compensación ambiental</p>	<p>Estrategia que pretende amortiguar el impacto perjudicial de un uso intensivo de la tierra. La actividad describe una acción de indemnización –compensación- por las pérdidas de los valores ambientales que se espera resulten de las actividades realizadas para el desarrollo económico o de obras públicas. Frecuentemente, se cumple legalmente con acciones de revegetación, reconversión, rehabilitación y creación, dependiendo de la autorización de evaluación de impacto ambiental.</p>
<p>Creación</p> <p>Fabricación Reemplazamiento Creación de hábitats</p>	<p>Se realiza como una estrategia de mitigación o compensación en sitios que carecen por completo de vegetación. Los drásticos cambios en el ecosistema –su destrucción- propicia la instalación de un sistema diferente del que estuvo presente en el tiempo histórico. Normalmente requiere obras de ingeniería y de arquitectura del paisaje.</p>
<p>Ingeniería ecológica</p>	<p>Involucra la manipulación de materiales naturales, organismos vivos y el medio fisicoquímico que lo rodea, para solucionar problemas técnicos y cumplir propósitos concretamente humanos. Intenta dirigir la reconversión de sistemas dañados y la creación de nuevos sistemas hacia un sentido de “sustentabilidad” y rentabilidad.</p>

Particularmente las estrategias de rehabilitación y restauración ecológica comparten el enfoque del ecosistema preexistente como modelo de referencia, sin embargo la primera no pretende recobrar la integridad biótica, pues implica que el sistema sea

llevado y permanezca en un estado que no contribuya substancialmente al deterioro ambiental y que, adicionalmente brinde beneficios socio-ambientales para el bienestar humano (Wali, 1992; Aronson *et al.*, 1993; Cervantes, 2011), en este sentido Cairns (1994) menciona que la restauración ecológica es una aspiración y la rehabilitación es una meta alcanzable.

3. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

El bosque tropical caducifolio (BTC) en México alberga numerosas poblaciones humanas que dependen directamente de sus bienes y servicios ambientales (Challenger, 1998), también se distingue por su amplia distribución, alta diversidad y número de endemismos (Lott *et al.*, 1987; Trejo y Dirzo, 2000). Sin embargo, los procesos de deforestación y fragmentación (Trejo y Dirzo, 2000) amenazan la conservación de la biodiversidad y la subsistencia de las poblaciones humanas. Para enfrentar esta problemática es necesario implementar estrategias de restauración ambiental que ayuden a revertir las condiciones adversas de estos bosques y así contribuir a mantener en el largo plazo sus beneficios socio-ambientales.

Esta investigación es la continuación de un proyecto que inició en la comunidad de San Nicolás Zoyatlan, municipio de Xalpatlahuac, surgió por la necesidad de contrarrestar las condiciones de degradación del ecosistema y sus repercusiones en las actividades productivas de la población, esto bajo un esquema de trabajo

interdisciplinario sustentado en la corriente de la RA (Cervantes *et al.*, 2001; Cervantes *et al.*, 2005; Cervantes *et al.*, 2015).

El proceso comenzó con un diagnóstico socio-ambiental a través de la aplicación de herramientas sociales y ambientales para reconocer el estado del sistema, así como la reconstrucción histórica de los factores causales de la degradación. Los resultados indicaron que el disturbio ecológico crónico y los conflictos agrarios en la comunidad contribuyeron a degradar la dinámica de la vegetación y el suelo, la vegetación se encontraba empobrecida y el riesgo de degradación del suelo era alto. Por tal motivo, y tomando en cuenta el valor de uso social y productivo del sistema socio-ecológico, se decidió implementar acciones de rehabilitación (Cervantes y de Teresa, 2004; Cervantes *et al.*, 2005; Cervantes *et al.*, 2014).

El desarrollo de esta actividad inició con reuniones formales (asambleas) e informales (en sus hogares) con los campesinos para discutir las ventajas de la rehabilitación. Para hacer más atractivas las acciones a los campesinos, asegurar el éxito de las plantas introducidas y contribuir a la conservación del germoplasma nativo, se sugirió emplear un conjunto de especies nativas útiles del BTC. Una vez que se decidió el conjunto de especies que se utilizarían, se llevó a cabo un proceso de propagación que incluyó la colecta de semillas en zonas aledañas al área de estudio y otras comunidades de la región, posteriormente se realizó la producción masiva en un vivero establecido en la propia comunidad (Cervantes *et al.*, 2001; Cervantes *et al.*, 2014).

Las acciones de rehabilitación consistieron en el establecimiento de sistemas agroforestales en parcelas agrícolas en uso como práctica preventiva, y plantaciones en áreas agrícolas en desuso como práctica correctiva. El diseño de la estructura y composición de los sistemas agroforestales incluyó cercas vivas de especies tempranas y franjas monoespecíficas de especies arbóreas tardías en cada parcela.

En las plantaciones, se incluyeron entre cuatro y 13 especies tempranas y tardías. El diseño espacial dependió en cada caso de la densidad de las plantas deseadas, la extensión del terreno de cada productor y la fuerza de trabajo de la unidad familiar (Cervantes *et al.*, 2001; Cervantes *et al.*, 2014).

El esquema metodológico desarrollado y la información obtenida en esta comunidad fueron los insumos que permitieron extender las acciones de rehabilitación, con sus respectivas adecuaciones, a otras cuatro comunidades de La Montaña de Guerrero: Barranca del Otate, Barrio de las Mesitas, Tenengo Tepexi y Villa de Guadalupe, las cuales compartían características ambientales y problemáticas de degradación similares, pero que difieren en las formas de tenencia de la tierra y organización comunitaria (Cervantes *et al.*, 2001).

En la comunidad Villa de Guadalupe se implementó, a petición del propio productor, una plantación (práctica correctiva) entre los años de 1996 y 1997 en un área que anteriormente había sido sometida al uso agropecuario. El área carecía de vegetación leñosa y solo presentaba manchones de vegetación herbácea: *Aldama dentata* La Llave, *Bidens aurea* (Aiton) Sherff, *Sanvitalia procumbens* Lam. y

Rhynchelytrum repens (Willd.) C.E. Hubb (Cervantes *et al.*, 2001). La plantación se realizó con las especies que se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Especies introducidas en la rehabilitación del área ubicada en la comunidad Villa de Guadalupe, Municipio de Tlapa de Comonfort, Gro. México.

Nombre de la especie	Nombre común en la zona de estudio
<i>Agave cupreata</i> Trel. & A. Berger	Magüey
<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.	Tehuiztle
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Cubata, cubata prieta, cubata negra
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Cubata blanca
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth. ex Walp.	Cacahuinanche, cocuite
<i>Havardia acatlensis</i> (Benth.) Britton & Rose	Rabo de iguana, cola de iguana
<i>Mimosa polyantha</i> Benth	Uña de gato

4. OBJETIVOS

General

- Evaluar el estado del área rehabilitada en la comunidad rural Villa de Guadalupe 18 años después de su establecimiento.

Particulares

- Caracterizar la estructura y composición vegetal del área rehabilitada.

- Diseñar y aplicar una entrevista al jefe de la unidad familiar para identificar los bienes y servicios ambientales que percibe y se apropia del área rehabilitada.

5. ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Tlapa de Comonfort pertenece a la región de La Montaña ubicada en la porción oriental del Estado de Guerrero, México (Figura 1), presenta un clima cálido y semicálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 20-22 °C, asociado a zonas donde se desarrolla el bosque tropical caducifolio, el relieve está dominado por laderas y pendientes abruptas (Pérez *et al.*, 1998). Presenta altas tasas de deforestación, alteración del suelo y escasa regeneración de la vegetación. En comparación con otros municipios de La Montaña, Tlapa de Comonfort tiene una mayor superficie destinada a las actividades agrícolas y al pastoreo de ganado caprino (Pérez *et al.*, 1998; Chávez, 2004; Bustamante *et al.*, 2011). Su población incluye tres grupos indígenas: Nahuas, Tlapanecos (Me´Phaa) y Mixtecos (Ñuu Savi) y se caracteriza por tener altos niveles de marginación y migración (CONAPO, 2010).

Entre las localidades que comprende dicho municipio se encuentra la Villa de Guadalupe, ubicada en las coordenadas 98°38'04" longitud Oeste y 17°29'41" latitud Norte (Figura 1). Según el censo de población y vivienda en el año 2010 la localidad contaba con una población total de 217 habitantes (INEGI, 2010).

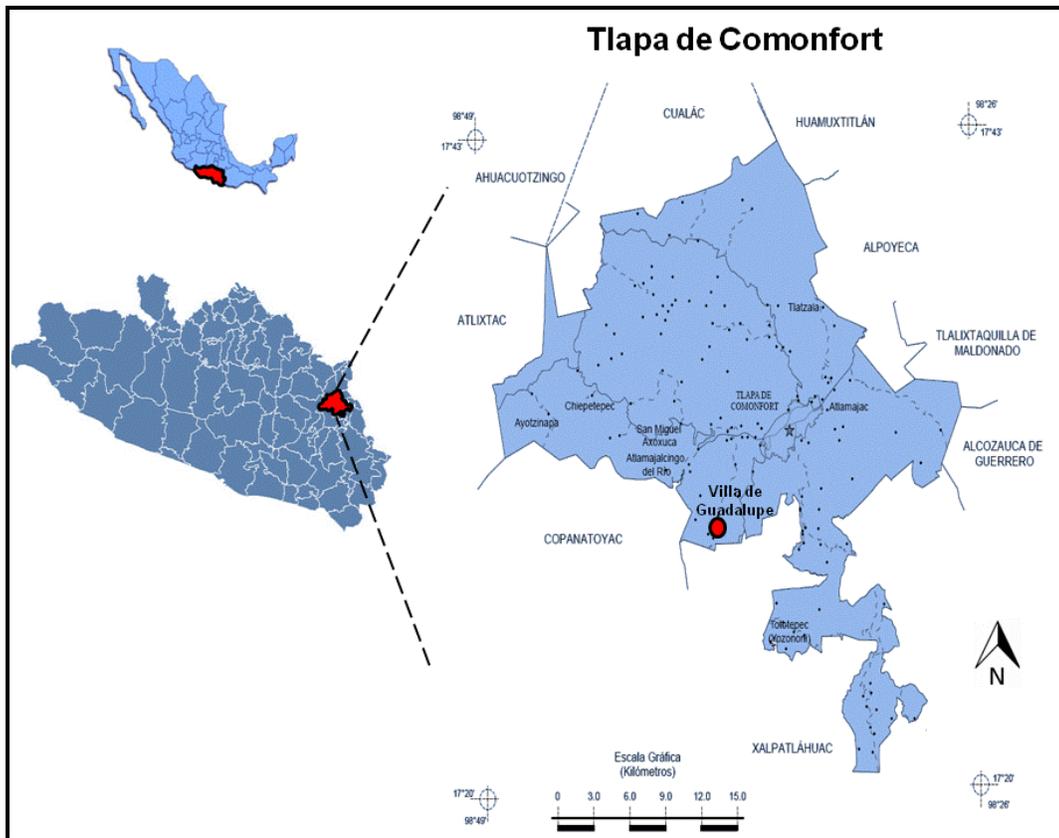


Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad Villa de Guadalupe, Municipio de Tlapa de Comonfort. Guerrero, México.

6. METODOLOGÍA

6.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

6.1.1. Sitios y método de muestreo

Para elegir los sitios de muestreo en el área rehabilitada se realizó el análisis de una imagen satelital obtenida de Google Earth (Figura 2); esto permitió identificar *a priori* diferentes fragmentos de vegetación tomando como criterio de selección la cobertura vegetal. Posteriormente se realizaron recorridos en campo para verificar la información anterior y finalmente definir 11 fragmentos.

Utilizando los programas IDRISI 17.0 The Selva Edition e ILWIS Open 3 se generaron en una imagen satelital, los polígonos de los fragmentos identificados para conocer su superficie (Figura 3; Tabla 3). En cada uno de ellos se estableció un muestreo sistemático, que consistió en trazar cuadros de 6 x 6 m con 15 m de separación entre cada uno de ellos para caracterizar el estrato alto (árboles, arbustos y especies con crecimiento en roseta), al interior de cada uno de ellos se estableció un rectángulo de 1 x 2 m ubicado en la parte inferior izquierda para el estrato bajo (herbáceas y plántulas de especies leñosas).

Debido a la extensión del área rehabilitada, al número de cuadros (33) y el tiempo disponible para esta investigación se optó por priorizar el muestreo de los fragmentos 1 y 2 (Figura 3; Tabla 3), éstos fueron seleccionados con base en la mayor cobertura aportada por los estratos de la vegetación que fueron muestreados (Figura 4).



Figura 2. Imagen satelital del área rehabilitada. (Tomada de Google Earth, 10/30/2010).

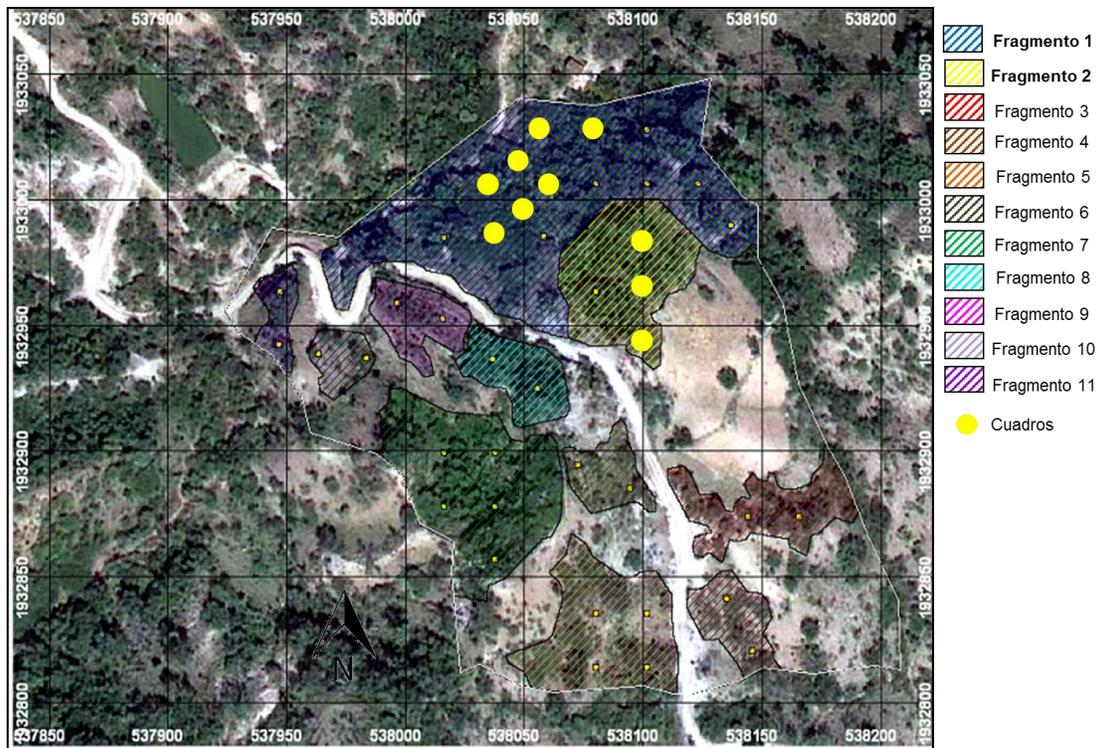


Figura 3. Polígonos de los fragmentos y cuadros del área rehabilitada.

Tabla 3. Superficie total y de muestreo en cada fragmento. * = superficie de muestreo del estrato alto; ** superficie de muestreo del estrato bajo.

Fragmento	Superficie total (m ²)	Superficie de muestreo (m ²)
1	8783.9	252*; 14**
2	2658.6	108*; 6**
3	1626.7	-
4	935.09	-
5	2723.2	-
6	795.97	-
7	3866.2	-
8	1089.6	-
9	931.71	-
10	528.84	-
11	482.83	-
Superficie total	42379	360*; 20**

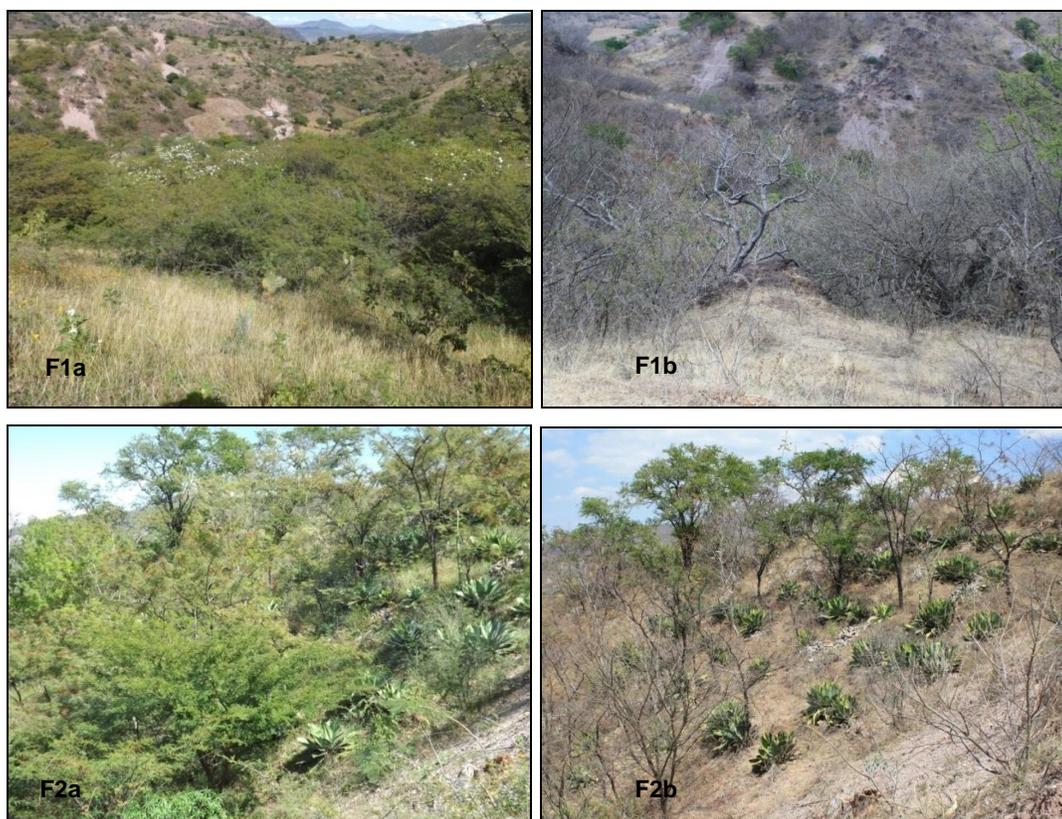


Figura 4. Fragmento 1 (F1), Fragmento 2 (F2). a; temporada de lluvias (noviembre, 2013), b; temporada seca (marzo, 2014).

6.1.2. Muestreo de la vegetación

El muestreo se realizó durante la fase final de la temporada de lluvias (octubre/2014) ya que en esta época la mayoría de las especies florecen y los árboles y arbustos aún presentan hojas. Para caracterizar el medio físico en cada cuadro se registró el porcentaje de cobertura vegetal total y el porcentaje de suelo desnudo; posteriormente se determinó la profundidad del suelo, la altitud, la exposición y la pendiente utilizando GPS, brújula, cinta métrica y clinómetro digital.

Para caracterizar el estrato alto se consideró a todos los árboles y arbustos con alturas ≥ 60 cm, registrando su altura, cobertura y diámetro basal (DB); así mismo se tomó el diámetro a la altura del pecho (DAP 1.50 m) de todos los árboles con un DAP ≥ 2 cm, cuando los individuos se bifurcaban por debajo de 1.50 m se midió y sumó el DAP de todas las ramas. En el caso de las especies con crecimiento en roseta se les midió la altura y cobertura. Para el estrato bajo, en cada rectángulo se contabilizó el número total de especies y se obtuvo el porcentaje de cobertura de cada una de ellas, adicionalmente se midió la altura promedio del estrato en todo el rectángulo.

El DAP y DB de todos los individuos del estrato alto se midió con vernier o cinta diamétrica, las alturas se obtuvieron con clinómetro digital o estadal de aluminio y las coberturas utilizando flexómetro.

Las especies introducidas durante la estrategia de rehabilitación se identificaron directamente en campo, mientras que las especies no introducidas fueron colectadas y cotejadas con ejemplares depositados en una colección de referencia

perteneciente a la comunidad de San Nicolás Zoyatlan, la que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco. El cotejo de estos ejemplares se realizó con el apoyo de la M. en C. Aurora Chimal Hernández.

6.1.3. Análisis de datos

Para corroborar la variación florística entre los fragmentos, así como reconocer si esta distribución tiene alguna relación con las variables ambientales, se realizaron análisis de correspondencia canónica, uno que incluyó a todas las especies de ambos estratos, otro sólo con las del bajo y uno más para las del alto. En el análisis se utilizó una matriz especies/sitios, con los datos de presencia/ausencia de cada especie, y una matriz de variables ambientales/sitios, ésta incluyó: altitud, pendiente y profundidad del suelo, la exposición se excluyó del análisis ya que todos los cuadros presentaron variantes de orientación norte. Por otro lado se realizó un análisis de conglomerados considerando únicamente a las especies del estrato alto, en el análisis se utilizó una matriz especies/densidad (Johnson, 2000).

En cada fragmento se calculó por estrato: la frecuencia y cobertura (absoluta y relativa), así como el índice de valor de importancia relativa de cada especie (1) y el índice de dominancia de Simpson (2). Adicionalmente, se realizaron histogramas de frecuencias por categorías diamétricas considerando: 1) el DB de todos los individuos del estrato alto y 2) el DAP de todos los individuos arbóreos. También se

realizaron gráficas de diversidad-dominancia (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974; Whittaker, 1975; Moreno, 2001).

(1) I.V.I.R. = frecuencia relativa + cobertura relativa / 2

(2) $D = \sum IVI_i^2$

Dónde: IVI_i^2 = Proporción del I.V.I. de la especie *i* respecto al I.V.I. total al cuadrado

En ambos fragmentos se calculó por cuadro de cada estrato; el índice de diversidad de Shannon (3), la cobertura total, altura promedio, riqueza de especies y únicamente para el estrato alto la densidad, posteriormente se realizaron pruebas paramétricas de *t*-Student y no paramétricas de Mann-Whitney, de acuerdo con los resultados de normalidad obtenidos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, para valorar las diferencias de estas variables en ambos fragmentos (Zar, 1984).

(3) $H' = - \sum IVI_i \log_2 IVI_i$

Dónde: IVI_i = Proporción del I.V.I. de la especie *i* respecto al I.V.I. total

Para determinar la relación entre las variables ambientales y de la vegetación se realizaron análisis de regresión lineal simple y múltiple, utilizando como variables independientes: la altitud, exposición, pendiente y profundidad del suelo y como variables dependientes, en cada caso, para ambos estratos: el índice de diversidad de Shannon, la cobertura total, altura, riqueza de especies y únicamente para el estrato alto la densidad (Zar, 1984). Los valores de ambas variables se obtuvieron de cada uno de los cuadros de muestreo.

6.2. ENTREVISTA

Ya que no existía información previa sobre los bienes y servicios percibidos y/o apropiados del área rehabilitada, se elaboró y aplicó una entrevista semi-estructurada al productor. A diferencia de otros tipos de entrevista, esta herramienta permite recabar información sobre temas específicos pero es más flexible, pues el informante es libre de expresar cualquier opinión produciendo información inesperada (Karremans, 1994; Ander-Egg, 1995).

La entrevista se formuló a partir de preguntas organizadas en tres subtemas: (1) motivos por los cuales decidió participar en el proyecto de rehabilitación, (2) actividades que ha realizado sobre el área rehabilitada y (3) beneficios que ha obtenido del área rehabilitada (Ver Anexo I).

Una vez efectuada la entrevista se identificaron temas clave y se estructuraron preguntas cerradas con respecto al manejo de algunos recursos naturales en el área rehabilitada. Las preguntas fueron agregadas en una nueva sección a la encuesta genealógica modificada para la restauración, esta herramienta permite recabar información sincrónica (en un momento determinado) y diacrónica (en perspectiva histórica) correspondiente a la organización y ocupación del trabajo familiar y al proceso de apropiación de los recursos naturales (Cervantes y De Teresa, 2004).

7. RESULTADOS

7.1. VEGETACIÓN

7.1.1. Composición

En ambos fragmentos se encontraron 62 morfoespecies de las cuales, 55 fueron determinadas hasta nivel de especie y cuatro al de familia, tres permanecieron como desconocidas (Tabla 4). En total se registraron 17 familias de las cuales Fabaceae y Asteraceae presentaron el mayor número de géneros y especies (Figura 5). De los 41 géneros registrados, Acacia presentó el mayor número de especies seguido de Bursera, los géneros restantes incluyeron dos o menos especies (Tabla 4).

En el fragmento 1 (F1) el estrato bajo presentó 28 especies y 10 familias, el fragmento 2 (F2) presentó seis especies y cuatro familias; ambos fragmentos compartieron tres especies: *Adenophyllum glandulosum* (Asteraceae), *Lantana macropoda* (Verbenaceae) y *Bouteloua uniflora* (Poaceae). En ambos casos Asteraceae fue la familia más rica en especies. (Tabla 4).

En el estrato alto el F1 presentó 26 especies y 10 familias, en este caso dos especies se compartieron con el estrato bajo: *Lantana macropoda* y *Heliocarpus tomentosus*, el F2 presentó 12 especies y cuatro familias. Ambos fragmentos comparten cinco especies: *Cascabela thevetoides* (Apocynaceae), *Fraxinus purpusii* (Oleaceae), *A. cochliacantha* (Fabaceae), *A. bilimekii* (Fabaceae) y *Eysenhardtia horthocarpa* (Fabaceae). En ambos casos Fabaceae fue la familia más rica en especies (Tabla 4).

Tabla 4. Lista florística de las especies registradas en los fragmento 1 y 2 del área rehabilitada en la comunidad Villa de Guadalupe, Guerrero, México. Los números representan el índice de valor de importancia relativa.

Familias/Especies	FRAGMENTO 1		FRAGMENTO 2	
	Estrato bajo	Estrato alto	Estrato bajo	Estrato alto
Acanthaceae				
<i>Dicliptera thalaspoides</i> Nees	4.13			
<i>Tetramerium glutinosum</i> Lindau	2.61			
<i>Tetramerium nervosum</i> Ness	0.97			
Agavaceae				
<i>Agave cupreata</i> Trel. & A. Berger				15.26
Apocynaceae				
<i>(Thevetia) Cascabela thevetoides</i> (Kunth) Lippold		1.03		3.29
Asteraceae				
<i>Adenophyllum glandulosum</i> (Cav.) Strother	3.78		5.95	
<i>Bidens pilosa</i> L.	0.9			
<i>Carminatia alvarezii</i> Rzed. Y Calderón	1.04			
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King et H. Rob.		1.87		
<i>Lasianthaea crocea</i> (A. Gray) K.M. Becker		2.97		
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	8.34			
<i>Melampodium gracile</i> Less.			13.66	
<i>Montanoa frutescens</i> Mairet ex DC.		2.09		
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	0.97			
<i>Simsia lagascaeformis</i> DC.		2.21		
<i>Simsia sanguinea</i> A. Gray			24.93	
sp. 03	0.9			
sp. 56		1.34		
Burseraceae				
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl				2.91
<i>Bursera bipinnata</i> (DC) Engl				3.12
<i>Bursera copallifera</i> (DC) Bullock				9.56
Cactaceae				
<i>Opuntia atropes</i> Rose		1.05		
Commelinaceae				
<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	5.57			
Convolvulaceae				
<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose		8.84		
Euphorbiaceae				
<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ort.		3.27		
<i>Croton fragilis</i> Kunth		2.18		
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	4.47			
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	3.76			

Tabla 4. Continuación

Familias/Especies	FRAGMENTO 1		FRAGMENTO 2	
	Estrato bajo	Estrato alto	Estrato bajo	Estrato alto
Fabaceae				
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Wild		23.76		16.86
<i>Acacia farnesiana</i> (L) Willd		6.77		
<i>Acacia bilimekii</i> J.F. Macbr.		3.41		5.71
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.		4.73		
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill) Standl.				23.49
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	1.18			
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.		1.19		
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray) S. Watson		1.11		6.17
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth. ex Walp.		1.22		
<i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng.	2.59			
<i>Leucaena esculenta</i>				6.76
<i>Senna racemosa</i> (Mill) H.S. Irwin & Barneby		1.09		
<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) H.S. Irwin & Barneby				2.89
Lamiaceae (Labiatae)				
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.		1.10		
<i>Salvia filifolia</i> Ramamoorthy	1.9			
<i>Salvia riparia</i> Kunth.	17.23			
<i>Salvia sessei</i> Benth.		1.14		
Malvaceae				
<i>Heliocarpus tomentosus</i> Turcz.	1.33	11.92		
<i>Sida alamosa</i> S. watson	3.63			
<i>Waltheria americana</i> L.	0.97			
Oleaceae				
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandegees		1.6		3.94
Poaceae				
<i>Bouteloua uniflora</i> Vasey	4.13		24.93	
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz) P. Beauv.	13.41			
sp. 01	1.9			
sp. 02	0.9			
Polemoniaceae				
<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don			6.30	
Rubiaceae				
<i>Crusea setosa</i> (M. Mart. Gal.) Standl. & Steyerm.	0.9			
<i>Spermacoce confusa</i> Rendle	0.9			
Verbenaceae				
<i>Lantana camara</i> L.		4.75		
<i>Lantana macropoda</i> (Torr.) Kuntze	5.7	6.72	24.19	
<i>Lippia oaxacana</i> B.L. Rob. & Greenm.		1.11		
Desconocida				
sp 21	1.4			
sp 39	4.38			
sp 61		1.41		

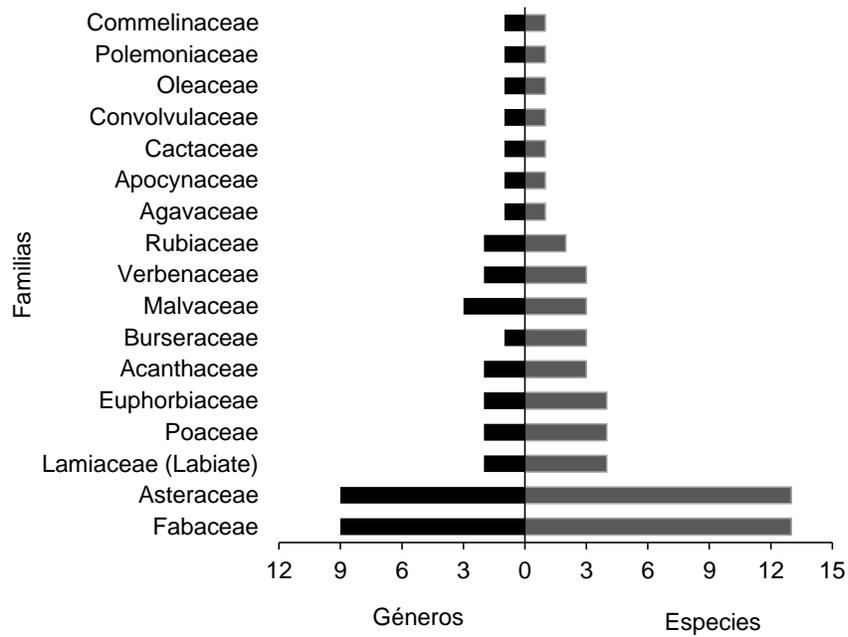


Figura 5. Distribución de géneros y especies por familias registradas en los fragmentos 1 y 2 del área rehabilitada en la comunidad Villa de Guadalupe, Gro. México.

7.1.2. Características del medio físico

La mayoría de los cuadros presentó una orientación noreste, sólo los cuadros 8 y 9 del F2 se orientaron al noroeste. Los valores de altitud y pendiente fueron más bajos en los cuadros del F1, mientras que la profundidad del suelo fue muy variable entre todos los sitios, aunque en todos los casos se pueden considerar suelos someros (Tabla 5).

Tabla 5. Caracterización del medio físico en los cuadros de los fragmentos 1 y 2. %SD = porcentaje de suelo desnudo del cuadro; NE = Noreste; NO = Noroeste; ProS = Profundidad de suelo.

Fragmento	Cuadros	% SD	Exposición	Altitud	Pendiente	ProfS (cm)
1	1	15	55° (NE)	1372	30°	12
	2	40	60° (NE)	1368	25°	9
	3	15	5° (NE)	1381	18°	4
	4	10	25° (NE)	1388	20°	7
	5	35	10° (NE)	1378	25°	2
	6	35	25° (NE)	1375	36°	5
	7	45	15° (NE)	1369	23°	12
2	8	40	320° (NO)	1406	37°	7.5
	9	50	290° (NO)	1405	37°	5
	10	40	45° (NE)	1406	25°	22

7.1.3. Similitud entre fragmentos

El análisis de correspondencia canónica que incluyó a todas las especies de los estratos alto y bajo, corroboró la diferencia entre fragmentos al definir dos grupos que difieren en composición de especies. Los cuadros del F1 (C1 - C7) tienen mayor similitud y están asociados con una menor altitud y pendiente, así como en sitios donde la profundidad del suelo fue menor, mientras que los cuadros del F2 (C8 - C10) se asociaron con los valores más altos de estas variables ambientales (Figura 6). Los ejes 1 y 2 explicaron 31.5% de la varianza (con 18.9 y 12.6% respectivamente).

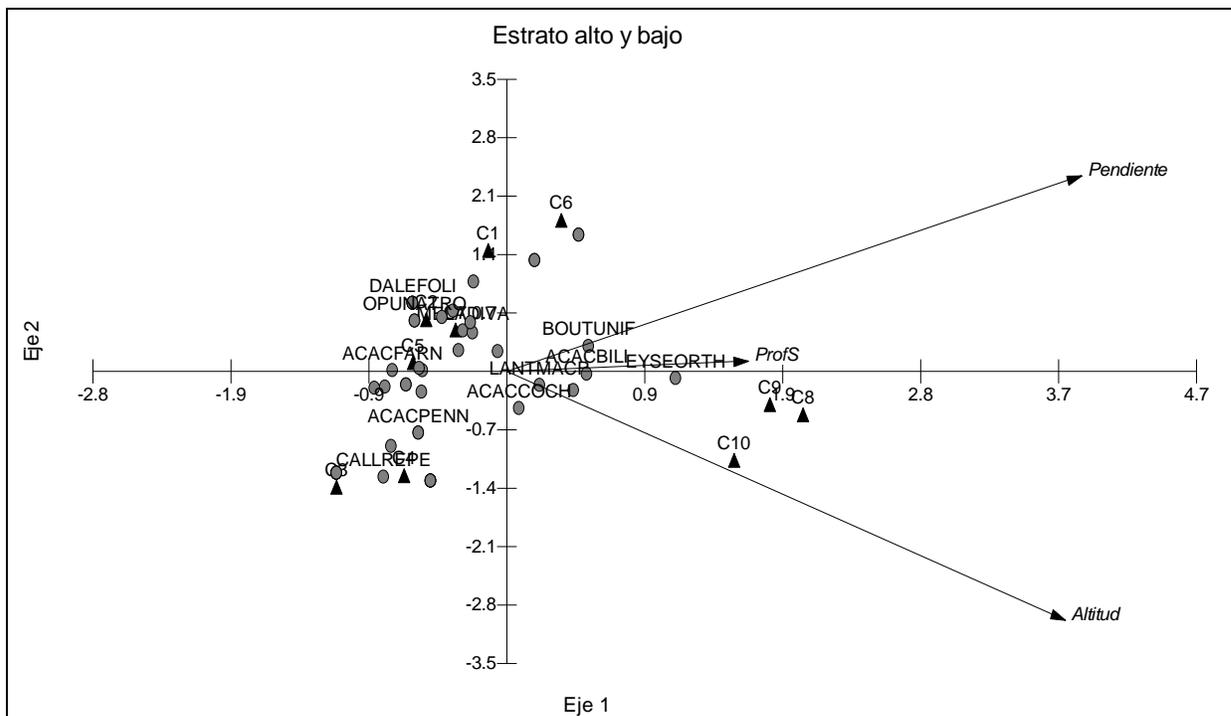


Figura 6. Diagrama de ordenación canónica que incluye a todas las especies del estrato alto y bajo, así como los 10 sitios de muestreo en ambos fragmentos.

Los análisis de correspondencia canónica del estrato alto y bajo presentaron el mismo patrón de disimilitud entre fragmentos, en ambos casos los cuadros y las especies del F1 (C1-C7) se encontraron en sitios con menor altitud, pendiente y mayor profundidad del suelo, mientras que los cuadros y las especies del F2 se ubicaron en los sitios con los valores más altos de estas variables ambientales (Figura 7 y 8). En el estrato bajo los ejes canónicos 1 y 2 explicaron 43% de la varianza acumulada (Figura 7), mientras que en el estrato alto explicaron 28.3% (Figura 8).

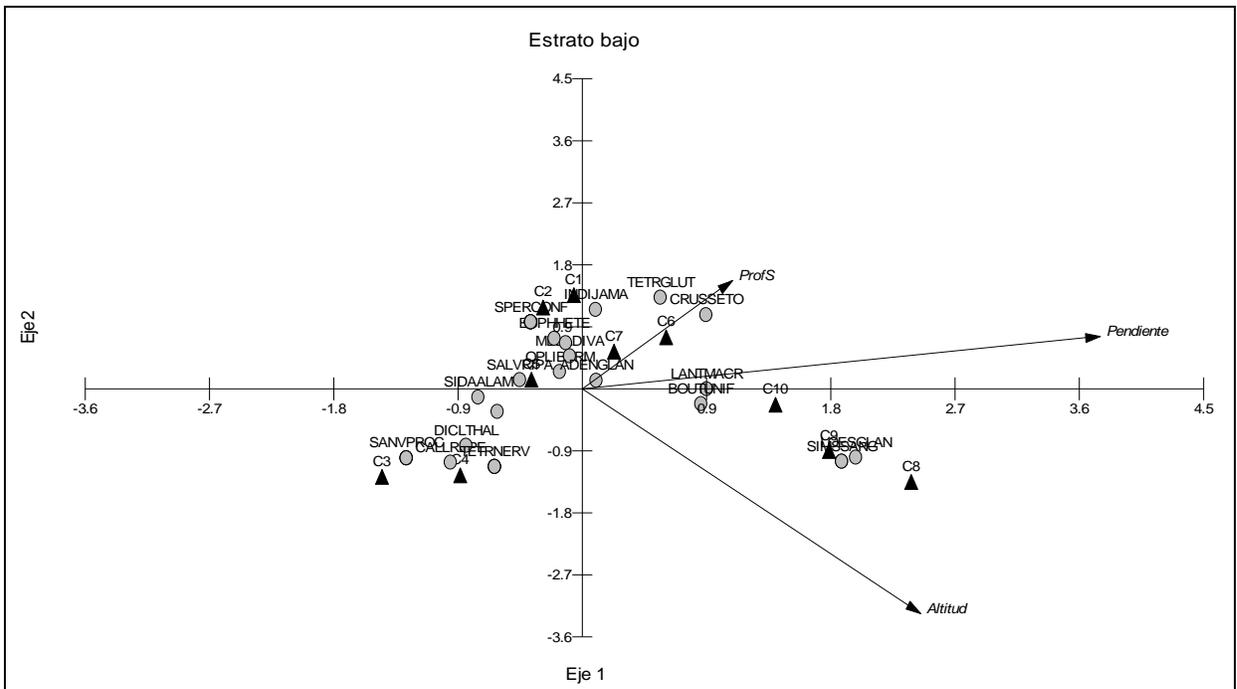


Figura 7. Diagrama de ordenación canónica de los cuadros y las especies registradas en el estrato bajo del fragmento 1 y 2.

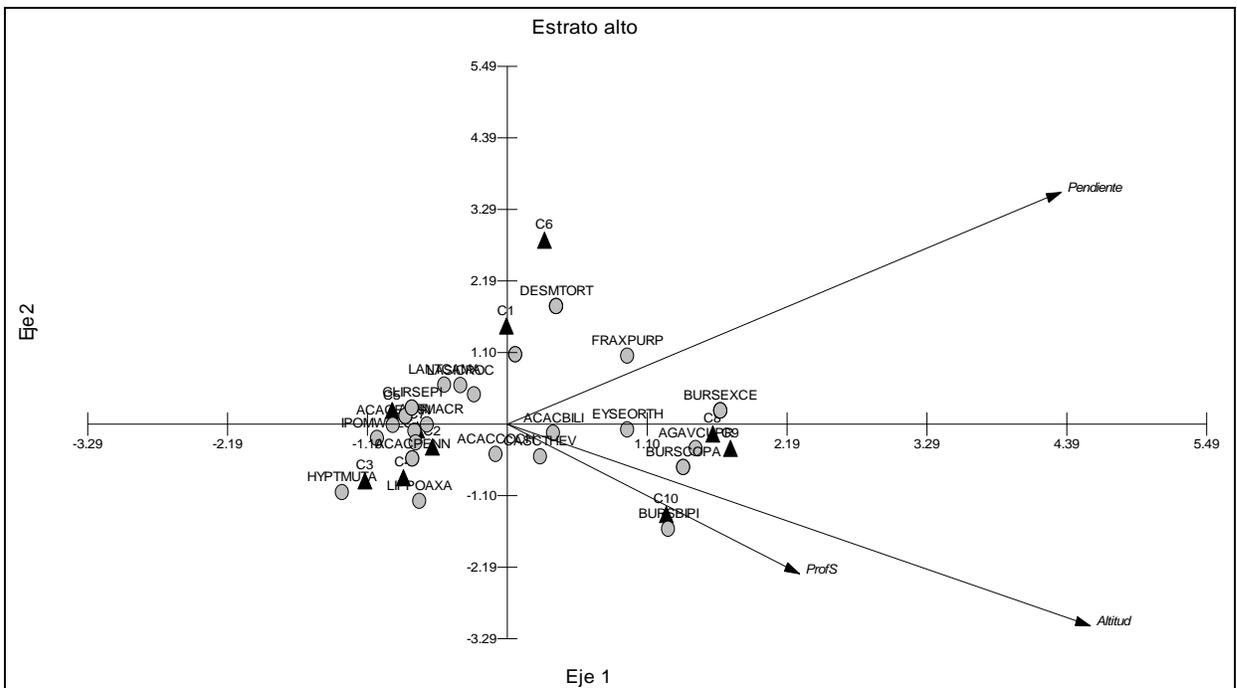


Figura 8. Diagrama de ordenación canónica de los cuadros y las especies registradas en el estrato alto del fragmento 1 y 2.

Al igual que los análisis anteriores, el análisis de conglomerados que incluyó a las especies del estrato alto y su densidad, presentó el mismo patrón de disimilitud entre ambos fragmentos. Los cuadros del fragmento 1 (C8-C10) se agruparon de forma independiente de los cuadros del fragmento 2 (C2-C7), en este caso el C1 se separó del conjunto (Figura 9).

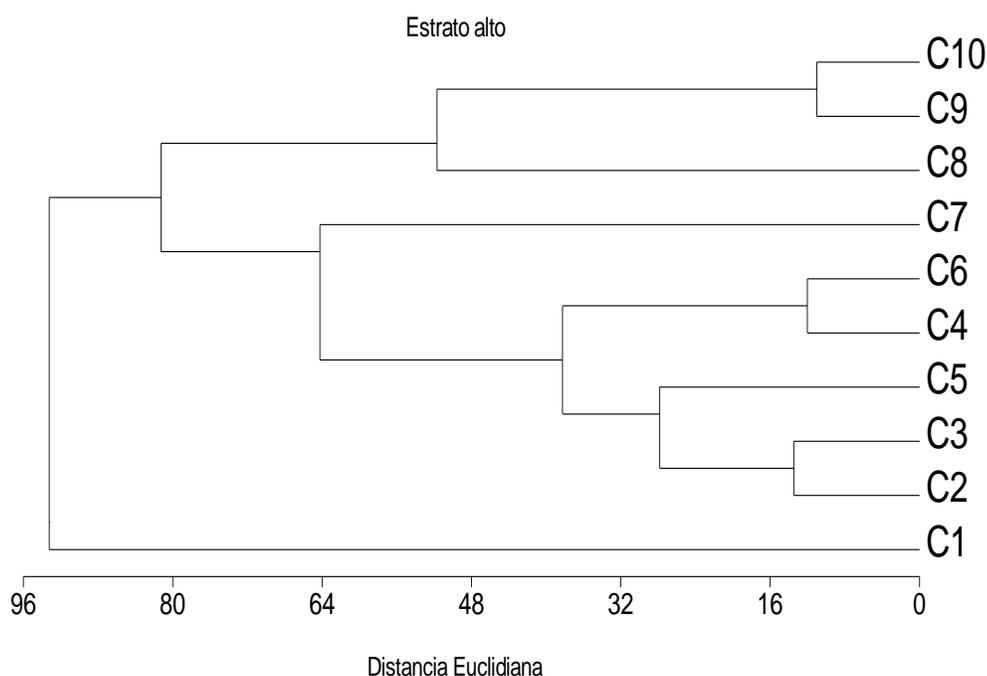


Figura 9. Análisis de conglomerados de los cuadros y las especies del estrato alto en el fragmento 1 y 2.

7.1.4. Estructura, diversidad y dominancia de los fragmentos y estratos

En ambos fragmentos y estratos las curvas de diversidad-dominancia no presentaron una pendiente pronunciada (Figura 10), esto debido a que en todos los casos el valor de importancia relativa de cada especie fue $< 25\%$ (Tabla 4; Tabla; 6) y la dominancia en cada fragmento fue baja. En el F1 el valor de dominancia del estrato

alto y bajo fue de 0.09 y 0.07 respectivamente, mientras que en el F2 los valores fueron de 0.13 y 0.20, respectivamente.

Tabla 6. Especies con el valor de importancia relativo más alto en el fragmento 1 y 2 del estrato alto y bajo.

FRAGMENTO 1		FRAGMENTO 2	
ESTRATO BAJO			
<i>Salvia riparia</i>	(17.23%)	<i>Simsia sanguínea</i>	(24.93%)
<i>Oplismenus burmannii</i>	(13.41%)	<i>Bouteloua uniflora</i>	(24.93%)
		<i>Lantana macropoda</i>	(24.19%)
ESTRATO ALTO			
<i>Acacia cochliacantha</i>	(23.76%)	<i>Calliandra houstoniana</i>	(23.49%)
<i>Heliocarpus tomentosus</i>	(11.92%)	<i>Acacia cochliacantha</i>	(16.86%)

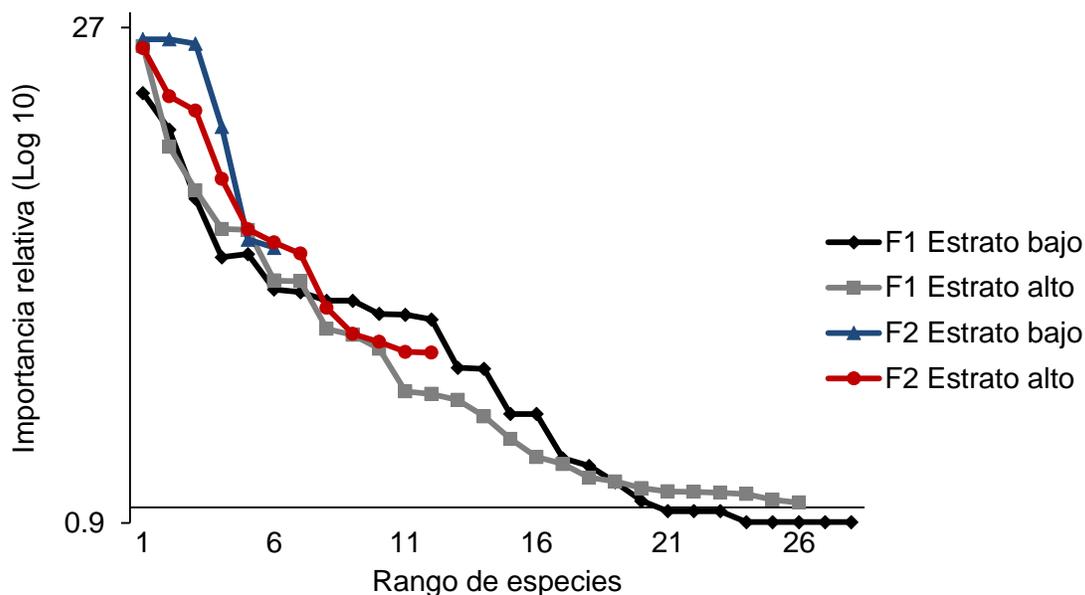


Figura 10. Curvas de diversidad-dominancia. F1 = Fragmento; F2 = Fragmento 2.

Con respecto a la cobertura total del estrato alto, en el F1 el 46.8% fue aportada por las especies no introducidas y 53.2% por las especies introducidas: *A. cochliacantha*

(39.3%), *A. farnesiana* (5.39%), *A. pennatula* (5.38%), *A. bilimekii* (2.73%) y *G. sepium* (0.41%). En el F2 la cobertura aportada por las especies no introducidas fue de 61.13%, mientras que 38.87% fue aportada las introducidas: *A. cochliacantha* (23.2%), *A. cupreata* (14.75%) y *A. bilimekii* (0.90%) (Figura 11).

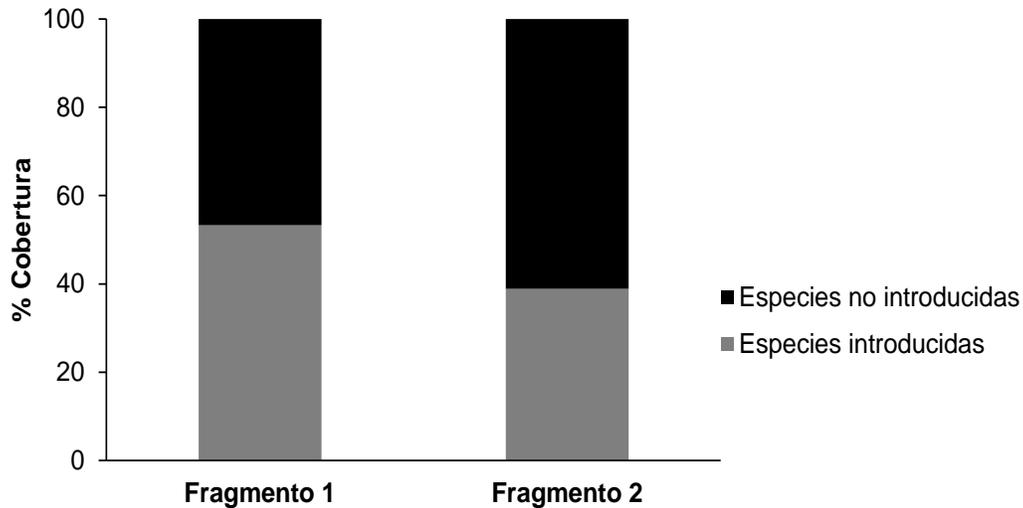


Figura 11. Porcentaje de cobertura aportada por las especies introducidas y de nuevo ingreso en los fragmentos 1 y 2 del estrato alto.

En el F1 los valores en diámetro basal (DB) variaron de 0.8 a 33.1 cm, las dos clases más pequeñas incluyeron el 97% de los individuos, mientras que en el F2 el DB varió de 1.2 a 15.5 cm, la primer categoría incluyó el 87% de los individuos; en ambos fragmentos las primeras dos categorías estuvieron dominadas por individuos no introducidos que corresponden a 21 especies en el F1 y nueve en el F2 (Figura 12; Tabla 4).

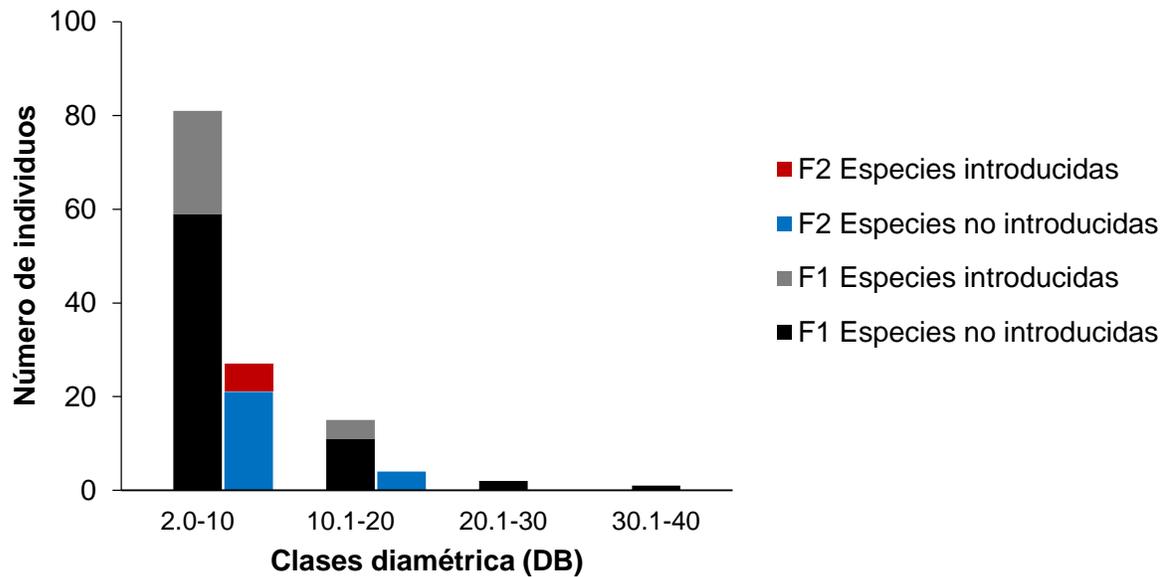


Figura 12. Histograma de frecuencias diamétricas. F1 = Fragmento 1; F2 = Fragmento 2.

El diámetro a la altura del pecho (DAP) en el F1 varió de 2.1 a 50 cm, las primeras dos clases incluyeron el 89% de los individuos, en el F2 el DAP varió de 3.3 a 18.6 cm, de las dos categoría registradas cada una incluyó el 50% de los individuos; en ambos fragmentos las dos categorías más pequeñas estuvieron dominadas por individuos no introducidos que corresponden a cinco especies en el F1 y dos en el F2 (Figura 13; Tabla 4), cabe mencionar que en el F1 la categoría más grande también incluyó a una especie no introducida: *Ipomea wolcottiana*.

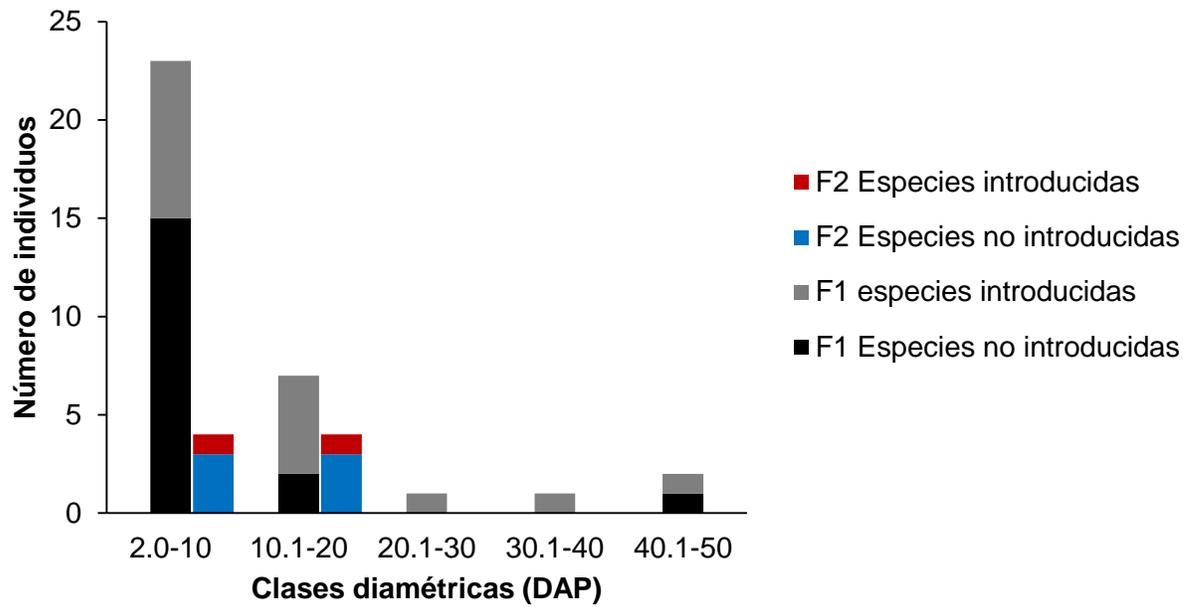


Figura 13. Histograma de frecuencias diamétricas. F1 = Fragmento 1; F2 = Fragmento 2.

Al comparar las variables de la vegetación, en el estrato alto únicamente la altura presentó diferencias significativas entre fragmentos ($t = 2.61$; $p = 0.03$). En el caso del estrato bajo, la riqueza y diversidad difirieron significativamente ($W = -14$; $p = 0.00$, $t = 2.99$; $p = 0.01$, respectivamente) (Tabla 7).

Tabla 7. Valores promedio de la estructura, riqueza y diversidad en ambos estratos y fragmentos. Valores \pm 1 desviación estándar. Valores con * difieren significativamente ($p \leq 0.05$).

Variables	FRAGMENTO 1	FRAGMENTO 2
	ESTRATO ALTO	
Densidad (ind./m ²)	0.40 \pm 0.11	0.39 \pm 0.17
Cobertura (m ²)	39.32 \pm 17.60	50.61 \pm 33.17
Riqueza	6.85 \pm 1.21	6.33 \pm 1.52
Diversidad	2.06 \pm 0.34	2.16 \pm 0.46
Altura (m)	2.62 \pm 0.60 *	1.60 \pm 0.40 *
	ESTRATO BAJO	
Cobertura (%)	101.42 \pm 61.45	49.66 \pm 39.55
Riqueza	8.57 \pm 2.76 *	4 \pm 1.73 *
Diversidad	2.87 \pm 0.39 *	1.82 \pm 0.76 *
Altura (m)	37.85 \pm 14.39	47.33 \pm 29.68

Los análisis de regresión lineal múltiple y regresión lineal simple en la mayoría de los casos no presentaron una relación significativa; las únicas excepciones fueron entre la altitud con la riqueza y la diversidad del estrato bajo (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple. H' = diversidad; CobT = cobertura total; Al = altura; S = riqueza; D = densidad; Sab = riqueza estrato alto y bajo. Los valores con * son significativos ($p < 0.05$).

Estadísticos	ESTRATO ALTO					ESTRATO BAJO				Sab
	H'	CobT	Al	S	D	H'	CobT	Al	S	
REGRESIÓN LINEAL SIMPLE										
Altitud										
R²	0.185	0.156	-0.557	-0.174	-0.125	-0.666	-0.423	0.242	-0.655	-0.617
F	0.29	0.20	3.60	0.25	0.13	6.41	1.74	0.50	6.03	4.94
p	0.607	0.666	0.094	0.628	0.730	0.035*	0.223	0.499	0.039*	0.057
Exposición										
R²	-0.187	0.054	-0.491	-0.449	-0.116	-0.248	-0.085	0.590	-0.346	-0.443
F	0.29	0.02	2.55	2.02	0.11	0.53	0.06	4.28	1.09	1.96
p	0.603	0.881	0.148	0.192	0.748	0.488	0.813	0.072	0.326	0.199
Pendiente										
R²	-0.005	0.179	-0.461	-0.444	-0.012	-0.334	-0.384	0.270	-0.452	-0.532
F	0.00	0.27	2.17	1.97	0.00	1.01	1.39	0.63	2.06	3.16
p	0.988	0.620	0.179	0.197	0.973	0.345	0.272	0.450	0.189	0.113
ProfS										
R²	0.212	0.376	-0.550	0.357	0.567	-0.532	-0.128	-0.077	-0.475	-0.288
F	0.38	1.32	3.48	1.17	3.80	2.40	0.13	0.05	2.33	0.73
p	0.555	0.283	0.098	0.310	0.087	0.094	0.723	0.830	0.165	0.418
REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE (Altitud, Exposición, Pendiente, ProfS)										
R²	0.337	0.207	0.659	0.320	0.433	0.718	0.687	0.518	0.747	0.598
F	0.63	0.32	2.42	0.58	0.95	3.184	2.75	1.34	3.70	1.86
p	0.065	0.135	0.113	0.064	0.073	0.135	0.148	0.370	0.091	0.254

7.1.6. Especies introducidas

En ambos fragmentos se registraron seis de las ocho especies introducidas, cinco en el F1 y tres en el F2 (Tabla 9). En el F1 las especies del género *Acacia* tuvieron la mayor altura, cobertura y diámetro basal. En el F2 la especie leñosa con el mayor aporte fue *Acacia cochliacantha*, finalmente *Agave cupreata* presentó una altura y cobertura promedio de 0.91 cm y 1.86 m² respectivamente (Figura 14).

Tabla 9. Especies introducidas y número de individuos registrados en los fragmentos 1 y 2.

Especies	Fragmento 1	Fragmento 2
	No. de individuos	
<i>Acacia cochliacantha</i>	14	4
<i>Acacia bilimekii</i>	2	2
<i>Acacia farnesiana</i>	5	-
<i>Acacia pennatula</i>	3	-
<i>Gliricidia sepium</i>	2	-
<i>Agave cupreata</i>	-	12

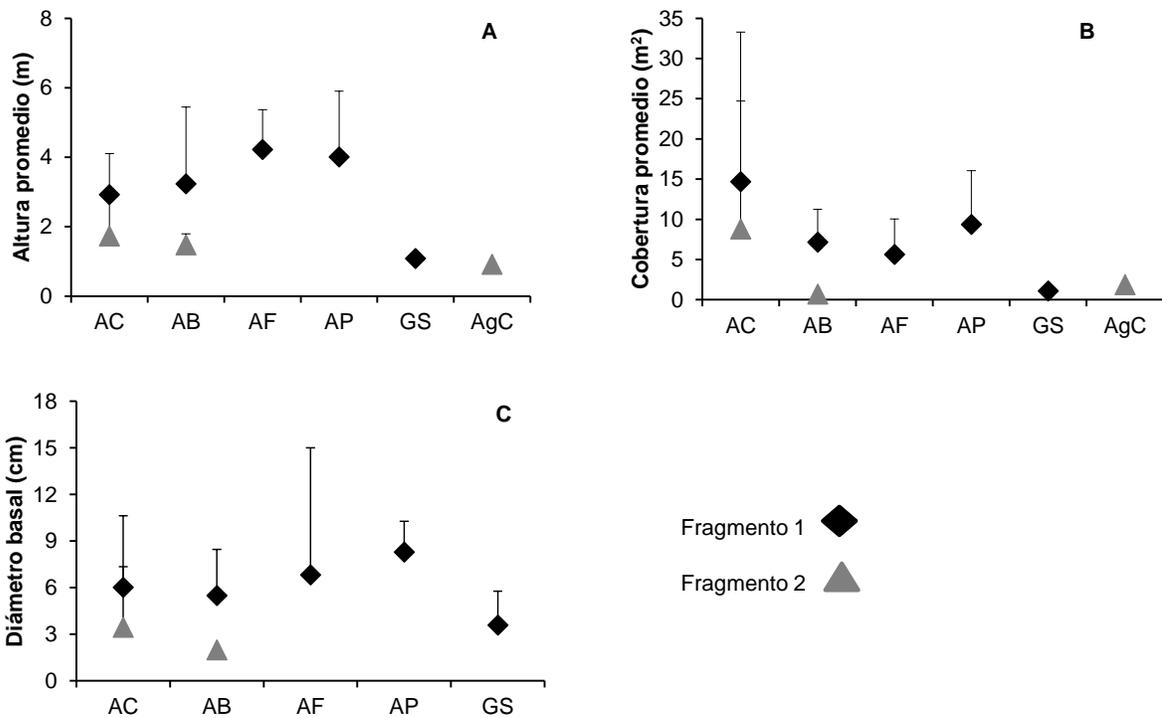


Figura 14. (A) altura, (B) cobertura y (c) diámetro basal promedio de las especies introducidas registradas en el fragmento 1 y 2. AC = *A. cochliacantha*, AB = *A. bilimekii*, AF = *A. farnesiana*, AP = *A. pennatula*, GS = *G. sepium* y AgC = *A. cupreata*.

7.2. PERCEPCIÓN Y BENEFICIOS SOCIOAMBIENTALES DEL ÁREA REHABILITADA

De acuerdo con la información recabada en la entrevista, previamente el área rehabilitada se rentaba para cultivar maíz, por tal motivo cuando el productor la compró el suelo no era apto para el cultivo y no había árboles; la leña que necesitaba el propietario era recolectada de un terreno ajeno, fue por esta situación que decidió participar en el proyecto de rehabilitación (Ver anexo I).

“Estaba pelón pelón, cuando yo compré el dueño lo rentaba, sembraban puro maíz y sólo barbecho estaba tirado hace unos 30-40 años”

“Ahí no había leña había puro barbecho entonces no teníamos donde, teníamos que salir [...] y entonces ahí surgió mi idea de que al rato hoy yo estoy sufriendo y al rato hasta mis hijos y por eso mi intención era reforestar”

“El suelo estaba muy jodido desde que le compré el terreno a mi tío que en paz descanse”

Las actividades que el productor y su familia han realizado sobre el área rehabilitada son: 1) en la primera etapa del proyecto la inversión de esfuerzo físico para el transporte de las plantas que fueron introducidas y 2) actualmente la apropiación de recursos maderables y no maderables, así como el cuidado de la vegetación (Ver anexo I).

“Los vecinos me decían: ¿qué estás haciendo Juan?, las espinas nace sola para que quieras maguey dice, ¡ahora sí! buenas cacayas hay y la leña, luego los vecinos andan leñando, los de Zoyatlan andan leñando, yo los dejo, pero solo ramitas secas, árboles verdes no”

Los diversos beneficios que el productor percibe y se apropia del área rehabilitada (Tabla 10), han motivado en él un deseo por restaurar más áreas ya que sus expectativas con respecto a la satisfacción de sus necesidades y el mejoramiento del área se están cumpliendo. Con respecto a este último punto, el productor destaca las ventajas del maguey por ser una especie que evita la entrada de ganado y que favorece la retención y formación de suelo (Ver anexo I).

“Ahora que tiene maguey veo que retiene más el suelo, toda la basura, todo lo podrido ahí queda y entonces recuperamos más suelo, ahí el maguey tiene más ventaja porque no tanto le entra la vaca y el chivo”

Tabla 10. Bienes y servicios ambientales percibidos y apropiados por el productor.

Suministro	Regulación	Base	Culturales
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos maderables (leña) • Recursos no maderables (alimentos y venta) 	<ul style="list-style-type: none"> • Retención de suelo (regulación de erosión) 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de suelo • Aumento de la vegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Preservación de tradiciones (consumo de <i>Agave cupreata</i>)

El productor reconoce que existe un efecto negativo sobre la vegetación del área rehabilitada debido al pastoreo de ganado caprino y la recolección de leña que realizan otros productores. Sin embargo, en el futuro prevé una mayor recuperación

del suelo (10-20 años) y considera que sus nietos podrán beneficiarse del área rehabilitada (Anexo I).

Aunque el productor tiene interés en mantener el área y someter otras a rehabilitación, argumenta que las instituciones gubernamentales a cargo de programas enfocados en la reforestación (CONAFOR) imponen muchos requisitos que le complican su participación. Por otro lado, cree que este tipo de programas se deberían acompañar de un tipo de barrera que permita la protección de las plantas introducidas (Anexo I).

La entrevista permitió reconocer que el pastoreo de ganado caprino, la recolección de leña y de otros productos no maderables son las principales actividades que inciden sobre el estado del área rehabilitada, por tal motivo se generaron 20 preguntas cerradas sobre estos temas que se incluyeron en una nueva sección a la encuesta genealógica modificada para la restauración denominada: VI. PARCELA REHABILITADA (Ver anexo II). Estas preguntas aportaran más elementos al análisis socio-económico que se deriva del uso de esta encuesta siendo un aporte para futuras investigaciones.

8. DISCUSIÓN

Considerando que son escasos los proyectos de restauración en los bosques del trópico seco (Piotto *et al.*, 2004) y tomando en cuenta que pocos incluyen procesos de evaluación (Aradottir y Hagen, 2013; Wortley *et al.*, 2013), los resultados de esta experiencia se pueden considerar como una de las primeras evaluaciones de largo plazo en la restauración de un área con bosque tropical caducifolio (BTC) en México.

Composición

Antes de implementar la estrategia de rehabilitación, el área carecía de vegetación leñosa y sólo presentaba algunos manchones de cuatro especies herbáceas: *Aldama dentata*, *Bidens aurea*, *Sanvitalia procumbens* y *Rhynchelytrum repens* (Cervantes *et al.*, 2001). Actualmente en los dos fragmentos analizados se registraron 55 especies no introducidas de las cuales 85.7% se han reportado en el BTC de la Cuenca del Balsas (Fernández *et al.*, 1998; Martínez *et al.*, 1997; Jiménez-Ramírez *et al.*, 2003), mientras que los 39 géneros y 15 familias no introducidas se presentan de forma exclusiva o preferencial en los BTC's de México (Rzedowski y Calderón, 2013). Estos resultados sugieren el rol facilitador que han jugado las especies introducidas pues han permitido el establecimiento y desarrollo de nuevas especies.

De las 62 especies registradas, 29 fueron exclusivas al estrato bajo y 31 al estrato alto, únicamente dos especies fueron compartidas entre los estratos. La misma tendencia se observó al nivel de familias; Acanthaceae, Poaceae, Polemoniaceae, Rubiaceae y Commelinaceae fueron exclusivas del estrato bajo, mientras que

Agavaceae, Apocynaceae, Burseraceae, Cactaceae, Convolvulaceae y Oleaceae sólo aparecieron en el estrato alto. Esta diferencia florística entre estratos indica que la vegetación en los fragmentos analizados está desarrollando una estratificación vertical y una composición más compleja que contribuye a generar hábitats para otras especies (Smith y Smith, 2007); por ejemplo Person (1971) reportó una relación entre los estratos de un BTC en Perú y la distribución vertical de una comunidad de aves.

Similitud entre fragmentos

Los resultados del análisis canónico indicaron que la diferencia en composición de especies, entre ambos fragmentos, puede ser atribuida a las variables ambientales, con mayor influencia de la altitud y la pendiente. Sin embargo, este resultado se debe interpretar con cautela pues el rango de ambas variables es muy pequeño (altitud 1372-1406 m; pendiente: 18-37°). Por el contrario, se debe considerar que el desarrollo de este sistema obedece a un proceso de rehabilitación, donde las especies fueron introducidas con base en un patrón espacial predeterminado, por lo que su comportamiento puede incidir sobre las relaciones ecológicas con otras especies.

Además se debe considerar que el manejo del productor no fue excluido lo cual influye sobre la dinámica de ingreso de las especies, por ejemplo a través del transporte de semillas que realiza el ganado (Janzen y Martin, 1982; Ferguson *et al.*, 2011), y otras actividades que pueden influir sobre la composición y estructura de la

vegetación, tal como la extracción de leña (Salgado-Terrones *et al.*, 2016). Por tal motivo, es claro que en esta escala y en el contexto de un sistema socio-ecológico también existe una gran influencia de la historia de uso del suelo (Burgos y Maass, 2004; Cramer, 2007; Romero-Duque *et al.*, 2007; Holz *et al.*, 2009).

Aunque las variables estructurales de la vegetación pueden estar correlacionadas con las variables ambientales, en esta investigación no se encontró una relación significativa en la mayoría de ellas, esto coincide con algunas investigaciones realizadas a diferentes escalas en los BTC's de México (Trejo, 1998; Gallardo, 2004; Cervantes, 2005). Las únicas relaciones significativas se presentaron en el estrato bajo, donde se encontró una correlación negativa entre la altitud con la riqueza y diversidad, sin embargo se debe considerar que el intervalo de altitud fue muy pequeño y que los sitios con mayor altitud coinciden con mayores porcentajes de suelo desnudo ($F1= 27.8 \pm 14\%$; $F2= 43.3 \pm 5.7\%$) y cobertura del estrato alto ($F1 = 39.3 \pm 17.6m^2$; $F2 = 50.6 \pm 33.1m^2$).

Estado de la vegetación en los fragmentos 1 y 2

En el F1 el estrato bajo presentó una mayor riqueza y diversidad de especies (8.5 ± 2.7 spp/m²; 2.8 ± 0.3 , respectivamente) en relación con lo registrado en el F2 (4 ± 1.7 spp/m²; 1.8 ± 0.7 , respectivamente). Es posible que esto se relacione con la diferencia, no significativa, que ambos fragmentos presentaron en la cobertura del estrato alto. La menor cobertura del F1 ($39.3 \pm 17.6m^2$) podría favorecer el desarrollo del estrato bajo debido al mayor ingreso de luz, mientras que en el F2 sería limitado

debido un dosel más cerrado ($50.6 \pm 33.1\text{m}^2$). Behera y Misra (2006) encontraron que la riqueza de especies herbáceas disminuye con el incremento de la cobertura arbórea. También en el Estado de Morelos, O-Toris *et al.* (2012) encontraron que la riqueza de herbáceas se incrementa hasta en un 50% cuando la baja densidad arbórea permite un mayor ingreso de luz.

Sin embargo existen estudios que sugieren lo contrario, por ejemplo Sagar *et al.* (2012) indican que una mayor cobertura de las leñosas aumenta el porcentaje de humedad en el suelo lo cual incrementa la riqueza y diversidad de herbáceas. Esto sugiere que pueden existir otros factores asociados al desarrollo del estrato bajo. En este sentido también se encontró que la mayor riqueza y diversidad del estrato bajo en el F1 coincide con un menor porcentaje, no significativo, de suelo desnudo ($27.8 \pm 14\%$) en relación con el F2 ($43.3 \pm 5.7\%$).

Una característica del F2 fue el registro de tres especies tardías de la sucesión: *Bursera copallifera*, *Bursera bipinnata* y *Bursera excelsa*, es probable que *A. cupreata* facilitara su establecimiento pues de acuerdo con Alvarado (2015) el suelo en este fragmento presentó una mayor capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables (Ca, Mg, Na y K), lo cual coincide con lo observado en otras zonas áridas y semiáridas donde especies del género *Agave* mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo e incrementan su humedad (Altieri y Trujillo, 1987; Moreno-Calles y Casas, 2010; Prat *et al.*, 2012), condiciones que según Lohbeck *et al.* (2013), Lebrija-Trejos *et al.* (2010) y Lebrija-Trejos *et al.* (2011) facilitan el establecimiento de especies tardías en el BTC. Aunado a lo anterior el productor

mencionó que esta especie restringe el acceso de ganado caprino, lo cual disminuye la presión sobre el desarrollo de la vegetación.

Los histogramas de frecuencias diamétricas incluyeron dentro de las dos primeras categorías (0-10 y 10-20 cm) más del 89% de los individuos en F1 y a la totalidad de ellos en el F2, en ambos casos las especies no introducidas fueron dominantes. Esto indica que en ambos fragmentos existe una dinámica de ingreso y reproducción de nuevas especies, mientras que las especies introducidas también se están reproduciendo, pues se encuentran en diferentes categorías diamétricas.

Los resultados de esta investigación demuestran que en un proceso de rehabilitación, donde la distribución espacial de las especies introducidas fue heterogénea y donde el manejo antropocéntrico prevalece, promueve un desarrollo de las comunidades vegetales que no es lineal. Si bien es posible que con el paso del tiempo y si las actividades de manejo cesaran, las diferencias florísticas en ambos fragmentos se reducirían (Holz *et al.*, 2009), existen intervenciones que generan las condiciones necesarias para el desarrollo de estados alternos (Cramer *et al.*, 2008). Desde esta perspectiva, se sugiere que hasta el momento (18 años después de la rehabilitación) los fragmentos analizados han seguido diferentes trayectorias que responden a las particularidades de cada sitio. Se sugiere aplicar la encuesta genealógica para recabar información sobre la historia del uso de suelo y así profundizar en esta discusión.

Desde el punto de vista funcional, aunque la composición de especies en ambos fragmentos es muy variable, el productor percibe y se apropia de diversos bienes y servicios ambientales, si bien reconoce que el ganado caprino ocasiona daños, considera que el suelo se está recuperando e incluso cree que en el futuro sus hijos o nietos se podrán beneficiar del área rehabilitada ya sea por medio de los bienes y servicios que ofrece o bien transformándola en un sistema productivo.

Especies introducidas

Después de 18 años de haber implementado la rehabilitación, seis especies introducidas fueron registradas en los fragmentos analizados, presentando una gran variabilidad en la talla, cobertura y diámetro basal de cada una de ellas. Esta variación puede ser causada por las diferentes formas de crecimiento, cohortes de edad, el número de individuos de cada especie y las diferentes condiciones microambientales en donde se desarrollaron.

La presencia y número de las especies del género *Acacia* se puede relacionar con su desarrollo en etapas tempranas de la sucesión secundaria, lo cual les confiere mayor resistencia a múltiples condiciones bióticas y abióticas (Vargas, 1991; Cervantes *et al.*, 2001; Jiménez-Lobato y Valverde, 2006; Morales, 2010).

En el caso del *Agave cupreata* si se considera que la especie es monocárpica y que alcanza su madurez reproductiva entre los 6 y 14 años de edad (García, 2004), es posible sugerir que los individuos pertenecen a una nueva generación de aquellos que fueron introducidos en la rehabilitación; no obstante, es necesario corroborar

esta hipótesis pues de ser el caso, sería importante conocer si estos se propagaron de manera natural o artificial, es decir por parte del productor, pues los diversos beneficios que le aporta la especie estarían promoviendo que él mismo rehabilite sus recursos naturales.

Finalmente, observaciones directas en campo revelaron la ausencia de plántulas de *Agave cupreata*, esto sugiere las siguientes posibilidades: a) los individuos registrados aún no alcanzan su madurez reproductiva por lo tanto no existen procesos de dispersión de semillas, es importante destacar que esta especie no presenta reproducción clonal como otras de la familia Agavaceae (García, 2004; Meredith *et al.*, 2011), b) es posible que la apropiación de cacayas (flores inmaduras) esté ocasionando que no exista el remplazo natural de individuos jóvenes en la población, ya que evita la formación de semillas, y c) aunque el productor argumenta que la especie limita el paso de ganado, es posible que especies silvestres, por ejemplo roedores, consuman las plántulas, las cuales son susceptibles a la depredación ya que carecen de espinas en esta edad (Meredith *et al.*, 2011). Se recomienda aplicar la encuesta genealógica para precisar esta información.

En comparación con algunas especies tardías utilizadas en la restauración del BTC se ha documentado que las utilizadas en esta investigación presentan mayores porcentajes de supervivencia inicial y a largo plazo, particularmente en la Región de estudio (Ver: Cervantes *et al.*, 2001; Bonfil y Trejo, 2010; Encino-Ruiz *et al.*, 2013; Cervantes *et al.*, 2014). Esto último es relevante ya que son escasas las

evaluaciones sobre el desempeño de otras especies durante más de dos años (Bonfil y Trejo, 2010).

Por tal motivo, se sugiere replantear la importancia del uso de especies tempranas y el maguey en la restauración del BTC, además de su exitoso desempeño en términos de supervivencia, los resultados de esta investigación demuestran que permiten el ingreso de nuevas especies, lo cual coincide con algunos autores cuando mencionan que éstas especies, particularmente las Fabaceae, pueden jugar un papel muy importante al mejorar las condiciones biofísicas de los sitios y facilitar la sucesión (Guízar y Granados, 1996; Camargo-Ricalde y Dhillion, 2003; Álvarez-Yépiz *et al.*, 2008; Lebrija-Trejos *et al.*, 2008; Griscom y Asthton, 2011; Maza-Villalobos *et al.*, 2011). Así mismo, son capaces de superar las barreras naturales, como el estrés hídrico, que presentan los BTC's durante la introducción y supervivencia de especies nativas (Gerhardt, 1993; Nath *et al.*, 2006) y de prosperar en sitios donde el uso de suelo fue agrícola y carente de vegetación leñosa, condiciones que de acuerdo con Álvarez-Aquino y Williams-Linera (2012) dificultan los esfuerzos de restauración.

Percepción y beneficios socio-ambientales

El productor decidió participar en el proyecto de restauración debido a la carencia de leña que presentaba su terreno, “*ahí no había leña había puro barbecho entonces no teníamos donde, teníamos que salir [...] y por eso mi intención era reforestar [...]*”. Esto coincide con la necesidad de muchos grupos humanos asentados en zonas con

BTC (Murphy y Lugo, 1986; Newton *et al.*, 2012;), particularmente en la Región de la Montaña de Guerrero se citan importantes cantidades de consumo de leña, por tal motivo el acceso a este bien es considerado uno de los principales alicientes para promover proyectos de restauración en la zona (Cervantes *et al.*, 2001; Ceccon, 2013; Cervantes *et al.*, 2014; Salgado-Terrones, 2015).

Actualmente la parcela rehabilitada ha permitido a la UF cubrir sus necesidades de leña, incluso otros habitantes de la misma comunidad y de las vecinas se apropian de dicho recurso con y sin la autorización del productor. También le permitió disminuir el esfuerzo físico para apropiarse de este recurso, pues ahora ya no recorre grandes distancias en su búsqueda, condición que de acuerdo con Miramontes *et al.* (2012) esta relacionada con grandes inversiones de energía.

Además de la leña, el productor reconoce y se apropia una variedad de bienes y servicios de regulación, base, suministro y culturales. Estos beneficios socio-ambientales en conjunto con la participación y el esfuerzo invertido por el productor y su familia han contribuido a mantener el área restaurada. Debido a esto se considera que ya se está presentando un proceso de apropiación de la estrategia de rehabilitación, “*nosotros lo cuidamos [...] los recuerdo del vivero, pero porque vivo ahí peleando con los vecinos, ¡pues mira saquen a sus chivos!, [...]*”, (hija) “*nosotras si lo vamos a valorar porque son cosas que mi papá también ha sufrido ahí, haz de cuenta que es una parte de su vida que está dejando*”.

Se atribuye el éxito y la permanencia del área rehabilitada al diseño metodológico de esta investigación. Los estudios interdisciplinarios y la incorporación de los intereses del productor, en donde se tomó en cuenta su libre decisión por el uso de ciertas especies y el acomodo espacial en la plantación, claramente potencializó el éxito de la rehabilitación; mas aún, por que los objetivos se enmarcaron en la lógica de la reproducción comunitaria donde la práctica del descanso de la tierra contribuye a mejorar la condición de las parcelas mientras se obtiene una variedad de bienes y servicios ambientales. Estos elementos se han tomado muy poco en cuenta por los programas gubernamentales de reforestación en la Región y han sido una de las principales causas de su fracaso (Cervantes *et al.*, 1996).

9. CONCLUSIONES

- La estrategia de rehabilitación ha permitido recuperar una estructura y composición vegetal que anteriormente se encontraba poco desarrollada, generando dinámicas distintas entre los fragmentos analizados y favoreciendo la recuperación de bienes y servicios ambientales.
- Las especies introducidas tienen un buen desempeño en el corto y largo plazo y no limitan el ingreso de nuevas especies, se recomienda considerar su uso en procesos de restauración del BTC.
- La UF ha mantenido la parcela rehabilitada debido a los diversos bienes y servicios ambientales que se han recuperado. Los productos que se apropian de la parcela han permitido satisfacer sus propias necesidades y obtener beneficios económicos derivados de su venta, mientras que los servicios de regulación y base están contribuyendo a recuperar el potencial productivo del área.

10. PERSPECTIVAS

- Aunque es posible sugerir que se está presentando un proceso de apropiación de la estrategia, es necesario complementar esta investigación con la aplicación de la encuesta genealógica modificada para la restauración, pues se necesita evaluar las variables socio-económicas implicadas en la dinámica de la UF para conocer su influencia en la permanencia y/o posible transformación de la parcela rehabilitada.

- Aunque en los dos fragmentos analizados la estrategia de rehabilitación tuvo resultados positivos es necesario evaluar la totalidad del área ya que la imagen satelital y los recorridos en campo permitieron observar una variedad de fragmentos con diferente estado de disturbio e incluso cambios de uso de suelo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Garavito, M. y W. Ramírez (Eds.). 2015. Monitoreo a Procesos de Restauración Ecológica, Aplicado a Ecosistemas Terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia.
- Altieri, M. y J. Trujillo. 1987. The agroecology of corn production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology*. 15(2): 189-220.
- Alvarado, G. 2015. Caracterización edáfica de una parcela con actividades de rehabilitación en Villa de Guadalupe, Guerrero. Reporte de servicios social. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México, D.F.
- Álvarez-Aquino, C. y Williams-Linera, G. 2012. Seedling survival and growth of tree species: site condition and seasonality in tropical dry forest restoration. *Botanical Sciences*. 90(3):341-351.
- Álvarez-Yépiz, J.C., A. Martínez-Yrizar, A. Búrquez y C. Lindquist. 2008. Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forest in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 256:355-366.
- Ander-Egg, E. 1995. Capítulo 12. La entrevista. 225-242 pp. En Ander-Egg, E. (Ed.). *Técnicas de Investigación Social*. LUMEN. Argentina.

- Aradottir, A.L. y D. Hagen. 2013. Chapter three – Ecological restoration: approaches and impacts on vegetation, soils and society. *Advances in Agronomy*. 120:173-222.
- Aronson, J., C. Floret, E. LeFloc'h, C. Ovalle, y R. Pontainer. 1993. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South. *Restoration Ecology*. 1(1):8-17.
- Arriaga V. y V. Cervantes. 2013. Primer Informe del Proyecto: Evaluación del impacto y logros alcanzados en restauración y conservación de los proyectos financiados a través del Programa de Restauración y Compensación Ambiental de la CONABIO (1ª Etapa). Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente, A.C. (CeIBA). Proyecto KQ002. México, D.F.
- Behera, S.K. y M.K. 2006. Floristic and structure of the herbaceous vegetation of four recovering forest stands in the Eastern Ghats of India. *Biodiversity and Conservation*. 15:2263-2285.
- Bonfil, C. y I. Trejo. 2010. Plant propagation and the ecological restoration of Mexican tropical deciduous forest. *Ecological Restoration*. 28(3):369-376.
- Bradshaw, A.D. 2002. Introduction and philosophy. 3-9 pp. En: Perrow, M.R. and A.J. Davy (Eds.). *Handbook of Ecological Restoration*. Cambridge, University Press.

- Burgos, A. y J.M. Maass. 2004. Vegetation change associated with land-use in tropical dry forest areas of Western Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 104:475-481.
- Bustamante, Á., S. Vargas, J.D. Guerrero, N. Pérez, F. Calderón, J.I. Olvera, y E. Pérez. 2011. Caprinocultura, recursos naturales y sociedad en la Montaña de Guerrero. 58-69 pp. En: Cabrera, R., S. Vargas, Á. Bustamante, y J.I. Olvera (Coords.). *Experiencias en la Producción de Ganado Caprino en el Estado de Guerrero*. Colegio de Postgraduados, Puebla, México.
- Cairns, J. 1994. Restoration ecology: protecting our national and global life support systems. 1-12 pp. En: Cairns, J. (Ed.). *Rehabilitating Damaged Ecosystems*. 2 Edition. CRC Press. Boca Raton. Florida.
- Camargo-Ricalde, S.L. y S.S. Dhillion. 2003. Endemic *Mimosa* species can serve as mycorrhizal “resource islands” within semiarid communities of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Mycorrhiza*. 13: 129-136.
- Ceccon, E. 2013. Cuadro 1. La particular dinámica sucesional de los bosques tropicales estacionalmente secos. En: Ceccon, E. *Restauración en Bosques Tropicales: Fundamentos Ecológicos, Prácticos y Sociales*. UNAM, CRIM, Díaz de Santos. México.
- Cervantes, V., I.E. Roldán, A. Chaparro, B. Castillo, A. Chimal y G. Vela. 2015. Impacto de las acciones de rehabilitación en el sistema socio-ecológico de

Zoyatlan (Guerrero, México). Presentado en: IV Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. 12-16 de Abril. Buenos Aires, Argentina.

Cervantes, V., J.E. Gama, I.E. Roldán y G. Hernández. 2014. Basis for implementing restoration strategies: San Nicolás Zoyatlan social-ecological system (Guerrero, México). *Terra Latinoamericana*. 32:143-159.

Cervantes, V. 2011. Proyecto de Investigación Evaluación de Estrategias de Rehabilitación en Cinco Comunidades Indígenas del Trópico Seco en la Región "La Montaña" del Estado de Guerrero. Departamento el Hombre y su Ambiente, Area: Conservación y Manejo de Recursos Naturales y Servicios Ambientales. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Cervantes, V., J. Carabias y V. Arriaga (AR). 2008. Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental. 155-226 pp. En: *Capital Natural de México, Vol. III: Políticas Públicas y Perspectivas de Sustentabilidad*. CONABIO, México.

Cervantes, V. 2005. Un enfoque interdisciplinario para la restauración ambiental: estudio de caso de una comunidad nahua del sur de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

Cervantes, V. y A.P. de Teresa. 2004. Historia del uso de suelo en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. *Alteridades*. 14:57-87.

- Cervantes, V., M. López, N. Salas y G. Hernández. 2001. Técnicas para Propagar Especies Nativas de Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Las prensas de Ciencias-UNAM, Pronare, Semarnap, México.
- Cervantes, V., V. Arriaga y J. Carabias. 1996. La problemática socioambiental e institucional de la reforestación en la Región de la Montaña, Guerrero, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 59:67-80.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra Madre, México.
- Chávez, J. 2004. Marginación, desarrollo y manejo de los recursos naturales en la Montaña de Guerrero. 15-60 pp. En: Canabal, B. y J. Flores (Coords.). Montañeros: Actores Sociales en la Montaña del Estado de Guerrero. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. División de Ciencias Sociales y Humanidades. México.
- Choi, Y.D., V.M. Temperton, E.B. Allen, A.P. Grootjans, M. Halassy, R.J. Hobbs, M.A. Naeth y K. Torok. 2008. Ecological restoration for future sustainability in a changing environment. *Ecoscience*. 15(1):53-64.
- CONAPO. 2010. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio. México. <http://www.conapo.gob.mx/>

- Cramer, V.A., R.J. Hobbs y R.J. Standish. 2008. What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly. *Trends in Ecology and Evolution*. 23(2): 104-112.
- Cramer, V.A. y Hobbs, R.J (Eds.). 2007. *Old Fields: Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland*. Island Press.
- Davis, M.A. y L.B. Slobodkin. 2004. The science and values of restoration ecology. *Restoration Ecology*. 12(1):1-3.
- Denevan, W.M. 1992. The pristine myth: the landscape of the americas in 1492. *Annals of the Association of American Geographers*. 82(3):369-385.
- Encino-Ruiz, L., R. Linding-Cisneros, M. Gómez-Romero y A. Blanco-García. 2013. Desempeño de tres especies arbóreas del bosque tropical caducifolio en un ensayo de restauración ecológica. *Botanical Sciences*. 91(1):107-114.
- Ferguson, B.G., M. Rueda-Pérez, G. Pascacio-Damián, L. Domínguez-Morales y P. Bichier. 2011. Box 5.2. The role of cattle in tropical dry forest regeneration in Chiapas, Mexico. En: Newton, A.C. y N. Tejedor (Eds.). *Principles and Practice of Forest Landscape Restoration. Case Studies from the Drylands of Latin America*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Fernández, R., C. Rodríguez, M. Arreguín y A. Rodríguez. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica*. 9:1-151.

- Gallardo, J.A. 2004. Efecto de la orientación y la altitud sobre la heterogeneidad vegetacional en el cerro verde, Nizanda (Oaxaca), México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- García, P.M. 2004. Reproducción y germinación de *Agave cupreata* Trel. & Berger. (Agavaceae) en la localidad de Ayahualco, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, D.F.
- Gerhardt, K. 1993. Tree seedling development in tropical dry abandoned pasture and secondary forest in Costa Rica. *Journal of Vegetation Science*. 4:95-102.
- Griscom, H.P. y M.S. Ashton. 2011. Restoration of dry tropical forest in Central America: A review of pattern and process. *Forest Ecology and Management*. 261: 1564-1579.
- Guízar E. y D. Granados. 1996. Ecología de la vegetación secundaria del suroeste de Puebla. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales*. 1: 53-59.
- Gunderson, L.H. 2000. Ecological resilience in theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 31:425-439.
- Harris, J.A., R.J. Hobbs, E. Higgs y J. Aronson. 2006. Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecology*. 14(2):170-176.
- Hilderbrand, R.H., A.C. Watts y A.M. Randle. 2005. The myths of restoration ecology. *Ecology and Society*. 10(1):19.

- Hobbs, R.J. 2016. Degraded or just different? Perceptions and value judgements in restoration decisions. *Restoration Ecology*. doi: 10.1111/rec.12336.
- Hobbs, R.J. y D.A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*. 4(1):93-110.
- Holl, K. y J. Cairns. 2008. Monitoring and appraisal. 411-432. En: Perrow, M. y A. Day (Ed.). *Handbook of Ecological Restoration. Volume 1. Principles of Restoration*. Cambridge University Press.
- Holz, S., G. Placci y R.D. Quintana. 2009. Effects of history of use on secondary forest regeneration in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). *Forest Ecology and Management*. 258:1629-1642.
- INEGI. 2010. Censo General de Población y Vivienda. Principales Resultados por Localidad (ITER). México. www.inegi.org.mx.
- Jackson, S.T. y R.J. Hobbs. 2009. Ecological Restoration in the Light of Ecological History. *Science*. 325:567-569.
- Janzen, D.H. y P.S. Martin. 1982. Neotropical anachronisms – the fruits the gomphotheres ate. *Science*. 215: 19:27.
- Jiménez-Lobato, V. y T. Valverde. 2006. Population dynamics of the shrub *Acacia bilimekii* in a semi-desert region in central Mexico. *Journal of Arid Environments*. 65:29-45.

- Jiménez-Ramírez, J., M. Martínez-Gordillo, S. Valencia-Avalos, R. Cruz-Durán, J.L. Contreras-Jiménez, E. Moreno-Gutiérrez y J. Calónico-Soto. 2003. Estudio florístico del Municipio Eduardo Neri, Guerrero. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*. 74(1):79-142.
- Johnson, D.E. 2000. *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. International Thomson Editores.
- Jordan III, W. 2000. Restoration, community, and wilderness. 23-36 pp. En: Gobster, P.H. and R.B. Hull (Eds). *Restoring Nature. Perspectives from the Social Sciences and Humanities*. Island Press, Washington, D.C.
- Jordan III, W., M. Gilpin and J. Aber. 1987. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. 3-22 pp. En: Jordan III, W., M. Gilpin and J. Aber (Eds.) *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press. New York.
- Karremans, A.J. 1994. *Sociología Para El Desarrollo: Métodos de Investigación y Técnicas de la Entrevista*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.
- Katz, E. 2000. Another look at restoration: technology and artificial nature. 37-48 pp. En: Gobster, P.H. y R.B. Hull (Eds). *Restoring Nature. Perspectives from the Social Sciences and Humanities*. Island Press, Washington, D.C.

- Lebrija-Trejos, E., E.A. Pérez-García, J.A. Meave, L. Poorter, y F. Bongers. 2011. Environmental changes during secondary succession in a tropical dry forest in Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 27(5):447-489.
- Lebrija-Trejos, E., J.A. Meave, L. Poorter, E.A. Pérez-García y F. Bongers. 2010. Pathways, mechanisms and predictability of vegetation change during tropical dry forest succession. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 12:267-275.
- Lebrija-Trejos, E. F. Bongers, E.A. Pérez-García y J.A. Meave. 2008. Successional change and resilience of a very dry tropical deciduous forest following shifting agricultura. *Biotropica*. 40(4):422-431.
- Light, A. 2000. Ecological Restoration and the culture of the nature: a pragmatic perspective. 49-70 pp. En: Gobster, P.H. y R.B. Hull (Eds.). *Restoring Nature. Perspectives from the Social Sciences and Humanities*. Island Press, Washington, D.C.
- Lohbeck, M., L. Poorter, E. Lebrija-Trejos, M. Martínez-Ramos, J.A. Meave, H. Paz, E.A. Pérez-García, I.E. Romero-Pérez, A. Tauro y F. Bongers. 2013. Successional changes in functional composition contrast for dry and wet tropical forest. *Ecology*. 94(6):1211-1216.
- Lott, E.J., Bullock, S.H. y Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and Arroyo forest of Coastal Jalisco. *Biotropica*. 19: 228-235.

- Martínez, M., S. Valencia y J. Calónico. 1997. Flora de Papalutla, Guerrero y de sus alrededores. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica*. 68(2):107-133.
- Maass, M., A. Búrquez, I. Trejo, D. Valenzuela, M. González, M. Rodríguez y H. Arias. 2010. Amenazas. 321-348 pp. En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (Eds.). *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Fomento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Maza-Villalobos, S., C. Lemus-Herrera y M. Martinez-Ramos. 2011. Successional trends in soil seed Banks of abandoned pastures of a Neotropical dry region. *Journal of Tropical Ecology*. 27(1):35-49.
- Meredith, P.M., C.M. Peters, M.I. Palmer y C. Illsley. 2011. Effect of habitat and grazing on the regeneration of wild *Agave cupreata* in Guerrero, Mexico. *Forest Ecology and Management*. 262: 1443-1451.
- Miramontes, O., O. DeSouza, D. Hernández y E. Ceccon. 2012. Non-Lévy mobility patterns of mexican Me'Phaa peasants searching for fuel Wood. *Human Ecology*. 40:167-174.
- Morales, A. 2010. Selección de especies de selva baja caducifolia para la restauración de un área degradada en la cuenca del río Tembebe en Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.

- Moreno, C.E. 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España.
- Moreno-Calles, A.I. y A. Casas. 2010. Agroforestry systems: restoration of semiarid zones in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Ecological Restoration*. 28(3):361-368.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley. New York.
- Murphy, P.G. y A.E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17:67-88.
- Nath, C.D., H.S. Dattaraja, H.S. Suresh, N.V. Joshi y R. Sukumar. 2006. Patterns of tree growth in relation to environmental variability in the tropical dry deciduous forest at Mudumalai, southern India. *Journal of Biosciences*. 31(5):651-669.
- Newton, A.C., R.E. Castillo, C. Echeverría, D. Geneletii, M. González-Espinosa, L.R. Malitzia, A.C. Premoli, J.M. Rey Benayas, C. Smith-Ramírez y G. Williams-Linera. 2012. Forest landscape restoration in the drylands of Latin America. *Ecology and Society*. 17(1):21.
- Newton, A.C. y N. Tejedor. 2011. Introducción. En: Newton, A.C. y N. Tejedor (Eds.). *Principles and Practice of Forest Landscape Restoration. Case Studies from the Drylands of Latin America*. IUCN, Gland, Switzerland.

- O-Toris, J., B. Maldonado y C. Martínez-Garza. 2012. Efecto de la perturbación en la comunidad de herbáceas nativas y ruderales de una selva estacional mexicana. *Botanical Sciences*. 90(4):469-480.
- Pérez, K., Y. Hernández y C. Toledo. 1998. Análisis espacial de los aspectos demográficos, agrarios y ambientales de tres municipios de La Montaña de Guerrero. *Investigaciones Geográficas*. 37: 37-58.
- Pearson, D. 1971. Vertical stratification of birds in a tropical dry forest. *The condor*. 73(1):46-55.
- Piotto, D., E. Viquez, F. Montagnini y M. Kanninen. 2004. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. *Forest Ecology and Management*. 190:359-372.
- Prat, C., A. Martínez-Palacios y E. Ríos. 2012. Participative actions for economic benefits of agave forestry. En: Schwilch, G., R. Hessel y S. Verzaandvoort. *Desire for Greener Land. Options for Sustainable Land Management in Drylands*. Bern, Switzerland and Wageningen, The Netherlands: University of Bern-CDE, Alterra-Wageningen UR, ISRIC-World Soil Information and CTA-Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Romero-Duque, L.P., V.J. Jaramillo y A. Pérez-Jiménez. 2007. Structure and diversity of secondary tropical dry forest in Mexico, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management*. 253:38-47.

- Rzedowski, J. y G. Calderón. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*. 102:1-23.
- Salgado-Terrones, O., M. Borda-Nilo y E. Ceccon. 2016. Uso y disponibilidad de leña en la montaña de Guerrero y sus posibles implicaciones en la unidad socio-ambiental. (En revisión).
- Salgado-Terrones, O. 2015. Caracterización del uso y calidad de especies nativas para leña en comunidades de Acatepec, Guerrero con fines de restauración. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Sagar, R., A. Pandey y J.S. Singh. 2012. Composition, species diversity, and biomass of the herbaceous community in dry tropical forest of northern India in relation to soil moisture and light intensity. *Environmentalist*. 32:485-493.
- SERI. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration. Science and Policy Working Group. www.ser.org.
- Shackelford, N., R.J. Hobbs, J.M. Burgar, T.E. Erickson, J.B. Fontaine, E. Laliberté, C.E. Ramalho, M.P. Perring y R.J. Standish. 2013. Primed for change: developing ecological restoration for the 21st century. *Restoration Ecology*. 21(3):297-304.
- Smith, T. y R. Smith. 2007. *Ecología*. Pearson Addison Wesley.

- Suding K.N. y R.J. Hobbs. 2009. Threshold models in restoration and conservation: a developing framework. *Trends in Ecology and Evolution*. 24(5):271-279.
- Toledo, V. y M. de J., Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. 739-758 pp. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Comp.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and Conservation*. 11:2063-2084.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation*. 94:133-142.
- Trejo, R.I. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relación con el clima y el suelo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- Vargas, A. 1991. Sobrevivencia y crecimiento de leguminosas utilizadas en la reforestación de selva baja caducifolia en la montaña de Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- Wali, M.K. 1992. Ecology of the rehabilitation process. 3-26 pp. En: Wali, M.K. (Ed.). *Ecosystem Rehabilitattion Vol. I*. SBP Academic Publishing bv. The Hague, The Nertherlands.

Whittaker, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Second Edition. Macmillan. New York.

Wortley, L., J. Hero y M. Howes. 2013. Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. *Restoration Ecology*. 21(5):537-543

Young, T.P. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*. 92:73-83.

Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Second Edition. Prentice-Hall. New Jersey.

ANEXOS

I. ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Productor entrevistado: Juan Aranda

Encuestador: Alan Chaparro Santiago

ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA

I. MOTIVOS POR LOS CUALES DECIDIÓ PARTICIPAR EN EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN.

1.- ¿Qué opina sobre el proyecto de reforestación que se realizó en su parcela?

R= El productor está de acuerdo con el proyecto ya que le permitió obtener muchos beneficios económicos y de manutención para su familia con los que antes no contaba. Sin embargo, cree que faltan muchas cosas como una cerca en la parcela para que las plantas sobrevivan y pueda seguir manteniendo los beneficios que obtiene de ella.

A lo largo de la entrevista el productor respondía a las preguntas y daba información extra que puede ser tomada como una opinión general sobre el proyecto.

2.- ¿Cómo se enteró de las actividades de reforestación y por qué decidió participar?

R= “Empecé con la asociación del CIUAC (CIOAC) con el profe. Roberto, por aquel tiempo nos habló que por ahí andaba una tal Julia Carabias es ella el que le empezó a echar la mano a él para poder sacar provecho en este pueblo. Julia habló y consiguió el apoyo, primero me dio árboles frutales y luego la reforestación. Fuimos convocados por el profe. Roberto para darnos los árboles, muchos no quisieron porque no les iban a dar efectivo, pura planta”.

3.- ¿Ha obtenido lo que esperaba al participar en este proyecto?

R= Sí, el productor esperaba obtener algunos bienes y servicios ambientales con los cuales no contaba.

“Ahí no había leña había puro barbecho entonces no teníamos donde, teníamos que salir, un señor, Polito se llamaba ese si siempre lo cuidaba, lo protegía su terreno siempre había leña aunque sea ramitas, aunque sea casahuate. Mi hermano Marcelino y yo íbamos a juntar y entonces fue cuando dije: vamos a decir, puro andar robando que tal y al rato se muere el señor y ya sus hijos nos van a correr y entonces ahí surgió mi idea de que al rato hoy yo estoy sufriendo y al rato hasta mis hijos y por eso mi intención era reforestar y no nomas eso quiero más reforestar pero las dependencias me ponen muchas trabas”.

4.- ¿Ha visto cambios en su parcela durante este tiempo? ¿Cuáles?

R= “Ahora que tiene maguey veo que retiene más el suelo, toda la basura, todo lo podrido ahí queda y entonces recuperamos más suelo, ahí el Maguey tiene más ventaja porque no tanto le entra la vaca y el chivo”.

“Ahorita ya está lleno de árboles, ya hay leña”.

5.- ¿Qué actividades dejó de hacer al introducir las plantas de reforestación? ¿Por qué?

R= El dueño anterior de la parcela sembraba maíz pero después de que el productor lo compró ya no realizó ninguna actividad.

6.- ¿Cuál era la condición de su parcela antes de la reforestación?

R= “Estaba pelón pelón, cuando yo compré el dueño lo rentaba sembraban puro maíz y sólo barbecho estaba tirado hace unos 30-40 años”.

“El suelo estaba muy jodido desde que le compré el terreno a mi tío que en paz descansa. Ahí por la casa blanca no había árboles ahí estaban bajando ejotes”.

II. ACTIVIDADES QUE HA REALIZADO SOBRE LA PARCELA.

7.- ¿Cómo le hizo para llevar y poder sembrar las plantas en su parcela? (esfuerzo empleado)

R= “Con mi familia y mis hijos ellos arreando los burros cargando de la carretera los subimos con burros no había carretera ahí arreándolos todo el día”.

“Los vecinos me decían: ¿qué estás haciendo Juan?, las espinas nace sola para que quieres Maguey dice, ¡ahora sí! buenas

cacayas hay y la leña, luego los vecinos andan leñando, los de Zoyatlan andan leñando, yo los dejo, pero solo ramitas secas, árboles verdes no”.

8.- ¿Cómo le ha hecho para cuidar su parcela? (tiempo empleado, ayuda de familiares, etc.)

R= “Nosotros lo cuidamos, pero igual no nos atienden como debe ser (las autoridades), ahí pues gracias a Dios porque vivo ahí pues pero si no, no iba a haber nada de planta, ahí lo malo que ven unos que otros ahí están (plantas), lo recuerdo del vivero, pero porque vivo ahí peleando con los vecinos, ¡pues mira saquen a sus chivos!, aunque den pues guerra, me tienen coraje, pero sólo así se logran las plantas. Tu no lo vienes a supervisar le dijo, al rato llegan a supervisar no encuentran nada por lo menos que encuentren algo que cuantificar. Pero peleando con los vecinos”.

9.- ¿Por qué motivos a cuidado la parcela? (beneficios que propician su cuidado)

R= Por los beneficios que obtiene de ella (sustento económico para su familia y autoconsumo), así como la recuperación de suelo.

III. BENEFICIOS QUE HA OBTENIDO DE LA PARCELA EN REHABILITACIÓN.

10.- ¿Qué mejoras ve actualmente en su parcela?

R= “Ahora que tiene Maguey veo que retiene más el suelo, toda la basura, todo lo podrido ahí queda y entonces recuperamos más suelo, ahí el maguey tiene más ventaja porque no tanto le entra la vaca y el chivo”.

“Ahorita ya está lleno de árboles, ya hay leña”.

11.- ¿Cómo se beneficio su familia desde que reforesto su parcela?

R= Su familia se beneficia de los recursos que obtiene de la parcela, los cuales anteriormente no existían, ya que utiliza algunas cosas para consumo propio y otras las designa a la venta.

“Bueno si Dios presta la vida pos estoy al tanto para trabajar, como le digo a las autoridades, no pos que mejor quiero, porque de ahí nos mantenemos”.

12.- ¿Qué piensa hacer después con su parcela?

R= Por el momento el productor no planea alguna actividad para el futuro sin embargo, contempla el posible uso que le dará su familia cuando hereden su parcela, él piensa que sus hijos y sus nietos se podrán mantener de la parcela.

“Yo como ya conozco mi terreno son empinados pues, necesito el maguey, necesito meterlo ahí donde hace falta, como el maguey sostiene el suelo no se lava tan como quiera, todo el pastito que se da ahí, ahí se pudre se mantiene y con el tiempo se va componiendo el terreno, no se a lo mejor aquí 10-20 años a lo mejor lo van a querer sembrar mis nietitos, ya tienen más producción por que ya tienen pues conque”.

(Hija) “Nosotras si lo vamos a valorar porque son cosas que mi papa también ha sufrido ahí, haz de cuenta que es una parte de su vida que está dejando”.

13.- ¿Qué ayudaría a que usted mantuviera la parcela como esta?

R= “Faltan muchas cosas, porque una parcela necesita estar cercada para que uno pueda sacar algo de provecho. Porque así como lo dan entran muchos animales. La parcela aunque sea dos plantitas ahí está pero siempre están maltratadas porque no está cercado, pero no con alambre de púas, lo que necesita es malla. Un cultivo o frutales necesitan malla. Si los animales lo comen, no puede sacar provecho la familia o el pueblo. Después de un tiempo cuando ya están grandes los árboles se puede quitar la malla, es como un niño chiquito, si lo cuidas se da”.

“pata de cabra, tepehuaje, tlahuítoles, yupaquelites se fueron por los chivos y sólo quedaron algunos en la barranca por ello se necesita cercar para poder trabajar, producir y poder mejorar más suelo, aunque sea un hectárea”.

El productor ha intentado entrar a programas gubernamentales de reforestación pero no ha podido debido al exceso de requisitos. El desea que los programas gubernamentales no pongan muchas “trabas”, cree que la falta de apoyo al campo causa la degradación. Incluso está de acuerdo si le piden poner una parte de dinero.

“Entonces eso es lo que nos pasa, no podemos hacer algo en este país, porque no creo nomas aquí a lo mejor todos los lados así con este tipo de gobierno, yo ya fui a CONAFOR porque tengo muchas ganas de sembrar cacayas por que se venden muy bien aquí (mercado de Tlapa) se vende mucho. La cacaya trae una historia de mi abuelito, me contaba que aquel tiempo cuando fue la revolución lo comían por que no había nada, comían el quiyote tierno con un puñito de masa lo muelen y bien rico tortilla. Asadito se come el quiyote y por eso yo lo valoro mucho es una trayectoria de lo más antigua vienen, esa que mantuvieron los abuelos cuando no tenían que comer, entonces son buenos ahora y luego no hay, ahora se vende bien aquí, imagínate se vende a 10

pesitos ½ litro y el maíz esta a 6 pesos, es mejor tiene más salida pero no hay. Y luego yo le recomiendo el guaje de caballo y el yupaquelite bien caro 10 pesitos no mas para un platito la flor se consume mucho en semana santa”.

También vende guaje de caballo y colorado. El guaje colorado lo vende más. El guaje de caballo lo aprovechan por las hojas y las semillas pero se vende más la hoja y la flor.

14.- Si hubiera más programas de este tipo, ¿Volvería a participar?

R= “Sí, pero me gustaría que fuera completo (con cercado)”.

El productor está dispuesto a invertir trabajo y dinero para reforestar.

“Lo que hace falta es que los programas no pongan tantas trabas para poder mejorar más terrenos a lo mejor todo el pueblo se animaría, ya podrían trabajar más”.

Comentarios:

- La entrevista se realizó en el mercado de Tlapa. El productor se encontraba vendiendo productos de su cosecha con su esposa y con ellos estaban algunas de sus hijas.
- Al parecer la brecha que atraviesa su parcela la hizo él.
- El productor ve más potencial para reforestar la zona.
- Durante la entrevista participaron algunas hijas del productor.

II. VI. PARCELA REHABILITADA

VI. PARCELA REHABILITADA																								
<p>PASTOREO</p> <p>153. ¿Los animales que pastorean en esta parcela son suyos?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p>	<p>157. ¿El pastoreo en la parcela se realiza en alguna temporada específica?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>En caso de ser sí especificar.</p>	<p>161. ¿Las ramas se les da en la parcela o en el encierro?</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>165. ¿Qué árboles utiliza para leña?</p> <p>_____ (esp).</p>	<p>170. ¿Cuáles?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Planta</th> <th>Uso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.</td><td></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td></tr> <tr><td>4.</td><td></td></tr> <tr><td>5.</td><td></td></tr> <tr><td>6.</td><td></td></tr> <tr><td>7.</td><td></td></tr> <tr><td>8.</td><td></td></tr> <tr><td>9.</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Planta	Uso	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.	
Planta	Uso																							
1.																								
2.																								
3.																								
4.																								
5.																								
6.																								
7.																								
8.																								
9.																								
<p>154. ¿A quien pertenece?</p> <p>1. Familia</p> <p>2. Vecinos</p> <p>3. Otros (esp.)</p>	<p>158. ¿Con que frecuencia pastorean en la parcela?</p> <p>1. Especificar No. días/semana _____</p>	<p>LEÑA</p> <p>162. ¿Cuántas cargas de leña recolecta por semana?</p> <p>_____</p>	<p>166. ¿Otras personas que no son de su familia utilizan leña de su parcela?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>En caso de ser no pasar a la 169</p>	<p><input type="checkbox"/></p>																				
<p>155. ¿Qué tipo de ganado pastorea?</p> <p>1. Chivos</p> <p>2. Vacas y toros</p> <p>3. Otros (esp.)</p>	<p>159. ¿Se desraman árboles para alimentar el ganado?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p> <p>En caso de ser si</p>	<p>163. ¿Qué usos le da a la leña que recolecta?</p> <p><input type="checkbox"/> Hogar</p> <p>2. Miembros de familia _____ (esp.)</p> <p>3. Venta</p> <p>4. Otro (esp.)</p>	<p>167. ¿Recibe algún pago?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p>	<p>171. ¿En qué temporada las recolecta?</p> <p>_____ (esp)</p>																				
<p>156. ¿Cuántos animales aproximadamente pastorean en el sitio?</p> <p>1. 1-5</p> <p>2. 6-15</p> <p>3. 16-25</p> <p>4. 25 o más (esp.)</p>	<p>160. ¿Qué árboles utiliza?</p>	<p>164. La leña la obtiene de:</p> <p>1. Ramas</p> <p>2. Árboles completos</p> <p>3. Árboles muertos</p> <p>4. Otros (esp.)</p>	<p>168. ¿De qué tipo?</p> <p>_____ (esp)</p> <p>COLECTA</p> <p>169. ¿Utiliza alguna planta para comer, curar o venta?</p> <p>1. SI <input type="checkbox"/> 2. NO <input type="checkbox"/></p>	<p>172. ¿Con qué frecuencia?</p> <p>_____ (esp)</p> <p><input type="checkbox"/></p>																				
<p>COMENTARIOS:</p>																								