



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales



***Conocimiento ecológico local y selección de especies
prioritarias para guiar la restauración ecológica en la
Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo.***

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA INTEGRATIVA
PRESENTA

Bióloga Dení Isaí González Torres

Tutor de Tesis:
Dr. Leonel López-Toledo

Co-Tutor de tesis:
Dr. Moisés Méndez Toribio

Morelia, Michoacán
junio de 2022



Resumen

Los proyectos de restauración ecológica buscan asegurar la recuperación de las funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar de las comunidades locales. Los conocimientos ecológicos locales suponen una valiosa contribución a la gestión de los recursos naturales, pero apenas se tienen en cuenta en el proceso de toma de decisiones durante la fase de planificación de la restauración de los ecosistemas. La selección de especies para la restauración es un paso primordial para el éxito de un proyecto de restauración. El presente estudio pretende determinar la utilidad potencial de los conocimientos ecológicos locales en la fase de planificación y en la priorización de especies para la restauración ecológica a través de un índice de selección. El estudio se realizó en dos localidades del occidente de México ubicadas en la zona de amortiguamiento y en la zona limítrofe de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, en Michoacán México. Se realizó un análisis cualitativo con la información recogida mediante la aplicación de 60 entrevistas semi estructuradas a la población local. Encontramos que la población local posee valiosos conocimientos ecológicos sobre las especies arbóreas. Además, los entrevistados reconocen que los bosques proporcionan importantes servicios ecosistémicos, como la regulación del clima y el ciclo del agua, el suministro de oxígeno, las materias primas y los servicios culturales. La población local es consciente de los problemas medioambientales y puede sugerir acciones ecológicas y socioeconómicas destinadas a revertir la pérdida de la cubierta vegetal y la degradación de los bosques. Se encontró influencia tanto positiva como negativa por parte de ONG, la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo y la CONAFOR. Finalmente se identificaron elementos clave en el conocimiento ecológico local que pueden orientar la planificación y las futuras acciones de restauración en el bosque seco tropical. Una vez integrado el índice se encontró que las especies prioritarias para la restauración en la región fueron *Cordia elaeagnoides*, *Amphipterygium adstringens*, *Acacia picachensis*, *Jacaratia mexicana* y *Handroanthus impetiginosus*. Los resultados de este estudio pueden ser de gran interés para ejidatarios, tomadores de decisiones y científicos interesados en realizar actividades de restauración.

Palabras clave. Importancia Cultural, Etnoecología, Socio ecosistemas, Servicios Ecosistémicos, Valor de Importancia Relativa, Gobernanza.



Abstract

Ecological restoration projects seek to ensure the recovery of ecological functions and ecosystem services fundamental to the well-being of local communities. Local ecological knowledge makes a valuable contribution to natural resource management, but is rarely considered in the decision-making process during the planning phase of ecosystem restoration. Species selection for restoration is a critical step in the success of a restoration project. The present study aims to determine the potential usefulness of local ecological knowledge in the planning phase and in the prioritization of species for ecological restoration through a selection index. The study was conducted in two localities in western Mexico located in the buffer zone and in the border zone of the Zicuirán-Infiernillo Biosphere Reserve in Michoacán, Mexico. A qualitative analysis was carried out with the information collected through the application of 60 semi-structured interviews with the local population. We found that the local population has valuable ecological knowledge about tree species. In addition, interviewees recognize that forests provide important ecosystem services, such as climate and water cycle regulation, oxygen supply, raw materials and cultural services. Local people are aware of environmental problems and can suggest ecological and socioeconomic actions aimed at reversing the loss of vegetation cover and forest degradation. Both positive and negative influence was found from NGOs, the Zicuirán-Infiernillo Biosphere Reserve and CONAFOR. Finally, key elements in local ecological knowledge were identified that can guide planning and future restoration actions in the tropical dry forest. Once the index was integrated, it was found that the priority species for restoration in the region were *Cordia elaeagnoides*, *Amphipterygium adstringens*, *Acacia picachensis*, *Jacaratia mexicana* and *Handroanthus impetiginosus*. The results of this study may be of great interest to ejidatarios, decision makers and scientists interested in restoration activities.



Dedicatoria

Le dedico esta tesis y el esfuerzo detrás de ella a cada comunidad rural en México por vivir y entender el mundo a su manera. También dedico mi trabajo a quien encuentre utilidad en él.

Agradecimientos

Quiero agradecer al CONACYT por financiar mi estancia en la maestría, a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, por las facilidades logísticas para poder cursar materias que me formaron adecuadamente y los instrumentos necesarios para poder concluir con la maestría. Al Laboratorio de Ecología Vegetal y al INECOL por el financiamiento del proyecto. También quiero agradecer a las y los distintos docentes que me permitieron ser su alumna y me acompañaron a la distancia. Al Dr. Leonel López-Toledo por aceptar dirigir mi tesis y siempre darme la libertad de elegir mi propio camino en la investigación. Al Dr. Moisés Méndez-Toribio por co-asesorarme por su guía e instrucción. A la Dra. Isela Zermeño-Hernández por su paciencia, compañía y disciplina. En general a todo mi comité por su tiempo y consejos.



Contenido

Prefacio	6
Introducción general	7
Objetivo	11
Objetivos específicos	11
Métodos Generales	12
Capítulo I. El valor del conocimiento ecológico local para la restauración ecológica.....	16
Capítulo II. Selección de especies prioritarias para la restauración ecológica.....	43
Conclusión general	63
Bibliografía general	65
Anexos	81

Índice de cuadros y figuras

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	28
Figura 2. Red de elementos clave sobre el conocimiento ecológico local	34
Figura 3. Valor de Importancia Relativa de las primeras 15 especies en el ISER	54
Figura 4. Valor del Índice Significativo TRAMIL de las primeras 15 especies en el ISER	55
Figura 5. Valor de la tasa de germinación de las primeras 15 especies en el ISER	56
Figura 6. Primeras 15 especies prioritarias para la restauración de acuerdo al ISER	57
Cuadro 1. Especies prioritarias para la restauración de acuerdo al ISER	58



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales



Prefacio

*Las personas no aman lo que no conocen,
no conocen lo que no les importa
y no les importa lo que no entienden.*

- Juan Manuel Ortega



Introducción general

El conocimiento ecológico local (CEL) es un elemento importante para guiar los proyectos de restauración ecológica. Las comunidades locales tienen un acercamiento personal a las problemáticas y cambios que se van dando en su territorio (Richeri et al., 2013). Lo que significa que tienen la capacidad de tomar decisiones a la hora de contribuir en los proyectos de restauración (Mansourian, 2021; Singh et al., 2021). Cada vez se resalta más la importancia de abrir un espacio para el discurso local dentro de las diferentes etapas de los proyectos de restauración, para entender cuáles son las intenciones sociales, los objetivos y las motivaciones de las comunidades locales en el manejo de sus ecosistemas (Ceccon, 2021; Gann et al., 2019; Sigman & Elias, 2021).

La deforestación de los ecosistemas es una de las principales amenazas para la biodiversidad, cobertura forestal y servicios ecosistémicos en México y el mundo, de ahí la importancia de la restauración ecológica como un proceso para restablecer aptitudes funcionales de los ecosistemas. En el periodo 2001-2018, la tasa de deforestación en México fue de 212,070 ha/año y particularmente para el bosque tropical seco la tasa fue de 57,733 ha/año para el mismo periodo, lo que representa una pérdida del 27% de su superficie total (CONAFOR, 2020). De continuar esta tendencia, la deforestación podría acabar con una parte importante de los bosques en pocas décadas o con las funciones de estos ecosistemas, que representan servicios para el ser humano. La reducción de la cobertura forestal puede llevar a la pérdida de servicios ecosistémicos como la regulación del clima, producción de oxígeno o la provisión de materias primas que sirven para cubrir necesidades particulares en cada localidad (Ceccon, 2013; Zepeda et al., 2017). Estas alteraciones de los ecosistemas y de los servicios que prestan los bosques no sólo afectan a la biodiversidad, sino que también amenazan los medios de vida y la integridad cultural de las comunidades que dependen directamente de estos, por lo que involucrar a las comunidades en los proyectos de restauración es cada vez más urgente (López, 2012; Singh et al., 2021). Los daños a los ecosistemas causados por las actividades humanas suelen mitigarse mediante intervenciones de restauración. Un proyecto de restauración debe considerar el ecosistema de referencia, los grupos funcionales, el ambiente físico, la



integración del paisaje, proveer bienes y servicios, servir como hábitat, promover la diversidad genética y tener un valor social (SER, 2004). En este sentido, el co-diseño de proyectos de restauración junto con las comunidades locales que se basan en sus conocimientos y experiencias locales puede contribuir al éxito de la restauración ecológica (Ceccon et al. 2020).

La selección de especies en un proyecto de restauración enfocado en la reforestación, en especial bajo el enfoque socio-ecosistémico, debe priorizar las necesidades sociales y técnicas para asegurar el éxito a largo plazo de la restauración (Meli et al., 2014). La selección de especies debe ir siempre enfocada en cumplir las metas planteadas en los objetivos de cada proyecto, por ejemplo, especies capaces de sobrevivir a la sequía o especies con capacidad de retención del suelo, siempre considerando la diversidad, la estructura y el funcionamiento ecológico (Marques de Abreu et al., 2016). Así mismo, idealmente, las especies seleccionadas para la restauración también deberían tener características que permitan un aprovechamiento, de tal manera, que se promuevan las prácticas tradicionales (Ceccon, 2013; Ceccon & Pérez, 2016; Tituaña & Guevara, 2017). Ya que, al considerar las especies vegetales más utilizadas por los pobladores y los usos que les dan, se aseguran los recursos para la subsistencia, sin necesidad de sobreexplotar el bosque (Moreno-Casasola & Paradowska, 2009). Por lo tanto, la selección de especies además de cumplir con las características ecológicas y funcionales particulares de cada proyecto, también debe ajustarse a las características sociales de su contexto.

Esta tesis es una respuesta a las políticas, necesidades e iniciativas internacionales en el campo de la restauración ecológica. Desde hace años se habla de la urgencia de incluir a las comunidades locales en los proyectos de restauración, así como de promover los programas de acción de abajo hacia arriba (Ceccon, 2013; Gann et al., 2019; Gavin et al., 2015). Entendiendo que las decisiones humanas son precursoras de la actual crisis ambiental, es importante involucrar a las comunidades rurales en la toma de decisiones (Castillo et al., 2020). Dado que en todo el mundo un poco más de 3,400 millones de personas habitan zonas rurales, darles prioridad y otorgarles el derecho de gestionar la restauración, representa una forma de justicia ambiental (Banco Mundial, 2022; Martin et al., 2021).



Destacando que para lograr que un proyecto sea sostenible a largo plazo y sustentable, debe surgir desde lo local y para lo local, dado que los proyectos de restauración deben responder a las necesidades locales (Mansourian, 2021). La pertinencia regional de esta investigación está dada en función de que en México los ejidos y comunidades son los propietarios de la mayor parte del territorio además de ser los que toman las decisiones dentro de sus propiedades (Casique Reyes, 2018). Por lo que tomar en cuenta el CEL así como sus objetivos en la conservación, restauración y manejo de sus predios, serán aportes importantes en los proyectos de restauración ecológica.

La presente tesis se conforma de dos capítulos que están estrechamente relacionados y se complementan mutuamente sobre un mismo concepto, la importancia del CEL para el aprovechamiento, conservación de los recursos, y la restauración de los ecosistemas, en particular del bosque tropical seco. Cada capítulo aborda aspectos relacionados al CEL, desde distintas vertientes. Para esto se recabaron elementos del conocimiento ecológico local de dos ejidos de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo en el Estado de Michoacán, La Caja de Zicuirán y El Naranjo de Tziritzicuaro. La finalidad de recabar la información de ambos ejidos fue para interpretar y analizar el discurso local en torno a los recursos forestales del bosque tropical seco. Se partió de que no existe una sola forma de intervención en los proyectos de restauración por parte de las comunidades, más bien, el CEL determinará la capacidad de contribución de los propietarios en los proyectos (Cegarra, 2012; Finol & Finol, 2017). Para esto, se realizaron entrevistas semi-estructuradas acompañadas de observación participante para la obtención de la información. La interpretación y análisis se realizó mediante análisis del discurso apoyado en el programa Atlas.ti®.

En el primer capítulo se describe la utilidad teórica y práctica del LEK en los proyectos de restauración, específicamente en la etapa de diagnóstico. Las comunidades locales son conscientes de sus principales problemáticas tanto ambientales como socioeconómicas, por lo que el conocimiento que tienen sobre sus ecosistemas permite dilucidar más claramente cuáles son las posibles barreras para la restauración que podrían afectar el resultado de la restauración. Además, es posible que los pobladores sean capaces



de sugerir cuál es el mejor nivel de intervención para sus bosques según su experiencia; restauración pasiva, regeneración natural asistida o plantaciones con especies autóctonas. Así mismo, el LEK resulta de gran ayuda en esta etapa para describir la distribución y estructura del bosque y con ello identificar el ecosistema de referencia, las especies con las que se restaurará, los árboles semilleros, y ser complemento del conocimiento científico a la hora de planear acciones de restauración. Además de lo anterior, en este capítulo se aborda la influencia que tienen las instituciones externas en el desarrollo de proyectos de restauración.

El segundo capítulo, aborda la importancia cultural y utilitaria de las especies arbóreas y cómo puede utilizarse este conocimiento para hacer una mejor selección de especies en un proyecto de restauración. Es importante no solo elegir a las especies por sus atributos ecológicos y funcionales, también hay que elegir especies que cubran las necesidades básicas de los ejidatarios. De igual forma, elegir especies solo por su valor cultural puede influir en el resultado de la restauración ecológica. Por lo tanto, es importante encontrar el equilibrio entre las necesidades sociales y los requerimientos ecológicos de los proyectos. Otro aporte importante para la información local es que sirve para poder considerar a las especies en riesgo de extinción local en los proyectos de restauración.



Objetivo

Analizar el discurso sobre el conocimiento ecológico local de dos ejidos en la Reserva Zicuirán-Infiernillo en Michoacán, así como sus implicaciones y aportes en la restauración ecológica y seleccionar especies prioritarias para la restauración.

Objetivos específicos

- Determinar la utilidad potencial del conocimiento ecológico local durante la fase de planificación de la restauración ecológica y explorar cuál es el papel de las instituciones en el proceso.
- Categorizar los usos de las especies arbóreas del bosque tropical seco de Tierra Caliente en Michoacán y su valor cultural, para crear una priorización de especies para la restauración con base en aspectos ecológicos, sociales y técnicos de las especies.



Métodos Generales

Área de estudio

El estudio se realizó en los ejidos de La Caja de Zicuirán (desde ahora Zicuirán) y El Naranja de Tziritzícuaro (desde ahora Tziritzícuaro); ambos localizados en el municipio de La Huacana en el estado de Michoacán. El municipio de la Huacana se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo (RBZI), fundada en 2007. La RBZI se ubica dentro de los municipios de Arteaga, Churumuco, La Huacana y Tumbiscatío. Sus coordenadas extremas son $102^{\circ}14'12''$ y $101^{\circ}29'21''$ de longitud Oeste y $19^{\circ}01'00''$ y $18^{\circ}11'43''$ de latitud Norte, con una extensión de aproximadamente 265 mil ha (CONANP, 2014). El bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978) con sus diferentes asociaciones o diferentes tipos de vegetación es la forma vegetal más representativa de la RBZI. Este tipo de vegetación se caracteriza por perder sus hojas durante los meses secos, dada la alta temperatura media anual (27°C) y el régimen de lluvias aproximadamente 850 milímetros anuales, concentrados en los meses de junio a septiembre (INEGI, 2017).

Características socioeconómicas de las comunidades

En el municipio de La Huacana en 2010 de acuerdo a los datos del INEGI vivían 20,210 personas, de las cuales aproximadamente el 80% se encuentra en situación de pobreza, pobreza extrema o en pobreza extrema y sin acceso a alimentación. En el municipio, las principales actividades económicas son actividades primarias como la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza (INEGI, 2010). Es importante destacar que el municipio tiene altos índices de migración, no solo a Estados Unidos, también a otras localidades con mayor flujo económico y oportunidades de trabajo (CONAPO, 2020).

El ejido de Zicuirán fue fundado el 14 de febrero de 1973. De acuerdo con la Resolución Presidencial, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 1973, se dotó de 997.5 ha divididas en dos polígonos (Fig.1). La resolución benefició a 52 personas de dos localidades: Zicuirán y El Jazmín. El área de uso común del ejido es de 866.75 ha,



7.9 ha son para asentamientos humanos y 122.8 ha son área parcelada. El Jazmín es la comunidad más cercana a los polígonos y es donde se encuentra la casa ejidal, también es donde viven la mayoría de los ejidatarios y cuenta con un pre-escolar y primaria. En la localidad de Zicuirán hay mayor flujo económico, siendo esta localidad la más poblada después de la cabecera municipal. Ahí se encuentra la una secundaria federal y un colegio de bachilleres. Actualmente existen 42 ejidatarios registrados en el PHINA (Padrón e Historial de Núcleos Agrarios; RAN, 2020). El ejido se encuentra a bordo de la carretera estatal Zicuirán-Churumuco. La principal actividad económica es el cultivo de temporal, se realiza en áreas externas al ejido. Los principales productos agrícolas son: granos básicos para alimento de ganado y consumo familiar, como son el maíz, frijol, ajonjolí y jamaica, más recientemente el limón (INEGI, 2010). La ganadería extensiva es una de las actividades más importantes realizadas dentro del ejido. Otro aporte económico importante son las remesas que reciben de los familiares que viven y trabajan en Estados Unidos. Zicuirán ha tenido un cambio reciente en el manejo y conservación de los recursos naturales. Cabe destacar que el 100% del ejido se encuentra en la RBZI, dentro de la zona de amortiguamiento del área núcleo I. En el 2011 comenzaron con el pago por servicios ambientales (PSA), programa que concluyó en 2015 y fue retomado en 2016. Además, el ejido cuenta con un registro de UMA extensiva (SEMARNAT-UMA-EX-0203-MICH/08) desde el 2008, sin embargo, aún no ha sido aprovechada. Este registro les ha permitido la conservación y manejo cinegético en vida libre de venado cola blanca. En 2014 el ejido constituyó un comité de vigilancia participativa, dentro del marco del programa de PSA, que hasta la actualidad sigue vigente, este comité se encarga de la implementación de prácticas de manejo en predios comunes. Más recientemente en el 2018 se les aprobó un vivero comunitario por parte del programa PROCODES, gestionado por la CONANP.

Tziritzícuaró fue fundado el 29 de agosto de 1938 y su registro se hizo oficial el 24 de septiembre de 1939. Con la fundación del ejido se benefició a 102 ejidatarios. El área total que ocupa el ejido es de 5,351 ha, de las cuales 3,769 ha son de uso común, 40.1 ha a asentamientos urbanos y 1,542.4 ha corresponden a área parcelada (RAN, 2020; Fig 1). En la actualidad hay 162 ejidatarios divididos en dos comunidades: Tziritzícuaró y El Naranja



de Tziritzícuaro (RAN, 2020). El ejido cuenta con un pre-escolar, una primaria y una telesecundaria. La principal actividad económica es la ganadería extensiva, cultivos de riego (e.g. limón y mango) y de temporal (e.g. maíz y ajonjolí; INEGI, 2010). En el aspecto de conservación de los recursos naturales, aproximadamente el 25% del ejido está dentro de la RBZI. Además, este ejido participó en el Programa de Pago por Servicios Ambientales de la CONAFOR durante el periodo 2015-2020.

Enfoque de investigación

La intención de la presente tesis fue explorar el CEL de dos comunidades es por eso que se utilizó el método cualitativo de investigación. Partiendo de que no existe una sola explicación y que la construcción del conocimiento así como de la realidad local no es algo que se pueda evaluar meramente con números (Bogdan, 1987; García-Rodríguez, 2019; Harrie, 2012; Lima Bandeira, 2020). A diferencia de algunos otros trabajos de ecología que buscan describir la realidad a partir de la descripción de leyes y generalizaciones, que a su vez permitan crear predicciones de los fenómenos, investigar el CEL necesita un enfoque basado en la realidad local y el significado que las personas otorguen a los fenómenos (Cantrell, 1996). En consecuencia, se buscaron herramientas etnográficas como la observación participante, que es el proceso de conocer las actividades de las personas estudiadas en el entorno natural a través de la observación (DeWalt, 2002), consiste en la observaciones en campo de forma directa por el investigador, es decir, todo lo que ve, escucha y piensa al respecto, se concentra en notas de campo para después ser analizadas con resto de la información recabada (Rekalde et al., 2013). La entrevista semi-estructurada, es una herramienta indispensable ya que permite la reconstrucción de lo social a través del lenguaje en donde el entrevistado arroja ideas, sentimientos así como el mismo inconsciente. Resultando en la entrevista como un elemento importante para el conocimiento de hechos sociales, el análisis de procesos de interacción cultural y la generación de un conocimiento sistemático sobre el mundo social, (Bernardo, 2011; Vela, 2001). Por último, se utilizó el análisis de discurso con la finalidad de analizar la interacción de las partes del discurso con el contexto (Valles, 1999).



Con la finalidad de comprender mejor el CEL, la interpretación de los datos obtenidos en campo así como su análisis se basó en el análisis del discurso. El análisis del discurso permite entender las practicas discursivas de las personas dentro de la vida en comunidad, explorando y analizando como lo que las personas dicen son hechos significativos en sus procesos sociales y como contribuye a la construcción de la realidad local (Urrea et al., 2013; Valles, 1999; Van-Dijk, 1980). El discurso de una comunidad a diferencia de las ideas es observable, además proporciona una manera en común de ver el mundo por los individuos, siendo el lenguaje en uso. El lenguaje no es solamente un medio de comunicación, es un factor que participa e influye en la construcción de la realidad local (Santander, 2011; Urrea et al., 2013). Entendiendo entonces el discurso local como un proceso de creación de significados, significantes y resignificaciones, que se legitiman en un marco social y cultural, para a su vez interpretar comportamientos sociales e ideologías (Cegarra, 2012; Finol & Finol, 2017; García-Rodríguez, 2019; Van-Dijk, 1980). Dicho lo anterior, se utilizó el análisis del discurso para poder interpretar y analizar los elementos discursivos de los pobladores entorno a CEL.

Recopilación de la información

Para explorar las percepciones locales se aplicaron entrevistas semi-estructuradas (Díaz, 2001; Harrie, 2012; Anexo 1). En primera instancia se visitaron los ejidos para pedir permiso a las autoridades locales y a los propietarios para la realización del proyecto (Anexo 2), en ese momento se identificó a las personas que mayor información podrían proveer (Harrie, 2012; Lima Bandeira, 2020; H. R. López, 1998) Posteriormente se visitó a las personas en su domicilio para la realización de la entrevista individual al jefe de familia, pero se permitió la colaboración de todos los presentes para aumentar la amplitud del conocimiento recogido. Se pidió permiso a los entrevistados para grabar en audio durante la entrevista, con el fin de reducir la posibilidad de perder información. El tamaño de muestra en cada ejido se determinó por medio de una curva de acumulación del conocimiento, cuando ya no había información novedosa se determinó por concluido el sitio (Harrie, 2012; H. R. López, 1998). Finalmente se recabaron un poco más de 10 horas de audio, entrevistando a 18 personas en Zicuirán y 13 personas en Tziritzicuaró.



Capítulo I

El valor del conocimiento ecológico local para la restauración ecológica





**The value of local ecological knowledge to guide ecosystem restoration on
a tropical dry forest in western Mexico**

Dení I. González-Torres^a, Leonel Lopez-Toledo^a, Isela E. Zermeño-Hernández y Moisés Méndez-Toribio^{b,c}

^a Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58330, Morelia, Michoacán, México. deni.gonzález@umich.mx; leonellopeztoledo@gmail.com

^b Instituto de Ecología, A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, 61600, Pátzcuaro, Michoacán, México. moises.mendez@inecol.mx

^c Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Avenida Insurgentes Sur 1582, 03940 Mexico City, Mexico.

Corresponding author: moises.mendez@inecol.mx (+52) 434 1179510. Instituto de Ecología, A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, 61600, Pátzcuaro, Michoacán, México



Abstract

Local ecological knowledge has a valuable contribution to natural resource management, but it is hardly considered in decision making process during ecosystem restoration planning phase. The present study aims to determine the potential usefulness of LEK in ecological restoration by asking: (1) what is the local ecological knowledge about the tropical deciduous forest of the inhabitants of two rural communities? (2) what are the main problems identified in their socioecosystem? (3) what are the possible alternatives they identify to participate in restoration actions in their different stages and at different levels of intervention? and finally, (4) what is the role of governmental and non-governmental institutions in the restoration process, as seen from the perspective of the landowners. The study was conducted in two localities in western Mexico located in the buffer zone and the border area of the Zicuirán-Infiernillo Biosphere Reserve, in Michoacán Mexico. We conducted a qualitative analysis with the information gathered through the application of 60 semi-structured interviews with the local population. We found that local people hold valuable ecological knowledges about tree species: they identify species distribution changes and recognize the existence of drought-tolerant trees. Moreover, respondents recognized that forest provide important ecosystem services such as regulation of climate and water cycle, supply of oxygen, raw materials, and cultural services. Local people are aware of environmental problems and can suggest ecological and socioeconomic actions aimed to reverse vegetation cover loss and degradation of forests. Reforestation was proposed as the main solution for the recovery of deforested and degraded forests, although assisted natural regeneration and natural regeneration were also pointed out. Finally, the



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales



influence of the reserve does not exist directly in the communities; rather, it is the internal organization of each community that makes the difference in terms of the benefits perceived from the reserve.

Key elements in LEK were identified that can guide planning and future restoration actions in the tropical dry forest.

Keywords: interpretability, perception, ancestral knowledge, tropical deciduous forest.



1. Introduction

The United Nations declared 2019 the “Decade for Ecosystem Restoration” to prevent, stop and reverse ecosystems loss and degradation worldwide. In the period 2001-2018, deforestation rate in Mexico was 212,070 ha/year, and particularly for the tropical dry forest this rate was 57,733 ha/year for the same period, which represents a loss of 27% of its total area (CONAFOR, 2020). Thus, if the current trend continues, deforestation could wipe out an important part of the forests in a few decades (Garzón et al., 2020; A. López, 2012; Mas et al., 2017). Historically in Mexico, the tropical dry forest has suffered degradation since ancient civilizations established their urban areas in this ecosystem (Trejo and Dirzo 2000). This ecosystem ones covered originally 33.5 million of hectares in Mexico, however, for 2003 only 20 % of this area remained in a conserved state (Challenger and Soberón, 2008). Tropical dry forest degradadation is due to chronic disturbances (Singh, 1998), generated by anthropogenic practices of low intensity, such as selective logging (Singh, 1998; Jara-Guerrero et al. 2021) and free-range herding of livestock (Méndez-Toribio et al., 2016). As a consequence of cover loss and ecosystem degradation, the forest loses its capacity to provide important ecosystem services such as climate regulation, oxygen production or the provision of raw materials for local communities (Mass et al. 2005; Ceccon, 2013; Zepeda et al., 2017). This said, it is increasingly urgent to implement or execute actions to reverse the loss of ecosystems and the timely intervention of ecological restoration.

In general, damage caused by human activities is usually repaired through restoration interventions. Ecological restoration projects seek to ensure the recovery of



ecological functions (Gann et al. 2019). Depending on the damage to be repaired, different intervention levels are implemented. For example, minimal intervention, also called “passive restoration” (Zahawi et. al. 2014) or “unassisted forest regeneration” (Chazdon 2008) aims to remove chronic disturbance to succeed natural succession (Chazdon et al. 2016). Intermediate restoration or assisted natural regeneration includes actions, aimed to remove sources of disturbance such as fire, grazing, or wood harvesting; it is also guided at reducing impediments to natural succession of natural communities (e.g., soil degradation, competition with weedy species, lack of seeds; Shono et al. 2007 and Ceccon 2013). Finally, maximal intervention involves establishing plantings of native species by skipping the early stages of succession (Lam et al 2005, and Gann 2019). This level of intervention is most costly than the formers, however, is highly effective for recovering biodiversity (Martínez-Garza et al. 2016, and Ruben et al. 2017). Due to the energetic and economic cost of ecological restoration, it is essential to properly identify the level of intervention that the site to be restored will require.

Proper planning of restoration projects ensures their permanence and long-term sustainability. In this regard, co-designing restoration projects together with local communities (LC) that build on their local ecological knowledge (LEK) and experiences can contribute to the adequate planning (Ceccon et al. 2020). For instance, during the planning stage, LCs can supply information about vegetation structure and dominant tree species in the forest (Lykke, 1998). LCs can also communicate about motivations for implementing an ecological restoration project and hence articulate targets and in a restoration project (Garibaldi and Turner 2004). Local people might also advise about places that are of critical importance for the flow of ecosystem services. Although LEK is



not sufficiently considered in the ecological restoration diagnostic phase (Ceccon et al. 2020), it has the capacity to inform on the state of forest degradation at the local or landscape level (Douterlungne et. al., 2010). In addition, local surrounding knowledge of people is a reliable source of information enabling the generation of an accurate diagnosis on the socio-environmental problems affecting their localities (Richeri et al., 2013; Olmos-Martínez et al., 2016). Furthermore, LCs have plenty of experience in the traditional management systems that can help defining ecological restoration strategies (Vallejo et al. 2016), for example, detect the level of intervention required for speed up succession; or they also can contribute with species selection having specific ecological attributes (e.g., drought tolerant species or habitat providers; Anderson and Barbour, 2003; Diemont and Martin, 2009; Douterlungne et. al., 2010; Fremout et al., 2021; Jimenez-Ruiz, 2016; Suárez-Islas et al., 2012; Toledo and Barrera-Bassols, 2008). Therefore, taking LEK into account in the planning, design, implementation and monitoring of ecological restoration can help provide information to establish the objectives of restoration programs, define reference ecosystems or identify environmental problems to be remediated.

In order to unify LCs in restoration projects, it is important to understand how they are managed, highlighting the role of local institutions and non-governmental organizations (NGOs) as they are fundamental to the implementation of ecological restoration in the short and long term. Government agencies allocate significant economic resources to the projects, but also call, promote, implement interventions, and train local people (Méndez-Toribio et al 2018, Murcia y Guariguata 2015, Coppus et al. 2019). On the other hand, in addition to contributing to the setting of international or national restoration goals, NGOs can also initiate projects that were not normally initiated by the government, although in



some cases they act as public resource managers (Murcia et al 2015). In Mexico, the government provided almost 98% (N = 58) of the economic resources for ecological restoration; the largest investment was in communal lands and the government promoted 52% of the projects (Méndez-Toribio et al 2018). The trends described with respect to economic resources for restoration in Mexico are also similar for the rest of the Latin American region where half of the projects are funded by national governments (Coppus et al 2019). Furthermore, governments also provide resources for local capacity building. In Mexico, for example the National Commission for Protected Natural Areas (CONANP for its acronym in Spanish) has incentivated the conservation and restoration of ecosystems, through the Program for the Protection and Restoration of Ecosystems and Priority Species (PROREST; 2021) and Conservation Program for Sustainable Development (PROCOCODES; 2021). With these national initiatives, the government has trained people, inhabiting natural protected areas, on natural resource management, including ecological restoration (Luna-Nieves et al 2019). In synthesis, national and local governments as well as NGOs, have an important role in ecological restoration projects.

The establishment of natural protected areas (NPAs) is a global strategy to conserve and restore natural habitats and their biological diversity. In Mexico there are 182 NPA's, of which 44 correspond to Biosphere Reserves (SEMARNAT, 2018). The Biosphere Reserve concept has spread globally and in Mexico it has been adapted to four main axes: (i) the incorporation of local populations and institutions in the conservation of germplasm, (ii) the integration of regional socioeconomic problems into research work within the reserve, (iii) give the reserves administrative independence, entrusting their management to



research institutions and (iv) reserves should be part of a global strategy (Halfpter, 1984). CONANP is in charge of the administration of NPAs, including Biosphere Reserves, in addition to managing the PROREST and PROCODES programs (CONANP, 2021). These programs respond to international strategies on conservation and human development, considering priority species for restoration, in addition to training and approaching the culture of natural resource management, as well as promoting community restoration and climate change mitigation (CONANP, 2021). The National Forestry Commission is another institution which can also manage program within NPAs. For example, the payment for environmental services program aims to promote recognition of the importance of environmental services provided by forest ecosystems, agroforestry, and natural resources (CONAFOR, 2010).

The importance of local communities in the different stages of ecological restoration is increasingly recognized (Fremout et al., 2021; Mansourian, 2021; Meli et al., 2014; Singh et al., 2021). In this context, the present study aims to determine the potential usefulness of LEK in ecological restoration planning phase by asking: (1) what is the local ecological knowledge about the tropical deciduous forest of the inhabitants of two rural communities? (2) what are the main problems identified in their socioecosystem? (3) what are the possible alternatives they identify to participate in restoration actions in their different stages and at different levels of intervention? and finally, (4) what is the role of governmental and non-governmental institutions in the restoration process, as seen from the perspective of the landowners. In such a way that the information obtained serves as a



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales



preamble and part of a pertinent ecological restoration, in addition to serving as a background for future public policies.



2. Materials and methods

2.1 Study area

2.1.1 Bioclimatic characteristics of the studied communities

The study was conducted in the “ejidos” of Naranjo de Tziritzícuaró and Caja de Zicuírán, both located in the municipality of La Huacana, in the state of Michoacán, in Central Mexico. The ejidos in Mexico are a type of land tenure of collective concessions of land created after the Mexican revolution (Procuraduría Agraria 2000). Naranjo de Tziritzícuaró ($19^{\circ} 01' 14.2''\text{N}$ $101^{\circ} 59' 5.8''\text{W}$) is located in the border area of Zicuírán-Infiernillo Biosphere Reserve (RBZI), northwest of the reserve's core area (Fig S1). Caja de Zicuírán ($18^{\circ} 50' 51.7''\text{N}$ $101^{\circ} 54' 15.12''\text{W}$) is located between the buffering zone and the reserve's area of influence to the south of the core area. The climate in the arid is semi-arid warm with summer rainfall (BS1(h')w) and winter rainfall of 5% to 10.2% of the total annual rainfall, according to the Köppen classification modified by García (2004).

The total annual precipitation recorded for a period of 50 years (1951 and 2010) at the nearby meteorological station (Tziritzícuaró 16147), was 755.4 mm 80% of the rainfall is concentrated from June to September with a strong dry season lasting about 8 months (Méndez-Toribio, *et al.* 2014). The mean annual temperature for the same period was 27.1°C , and May is the month with the highest temperature (30.2°C). The mean monthly oscillation is between 18°C and 35.5°C . The vegetation type present in both localities is dominated by (very dry) tropical dry forest (Holdridge, 1979), which generally grows on medium-textured lithosols (INIFAP and CONABIO, 1995). The best represented tree families in terms of number of species or individuals in the study area are Fabaceae,

Euphorbiaceae, Burseraceae and Rubiaceae (Méndez-Toribio et al., 2014, Martínez-Cruz et al., 2013, Ibarra-Manríquez et al., 2021).

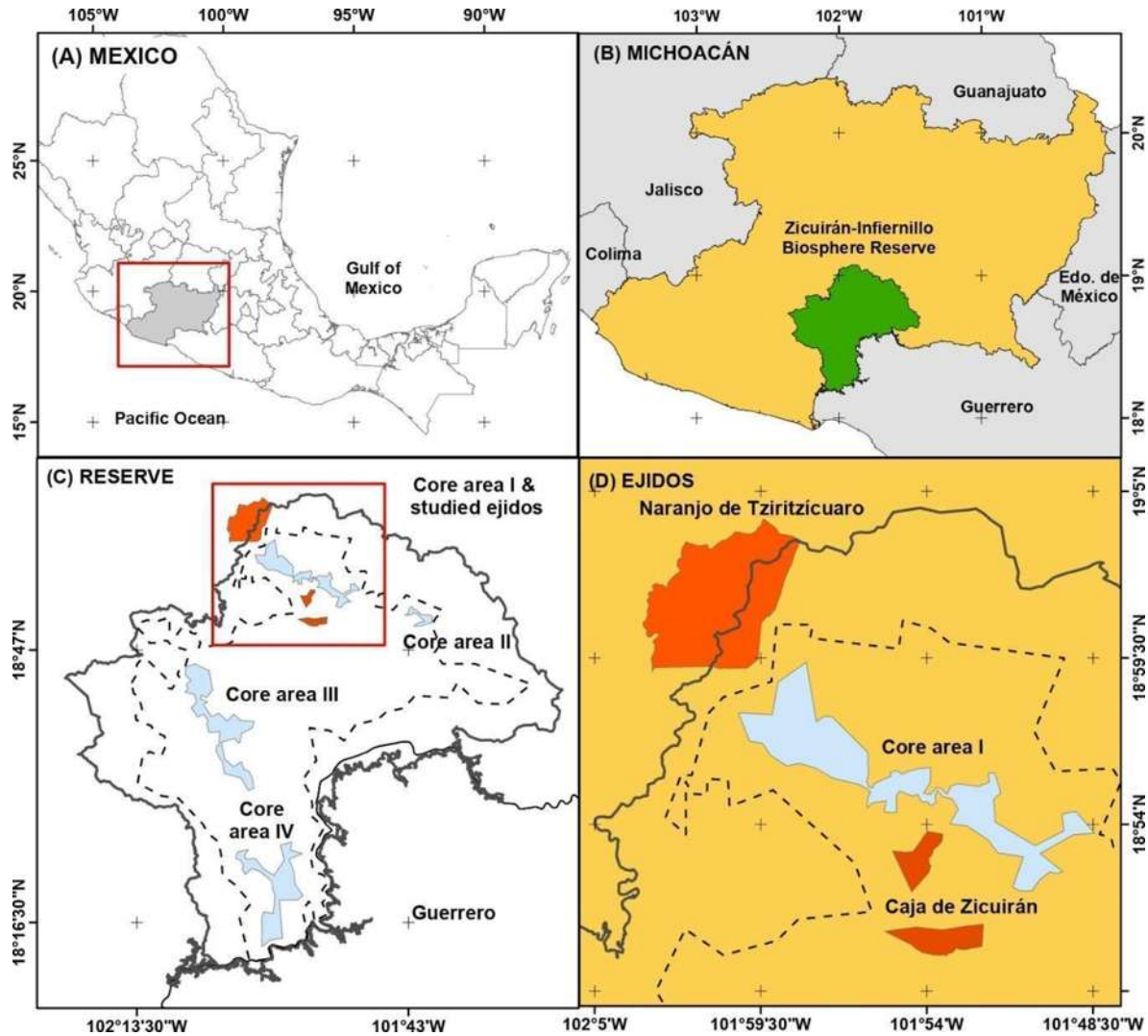


Figure 1. Geographic location of the study ejidos (A) State of Michoacán in Mexico. (B) States bordering the state of Michoacán and the Zicuirán-Infiernillo Biosphere Reserve. (C) Location of the ejidos and core areas of the reserve and (D) proximity of the ejidos studied to core area I of the reserve. In C and D, the continuous line is the reserve's area of influence, while a dotted line delimits the buffer zone. Prepared by Dr. Moisés Méndez-Toribio.



2.1.2 Socioeconomic characteristics of the communities

There are 204 landowners in both ejidos (RAN, 2020). The common use area is 4,635 ha, 47 ha are allocated for human settlements and 1,664 ha correspond to parceled areas (RAN, 2020). The main economic activity is extensive cattle ranching, irrigated crops (e.g., lime and mango) and rainfed crops (e.g., corn, hibiscus, beans and sesame; INEGI, 2010). Another important economic contribution is the remittances received from family members living and working in the United States of America (CONAPO, 2020). Zicuirán began in 2011 with the payment of environmental services, a program that ended in 2015 and resumed in 2016 (CONAFOR, 2011; CONAFOR, 2016). Since 2008, the ejido has had an extensive Wildlife Conservation Management Unit called UMA (SEMARNAT-UMA-EX-0203-MICH/08), which allows for the conservation and management of free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Zimmermannus 1780); however, to date it has not been used by the landowners. In 2014 the ejido formed a participatory oversight committee, under the PES program, which is still in place today, this committee is responsible for implementing management practices on common lands. More recently in 2018 they were approved for a community nursery by the PROCODES program, managed by CONANP. On the other hand Tziritzícuaró, in terms of natural resource conservation, 26% (1419 ha) of the ejido is within the RBZI (Fig. 1). This ejido also participated in the payment for environmental services in the 2015-2020 period (CONAFOR, 2015).

2.2 Data collection

To explore local perceptions, semi-structured interviews were conducted (Díaz, 2001; Harrie, 2012; Annex 1). In the first instance, the ejidos were visited to request permission



from local authorities and landowners for the project (Annex 2), at which time the people who could provide the most information were identified (Harrie, 2012; Lima Bandeira, 2020; H. R. López, 1998). Subsequently, people were visited at their homes to conduct the individual interview with the head of household, but the collaboration of all those present was allowed to increase the breadth of knowledge collected. Permission was requested from the interviewees to audio-record during the interview, in order to reduce the possibility of losing information. The sample size in each ejido was determined by means of a knowledge accumulation curve, when there was no more novel information the site was determined to be concluded (Harrie, 2012; H. R. López, 1998). Finally, a little more than 10 hours of audio were collected, interviewing 18 people in Zicuirán and 13 people in Tziritzícuaro.

2.3 Data analysis

The data obtained were analyzed with the Atlas.ti ver 8 program (www.atlas.ti.com) to achieve a better interpretation of the qualitative data (A Castillo & Peña-Mondragón, 2015). From the information gathered in the interviews and field notes, a network was created that unifies both ejidos. Discourse analysis was used as an interpretative approach to the information, since it allows understanding the discursive practices that occur in the communities, through language and how they influence decision-making (Urrua, 2013). In congruence with this, the sentence was considered as the unit of analysis (Santander, 2011). The coding was performed in vivo, that is, the literal sentences pronounced by the interviewees were analyzed, in this way the open coding was initiated, also included in the analysis were the field notes product of the participant observation (Cantero, 2014; DeWalt, 2002). The quotes were created under different concepts, which resulted in the formation of



open codes, where in vivo quotes were re-signified to interpret the local discourse under ecological concepts (Cantero, 2014). Finally, four super codes were created, responding to the four objectives set; (1) LEK, divided into two open codes, one with quotes related to the ecosystem services of the forest and another regarding what they know about the distribution of plants and the ecological attributes of the species. (2) Socio-environmental diagnosis, in which the possible causes of forest loss and degradation were identified according to the interviewees, divided into two open codes considering the origin of the problem, whether it was of socioeconomic or environmental origin. (3) Restoration actions proposed by landowners, coding the quotes according to the three different levels of intervention in ecological restoration (i.e., minimum, medium and maximum intervention). (4) The role of external institutions, the role of governmental and non-governmental organizations in conservation and restoration processes was identified in the discourse of the interviewees, coding according to the institution involved. These four super codes were chosen because they managed to completely condense the local discourse, thus we were able to understand the discursive function and how each analyzed element is linked. As a complement to the networks, a presence/absence matrix (0 and 1) was made for each interview, with the objective of calculating the percentage of interviewees who shared the same idea, so that in the final network, in addition to the number of citations, we will also have the number of mentions per interview (Rendón-Sandoval et al., 2021). Once all the information was synthesized, the interpretation and analysis of the local discourse was carried out, relating it to the context.



3. Results

Local ecological knowledge (LEK). The network analysis lumping both ejidos indicates that LEK is part of the collective discourse in 96% of interviewed owners ($N = 30$) is part of the collective discourse. The ninety six percent of the owners recognize that the forest provides ecosystem services. In both locations, the interviewed identified ecosystem services of provision (i.e. food, fodder, medicines, and firewood), regulation (i.e. climate control, air cleaning, and water cycle), and support (i.e. oxygen production). Cultural services were not mentioned as a non-material benefit obtained from this socio-ecosystem. On the other hand, in the responses of fifty percent ($N = 30$) of the interviewees, elements regarding ecological knowledge of the forest were found. The interviewees distinguish changes in vegetation structure, species distribution, reduction in abundance of previously abundant species (i.e. *Byrsonima crassifolia* and *Muntingia calabura*) and recognize the existence of drought-tolerant species, such as *Coulteria platyloba*.

Environmental diagnostic: Eighty-six percent (out of $N=30$) of the inhabitants interviewed in the two locations identified some environmental or socio-economic problems related to forest degradation and forest cover lossing (Fig. 2). Fifty percent of the interviewed inhabitants in both locations identified at least one environmental problem. Owners identify the temperature increase and scarcity of rainfall as the most frequent environmental problems (46%; Fig. 2). In the community of Zicuirán, decreased rainfall was the only environmental problem identified by owners (65%, $N=17$; Fig. 2). In contrast, in Tziritzícuaró, 42% of the interviewed people ($N=13$) additionally mentioned the incidence of pests as another relevant factor; which apparently have affected *Vachellia*



farnesiana (Fig. 2). In terms of socioeconomic problems, 46% of the interviewed in both locations recognized forest burning and illegal logging as the main factors influencing forest degradation and tree cover loss (Fig. 2). Fifty-two percent (N=13) of the people interviewed in Tziritzícuarro also considered land theft and lack of economic resources as important problems not identified in the community of Zicuirán (Fig. 2).

Restoration actions. Sixty-three percent (N=30) of interviewed owners in both communities propose a series of restoration actions for forest recovery. Sixty percent (N=17) of the ejidatarios in Zicuirán suggest maximum intervention activities (i.e., reforestation; Fig. 2). In contrast, in Tziritzícuarro, only 20% (N=13) of the interviewees mentioned maximum intervention as a restoration strategy. In this community, they also suggested intermediate intervention actions (10%; N=13) such as providing water to ensure the survival of naturally recruited seedlings and mature trees established in the forest. Additionally, one person from Tziritzícuarro mentioned natural regeneration as a forest recovery strategy.

Influence of external institutions. Finally, 93% (N=30) of the ejidatarios recognized that institutions such as National Forestry Commission (CONAFOR), National Commission for Protected Natural Areas (CONANP), and Non-Governmental Organizations (NGOs) provide economic resources, and local capacity building to guide and implement conservation and ecological restoration actions. In Zicuirán, 100% (N=17) of the owners are aware of the RBZI and mentioned having worked successfully with CONANP, CONAFOR, and forestry technical advisors Serafo Consultores Ambientales (SECOAM A.C.). One of the main benefits they recognize from working with the aforementioned

institutions is the payment for environmental services directed by CONAFOR. Although in Tziritzicuar, 13% (N=13) of the interviewees mentioned the economic benefits provided by CONAFOR and CONANP, 87% (N=13) of them were unaware of the existence of the RBZI and its objectives.

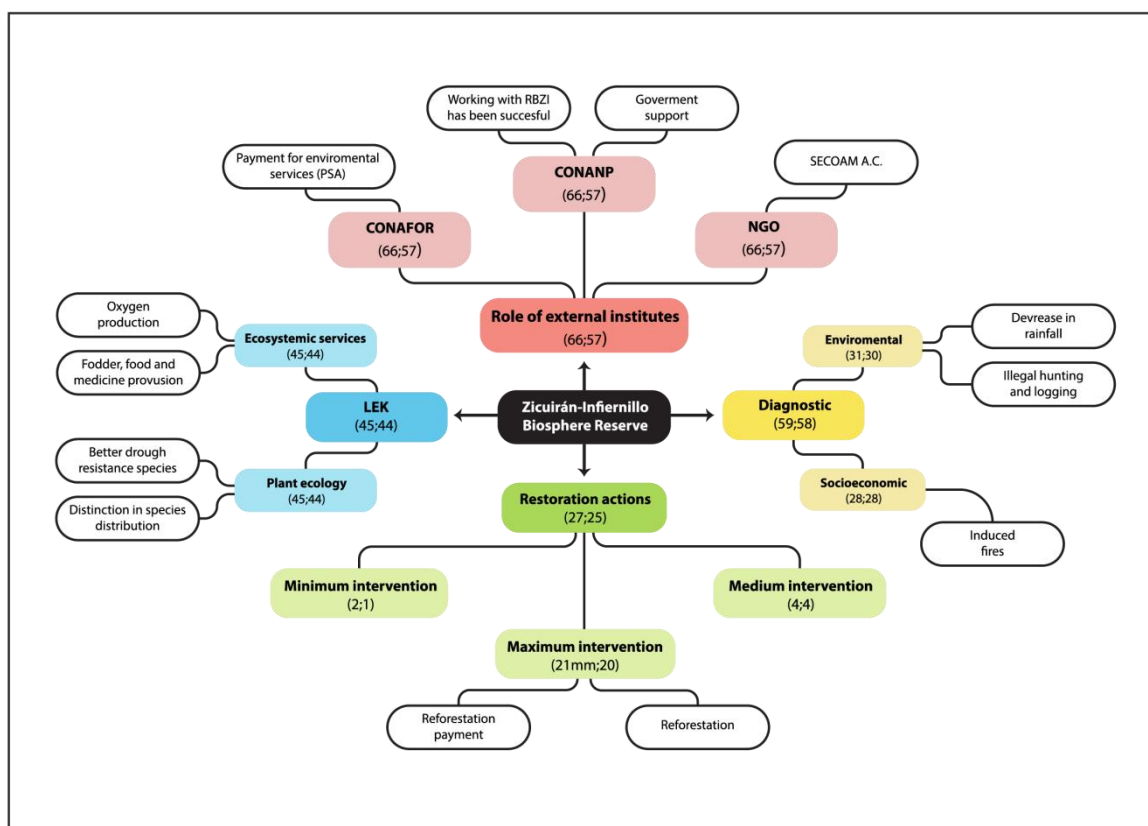


Figure 2. Network constructed from the information gathered in the semi-structured interviews. Highlighting the four supercodes with their interactions; the LEK, the diagnosis of the problem identified by the owners, the solution alternatives proposed during the interviews, as well as the external institutions with influence in the communities. In parentheses in the first number, which reads from left to right, is the number of citations from the Atlas.ti program and the continuous number is the number of mentions per interviewee.



4. Discussion

The objective of this study was to determine the potential usefulness of LEK in the ecological restoration of tropical deciduous forest, the socio-environmental problems identified, as well as the possible alternatives proposed by landowners to guide restoration actions, and the role of institutions in the restoration process. Among the main findings, the landowners recognize the importance of the ecosystem services provided by the forest. In addition, local people have a broad knowledge of forest structure, species distribution and identify some important ecological attributes that influence the ecological performance of species. Local people are also capable of diagnosing the socioeconomic and environmental problems affecting their environment, including the tropical dry forest, and of proposing restoration actions at different levels of intervention. Finally, the main role of local institutions and organizations in the restoration process has been recognized through capacity building and financial support.

4.1 Contribution of local ecological knowledge (LEK) to setting restoration goals

Local ecological knowledge is a key element for defining ecosystem restoration objectives.

This knowledge is formed from how communities' appropriate natural resources to meet their needs (Cárdenas-Camargo et al., 2020; Toledo & Barrera-Bassols, 2008). The need for restoration is usually prioritized when the local population begins to relate ecosystem conditions with the ecosystem services they provide. For example, García-Barrios and González-Espinoza were able to motivate 200 cattle farmers in the upper basin of the El Tablón river in Chiapas to establish small experimental modules with fodder trees and other species on their land, after several workshops and talks (García-Barrios & González-



Espinosa, 2017). In this sense, the present study found that in the studied ejidos there is a wide knowledge about the ecosystem services closest to their daily lives provided by forest. Specifically, people emphasized the importance of regulating, providing and supporting ecosystem services. These results are consistent with those reported by Méndez-Toribio et al. (2021) where it is mentioned that regulation and provision ecosystem services are the most identified by rural communities. Likewise, in a study conducted by Martínez-Garza et al. (2021) where 75 restoration projects were reviewed, it was found that 92% of these projects aimed to recover ecosystem services and of these, 63% specifically focused on provisioning services. Ecological restoration is a necessity in most rural communities (García-Barrios & González-Espinosa, 2017). The recognition of ecosystem services by local people is an important basis for understanding what their main motivations would be to restore degraded forest and, hence, set short-to middle term objectives and goals in a restoration project based on local interests (Mansourian, 2021).

4.2 LEK contribution in the planning phase of an ecological restoration project.

The LEK provides useful information to guide species selection, restoration sites, identification of seed trees and the best months for seed collection. There is extensive empirical knowledge of the natural distribution of dry forest tree species, and depending on the site to be restored local people can discern tree species suitable for local conditions (Gordillo, 2019; Jimenez-Ruiz et al., 2016; Méndez-Toribio et al., 2021). Species selection for restoration is often challenging, as there must be a reference ecosystem, location of seed trees, and other technical constraints that can be facilitated with the collaboration of local communities (Linding, 2017; Meli, 2014). Landowners have sufficient knowledge to contribute to the establishment of the reference ecosystem. They mention the changes



occurred in the forest structure over the years and distinguish that some species are more dominant than others, depending on the abiotic conditions of the site (Calle et al., 2008; Ceccon, 2013). For example, it is mentioned that *Cordia elaeagnoides* A. DC is a widely distributed species in the study sites while *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Standl. 1936 is only distributed in the middle and upper parts of the slopes, an observation congruent with that reported by Méndez-Toribio et al. (2016). The application of LEK to establish the reference ecosystem, although it seems an obvious idea, has not yet been established as a norm, and only 49% (N=75) of the projects have considered it (Martínez-Garza et al., 2021). Landowners identify drought tolerant species, through LEK it is also possible to identify key functional attributes for species survival, facilitating species selection in a restoration project. Landowners identified *C. platyloba* as a drought tolerant species, being consistent with what is reported in the scientific literature (Mendez-Toribio, et.al., 2020). In this sense, owners are able to identify trees by the resistance of their wood, adapted to water stress, which is an important quality when dealing with tropical deciduous forest and even more so when global climate change is visualized (Meli, et. al., 2015; Sigman & Elias, 2021). With the input of local knowledge, it is possible to identify a potential group of species for restoration based on their desiccation tolerance attributes, including *C. elaeagnoides*, *H. impetiginosus* and *Apoplanesia paniculata* C.Presl. This is a key element to be able to consider possible future natures when selecting species in a restoration project (Booth, 2016; Butterfiel, 2016; Harrison et al., 2017; Meli et al., 2015 and Prieto-Torres et al., 2016). Therefore, as community dwellers have deep ancestral knowledge of their forests and an intricate relationship with their ecosystems, they have the capacity to contribute significantly to the diagnosis and planning of restoration projects.



4.2 Diagnosis of the current state of the territory

Landowners are able to develop an adequate diagnosis that functions as an initial input to design comprehensive restoration strategies (Ceccon et al., 2013). Living within their territory, allows people to be aware of the changes occurring over time related to climatic and ecological conditions, but also to socioeconomic ones (Richeri et al., 2013). The main environmental problems identified by most of the interviewees are the increase in temperature and the lack of rainfall. It is important to note that opinions on temperature increase are divided. On the one hand, in Zicuirán they do not consider it a problem and on the other hand, in Tziritzécuaro, they consider it an important problem that some interviewees attribute to global climate change and others to natural annual changes in geological cycles. The conflicting opinions regarding climate change are common when only working at the local level, given that local conditions are variable it is difficult for the community to attribute real change (Howe et al., 2013). Consequently, if for them the temperature increase is not a problem and they consider it normal, they are more likely not to seek a solution, since it does not matter if a problem is physically real, if it is not perceived as a problem, it will be socially irrelevant (Olmos-Martínez et al., 2016). However, they are able to identify some consequences of temperature increase, such as the increase of pests or the mortality of specific tree species, thus giving guidelines to take restoration actions (Hamada & Ghini, 2011; Uribe-Botero & Avila-Rodriguez, 2013; Yepes & Silveira, 2011). In terms of socioeconomic problems, illegal logging, induced fires, land theft and lack of money were identified as the main threats in both ejidos. These socioeconomic problems must be considered to ensure the success of restoration projects



(Bonfil et al., 2016; Cortina-Segarra et al., 2021; García-Frapolli & Lindig-Cisneros, 2011).

Given that Zicuirán and Tzirtzicuaro belong to the same municipality, it is understandable that they identify the same environmental and socioeconomic problems. The identification of local problems allows prioritizing sites and restoration strategies, as well as, establishing a baseline of threats and vulnerabilities at different spatial and temporal scales (Espinosa de la Mora, 2017).

4.3 Influence of external stakeholders on local ecological knowledge

In Mexico, forestry development has had a strong influence on community development. This influence has been fixed in the local discourse of the place, reflected in the idea in the preference for restoration in its maximum intervention as a solution to the loss of forest cover, leaving aside the strategies of natural regeneration and assisted natural regeneration (Casique Reyes, 2018; Morán Guzmán et al., 2017). Especially because non-timber forest harvesting has been left aside and they have focused mainly on timber harvesting, promoted by government institutions such as CONAFOR (Casique Reyes, 2018). Another important element to consider is the influence that forestry technical service providers such as SECOAM A.C., which have had in the development of local capacities on landowners, their intervention has been mainly favorable, leading to the inclusion of young people and women in ejido decisions. They have also influenced with a mainly forestry and business focus, and by working with several communities inside and outside the RBZI, they have increased their area of influence, replicating the same projects, ignoring the needs of each locality (Rodríguez-Aguilar & Trench, 2020). The two communities have participated in the PES directed by CONAFOR, this program has allowed the villagers to carry out reforestation, capacity building and even acquire photo-trapping equipment, in addition to



receiving technical advice from SECOAM A.C. (CONAFOR, 2010 SEMARNAT, CONANP, 2019). However, talking about the PES is not always a success story, given that during the period in which Tziritzícuaró participated in the PES, the community did not perceive any benefits, which generated a sense of distrust regarding the use of the funds. Such perception is common when there is no internal communication among owners or with institutions (Castillo et al., 2007; Perevochtchikova & Rojo, 2014). The program PROCODES led by CONANP has allowed landowners to develop capacities with the approval of a community nursery that in turn gave them the opportunity to work directly with the reserve; they received economic support for infrastructure and plant propagation training, with which they will be able to organize their own reforestation campaigns (CONANP, 2019). However, they have only propagated four species: *C. platyloba*, *C. elaeagnoides*, *Acacia picachensis* DC. and *Enterolobium cyclocarpum*; (Jacq.) Griseb. 1860, the latter without success because the site conditions are not optimal, which is worrisome because reforestation with so few species could compromise the site's biodiversity (Martin et al., 2021). These government programs only seek to meet the objectives set out in the international agenda by complying with ambitious figures, but do not seek true cohesion between social and ecological needs (Lee et al., 2021; Morán Guzmán et al., 2017; Riemann et al., 2011).

4.4 Governance in ecological restoration

Community participation may be the key to success in restoration projects, but it may also be the biggest obstacle to overcome. Community-led restoration indeed has a greater chance of long-term success (Ceccon, 2013, 2021). When communities are involved in projects from the diagnosis and planning stage, internal benefits are achieved, such as the



reduction of illegal logging and greater social cohesion, which is favorable in the monitoring stage (Olmos-Martínez et al., 2016; Rendón-Sandoval et al., 2021; Rovere, 2016). In addition, achieving community ownership of the project ensures its prevalence, even without external accompaniment (Casique Reyes, 2018; Gann et al., 2019; Gavin et al., 2015; Lee et al., 2021; Mansourian, 2021; Perevochtchikova & Rojo, 2014; Sigman & Elias, 2021; Singh et al., 2021). But it takes several years to develop the necessary capacities for true community work; aspects such as trust, organization, leadership, participation, regular meetings, internal regulations, and well-defined local authorities (Ceccon, 2021; Chazdon et al., 2020; Ostrom, 1990). Otherwise, the interests of those involved will only be barriers to restoration (Castillo, 2003; Lindig C., 2017). However, as we documented the existence of social capital it might not enough to define, identify and prioritize ecological restoration actions. Complementary methods are needed, such as effective cohesion between the community and academic, governmental, and non-governmental institutions (Luna-Sánchez & Skutsch, 2019; Morán Guzmán et al., 2017; Perevochtchikova & Rojo, 2014). Finally, it is worth extending the programs such as PROCODES or PROTEST to the areas of influence of the reserves, to effectible restore biological diversity protected by natural protected areas. However, it is not enough to just deliver the resource, it is also necessary to train, follow up and evaluate the results of ecological restoration (Luna-Sánchez & Skutsch, 2019; Maass et al., 2010; Perevochtchikova & Rojo, 2014).



5. Conclusion

Finally, it is important to emphasize that ecological knowledge depends on the context and the needs of the people. Landowners are aware of environmental problems and can suggest ecological and socioeconomic actions to reverse them. Key elements of local ecological knowledge were identified that can guide future restoration actions in the tropical dry forest. It is considered pertinent to consider the contributions of this study in public policies not only in Mexico but also in Latin America and the rest of the world.

6. Author contributions

Dení I. González-Torres: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data Curation, Writing - Original Draft, Visualization, **Leonel López-Toledo:** Resources, Supervision, Writing - Review & Editing, Project administration, Funding acquisition. **Moisés Mendez-Toribio:** Investigation, Supervision, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing, Funding acquisition. **Isela E. Zermeno-Hernández:** Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing.

7. Funding

This research was carried out within the framework of the research activities of the CONACYT - INECOL Chair Project No. 673 “Etnobiología, interacciones biológicas y restauración ecológica en el Centro - Occidente de México”, in the research line of ecological restoration.



8. Acknowledgments

The authors thank the ejidatarios of Zicuirán and Tziritzícuaró for allowing us to enter their community, for their hospitality during our stay, and for their willingness to answer questions. We also thank the Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales of the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, the Instituto de Ecología A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



Capítulo II

Selección de especies prioritarias para la restauración ecológica





SELECCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE TROPICAL SECO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA ZICUIRÁN-INFIERNILLO

Dení I. González-Torres¹, Leonel Lopez-Toledo¹, Moisés Mendez-Toribio^{2,3} e Isela E. ZermenoHernández^{1,3}

- ^{1.} Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- ^{2.} Instituto de Ecología, A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán.
- ^{3.} Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Avenida Insurgentes Sur 1582, 03940 Mexico City, Mexico.
deni.gonzalez@umich.mx

Resumen

Los proyectos de restauración ecológica buscan asegurar la recuperación de las funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar de las comunidades locales. La selección de especies para la restauración es un paso primordial para el éxito de un proyecto de restauración. Para ello, es fundamental realizar ejercicios de priorización de especies que involucren diferentes componentes clave para los socioecosistemas. Por lo tanto, en este estudio se utilizó un índice (ISER) que considera factores ecológicos, sociales y técnicos para seleccionar especies prioritarias para la restauración ecológica. Por medio de entrevistas semi-estructuradas se recabó información sobre la importancia cultural de las especies en dos ejidos de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo. Los parámetros ecológicos e información sobre la viabilidad técnica de las especies se recabaron de la literatura científica. Se encontró que 29 de un total de 86 especies incluidas en el estudio fueron de interés para la restauración y representaron en su conjunto el 77% del VIR de las especies del BTC de referencia. Una vez integrado el índice se encontró que las especies prioritarias para la restauración en la región fueron *Cordia elaeagnoides*, *Amphipterygium adstringens*, *Acacia picachensis*, *Jacaratia mexicana* y *Handroanthus impetiginosus*. Un 20% de las especies seleccionadas con el ISER se encontraron en algún estado de vulnerabilidad local. 13 especies de las 29 especies prioritarias para la restauración presentan dificultades técnicas para su propagación. Este estudio resalta la importancia de utilizar índices multicriterio que prioricen la selección de



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales



especies para la restauración, considerando no solo las características ecológicas y técnicas de las especies, sino también los intereses socioculturales de los pobladores locales, especialmente en ecosistemas altamente diversos como el bosque tropical caducifolio. Los resultados de este estudio pueden ser de gran interés para ejidatarios, tomadores de decisiones y científicos interesados en realizar actividades de restauración.

Palabras clave – Importancia cultural, importancia utilitaria, Michoacán, etnoecología, conocimiento ecológico local, priorización de especies para la restauración.



Introducción

La mayoría de los proyectos de restauración consideran la reforestación como uno de sus ejes principales, sin embargo, muchas veces no se prioriza la reintroducción de especies nativas o la recuperación de la diversidad ecológica (Martínez-Garza, 2021; Martín, 2021). A pesar de que una de las metas de un proyecto de restauración debería ser asegurar la recuperación de las funciones ecológicas (Linding, 2017; Meli, 2014) y de los servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar de las comunidades locales (Gann et al. 2019), durante la selección de especies suele darse preferencia a las especies de importancia comercial antes que priorizar recuperación de la estructura y composición natural del sitio (Martín 2021; Asociación, 2009). De modo que, la recuperación de una comunidad diversa, estructuralmente compleja y ecológicamente funcional no siempre se consigue.

La selección de especies para la restauración debe considerar los atributos ecológicos de las especies y del sitio. Atributos como la abundancia de las especies, la frecuencia con la que se encuentran y la dominancia natural de la comunidad vegetal, son esenciales para la recomposición de un ecosistema degradado. La suma de estos atributos funciona como un índice sintético estructural de la importancia relativa (VIR) que tiene cada especie en el ecosistema, con la finalidad de recuperar y mantener, la diversidad, estructura y funcionalidad del sitio a restaurar (Casanova-Lugo et al., 2014; Ceccon, 2013; Marques de Abreu et al., 2016). En consecuencia, conocer la estructura del ecosistema a restaurar es de suma importancia al momento de seleccionar especies para la restauración ecológica.

Así mismo, idealmente, las especies seleccionadas para la restauración deberían tener características que favorezcan su aprovechamiento local y el mantenimiento de las prácticas tradicionales (Ceccon, 2013; Ceccon & Pérez, 2016; Tituaña & Guevara, 2017). Considerar a las especies culturalmente importantes por los pobladores asegura los recursos para la subsistencia sin necesidad de sobreexplotar los bosques (Moreno-Casasola & Paradowska, 2009). De acuerdo con el Banco Mundial, 1,300 millones de personas



dependen de los recursos forestales para su subsistencia (Banco Mundial, 2016). Sin embargo, muy pocos proyectos de restauración consideran aspectos sociales durante su planeación. Por ejemplo, en un estudio realizado por Martínez-Garza y colaboradores, de 75 proyectos revisados sólo el 11% ha considerado los beneficios que las personas locales puedan tener de la restauración ecológica y menos de la mitad consideró el conocimiento ecológico local a la hora de tomar decisiones. Por lo tanto, es primordial definir lo que es culturalmente importante para las comunidades locales. Así, en 1982 la asociación TRAMIL (tradicional medicine in the islands) desarrolló una metodología para poder darle una perspectiva científica a las medicinas y saberes tradicionales. Con esta metodología TRAMIL busca identificar a las plantas culturalmente importantes, para poder sistematizarlas como estrategia de atención primaria de la salud en comunidades rurales (Germosén-Robineau, 1995). Aunque originalmente se enfocaron en plantas medicinales de las islas del Caribe, en la actualidad se ha adaptado como indicador de la importancia cultural hacia las plantas independientemente del uso y esta metodología se ha extendido por América Latina (Paredes et al., 2015; Toscano-González, 2006). Por lo tanto, la selección de especies además de incluir características ecológicas y funcionales también debe considerar las necesidades e intereses de la sociedad (Fremount, 2021; Rovere, 2016; García-Fropoli, 2011).

Otro factor clave a considerar en la selección de especies es la presencia local de especies con alguna categoría de riesgo local o regional. De acuerdo con la CONABIO, las especies en riesgo son aquéllas en las que ha habido una disminución en sus poblaciones debido a actividades humanas como la transformación de su hábitat, sobreexplotación, interacciones con especies invasoras y efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas. La presión existente sobre los recursos forestales es constante e incrementa con el tiempo, si bien la cobertura forestal no se pierde completamente la sobreexplotación causa la pérdida selectiva de especies en los ecosistemas (CONANP, 2014). Por ello, en México se utilizan cuatro categorías para las especies que se encuentran en riesgo, publicadas en la NOM-059. También existe la Lista Roja de especies amenazadas que incluye un listado internacional de plantas y animales



bajo diferentes categorías de riesgo y es elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Fremout y colaboradores (2021) señalan que las comunidades locales son capaces de identificar de manera acertada aquellas especies con poblaciones decrecientes a nivel local. Por lo tanto, para evitar la desaparición local de especies es importante priorizar la recuperación de aquellas que se encuentran en algún nivel de riesgo. Para ello, es importante tomar como base diferentes fuentes de información y asegurarse de que, independientemente de su valor ecológico o cultural, estas formarán parte del pool de especies que se utilizarán para las actividades de restauración.

Finalmente, las facilidades o limitaciones técnicas que surjan a partir de la obtención de las plantas deberían considerarse en la etapa de planeación de los proyectos de restauración. La poca disponibilidad de plántulas provoca que se terminen eligiendo las mismas especies continuamente comprometiendo la diversidad (Martín, et al., 2021). Es decir, es importante considerar la disponibilidad de las especies, ya sea en viveros comunitarios o viveros públicos, de tal manera que se facilite adquirirlas (Luna-Nieves, 2018). Así mismo, es deseable que las especies elegidas para un proyecto de restauración sean de fácil germinación y propagación, en especial cuando se trabaja con comunidades locales que no tienen las herramientas técnicas ni económicas para procedimientos complicados (Lindig C., 2017; Meli et al., 2014; Venegas, 2016). Pero muchas veces la información sobre las tasas de germinación de las especies, el crecimiento y la sobrevivencia es escasa o está dispersa, por ello no es común que se use en la etapa de planeación y selección de especies. Sin embargo, utilizar esta información puede aumentar de manera considerable la capacidad de producir plántulas y el éxito de supervivencia de las mismas, e incluso reducir costos.

El bosque tropical seco representa uno de los ecosistemas con mayores retos a la hora de seleccionar especies para su restauración. Las condiciones climáticas a la que están expuestas las especies en este tipo de vegetación como la escasez de lluvia y altas temperaturas, además de los factores como la exposición solar y la captación del agua, influyen mucho en la distribución de las especies, pues hay plantas que responden mejor a condiciones tan poco favorables (Antúnez et al., 2021; Vásquez-Valderrama & Solorza-



Bejarano, 2018). Particularmente las condiciones geográficas tienden a influir mucho en la distribución de las especies, como los microclimas generados por condiciones topográficas distintas (*i.e.* la orientación de la ladera y el grado de inclinación; Méndez-Toribio, 2015; Osorio, 2006). Esto genera que la estructura y distribución de las especies cambien en distancias considerablemente cortas, dando como resultado una alta diversidad beta, es decir, una baja similitud florística. Esta alta diversidad beta está en función de las distintas estrategias de supervivencia de las especies, que a su vez están determinadas por sus atributos funcionales (Antúnez et al., 2021; Vásquez-Valderrama & Solorza-Bejarano, 2018). En el área de estudio, se cuenta con información respecto a la estructura y composición de las comunidades vegetales, así como de los atributos funcionales que permiten la supervivencia de los árboles (Martínez-Cruz, et al., 2013; Méndez-Toribio, 2015; Méndez-Toribio, et al., 2016). Los resultados de dichos estudios confirman una alta diversidad beta en la región, asociada principalmente a las condiciones topográficas y ambientales de la zona (Martínez-Cruz, et al., 2013; Méndez-Toribio, 2015; Méndez-Toribio, et al., 2016).

La mayoría de los estudios que consideran la utilidad cultural de las plantas tienden a centrarse en plantas medicinales, dejando de lado otros posibles usos (Alatorre, *et al.* 2009; Rojas *et al.* 2010). Sin embargo, existen algunos estudios como el de Zepeda y colaboradores en 2017, que realizaron un listado de las especies útiles del bosque tropical seco de la sierra de Nanchititla, encontrando que todos los posibles usos se ubican en nueve categorías. En total registraron 137 especies útiles, sin embargo, no consideraron su potencial ecológico para la restauración. Por su parte Meli *et al.* 2014 realizó un índice de selección de especies considerando cinco categorías: i) dominio de especies naturales que indica la dominancia natural del bosque ribereño, ii) potencial de regeneración natural que significa el reclutamiento de cada especie, iii) la amplitud del hábitat, es decir, la capacidad de adaptarse a distintas condiciones de manera exitosa, iv) el valor social que es la importancia y reconocimiento que le dieron las personas a las especies y v) las restricciones técnicas entendido como problemas que podrían existir a la hora de la restauración y germinación de las semillas. En dicho estudio, se encontró que las especies seleccionadas,



también tenían aceptación cultural o algún tipo de uso y hacen hincapié en que una selección de especies que considere también el contexto local impulsará la sustentabilidad de la restauración.

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como principal objetivo realizar un ejercicio de priorización para seleccionar especies en un proyecto de restauración del bosque tropical caducifolio. Para ello, se utilizó el índice modificado de Meli y colaboradores de 2014 para la elección de especies prioritarias para la restauración (ISER). El ISER, además de involucrar los aspectos ecológicos y técnicos importantes que aseguren el éxito en el establecimiento de especies, así como el estado de conservación de las especies de la región, también consideró a aquellas especies culturalmente importantes y necesarias para mantener los medios de vida de las comunidades rurales.

MÉTODOS

Evaluación de los criterios para la restauración

Con el fin de hacer una priorización de especies útiles para la restauración ecológica del bosque tropical caducifolio se consideraron los factores ecológicos, sociales y técnicos que se describen a continuación:

Importancia ecológica (IE). Este componente evalúa la importancia ecológica de las especies presentes el ecosistema de referencia. Para ello, se tomaron datos previamente generados por Méndez-Toribio en el 2015 sobre la densidad, dominancia y frecuencia de las especies en el bosque tropical caducifolio de Tziritzécuaro.

Importancia cultural (IC). Con este componente se incorpora la relevancia social de las especies dentro de las comunidades. La información se generó mediante entrevistas semi-estructuradas dirigidas a ejidatarios de los dos ejidos estudiados (Anexo 1). Se utilizó el índice de nivel significativo TRAMIL (UST), que se calcula dividiendo el número de citaciones de uso para cada especie (s), entre el número de informantes encuestados (Toscano-González, 2006):



$$UTS = \frac{UsoEspecie(s)}{nis} \times 100$$

dónde *UsoEspecie(s)* es el número de citas para cada especie y *nis* es el número de informantes encuestados.

Los datos arrojados por el UST están en porcentajes, por lo que para poder utilizarlos en el ISER se estandarizaron en valores entre 0 y 1, significando el valor de 1 un 100% de importancia cultural. Para que la especie sea considerada de importancia cultural es necesario que el UST sea igual o mayor a 20%.

Estado de conservación (EC). Este componente es un indicador ecológico de vulnerabilidad de las especies en su ambiente natural, resaltando la importancia de recuperar especies consideradas en alguna categoría de riesgo. Se consideraron las especies en riesgo local mencionadas por los entrevistados y adicionalmente se investigó el estado de conservación de las especies en bases de datos nacionales e internacionales (NOM-059-SEMARNAT-2010; IUCN, 2021). Se le asignó un valor de 0 a las que no estén en ninguna categoría de riesgo, 0.5 a las especies en riesgo local mencionadas por los entrevistados, 1 a especies en riesgo próximo o con poblaciones decrecientes, 2 a las especies en estado de vulnerabilidad y 3 a las especies en peligro de extinción. Los valores de EC se estandarizaron entre 0 y 1, en donde 0 expresa especies en ninguna categoría de riesgo y uno representa especies en peligro de extinción.

Factibilidad (FA). Por último, la factibilidad es un criterio técnico que identifica la disponibilidad de plantas y la viabilidad de las especies para asegurar una propagación exitosa, así como un abastecimiento de plántulas para los proyectos de restauración. La información fue obtenida de una plática con el encargado de la RBZI, entrevistas a los ejidatarios y la bibliografía. Se consideró la disponibilidad dependiendo de: i) si son producidas en viveros comunitarios o ii) producidas en viveros de la CONAFOR, asignándole un valor de 0.5 y 1 correspondientemente, se favoreció a las especies producidas por la CONAFOR pues son más económicas y tienen mayor disposición (Luna-



Nieves, 2018). Respecto a la viabilidad técnica de las especies, se asignó por la tasa de germinación en un periodo de nueve días preferentemente, la mayoría de los datos son de elaboración propia por parte del Laboratorio de Ecología Vegetal del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), y se complementó la información de las especies faltantes de acuerdo a la bibliografía (Adjata et al., 2013; Bonfil-Sanders et al., 2008; Francis, 2002; García Hoyos et al., 2011; Rodríguez-Arévalo et al., 2017; Soriano et al., 2011). Los valores arrojados por la tasa de germinación están en porcentajes por lo que fueron estandarizados obteniendo valores entre 0 y 1. Los valores de la disponibilidad y la tasa de germinación se sumaron y posteriormente se estandarizó el resultado para mantener el criterio de FA entre valores de 0 y 1, donde 1 representa a la especie con mayor FA y el cero a la de menor FA.

Índice de selección de especies para la restauración

El índice de selección de especies para la restauración (ISER) se integró de manera aditiva tomando en cuenta los cuatro criterios descritos en la sección anterior. El índice incorporó la información recabada de ambos ejidos. Sin embargo, solo se consideraron aquellas especies con información completa de IC e IE; para los criterios de EC y FA puede haber algunas especies sin información disponible. Considerando que los valores de los diferentes componentes del índice pueden ser continuos u ordinales, fueron estandarizaron entre 0 y 1 y posteriormente se integraron de la siguiente manera:

$$ISER = IE + IC + EC + FA$$

El ISER puede variar entre 0 y 4, en donde 0 indica una especie que no es prioritaria para la restauración, mientras que 4 indica aquellas especies de alto valor para la restauración.

Resultados

De las 78 especies reportados por Méndez-Toribio se tomaron 29 especies nativas del bosque tropical seco para el ISER. Estas 29 especies representan el 77% del total del VIR reportado previamente (Méndez-Toribio, 2015). Estas especies se dividen en 13 familias y 23 géneros, siendo las familias más diversas la Fabaceae, con siete géneros y ocho especies y la Anacardiaceae con tres géneros y tres especies. Es destacable que las primeras 15 especies del ISER representan aproximadamente el 40% del VIR del bosque (Fig. 3).

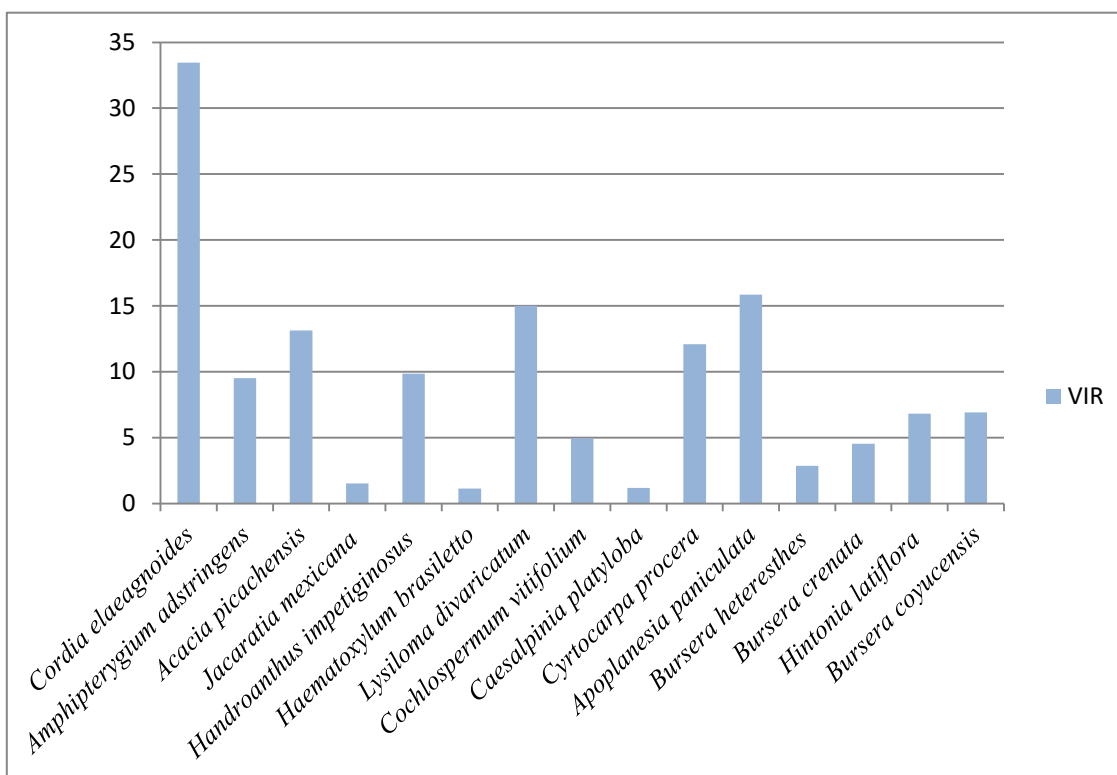


Figura 3. Valor del VIR para las primeras 15 especies del ISER, representando la IE.

De las 86 especies utilizadas durante las entrevistas 72 fueron reconocidas por los entrevistados y de estas 46 especies arbóreas fueron las de importancia cultural y utilitaria (Fig. 4). Estas especies corresponden a 19 familias y 37 géneros, siendo la Fabaceae la mejor representada con 15 especies, seguida por la Burseraceae con seis especies y

Boraginaceae con tres especies. Todas estas especies se distribuyen de manera natural en la región.

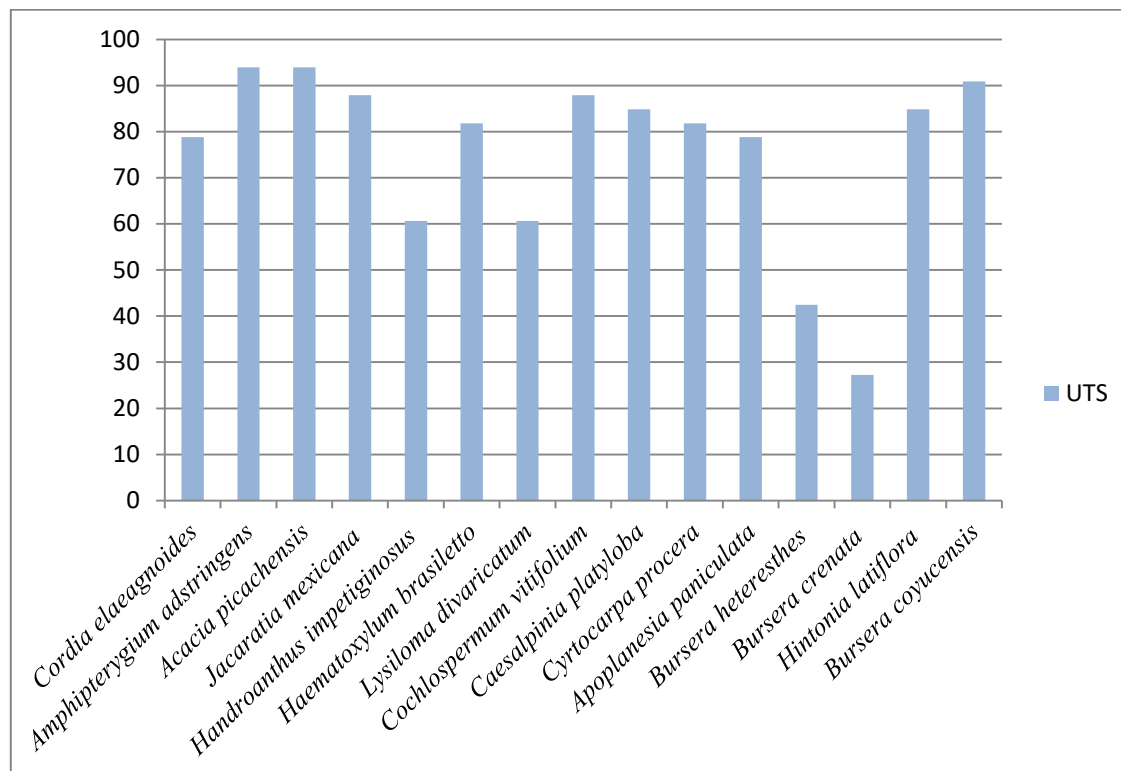


Figura 4. Valor del UTS para las primeras 15 especies del IISRN, representando la IC.

Se investigó la información correspondiente al EC para las 29 especies con información respecto a la IE y IC. En donde la mayoría de las especies se encuentran en preocupación menor, tres en amenaza próxima (i.e. *B. crenata*, copal santo; *B. coyucensis* y bonete; *J. mexicana*), el cuachalalate (*A. adstringens*) es la única especie en vulnerabilidad y dos especies en peligro de extinción siendo *B. grandifolia* y el copal (*B. heteresthes*).

En relación a la disponibilidad en viveros encontramos cinco especies que son distribuidas por la CONAFOR el huizache (*A. farmeciana*), el cueramo (*C. elaeagnoides*), el brasil (*H. brasiletto*) y el pinzán (*P. dulce*; Venegas, 2016), de igual forma, fueron ubicadas cinco especies en viveros comunitarios de la región (i.e. cuachalalate; *A. adstringens*, frijolillo; *C. platyloba*, cañofistula; *H. impetiginosus*, bonete; *J. mexicana* y candelillo; *Plumeria rubra*; Luna-Nieves, 2018; H. Zepeda, comunicación personal, 16 de octubre 2020). Es importante

destacar que el cueramo (*C. elaeagnoides*) y el frijolillo (*C. platyloba*) son producidos en el vivero comunitario de Zicuirán. Respecto a la viabilidad técnica el género *Bursera* muestra mucha variación en la tasa de germinación de una especie a otra variando entre 1% hasta 100%. En general, las especies con la tasa de germinación más alta fueron el palo mulato (*B. fagaroides*) con 100%, seguida por el espino herrero (*Mimosa benthamii*) con 98% y la cañofistula (*H. impetiginosus*) con 95% (Adjata et al., 2013; Bonfil-Sanders et al., 2008; Francis, 2002; García Hoyos et al., 2011; Rodríguez-Arévalo et al., 2017; Soriano et al., 2011).

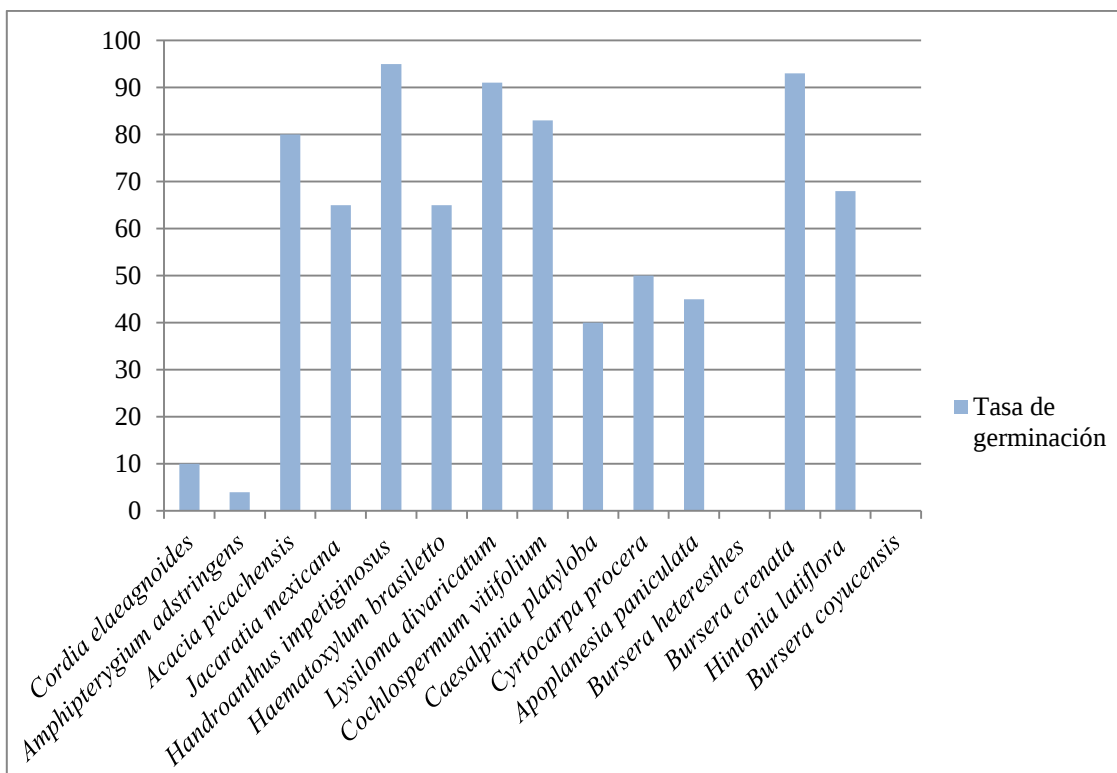


Figura 5. Valor de la tasa de germinación para las primeras 15 especies del ISER, representando una parte de la FA.

Índice de selección de especies para la restauración (ISER)

Las especies con mayor IE fueron el cueramo (*C. elaeagnoides*) con un valor de 1, el crucetillo (*Randia nelsonii*) 0.69 y el cansangre (*A. paniculata*) 0.47. Las especies con un

valor más alto en la IC son el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) y el espino amarillo (*Acacia picachensis*) con un valor de 1, seguidos por el copal santo (*Bursera copallifera*) con un valor de 0.97. Respecto al EC *B. grandifolia* y el copal (*B. heteresthes*), tuvieron el valor más alto siendo este 1. Considerando tanto la disponibilidad en viveros y la viabilidad técnica, las especies con mayor factibilidad fueron el brasil (*H. brasiletto*), la cañofistula (*H. impetiginosus*) y el candelillo (*P. rubra*). Las especies prioritarias para la restauración que tuvieron los valores más altos en el ISER (Fig. 6; Cuadro 1), fueron el cueramo (*C. elaeagnoides*), el cuachalalate (*A. adstringens*), el espino amarillo (*Acacia picachensis*), el bonete (*J. mexicana*) y la cañofistula (*H. impetiginosus*).

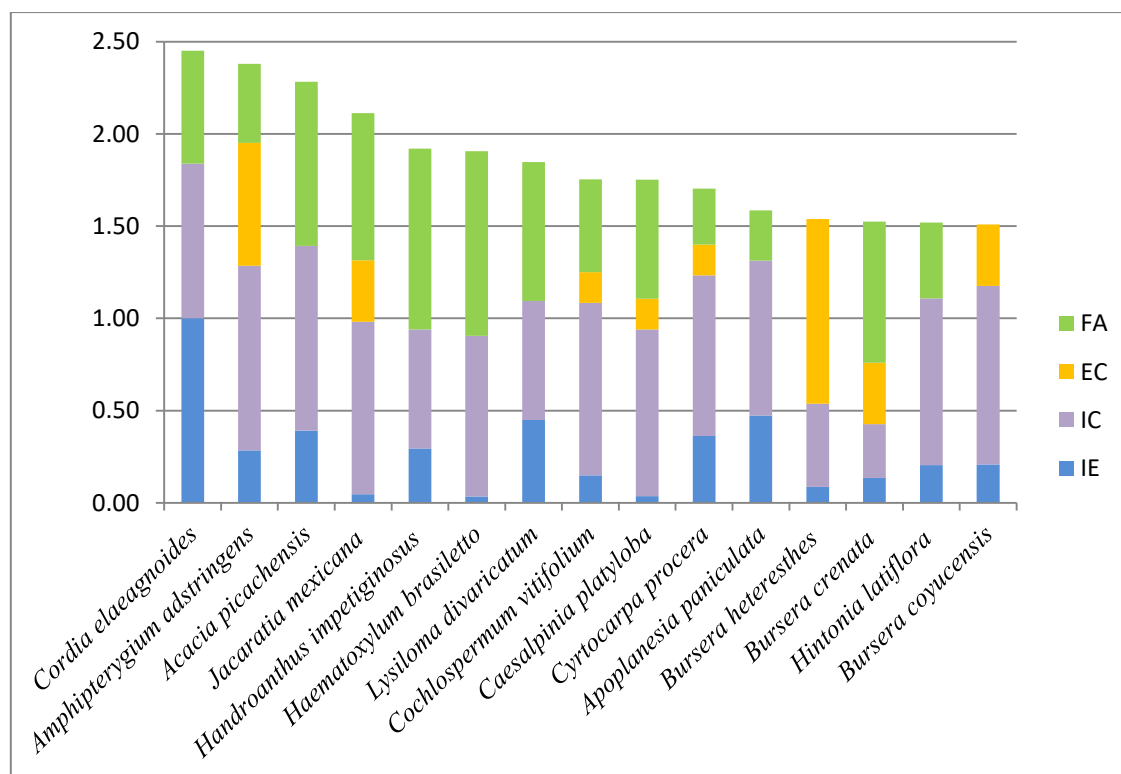


Figura 6. Especies prioritarias para la restauración ecológica de acuerdo al índice de selección de especies (ISER). Fa: Factibilidad, EC: Estado de conservación, VIR: valor de importancia relativa y IC: importancia cultural.



Cuadro 1. Índice de selección de especies para la restauración (ISER).

Especie	Nombre común	IC	VIR	EC	FA	ISE R
<i>Cordia elaeagnoides</i>	Cueramo	0.84	1.00	0.00	0.61	2.45
<i>Amphipterygium adstringens</i> *	Cuachalalate	1.00	0.28	0.67	0.43	2.38
<i>Acacia picachensis</i>	Espino amarillo, uña de gato	1.00	0.39	0.00	0.89	2.28
<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	0.94	0.05	0.33	0.80	2.11
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Cañofistula, Rosamorada	0.65	0.29	0.00	0.98	1.92
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	0.87	0.03	0.00	1.00	1.91
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Cuitás, Tepehuaje	0.65	0.45	0.00	0.75	1.85
<i>Cochlospermum vitifolium</i> *	Pánicua	0.94	0.15	0.17	0.50	1.75
<i>Caesalpinia platyloba</i> *	Frijolillo	0.90	0.04	0.17	0.65	1.75
<i>Cyrtocarpa procera</i> *	Chucum-pum	0.87	0.36	0.17	0.30	1.70
<i>Apoplanesia paniculata</i>	Cansangre	0.84	0.47	0.00	0.27	1.59
<i>Bursera heteresthes</i>	Copal, copal negro	0.45	0.09	1.00	0.00	1.54
<i>Bursera crenata</i>	Papelillo	0.29	0.14	0.33	0.77	1.53
<i>Hintonia latiflora</i>	Quina	0.90	0.20	0.00	0.41	1.52
<i>Bursera coyucensis</i> *	Copal santo	0.97	0.21	0.33	0.00	1.51
<i>Plumeria rubra</i>	Candelillo, Cacalosuchit	0.39	0.13	0.00	0.97	1.49
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	0.77	0.07	0.00	0.62	1.46
<i>Randia nelsonii</i>	Crucillo chino	0.58	0.69	0.00	0.15	1.43
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pachota de cerro	0.52	0.05	0.00	0.77	1.34



Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales

<i>Bursera grandifolia</i>		0.13	0.17	1.00	0.01	1.31
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Temolongo	0.90	0.03	0.00	0.23	1.16
<i>Bursera copallifera</i>	Copal	0.48	0.05	0.00	0.61	1.14
<i>Bursera fagaroides</i>	Palo mulato	0.29	0.12	0.00	0.61	1.02
<i>Acacia coulteri</i>	Tepame, guajillo	0.45	0.07	0.00	0.48	1.01
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de venado	0.87	0.06	0.00	0.03	0.96
<i>Malpighia mexicana</i>	Nanche rojo	0.58	0.05	0.00	0.24	0.87
<i>Mimosa benthamii</i>	Espino herrero	0.23	0.03	0.00	0.59	0.85
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Chaya, ortiga, mala mujer	0.55	0.05	0.00	0.00	0.60
<i>Manihot tomatophylla</i>	Teyapo	0.13	0.07	0.00	0.24	0.44



Discusión

En esta tesis, en congruencia con los objetivos planteados en el proyecto, se buscó crear un método factible y extrapolable de seleccionar especies para la restauración ecológica, considerando aspectos de importancia ecológica, cultural y técnica. Es por eso que con base en estudios previos se utilizó el valor de importancia relativa de 29 especies. Se preguntó a los pobladores locales por la importancia cultural de las especies arbóreas de la región. También se preguntó a los residentes por el estado de conservación local de las especies, además de investigarlo en bases de datos. Finalmente se determinó la factibilidad técnica de las especies del bosque con base en su disponibilidad y tasa de germinación.

Índice de selección de especies (ISER)

La mayoría de las especies no tuvieron valores altos en el VIR debido a la estructura natural del bosque. Sin embargo, las especies incluidas en el ISER representan un poco más del 70% del VIR total del área de estudio. El cueramo (*Cordia elaeagnoides*), el teyapo (*Manihot tomatophylla*), el espinillo amarillo (*Acacia picachensis*) y la cañofistula (*Handroanthus impetiginosus*) son especies estructuralmente dominantes en este ecosistema y a su vez, también son especies de importancia cultural y utilitaria (Martínez-Cruz et al., 2013; Méndez-Toribio et al., 2014). Además de estas especies el chucum-pum (*Cyrtocarpa procera*), el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) y la pánicula (*Cochlospermum vitifolium*) también fueron reportadas como especies abundantes en la cuenca del Balsas, quedando entre las primeras 10 especies prioritarias para la restauración (Pineda-García et al., 2007). Se encontraron 46 especies de IC, divididas en nueve categorías de uso (Anexo 3). De las 84 especies por las que se preguntó el 54% tuvieron IC, en otros estudios para este tipo de vegetación se han documentado valores similares. El estudio que más especies útiles ha reportado es el de Zepeda y colaboradores 2017, que documentaron 137 especies leñosas útiles, siendo el 85% nativas, es decir, 116 especies. En dicho estudio el cueramo (*C. elaeagnoides*), el cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) y la quina (*Hintonia latiflora*) sobresalieron como especies de importancia cultural. Es por esto que resaltamos la importancia del entendimiento de la relación que existe entre la IE y la IC, pues priorizar especies que cumplan con estos dos componentes facilitará la



aceptación de las especies prioritarias para la restauración por parte de las comunidades sin comprometer al ecosistema de referencia (Gordillo, 2019; Meli et al., 2014).

Considerar las especies en riesgo de extinción local es importante a la hora de seleccionar especies para su restauración. De las especies en alguna categoría de conservación el cuachalalate (*A. adstringens*) y el copal santo (*Bursera coyucensis*) también fueron especies identificadas durante las entrevistas como especies con poblaciones decrecientes, siendo destacable, que la percepción de la comunidad aunque es local no es aislada y son un gran aporte a la hora de identificar especies en riesgo (Fremout et al., 2021). Respecto a las dos especies en peligro de extinción es preocupante que *B. grandifolia* no tenga un nombre común en la región, pues refleja el poco interés, uso y conocimiento de la especie existente en estos dos ejidos, lo que hace a la especie aún más vulnerable. Caso contrario con la otra especie en peligro de extinción, el copal (*B. heteresthes*). Esta especie es nombrada “copal” en estas comunidades y está entre las primeras quince especies prioritarias para la restauración del ISER. También existe la posibilidad de que los ejidatarios conozcan su fenología y distribución, lo que puede facilitar un proyecto de restauración (Gordillo, 2019). El género *Bursera*, es un género que destacó por la polaridad del conocimiento existente en cada uno de los ejidos. En específico el copal (*B. copallifera*), el copal santo (*B. coyucensis*) y el copal perro o copal negro (*B. heteresthes*). En Zicuirán hacen distinción de cada uno de estos copales, mientras que en Tziritzicuario solo reconocen al copal santo. Estas tres especies se encuentran distribuidas naturalmente y han sido reportadas para Tziritzicuario (Méndez-Toribio, 2015), por lo que resulta bastante curioso que solo distingan al copal santo. Otro caso para destacar en este género son los árboles llamados papelillo, que aunque reciben el mismo nombre común y muy pocos ejidatarios los distinguen, se sabe que pueden referirse a distintas especies. Además cabe destacar que la familia a la que pertenecen (Burseraceae) es la segunda más abundante en esta región y con varios endemismos (Frias-Castro, 2019; Ibarra-Manríquez et al., 2021).

Considerar los aspectos técnicos en un proyecto de restauración es esencial antes de decidir con que especies restaurar. La disponibilidad de plantas en la RBZI depende tanto



de los viveros de la CONAFOR como de los viveros comunitarios promovidos por la CONANP. Los árboles tropicales que la CONAFOR distribuye para los proyectos de restauración con distribución en esta región también tienen importancia cultural y utilitaria. El huizache (*Acacia farnesiana*), el chucum-pum (*C. procera*), el brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y el pinzán (*Pithecellobium dulce*), son especies aceptadas culturalmente y con valor de uso. El Laurel Blanco (*Cordia alliodora*), en cambio, tiene valor utilitario, pero no importancia cultural, es decir, que a pesar de tener usos potenciales en la comunidad no es reconocida por los ejidatarios. Por último, la rosamorada, no es reconocida taxonómicamente como *Tabebuia rosea*, sino que tiene una sinonimia local con la cañofistula (*H. impetiginosus*), especie que fue reportada para Tziritzicuaro por Méndez-Toribio y colaboradores en 2014. Por lo que sería oportuna una investigación más a fondo de la ecología de estas dos especies. En la disponibilidad de plantas también es importante considerar el costo de las mismas, pues las plantas distribuidas por la CONAFOR son más económicas que la de los viveros comunitarios, otro aspecto es que la disponibilidad de plantas en viveros comunitarios también dependerá del éxito de los mismos (Luna-Nieves, 2018). La factibilidad de las especies es un aspecto importante en el ISER, pues arroja que especies son fáciles de conseguir, no solo su disponibilidad en los viveros sino también su tasa de germinación en condiciones normales, considerando que puede cambiar dependiendo de las condiciones del sitio. Esto es importante pues causa que el ISER asegure que la obtención de las especies, sea económico y que puedan germinarse dentro de los ejidos sin necesidad insumos o materiales costosos (Meli et al., 2014). Es destacable que Zicuirán propague cueramo (*C. elaeagnoides*) pese a sus dificultades técnicas, siendo de las especies con menor tasa de germinación, lo que da a entender que el deseo de la comunidad por propagar especies de su interés se pondera antes que cualquier dificultad (Casique Reyes, 2018; García-Barrios & González-Espinosa, 2017).

Los proyectos de restauración del bosque promovidos por la RBZI, “utilizan germoplasma local, germinado en viveros comunitarios, por lo que son los ejidatarios los que deciden con qué especies restaurar sus predios” (Luna-Nieves, 2018; H. Zepeda, comunicación personal, 16 de octubre 2020). “Las comunidades han adoptado para la



restauración entre 20 y 30 especies de árboles, destacando ocho, el frijolillo (*Caesalpinia platyloba*), el cobano (*Swietenia humilis*), el cueramo (*C. elaeagnoides*), el bonete (*Jacaratia mexicana*), el pinzán (*P. dulce*), la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), el granadillos (*Dalbergia granadillo*; supuesto) y la parotilla (*Enterolobium cyclocarpum*; supuesto), siendo especies maderables principalmente”. (H. Zepeda, comunicación personal, 16 de octubre 2020). Las tres últimas no se distribuyen en los sitios de estudio. Que las comunidades locales estén optando por restaurar principalmente con estas ocho especies por sus características utilitarias podría comprometer a la larga la biodiversidad del bosque (Martin et al., 2021).

Finalmente el índice de selección de especies propuesto logra priorizar las especies para un proyecto de restauración en cualquier tipo de socioecosistema. Los componentes que conforman el índice son elementos que no necesitan de un gran diagnostico inclusive puede que la información ya esté disponible en la bibliografía para la mayoría de las especies. Siendo el componente de la IC el más cambiante de una localidad a otra, pero del mismo modo, también funciona como un incentivo importante para involucrar a las comunidades locales durante el desarrollo del proyecto de restauración. Lo que logran índices multicriterio como el ISER, es resolver una limitante metodológica en ecosistemas altamente diversos, facilitando la selección de especies (Gordillo, 2019; Meli et al., 2014).

Conclusiones

El ISER propone facilitar la selección de especies que cumplan tanto con las características ecológicas deseadas por los objetivos de los proyectos de restauración y que a su vez puedan cubrir las necesidades que la comunidad local tiene en el ecosistema. Además, se resalta la posibilidad de elegir especies en peligro local que podrían no ser consideradas, por ejemplo, por no ser suficientemente dominantes en el ecosistema de referencia.



Conclusión general

El conocimiento sobre el bosque y los procesos que existen en cada ejido es una compilación de saberes que se ha logrado a través de muchos años pero esto no significa que sea permanente. Al coexistir de manera tan cercana con el ecosistema también han ido presenciando los cambios que ha sufrido. Las nuevas generaciones ya no dependen del bosque como lo hicieron sus abuelos. Por lo tanto, ha habido una pérdida del uso tradicional de las plantas. Aunque los ejidatarios aún saben de los usos potenciales que tienen los árboles del bosque, prefieren optar por alternativas más cómodas e incluso con mayor efectividad, lo que ha causado un despojo del conocimiento que ahora les resulta irrelevante para su vida diaria. Aunque se ha ido perdiendo el uso de las plantas, la importancia cultural y el conocimiento se mantienen. Esto significa que no se trata de rescatar el conocimiento, sino buscar que las generaciones más jóvenes puedan conectar con el bosque de otras formas. En Tziritzícuaró aún carecen de las características sociales para participar voluntariamente en los proyectos de conservación y restauración de los recursos naturales, lo que podría significar que más que un problema ecológico es un problema social. Es preocupante que el conocimiento ecológico local pueda perderse, no solo por la pérdida cultural que esto significa, también implicaría que los ejidatarios pierdan el afecto por la tierra que les fue dada, lo que pone en una situación de vulnerabilidad al territorio ante las presiones externas.

Es innegable la importancia del conocimiento ecológico local en los proyectos de restauración. El conocimiento ecológico depende del contexto y las necesidades de las personas. Los ejidatarios son conscientes de la problemática medioambiental, y son capaces de sugerir acciones ecológicas y socioeconómicas para revertirla. Se identificaron elementos clave en el conocimiento ecológico local que pueden guiar futuras acciones de restauración del bosque tropical seco. En específico en la selección de especies, los ejidatarios consideran de importancia cultural y utilitaria, especies que también son de importancia ecológica. Esto facilita mucho el poder seleccionar especies que cumplan tanto con las características ecológicas deseadas por objetivos del proyecto de restauración y que a su vez puedan cubrir las necesidades que la comunidad local tiene en el ecosistema.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales



Por último, es destacable la utilidad de la intervención social en los proyectos de restauración en especial en un mundo globalizado que tiende a olvidar las peculiaridades locales. En busca de nuevos paradigmas y programas que se desarrollen de abajo hacia arriba, empezar a involucrar a las comunidades resulta algo urgente, entender la manera en que se organizan y porque consideran importante lo que consideran importante, serán parte aguas en la toma de decisiones no solo a nivel regional, sino a nivel global. Sin embargo, entendemos que al trabajar solo con dos ejidos no podemos inferir sobre toda la realidad local que se vive en la RBZI. De ahí resaltamos lo importante que resulta replicar este tipo de trabajos en más comunidades dentro y fuera de la reserva.



Bibliografía general

- Alatorre, J., Cano, E., & Otero, R. (2009). Catálogo florístico de las plantas medicinales de el bosque baja subcaducifolia de Acapulco, México. *Bol.Inst.Estud.Giennenses*, 200, 231–288.
- Adjata, K. D., Tchaniley, L., Banla, E., Tchansi, K., & Gumedzoe, M. (2013). Study of germination conditions of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) seeds obtained by genetic selection. *Scientific Research and Essays*, 8(43), 2138–2143.
<https://doi.org/10.5897/sre2013.5548>
- Anderson MK, Barbour MG. (2003) Simulated indigenous management: a new model for ecological restoration in national parks. *Ecological Restoration*. 21(4):269–77.
- Antúnez, P., Wehenkel, C., Kukunda, C. B., & Hernández-Díaz, J. C. (2021). Climatic Variables Differentially Influence Neotropical Plant Species of Conservation Concern. *Journal of Sustainable Forestry*, 00(00), 1–16.
<https://doi.org/10.1080/10549811.2021.1944878>
- Archenti, N., Piovani, I., Marradi, E., Piovani, N. A. J. I., & De, M. (2007). 2. Los debates metodológicos contemporáneos.
- Arias Castilla, C. (2006). Enfoques teóricos sobre la percepción que tienen las personas. *Horizontes Pedagógicos*, 8(1), 9–22.
<https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/590>
- Banco Mundial. (2016). Por qué los bosques son fundamentales para el clima, el agua, la salud y los medios de subsistencia. 1–8.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/18/why-forests-are-key-to-climate-water-health-and-livelihoods>
- Benítez-Malvido, J., Dupuy, J. M., & Martínez-Ramos, M. (2012). Perspectivas y retos en el estudio del manejo de ecosistemas en paisajes rurales: una síntesis. *SEMARNAT*, 4, 83–86.



- Bernardo, R. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. Cuicuilco, 52, 40–49.
<https://doi.org/10.1093/gao/9781884446054.article.t020587>
- Bogdan, T. &. (1987). La entrevista en Profundidad. cap 4. Métodos cualitativos de investigación (pp. pp101-132).
- Bonfil, C., Barrales-Alcalá, B., Mendoza-Hernandez, P., Alavez, M., & Garcia-Barrios, R. (2016). Los límites sociales del manejo y la restauración de ecosistemas: una historia en Morelos. In Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas (pp. 323–341).
- Bonfil-Sanders, C., Cajero-Lázaro, I., & Evans, R. Y. (2008). Germinación de semillas de seis especies de *Bursera* del centro de México. *Agrociencia*, 42(7), 827–834.
- Booth TH. (2016). Identifying particular areas for potential seed collections for restoration plantings under climate change. *Ecological Management & Restoration* 17:228-234.
- Calle, Z., Giraldo, E., Piedrahita, L., López, A., Cucuñame, J., Rivera, J. E., Campo, D., Rosero, Y., Rivera, L., Muelas, J., Caviche, R., Yandi, G., Gande, E., Vivas, E., Morales, E. M., Ortega, L., Carmona, C. A., Soler, S., Acosta, M., Giraldo, J. A. (2008). Diálogo de saberes para la restauración ecológica de bosques: el papel de los niños y jóvenes investigadores. *Revista Estudios Sociales Comparativos*, 2, 68–85. <http://www.cipav.org.co/pdf/restauracion/Dialogo.de.Saberes.pdf>
- Cantero, D. S. M. (2014). Teoría fundamentada y atlas.ti: Recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 16(1), 104–122.
- Cantrell, D. (1996). Paradigmas alternativos para la investigación sobre educación ambiental (pp. 97–120).



- Cárdenas-Camargo, I., Rangel-Villafranco, M., & Cristóbal-Sánchez, G. (2020). Relación del conocimiento ecológico tradicional y desarrollo local sostenible. *DELOS. Desarrollo Local Sostenible*, 13(37).
- Casanova-Lugo, F., González-Gómez, J. ., Flores-Estrada, M., López-Santiago, G., & García-Gómez, M. (2014). ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN Y USOS DE LOS ÁRBOLES DE EL BOSQUE BAJA CADUCIFOLIA EN APATZINGÁN, MICHOACÁN. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 255–259.
- Casique Reyes, G. (2018). Influencia del capital social en el desarrollo forestal comunitario mexicano. *RLEEI*, 2, 16–23.
- Castillo, A, & Peña-Mondragón, J. L. (2015). Métodos de investigación social: fundamentos, técnicas y aportes para el entendimiento de las relaciones sociedad-vida silvestre. In *Manual de técnicas del estudio de la fauna* (Issue October, pp. 192–210).
- Castillo, Alicia, Bullen-Aguiar, A. A., Peña-Mondragón, J. L., & Gutiérrez-Serrano, N. G. (2020). The social component of social-ecological research: moving from the periphery to the center. *Ecology and Society*, 25(1), art6. <https://doi.org/10.5751/ES-11345-250106>
- Castillo, Alicia, Pujadas Botey, A., & Schroeder, N. M. (2007). La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, México: perspectivas de los pobladores rurales sobre el bosque tropical seco y la conservación de ecosistemas. *Hacia Una Cultura de Conservación de La Diversidad Biológica*, 245–254.
- Castillo, Alicia. (2003). Comunicación para el manejo de ecosistemas. 3(9), 58–71.
- Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, practicos y sociales. In *Universidade Federal do Triângulo Mineiro* (Vol. 53, Issue 9).
/citations?view_op=view_citation&continue=/scholar%3Fhl%3Dpt-BR%26as_sdt%3D0,5%26scilib%3D1&citilm=1&citation_for_view=wS0xi2wAA
AAJ:2osOgNQ5qMEC&hl=pt-BR&oi=p



- Ceccon, E. (2021). The human dimension in landscape restoration: The case of the Xuajin Me 'Phaa, an indigenous NGO in the "La Montaña" region of Guerrero State, Mexico. *FORESTS FOR THE FUTURE*, 64–69. <https://www.researchgate.net/publication/351736439%0AThe>
- Ceccon, E., & Pérez, D. R. (2016). Más allá de la ecología de la restauración : perspectivas sociales en América Latina y el Caribe.
- Ceccon, E., Méndez-Toribio, M., & Martínez-Garza, C. (2020). Social Participation in Forest Restoration Projects: Insights from a National Assessment in Mexico. *Human Ecology*, 48(5), 609–617. <https://doi.org/10.1007/s10745-020-00178-w>
- Cegarra, J. (2012). Fundamentos Teórico Epistemológicos de los Imaginarios Sociales. *Cinta de Moebio*, 43, 01–13. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2012000100001>
- Chávez, C., White, L., Juan, I., & Gastón, J. (2018). Conocimiento ambiental tradicional y manejo de recursos bioculturales en México Análisis geográfico, ecológico y sociocultural (Issue February 2019). http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94402/Conocimiento_ambiental.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Chazdon RL, Guariguata MR. (2006) Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*. 48(6):716–30. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>
- Chazdon RL. (2008) Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*. 320(5882):1458. <https://doi.org/10.1126/science.1155365> PMID: 18556551
- Chazdon, R. L., Wilson, S. J., Brondizio, E., Herbohn, J., & Guariguata, M. R. (2020). Consideraciones sobre la gobernanza y la restauración del paisaje forestal: Retos y oportunidades para la presente década. *Consideraciones Sobre La Gobernanza y La Restauración Del Paisaje Forestal: Retos y Oportunidades Para La Presente Década*, 294. <https://doi.org/10.17528/cifor/007712>



CONABIO. (2021). Categoría de riesgo en México. Norma Oficial Mexicana NOM-059.

Rescatado en octubre 2021 de

<https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico>

CONAFOR. (2010). Guía De Mejores Prácticas De Correspondiente a Las Áreas De ProÁrbol.

CONAFOR. (2014). Resultados de la convocatoria del Programa Nacional Forestal de la Comisión Nacional Forestal 2014

CONAFOR. (2015). Resultados de la convocatoria del Programa Nacional Forestal de la Comisión Nacional Forestal 2015

CONAFOR. (2016). Resultados de la convocatoria del Programa Nacional Forestal de la Comisión Nacional Forestal 2016

CONANP. (2018). 100 Años Conservación CONANP.

CONANP. (2019). Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible 2019. Avance Físico Financiero

CONAFOR. (2020). Deforestación bruta en México (p. 1).

Cortina-Segarra, J., García-Sánchez, I., Grace, M., Andrés, P., Baker, S., Bullock, C., Decler, K., Dicks, L. V., Fisher, J. L., Frouz, J., Klimkowska, A., Kyriazopoulos, A. P., Moreno-Mateos, D., Rodríguez-González, P. M., Sarkki, S., & Ventocilla, J. L. (2021). Barriers to ecological restoration in Europe: expert perspectives. *Restoration Ecology*, 29(4), 1–18. <https://doi.org/10.1111/rec.13346>

Cruz-García, S. (2013). Regeneración Asexual de Mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) por Rebrotos de Tocón en Poblaciones Naturales del Norte de Coahuila. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

de la Paz Hernández, J., Castro, R., Aguilar, G. A., & Domínguez, M. L. (2005). Pobreza rural y medio ambiente. Experiencias en cuatro comunidades de el bosque seco de



Oaxaca, México. Pobreza Rural y Medio Ambiente. Experiencias En Cuatro Comunidades de El bosque Seca de Oaxaca, México, 2(55), 71–96.

Díaz V. (2001). Diseño y elaboración de cuestionarios para la investigación comercial. ESIC editorial. Madrid, España. Rescatado el 7 de abril del 2020 de <https://books.google.com.mx/books?id=kER9q4koSnYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Diemont SA, Martin JF. (2009) Lacandon Maya ecosystem management: Sustainable design for subsistence and environmental restoration. *Ecological Applications*. 19(1):254–66. <https://doi.org/10.1890/08-0176.1> PMID: 19323187

Douterlungne D, Levy-Tacher SI, Golicher DJ, Dañobeytia FR. (2010). Applying indigenous knowledge to the restoration of degraded tropical rain forest clearings dominated by bracken fern. *Restoration Ecology*. 18(3):322–9

Finol, J. E., & Finol, D. E. (2017). Texto, interpretabilidad e interpretación: límites y alcances. *Revista Latinoamericana de Comunicación* N.o, 135, 217–232.

Francis, J. (2002). *Fouquieria splendens* Engelm. Fouquieriaceae. *Wildland Shrubs of the United States and Its Territories: Thamnic Descriptions*, 1(1), 347–349. http://www.fs.fed.us/global/iitf/wildland_shrubs.htm

Fremout, T., Gutiérrez-Miranda, C. E., Briers, S., Marcelo-Peña, J. L., Cueva-Ortiz, E., Linares-Palomino, R., La Torre-Cuadros, M. de los Á., Chang-Ruíz, J. C., Villegas-Gómez, T. L., Acosta-Flota, A. H., Plouvier, D., Atkinson, R., Charcape-Ravelo, M., Aguirre-Mendoza, Z., Muys, B., & Thomas, E. (2021). The value of local ecological knowledge to guide tree species selection in tropical dry forest restoration. In *Restoration Ecology* (Vol. 29, Issue 4). <https://doi.org/10.1111/rec.13347>

Frias-Castro, A. (2019). Papelillos y copales (familia Burseraceae). In *La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado* (Issue March 2017, pp. 187–190).



- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1–S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- García B. (2009) Manual de métodos de investigación para las ciencias sociales: Un enfoque de enseñanza basado en proyectos. Manual moderno. Facultad de Psicología. UNAM. México.
- García E (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- García E. (1998). Climas, escala 1:1,000,000. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>; última consulta: 19.I.2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.
- García Hoyos, A., Sánchez Robles, J., García Hernández, L., & de León González, F. (2011). Reproducción sexual e influencia de sustratos en el desarrollo de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). *Polibotánica*, 32, 119–133.
- García-Barrios, L., & González-Espinosa, M. (2017). Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.022>
- García-Frapolli, E., & Lindigcisneros, R. (2011). Economic barriers and incentives for biodiversity restoration. *Acta Biol. Colomb*, 16(2), 269–280.
- García-Rodríguez, G. O. (2019). Aproximaciones al concepto de imaginario social. *Civilizar*, 19(37), 31–42. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2019.2/a08>



- Garibaldi A, Turner N. (2004) Cultural keystone species: implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society*. 9(3)
- Garzón, N. V, Rodríguez León, C. H., Ceccon, E., & Pérez, D. R. (2020). Ecological restoration-based education in the Colombian Amazon: toward a new society–nature relationship. *Restoration Ecology*, 28(5), 1053–1060. <https://doi.org/10.1111/rec.13216>
- Gavin, M. C., McCarter, J., Mead, A., Berkes, F., Stepp, J. R., Peterson, D., & Tang, R. (2015). Defining biocultural approaches to conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 30(3), 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.12.005>
- Germosén-Robineau, L. (1995). Hacia una farmacopea Caribeña. Edición TRAMIL 7 : Investigación Científica y Uso Popular de Plantas Medicinales en el Caribe. Université des Antilles ; Universidad de Antioquía. <http://www.manioc.org/recherch/T17003>
- Gordillo, M. (2019). Especies Arbóreas Potenciales para la Restauración del Bosque Tropical Caducifolio Bosque Espinoso. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.
- Hamada, E., & Ghini, R. (2011). Impactos del cambio climático en plagas y enfermedades de las plantas en Brasil TT - Impacts of climate change on plant diseases and pests in Brazil. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(spe2), 195–205. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000800003&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2nspe2/v2spe2a3.pdf
- Harrie, J. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 5(1), 39–72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4531575>
- Harrison PA, Vaillancourt RE, Harris R, Potts BM. (2017). Integrating climate change and habitat fragmentation to identify candidate seed sources for ecological restoration. *Restoration Ecology* 25:524-531.
- Howe, P. D., Markowitz, E. M., Lee, T. M., Ko, C. Y., & Leiserowitz, A. (2013). Global perceptions of local temperature change. *Nature Climate Change*, 3(4), 352–356. <https://doi.org/10.1038/nclimate1768>
- Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G., Hernández-Esquivel, K., Rojas-López, M., & Sánchez-Sánchez, L. (2021). Vegetación y flora vascular del ejido Llano de Ojo de



Agua, Depresión del Balsas, municipio de Churumuco, Michoacán, México
Vegetation. Revista Mexicana de Biodiversidad, May.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3482>

INEGI. (2010). Unidad de Microrregiones. Cédulas de Información Municipal. URL:
<http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Economia.aspx?entra=nacion&ent=16&mun=035>

INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo 2017.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092092.pdf

Inifap (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias) y Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (1995). Edafología. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>; última consulta: 20.XI.2013.

Jansen, H. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 4, 39-72.

Jimenez-Ruiz, A., Thomé-Ortiz, H., & Burrola-Aguilar, C. (2016). Patrimonio biocultural, turismo micológico y etnoconocimiento. *El Periplo Sustentable*, 30, 180–205.

Lamb, D., Erskine, P.D., Parrotta, J.A., (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310, 1628-1632.

Lee, L. C., Mcneill, G. D., Ridings, P., Featherstone, M., Okamoto, D. K., Spindel, N. B., Galloway, A. W. E., Saunders, G. W., Adamczyk, E. M., Reshitnyk, L., Pontier, O., Post, M., Wilson, N., Kung, S., & Bellis, V. (2021). Chiixuu Tlilinasdli: Indigenous Ethics and Values Lead to Ecological Restoration for People and Place in Gwaii Haanas. *Ecological Restoration*, 39(June), 45–51.

Lima Bandeira, M. (2020). Sobre las metodologías cualitativas en estudios organizacionales. *Estudios De La Gestión*, 7(5), 7–16. <https://bit.ly/3r3hhKD>

Lindig C., R. (2017). *Ecología de restauración y restauración ambiental*.

López, A. (2012). Deforestación en México : Un análisis preliminar (pp. 01–35). CIDE.

López, H. R. (1998). La metodología de encuesta. *Técnicas de Investigación En Sociedad, Cultura y Comunicación.*, 33–73.
https://biblioteca.marco.edu.mx/files/metodologia_encuestas.pdf



- Luna-Nieves A, Frapolli E, Bonfil C, Meave J, Ibarra-Manríquez G. (2019). Integrating conservation and socioeconomic development: the potential of community nurseries in Mexican protected areas. *Environmental Conservation*:1-8.
- Luna-Nieves, A. (2018). Viabilidad Ecológica Y Económica De Proyectos De Conservación Y Desarrollo Integrados: El Caso De Los Viveros Comunitarios En La Región De Tierra Caliente, Michoacán (Issue January). Universidad Autónoma de México.
- Luna-Sánchez, E., & Skutsch, M. (2019). ¿Sirven las evaluaciones para aprender? Influencia de las evaluaciones sobre las decisiones de manejo en un Área Natural Protegida. *Sociedad y Ambiente*, 19, 137–164. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i19.1937>
- Lykke AM. (1998). Assessment of species composition change in savanna vegetation by means of woody plants' size class distributions and local information. *Biodiversity and Conservation* 7:1261-1275.
- Maass, M., Jardel, E., Calderón, L., Herrera, J., Castillo, A., & Equihua, M. (2010). Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. *Ecosistemas*, 19(2), 69–83. <https://doi.org/10.7818/re.2014.19-2.00>
- Mansourian, S. (2021). Disciplines , Sectors , Motivations and Power Relations in Forest Landscape Restoration. *Ecological Restoration*, 39(June), 16–26.
- Marques de Abreu, A., Silva Abel, E., Benevides Bittencourt, C., Gama Alves, A., & Duarte Ferreira, A. (2016). Replantando vida: la restauración forestal como herramienta para la rehabilitación humana. In *Más allá de la ecología de la restauración : perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* (pp. 89–106).
- Martin, M. P., Woodbury, D. J., Doroski, D. A., Nagele, E., Storace, M., Cook-Patton, S. C., Pasternack, R., & Ashton, M. S. (2021). People plant trees for utility more often than for biodiversity or carbon. *Biological Conservation*, 261(July), 109224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109224>
- Martínez-Cruz, J., Méndez-Toribio, M., Cortés-Flores, J., Coba-Pérez, P., Cornejo-Tenorio, G., & Ibarra-Manríquez, G. (2013). Estructura y diversidad de los bosques estacionales desaparecidos por la construcción de la presa Gral. Francisco J. Múgica, en la Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(4), 1216–1234. <https://doi.org/10.7550/rmb.33799>



- Martínez-Garza, C., Méndez-Toribio, M., Ceccon, E., & Guariguata, M. R. (2021). Ecosystem restoration in Mexico: Insights on the project planning phase. *Botanical Sciences*, 99(2), 242–256. <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.2695>
- Mas, J. F., Lemoine-Rodríguez, R., González, R., López-Sánchez, J., Piña-Garduño, A., & Herrera-Flores, E. (2017). Evaluación de las tasas de deforestación en Michoacán a escala detallada mediante un método híbrido de clasificación de imágenes SPOT. *Madera Bosques*, 23(2), 119–131. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2321472>
- Meli, P., Landa, R., López-Medellín, X., & Carabias, J. (2015). Social Perceptions of Rainforest and Climatic Change from Rural Communities in Southern Mexico. *Ecosystems*, 18(8), 1343–1355. <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9903-8>
- Meli, P., Martínez-Ramos, M., Rey-Benayas, J. M., & Carabias, J. (2014). Combining ecological, social and technical criteria to select species for forest restoration. *Applied Vegetation Science*, 17(4), 744–753. <https://doi.org/10.1111/avsc.12096>
- Méndez-Toribio, M. (2015). Factores ambientales gradiente bosque tropical caducifolio. UNAM.
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Cruz, J., Cortés-Flores, J., Rendón-Sandoval, F. J., & Ibarra-Manríquez, G. (2014). Composición, estructura y diversidad de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en Tzitzitziácuaro, Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1117–1128. <https://doi.org/10.7550/rmb.43457>
- Mendez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., & Ceccon, E. (2021). Challenges during the execution, results, and monitoring phases of ecological restoration: Learning from a country-wide assessment. In PLoS ONE.
- Miranda F. y Hernández-X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-176.
- Morán Guzmán, D., Valtierra Pacheco, E., Vázquez García, V., & Salas González, J. M. (2017). Concurrencia de los programas de la Sagarpa y la Conafor en una comunidad rural: el caso de Santiago Ihuitlán Plumas, Oaxaca. *Sociedad y Ambiente*, 15, 39–66. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i15.1786>
- Moreno-Casasola, P., & Paradowska, K. (2009). Especies útiles de el bosque baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz Useful plants of tropical dry forest on the coastal dunes of the center of Veracruz State. *21 Madera y Bosques*, 15(3), 21–44. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v15n3/v15n3a2.pdf>



- Olmos-Martínez, E., Arizpe-Covarrubias, O., Contreras-loera, M. R., González-Ávila, E., & Casas-Beltrán, D. A. (2016). Opinión Pública Y Percepción Sobre La Conservación Public Opinion and Perception of Conservation. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, 24–40.
- Osorio, B. M. (2006). Origen, evolución y ecología de el bosque seco. *Inventio*, 33, 61–69.
- Ostrom, E. (1990). El gobierno de los comunes. *Región y Sociedad*, 383.
- Palacios, a. (2006). Los Mezquites Mexicanos : Biodiversidad y Distribución Geográfica. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 41(1–2), 99–121.
- Paredes, D. J., Buenaño Allauca, M. P., & Mancera Rodríguez, N. J. (2015). Usos de plantas medicinales en la comunidad San Jacinto del Cantón Ventanas, Los Ríos - Ecuador. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.452>
- Perevochtchikova, M., & Rojo, A. (2014). La percepción del Programa de Pago por Servicios Ambientales en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (México). *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 23(0), 15–30.
- Pineda-García, F., Arredondo-Amezcu, L., & Ibarra-Manríquez, G. (2007). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(001). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2007.001.396>
- Prieto-Torres DA, Navarro-Sigüenza AG, Santiago-Alarcon D, Rojas-Soto OR. (2016). Response of the endangered tropical dry forests to climate change and the role of Mexican Protected Areas for their conservation. *Global Change Biology* 22:364-379.
- Ramirez, C. R. (2007). Etnobotánica y la Pérdida de Conocimiento Tradicional en el Siglo 21. *Ethnobotany Research and Applications*, 5, 241. <https://doi.org/10.17348/era.5.0.241-244>
- Registro Agrario Nacional. (2020a). Padrón e Historial de Núcleos Agrarios Ficha del Núcleo Agrario PHINA. Caja de Zicuirán, 2. <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/phina>
- Registro Agrario Nacional. (2020b). Padrón e Historial de Núcleos Agrarios Ficha del Núcleo Agrario PHINA. Naranjo de Tziritzícuar, 2. <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/phina>



- Rekalde, I., Vizcarra, M. T., & Macazaga, A. M. (2013). La Observación Como Estrategia De Investigación Para Construir Contextos De Aprendizaje Y Fomentar Procesos Participativos. *Educacion* XX1, 17(1), 201–220. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.1074>
- Rendón-Sandoval, F. J., Casas, A., Sinco-Ramos, P. G., García-Frapolli, E., & Moreno-Calles, A. I. (2021). Peasants' Motivations to Maintain Vegetation of Tropical Dry Forests in Traditional Agroforestry Systems from Cuicatlán, Oaxaca, Mexico. *Frontiers in Environmental Science*, 9(August), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.682207>
- Reyes-Garcia, V. (2009). Conocimiento ecológico tradicional para la conservación: dinámicas y conflictos. *Papeles FUEHM*, 107, 39–55.
- Richeri, M., Cardoso, M. B., & Ladio, A. H. (2013). Soluciones locales y flexibilidad en el conocimiento ecológico tradicional frente a procesos de cambio ambiental: Estudios de caso en Patagonia. *Ecologia Austral*, 23(3), 184–193. <https://doi.org/10.25260/ea.13.23.3.0.1173>
- Riemann, H., Santes-Álvarez, R. V., & Pombo, A. (2011). The role of natural protected areas in local development: The case of the peninsula of Baja California. *Gestión y Política Pública*, 20(1), 141–172.
- Rodríguez-Aguilar, O., & Trench, T. (2020). Análisis de los actores sociales en la implementación de políticas forestales: el caso de la Asirmi. *Madera y Bosques*, 26(2), 1–18. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2621961>
- Rodríguez-Arévalo, I., Mattana, E., García, L., Liu, U., Lira, R., Dávila, P., Hudson, A., Pritchard, H. W., & Ulian, T. (2017). Conserving seeds of useful wild plants in Mexico: main issues and recommendations. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(6), 1141–1190. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0427-7>
- Rodríguez-Ramírez, M. del C., Aldasoro Maya, E. M., Zamora Lomelí, C. B., & Velasco Orozco, J. J. (2017). Conocimiento y percepción de la avifauna en niños de dos comunidades en el bosque Lacandona, Chiapas, México: hacia una conservación biocultural. *Nova Scientia*, 9(19), 660–716. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.1033>



- Rojas, N., Avellaneda, P., Senovio, S., & Cuellar, A. (2010). Ethnomedical plants to treat infection diseases used in Tierra Caliente, Guerrero, Mexico. *Revista Colombiana*, 2(1), 124–136.
- Rovere, A. (2016). Aportes para valoración ecológica, social y económica de la restauración en la reserva natural del Parque Nacional Lago Puelo (Argentina). In *Más allá de la ecología de la restauración : perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* (pp. 77–85).
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa, México, D. F. 432 p
- Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer Análisis de Discurso. *Cinta de Moebio*, 41, 207–224. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2011000200006>
- SEMARNAT, CONANP (2019). Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies en Riesgo 2019. Componente de Vigilancia y Monitoreo Comunitario. Reporte de Avance Físico-Financiero y de Metas.
- SER. (2004). Principios de SER international sobre la restauración ecológica. Society for Ecological Restoration International, 16. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SE_R_Primer/ser-primer-spanish.pdf
- Sigman, E., & Elias, M. (2021). Three Approaches to Restoration and Their Implications for Social Inclusion. *Ecological Restoration*, 39(June), 27–35.
- Singh, R., Shelar, K., Duraisami, M., Anderson, W., Singh, R., Shelar, K., Duraisami, M., & Anderson, W. (2021). Equitable and Inclusive Landscape Restoration Planning : Learning from a Restoration Opportunity Assessment in India. *Ecological Restoration*, 39(June), 108–119.
- Soriano, D., Orozco-Segovia, A., Mrquez-Guzmn, J., Kitajima, K., Gamboa-De Buen, A., & Huante, P. (2011). Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical



- deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. *Annals of Botany*, 107(6), 939–951. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr041>
- Suárez-Islas A, Williams-Linera G, Trejo C, Valdez-Hernández J, Cetina V, Vibrans H. (2012). Local Knowledge Helps Select Species for Forest Restoration in A Tropical Dry Forest of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems* 85:1-21.
- Tituaña & Guevara. (2017). Estudio etnobotánico en Comunidades del Valle del Chota. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. In *La importancia ecológica de las ...* (Issue December 2016). <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/memoria-biocultural.pdf%5Cnhttp://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2013/09/Art.-Notas-a-la-Memoria-Biocultural-de-Victor-Toledo.pdf>
- Toscano-Gonzalez, J. (2006). Uso tradicional de plantas medicinales en la vereda San Isidro, municipio de San Jose de Pare-Boyacá: un estudio preliminar usando tecnicas cuantitativas. *Acta Biológica Colombiana*, 11(2), 137–146.
- UICN. 2021. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2021-3. Rescatado en octubre del 2021 de <https://www.iucnredlist.org>.
- Uribe-Botero, E., & Ávila-Rodriguez, L. (2013). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Unidad de Cambio Climático de La División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de La Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, 51(3), 331–337.
- Urra, E., Muñoz, A., & Peña, J. (2013). El análisis del discurso como perspectiva metodológica para investigadores de salud. *Enfermería Universitaria*, 10(2), 50–57. [https://doi.org/10.1016/s1665-7063\(13\)72629-0](https://doi.org/10.1016/s1665-7063(13)72629-0)



- Valles, M. S. (1999). Diseños y estrategias metodológicas en los estudios cualitativos. In Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional.
- Van-Dijk, T. (1980). Texto y contexto. In Ánfora (Vol. 5, Issue 10). <https://doi.org/10.30854/anf.v5.n10.1997.372>
- Vásquez-Valderrama, M., & Solorza-Bejarano, J. (2018). Functional grouping of plant species for the ecological restoration of mountain ecosystems, bogotá, Colombia. Colombia Forestal, 21(1), 5–17. <https://doi.org/10.14483/2256201X.11730>
- Vela, F. (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. In Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa de la investigación social.
- Venegas, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Journal of Chemical Information and Modeling, 158.
- Yepes, A., & Silveira, M. (2011). Plant responses to meteorological events related to climate change - review. Colombia Forestal, 14(0120–0739), 213–232. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423939616005>
- Zahawi RA, Reid JL, Holl KD (2014). Hidden costs of passive restoration. Restoration Ecology. 22 (3):284–7. <https://doi.org/10.1111/rec.12098>
- Zepeda, C., Burrola, C., White, L., & Rodríguez, C. (2017). **Especies leñosas útiles del bosque baja caducifolia en la sierra de nanchititla, México.** Madera Bosques, 23(3), 101–119. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331426>



Anexos

Anexo 1. Entrevista semi-estructurada

Encuesta exploratoria sobre importancia de los recursos naturales en el ejido La Caja de Zicuirán, la información aquí dada será utilizada solo con motivos de investigación respetando la confidencialidad y la confianza dadas.

Proyecto de investigación INIRENA maestría en Ciencias de Ecología Integrativa “Índice de selección de especies para la restauración en la Región de Tierra Caliente en Michoacán”

Julio 2020

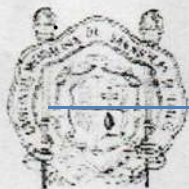
Edad: ____ Género: _____ Ocupación: _____

- 1.- ¿Cómo aprenden sobre las plantas disponibles en el ejido?
- 2.- ¿Por qué considera más importante una planta que otra?
- 3.- ¿Considera necesarias las plantas para su vida diaria?
- 4.- ¿Las plantas del cerro han cambiado con el tiempo, es decir, antes encontraban unas que ahora no o han crecido algunas que antes no había?
- 5.- ¿Qué tanto han cambiado los cerros con el paso de los años?
- 6.- ¿Cuál es el mayor cambio que han sufrido?
- 7.- ¿Usted diría que el ejido se encuentra degradado? En caso de responder sí, ¿Cuál diría que fue el motivo por el que se encuentra así?
- 8.- ¿En qué condiciones se encuentra su predio?
- 9.- ¿Considera necesario reforestar y/o mejorar los terrenos del ejido?
- 10.- ¿Qué haría usted para recuperarlo?
- 11.- ¿Cree que la manera en que se ha gobernado influye en el estado actual del ejido? ¿Por qué?
- 12.- ¿Estaría dispuesto a trabajar con agentes externos en beneficio del ejido?



Planta	Categoría de Uso	Uso Especifico	Observaciones

Anexo 2. Permisos para la realización de las entrevistas en los ejidos, firmados por las autoridades locales y por los entrevistados



Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos
Naturales



Julio, 2020

Carta de confidencialidad y protección de datos

Ejidatarios La Caja de Zicuira

Por medio de la presente, solicitamos, de la manera más atenta, autorización para llevar a cabo el proyecto "Selección de especies para la restauración de la Región de Tierra Caliente Michoacán: factores ecológicos y sociales", bajo la supervisión del Dr. Moisés Méndez Toribio y el Dr. Leonel López Toledo, desarrollado por la Bióloga Dení Isai González Torres. Hacemos de su conocimiento que la información que nos sea brindada durante el desarrollo del proyecto será utilizada solo para fines académicos y no serán utilizados sus datos personales. Además de que se les dará a conocer los resultados obtenidos mediante una presentación y un reporte que podrán aplicar libremente.

Sin más por el momento agradecemos su cooperación en el proyecto.

Dr. Leonel López Toledo

Tutor principal

Biol. Dení Isai González Torres

Dr. Moisés Méndez Toribio



EJIDO CAJA DE ZICUIRAN
MPIO. DE LA HUASTECA, MICH.

Griselda Cabrera Orozco

Juan Ceron

Tesorero

Belén Cruz Jiménez

Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo



Instituto de Investigaciones sobre los Recursos
Naturales



EJIDO CAJA DE ZICUIRAN
MPIO. DE LA HUACANA, MICH

Belén Cruz Jiménez BAE

Eutimio Reyna Cesor Eutimio Reyna

Marcelina Guzmán Cesor W

Crescencio Fourniela Rodríguez F

Francisco Fourniela Rodríguez P.P. F

Juan Ceron Guzman S

Guillermo Ceron Cruz S

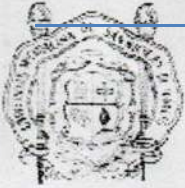
Herlinda Cruz Jiménez J

Jose Ceron Cruz J

Antonio Moreno Calderon J

Epifania Jiménez Gómez E. J. G.

Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo



Instituto de Investigación sobre los Recursos
Naturales



EJIDO CAJA DE ZICUIRAN
MPIO. DE LA HUACANA, MICH



Griselba Cabrera O.

[Firma]

Vicente Huerto. C

Vicente H: C

Graciela Cabrera Crozo

[Firma]

Ignacio Cabrera O.

I. C. O.

Maria gloria Andrade

M. g. A.

Olivia Basulto Suazo

[Firma]

Yolanda Basha Basulto

Y. O. B.

Quintil Jiménez camarena

Q. J. C

Angela Faurrieta Cruz

[Firma]

Beatriz Jiménez sandobal

BJS

Rene Jaurrieta Jiménez

RJS

Juan manuel Jaurrieta Jiménez

[Firma]

Cresencio Faurrieta Cruz

[Firma]



Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos
Naturales



Julio, 2020

Carta de confidencialidad y protección de datos

Comunidad de Tziritzicuaro

Por medio de la presente, solicitamos, de la manera más atenta, autorización para llevar a cabo el proyecto "Selección de especies para la restauración de la Región de Tierra Caliente Michoacán: factores ecológicos y sociales", bajo la supervisión del Dr. Dr. Moisés Méndez Toribio y el Dr. Leonel López Toledo, desarrollado por la Bióloga Dení Isaí González Torres. Hacemos de su conocimiento que la información que nos sea brindada durante el desarrollo del proyecto será utilizada solo para fines académicos y no serán utilizados datos sus datos personales. Además de que se les dará a conocer los resultados obtenidos mediante una presentación y un reporte que podrán aplicar libremente.

Sin más por el momento agradecemos su cooperación en el proyecto.

Dr. Leonel López Toledo

Biol. Dení Isaí González Torres

Dr. Moisés Méndez Toribio

Tutor principal

Autoridades Locales

Israel Hernández Mandojano

Av. San Juanito Itzicuaro s/n.
Tel.(443)327-2351/Fax.327-2350
Morelia, Michoacán



Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos
Naturales



ABL

LRUS

AA

ACM

MRR

Graciela

MGVZ

Luisa

Murphy

T.R.R

MCR

ARR

Emilio

RLUP

Claudio Sandoval

MEV

ito It:
351/1

MAPAZ

Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo



Instituto de Investigaciones sobre los Recursos
Naturales



A-E-M

~~Foto~~

LEONARDO

Belem M.H

MIGUEL ANGEL

~~ANASTASIO~~

EPD

Marcos 2/2

ito It:
351/I

Morelia, Michoacán



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales





Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales

