



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

**Elaboración de protocolos de propagación de plantas con valor socio-ecológico del Área Natural Protegida el Batán, en la microcuenca Joaquín Herrera, Corregidora, Querétaro.**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:  
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta  
**Megan Uribe Bernal**

Dirigido por  
**Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez**

Querétaro, Qro. Octubre de 2021



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Elaboración de protocolos de propagación de plantas  
con valor socio-ecológico del Área  
Natural Protegida El Batán, en la microcuenca  
Joaquín Herrera, Corregidora, Qro.

**por**

Megan Uribe Bernal

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** CNMAC-185307



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

**Elaboración de protocolos de propagación de plantas con valor ecológico y social del Área Natural Protegida el Batán, en la microcuenca Joaquín Herrera, Corregidora, Querétaro.**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:  
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta  
**Megan Uribe Bernal**

Dirigido por  
**Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez**

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez  
**Presidente**

---

Firma

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval  
**Secretario**

---

Firma

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero  
**Vocal**

---

Firma

Dr. Pedro Eloy Mendoza Hernández  
**Suplente**

---

Firma

Dr. Ángel Serrano Sánchez  
**Suplente**

---

Firma

---

Dr. José Guadalupe Gómez Soto  
**Director de la Facultad de Ciencias Naturales**

---

Dr. Roberto Augusto Ferriz Martínez  
**Jefe de investigación y posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales**

## RESUMEN

La microcuenca Joaquín Herrera, junto con al menos otras cinco microcuencas, son en conjunto un área de alto valor para la conservación de la biodiversidad. En el año 2013 se decretó oficialmente un área natural protegida, El Batán, ubicado en el Municipio de Corregidora. Están bajo protección tres tipos de vegetación, matorral, selva baja caducifolia y bosque ripario los cuales, actualmente están comprometidas por acciones asociadas al disturbio antropogénico por el paulatino pero constante cambio de uso suelo en la periferia del área natural protegida. Mediante el enfoque de cuenca, un modelo de estudio y gestión que permite aplicar estrategias integrales que contribuyen a conservar la microcuenca y los servicios ambientales que proporcionan a los ciudadanos, se identificaron las especies arbóreas y arbustivas con valor ecológico y cultural por zona funcional en la microcuenca y se elaboraron sus protocolos de propagación. A través de cuestionarios con preguntas abiertas, diseñados y aplicados, se hizo un sondeo de percepción y la determinación de usos. Por otro lado, con la medición de atributos dasométricos de la vegetación se obtuvo la importancia ecológica de las especies arbóreas en la microcuenca Joaquín Herrera. Con la información recabada en campo se calcularon y usaron índices culturales y ecológicos para determinar la importancia ecológica y social de las especies vegetales del estrato arbóreo. El resultado de este trabajo se refleja en la identificación de nueve especies (*Vachellia farnesiana*, *Vachellia schaffneri*, *Bursera fagaroides*, *Diphysa suberosa*, *Forestiera phillyreoides*, *Ipomoea murucoides*, *Lysiloma microphyllum*, *Mimosa monacistra* y *Myrtillocactus geometrizans*), con los más altos valores de importancia ecológica y social y la elaboración de sus protocolos. Con la finalidad de contar con herramientas que apoyen en la gestión de futuros proyectos de restauración en la microcuenca Joaquín Herrera.

**Palabras clave:** Cuenca hidrográfica, manejo de los recursos naturales, composición de la vegetación, especies de importancia ecológica, especies de importancia cultural, propagación de plantas nativas.

## **SUMMARY**

The Joaquín Herrera micro-watershed, along with at least five other micro-watersheds, are together an area of high value for biodiversity conservation. In 2013 a natural protected area was officially decreed, El Batán, located in the municipality of Corregidora. Three types of vegetation are under protection: scrubland, low deciduous forest and riparian forest, which are currently compromised by actions associated with anthropogenic disturbance due to the gradual but constant change in land use on the periphery of the protected natural area. Using the watershed approach, a study and management model that allows the application of integral strategies that contribute to the conservation of the micro-watershed and the environmental services it provides to citizens, the tree and shrub species with ecological and cultural value were identified by functional zone in the micro-watershed and their propagation protocols were elaborated. Through questionnaires with open-ended questions, designed and applied, a perception survey was carried out and uses were determined. On the other hand, with the measurement of dasometric attributes of the vegetation, the ecological importance of the tree species in the Joaquín Herrera micro-watershed was obtained. With the information collected in the field, cultural and ecological indexes were calculated and used to determine the ecological and social importance of the plant species of the tree stratum. The result of this work is reflected in the identification of nine species (*Vachellia farnesiana*, *Vachellia schaffneri*, *Bursera fagaroides*, *Diphysa suberosa*, *Forestiera phillyreoides*, *Ipomoea murucoides*, *Lysiloma microphyllum*, *Mimosa monacistra* and *Myrtillocactus geometrizans*), with the highest values of ecological and social importance and the elaboration of their protocols. With the purpose of having tools to support the management of future restoration projects in the Joaquín Herrera micro-watershed.

**Key words:** Watershed, natural resource management, vegetation composition, ecologically important species, culturally important species, native plant propagation.

## DEDICATORIA

A todos aquellos que con su ejemplo,  
forman una parte de mí

## **AGRADECIMIENTOS**

A CONACYT, por la beca que me otorgó a lo largo de estos dos años.

A Tamara, Luis, Juan, Pedro y Ángel, por sus acertados comentarios, paciencia y enseñanzas

A mis compañeros de generación, por su apoyo en todo momento

A Irma por su plena confianza, amistad y alegría durante todo este tiempo

A los habitantes del Batán, por su apertura y apoyo en el desarrollo de este proyecto

A mí familia por regalarme parte de su tiempo, esfuerzo y paciencia para el cultivo de mis árboles

A Miguel, Noemí y Andrea, por acompañarme en esta loca travesía entre rocas pendientes y espinas

## ÍNDICE

RESUMEN.....	3
SUMMARY .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTOS .....	6
ÍNDICE .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....	9
Introducción .....	12
Problemática.....	15
Justificación .....	16
Preguntas de investigación .....	18
Objetivo general .....	18
Objetivos particulares.....	18
1. Marco teórico.....	19
1.1 Especies con valor ecológico y social .....	21
1.2 Protocolos de propagación de especies con importancia socio-ecológica y el manejo de los recursos naturales.....	23
2. Antecedentes.....	26
3. Área de estudio .....	30
3.1 Características físico-geográficas .....	30
3.2 Características biológicas .....	31
4. Métodos y herramientas .....	34
4.1 Caracterización del índice de valor de importancia ecológico.....	3435
4.1.1 Obtención de la información en campo.....	3435
4.1.2 Análisis de datos obtenidos en campo y cálculo del índice de valor de importancia. ....	36
4.2 Propagación de especies con valor ecológico alto.....	39
4.2.1 Colecta y selección de semillas viables .....	39
4.2.2 Tratamientos pregerminativos a las semillas de las especies con importancia ecológica.....	40
4.3. Determinación del valor social de las especies con alto índice de valor de importancia ecológico.....	43
4.3.1 Elaboración y ejecución de cuestionarios. ....	43

4.3.2 Cálculo y obtención del valor social de las especies con importancia ecológica .....	44
4.4 Evaluación del índice de calidad de riberas .....	46
5. Resultados.....	47
5.1 Caracterización de las especies con valor ecológico .....	47
5.2 Propagación de especies con alto valor ecológico.....	49
5.2.1 <i>Vachellia farnesiana</i> (Huizache).....	49
5.2.2 <i>Vachellia schaffneri</i> (Huizache chino) .....	54
5.2.3 <i>Bursera fagaroides</i> (Palo xixiote) .....	59
5.2.4 <i>Diphysa suberosa</i> (Palo santo) .....	64
5.2.5 <i>Forestiera phillyreoides</i> (Acebuche).....	69
5.2.6 <i>Ipomoea murucoides</i> (Palo bobo) .....	74
5.2.7 <i>Lysiloma microphyllum</i> (Tepeguaje).....	79
5.2.8 <i>Mimosa monancistra</i> (Uña de gato) .....	84
5.2.9 <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Garambullo) .....	89
5.3 Caracterización social de las especies ecológicamente importantes .....	94
5.3.1 Entrevistas a los habitantes de la comunidad .....	94
5.3.2 Cálculo y obtención del valor social de las especies con importancia ecológica .....	95
5.4 Determinación de la calidad de riberas .....	97
6. Discusiones .....	98
7. Conclusiones .....	<b><u>¡Error! Marcador no definido.103</u></b>
Anexos .....	<b><u>104105</u></b>
Anexo 1. Formato de cuestionario con preguntas abiertas hecha a los habitantes de la zona de estudio.....	<b><u>104105</u></b>
Referencias bibliográficas.....	<b><u>105106</u></b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Área de estudio, microcuenca Joaquín Herrera .....	3036
Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología de investigación .....	3440
Figura 3. Esquema del método de muestreo para obtener el área mínima muestreo.....	3541
Tabla 1. Formato de monitoreo de los ensayos de germinación. ....	4248
Tabla 2. Categorías de uso determinadas para calcular el índice de valor de uso de la vegetación del ANP El Batán. ....	4450
Tabla 3. Caracterización de las especies con alto índice de importancia ecológica de la Selva Baja Caducifolia .....	4753
Tabla 4. Caracterización de las especies con alto índice de importancia ecológica del Matorral crasicaule .....	4854
Tabla 5. Análisis de diversidad .....	4955
Figura 4. Especie <i>Vachellia farnesiana</i> A) Flores B) Hojas C) Frutos, D) Semillas ...	5056
Tabla 6. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>V. farnesiana</i> .....	5157
Figura 5. Monitoreo de la germinación de <i>V. farnesiana</i> bajo diferentes pretratamientos.....	5157
Figura 6a. Protocolo de propagación de la especie <i>V. farnesiana</i> .....	5258
Figura 6b. Protocolo de propagación de la especie <i>V. farnesiana</i> (Continuación) ....	5359
Figura 6c. Protocolo de propagación de la especie <i>V. farnesiana</i> (Continuación).....	5460
Figura 7. Especie <i>Vachellia schaffneri</i> A) Frutos, B) Hojas, C) Flores.....	5561
Tabla 7. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>Vachellia schaffneri</i> .....	5662
Figura 8. Monitoreo de la germinación de <i>V. schaffneri</i> bajo diferentes pretratamientos.....	5662
Figura 9a. Protocolo de propagación de la especie <i>V. schaffneri</i> .....	5763
Figura 9b. Protocolo de propagación de la especie <i>V. schaffneri</i> (Continuación).....	5864
Figura 9c. Protocolo de propagación de la especie <i>V. schaffneri</i> (Continuación).....	5965
Figura 10. Especie <i>B. fagaroides</i> A) Frutos, B) Flores, C) Hojas.....	6066
Tabla 8. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>Bursera fagaroides</i> .....	6167
Figura 11. Monitoreo de germinación de <i>B. fagaroides</i> bajo diferentes pretratamientos.....	6167
Figura 12a. Protocolo de propagación de la especie <i>B. fagaroides</i> .....	6268
Figura 12b. Protocolo de propagación de la especie <i>B. fagaroides</i> (Continuación) ..	6369

Figura 12c. Protocolo de propagación de la especie <i>B. fagaroides</i> (Continuación)...	<del>6470</del>
Figura 13. Especie <i>D. suberosa</i> A) Flores B) Corteza C) Frutos D) Semillas.....	<del>6574</del>
Tabla 9. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>Diphysa suberosa</i>	<del>6672</del>
Figura 14. Monitoreo de la germinación de <i>D. suberosa</i> bajo diferentes pretratamientos.....	<del>6672</del>
Figura 15a. Protocolo de propagación de la especie <i>D. suberosa</i> .....	<del>6773</del>
Figura 15b. Protocolo de propagación de la especie <i>D. suberosa</i> (Continuación) ....	<del>6874</del>
Figura 15c. Protocolo de propagación de la especie <i>D. suberosa</i> (Continuación) ....	<del>6975</del>
Figura 15. Especie <i>F. phillyreoides</i> A) Flores B) Hojas C) Frutos.....	<del>7076</del>
Tabla 10. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>F. phillyreoides</i> ..	<del>7177</del>
Figura 16. Monitoreo de la germinación de <i>F. phillyreoides</i> bajo diferentes pretratamientos.....	<del>7177</del>
Figura 17a. Protocolo de propagación de la especie <i>F. phillyreoides</i> .....	<del>7278</del>
Figura 17b. Protocolo de propagación de la especie <i>F. phillyreoides</i> (Continuación)	<del>7379</del>
Figura 17c. Protocolo de propagación de la especie <i>F. phillyreoides</i> (Continuación)....	<del>7480</del>
Figura 18. Especie <i>Ipomoea murucoides</i> A) Flores, B) Frutos, C) Semillas, D) Hojas .....	<del>7581</del>
Tabla 11. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>Ipomoea murucoides</i> .....	<del>7682</del>
Figura 19. Monitoreo de la germinación de <i>I. murucoides</i> bajo diferentes pretratamientos.....	<del>7682</del>
Figura 20a. Protocolo de propagación de la especie <i>I. murucoides</i> .....	<del>7783</del>
Figura 20b. Protocolo de propagación de la especie <i>I. murucoides</i> (Continuación)..	<del>7884</del>
Figura 20c. Protocolo de propagación de la especie <i>I. murucoides</i> (Continuación)..	<del>7985</del>
Figura 21. Especie <i>L. microphyllum</i> A) Hojas, B) Frutos, C) Flores, D) Semillas.....	<del>8086</del>
Tabla 12. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>Lysiloma</i> <i>microphyllum</i> .....	<del>8187</del>
Figura 22. Monitoreo de la germinación de <i>Lysiloma microphyllum</i> bajo diferentes pretratamientos.....	<del>8187</del>
Figura 23a. Protocolo de propagación de la especie <i>L. microphyllum</i> (Continuación) .....	<del>8288</del>
Figura 23b. Protocolo de propagación de la especie <i>L. microphyllum</i> (Continuación) .....	<del>8389</del>
Figura 23c. Protocolo de propagación de la especie <i>L. microphyllum</i> (Continuación)....	<del>8490</del>

Figura 24. Especie <i>M. monancistra</i> A) Hojas B) Flores C) Frutos D) Semillas .....	<u>8594</u>
Tabla 13. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>Mimosa monancistra</i> .....	<u>8692</u>
Figura 25. Monitoreo de la germinación de <i>M. monancistra</i> bajo diferentes pretratamientos.....	<u>8692</u>
Figura 26a. Protocolo de propagación de la especie <i>M. monancistra</i> .....	<u>8793</u>
Figura 26b. Protocolo de propagación de la especie <i>M. monancistra</i> (Continuación)...	<u>8894</u>
Figura 26c. Protocolo de propagación de la especie <i>M. monancistra</i> (Continuación)	<u>8995</u>
Figura 27. Especie <i>M. geometrízans</i> A) Ramas B) Frutos C) Frutos.....	<u>9096</u>
Tabla 14. Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de <i>M. geometrízans</i>	<u>9197</u>
Figura 28. Monitoreo de germinación de <i>M. geometrízans</i> .....	<u>9197</u>
Figura 28a. Protocolo de propagación de la especie <i>M. geometrízans</i> .....	<u>9298</u>
Figura 28b. Protocolo de propagación de la especie <i>M. geometrízans</i> (Continuación) .....	<u>9399</u>
Figura 28c. Protocolo de propagación de las especie <i>M. geometrízans</i> (Continuación).....	<u>941</u>
00	
Tabla 15. Usos de las especies con importancia ecológica de la microcuenca J. Herrera.....	<u>95402</u>
Tabla 16. Valor social de las especies con importancia ecológica de la microcuenca J. Herrera.....	<u>96403</u>
Tabla 17. Evaluación de la calidad de riberas por medio del índice RQI.....	<u>98404</u>
Tabla 18. Porcentajes de germinación bajo diferentes tratamientos pregerminativos. ....	<u>¡Error! Marcador no definido.406</u>

## Introducción

Las áreas naturales protegidas (ANP) son un elemento central en la estrategia para la conservación de la biodiversidad. Son espacios que sirven como referencia para el estudio y monitoreo de la flora y la fauna, debido a que, representan algún ecosistema o tipo de vegetación y preservan la diversidad genética y patrimonio natural del país, sin embargo, el continuo conocimiento sobre los elementos, biofísicos y, en el caso de las ANP habitadas, elementos culturales son cruciales para conservarlos y llevar a cabo acciones de restauración. (Carabias *et al.*, 1994; CONABIO, 2016).

A pesar de que las ANP son una estrategia mundialmente utilizada para la conservación del capital natural no están exentas de sufrir los efectos del cambio climático por actividades antrópicas, por lo cual, para promover su integralidad y prevenir su fragmentación se ha planteado recientemente, desde finales del siglo XX, un enfoque regional-local para el manejo y gestión de los recursos naturales y por ende de su biodiversidad. El cual coincide con la propuesta de una gestión integrada de cuencas ya que la gestión ambiental desde una perspectiva de cuenca favorece la adaptación al cambio climático, la disminución de la vulnerabilidad ante los riesgos hidrometeorológicos, y la conservación del patrimonio natural (Figuroa *et al.*, 2011; Pineda *et al.*, 2015).

La gestión integral de cuencas implica la relación de aspectos ambientales y aspectos socioeconómicos, reflejados en la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. En el caso de una ANP que se encuentra en una zona periurbana este enfoque se sugiere como estrategia para contrarrestar procesos de deterioro, por medio de actividades como la restauración, tomando en cuenta aspectos como la composición y estructura de la vegetación y la relación de los habitantes con la flora local (Cotler *et al.*, 2014).

En el municipio de Corregidora hay dos áreas naturales protegidas decretadas, el Cimatarío, con 88 ha y El Batán con 3,355 ha (SEDESU, 2015). Ambas importantes por los servicios ambientales que prestan a la ciudad de Querétaro. La reserva El Batán considera tres tipos de vegetación, la selva baja caducifolia y el matorral, que a nivel nacional son ecosistemas con aceleradas tasas de modificación o eliminación (Jaramillo *et al.*, 2010) además del bosque ripario.

La zonificación de esta reserva se elaboró con un criterio de cuenca, el polígono de la ANP abarca cinco microcuencas. La que tiene mayor superficie, al menos el 50 %, es la microcuenca Joaquín Herrera, las otras microcuencas (en orden ascendente por porcentaje de superficie abarcada) son El Pueblito, La Noria, Puerta de San Rafael y San Juan del Llanito, las cuales, se encuentran en la periferia de la primera. La tenencia de la tierra está dividida en siete ejidos, con 51 parcelas en total, zonas privadas y zonas particulares (SEDESU, 2015).

La vegetación natural abarca el mayor porcentaje de la extensión de la microcuenca Joaquín Herrera. En la parte alta al norte de la microcuenca y en la transición hacia la parte media se observan especies de matorral por ejemplo, *Vachellia shaffneri*, *Ipomoea murucoides*, *Opuntia sp.*, *Karwinskia humboldtiana* y *Celtis pallida*, mientras que, en la parte media y en la transición a hacia la baja en la parte baja y en la transición hacia la parte media se distribuyen especies de la selva baja caducifolia como *Lysiloma microphyllum*, *Bursera fagaroides*, *Senna polyantha*, *Ehretia latifolia*, entre otras.

En las colindancias de la cabecera norte se encuentra el bosque ripario “Río el Batán” en este se observan especies como *Salix humboldtiana*, *Salix bonplandiana*, *Taxodium mucronatum*, *Arundo donax* y *Typha latifolia*, entre otras. El río viene aguas arriba del municipio de Huimilpan, cruza por la ANP protegida El Batán, la zona urbana de Corregidora y conecta posteriormente con el Río Laja.

Las diferentes especies que se encuentran en el Batán han sido documentadas en la generación servicios ambientales, por ejemplo, formadoras de suelo, atrayentes de polinizadores, asimiladoras de diferentes compuestos y promotoras de la infiltración por medio de su sistema radicular (Jaramillo et al., 2010), brinda incontables beneficios a las comunidades aledañas porque las personas de las poblaciones cercanas entran a la reserva para recoger plantas medicinales, forrajeras, maderables y alimenticias. A pesar del valor de El Batán, por brindar servicios ambientales fundamentales para el bienestar humano de la Ciudad de Corregidora y zonas aledañas, dentro de esta área se encuentran espacios que presentan deterioro y en los cuales hay que llevar a cabo

prácticas que apoyen su conservación y que sirvan para la restauración activa de algunos sitios.

En este sentido, desarrollar investigación sobre la composición de la vegetación es fundamental para la conservación y restauración. Un ejemplo de lo anterior fue el proyecto desarrollado durante el año 2015 donde se documentó la composición de la vegetación de la reserva natural El Batán, el resultado fue la identificación de 48 especies de flora (SEDESU, 2015). De lo anterior cabe resaltar la presencia de especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Erythrina coralloides* (DC.) y *Albizia occidentalis* (Brandege), distribuidas principalmente en los polígonos de selva baja caducifolia ubicados principalmente en la zona media y baja de la microcuenca. Sin embargo, aún se desconoce la importancia social y ecológica de las especies distribuidas en la zona y la información existente sobre su propagación aún no ha sido compilada.

Actividades como la producción del material vegetal adecuado son fundamentales para llevar a cabo prácticas de restauración y conservación. En este sentido, los protocolos de propagación, han sido planteados como una guía para obtener el mayor porcentaje de germinación de semillas obtenidas por individuo con la finalidad de obtener plántulas vigorosas que posteriormente sean utilizadas para actividades como la restauración (Alvarado y Levet, 2014; ISTA, 2016).

Por lo anteriormente mencionado, en este trabajo se propone estudiar el valor de importancia ecológico y social de la vegetación en el área natural El Batán con relación a las zonas funcionales de la microcuenca lo que permitirá hacer intervenciones para evitar la pérdida o deterioro de algunas funciones de la microcuenca y con este conocimiento se generarán estrategias que mantengan la integralidad del sistema (Santibañez et al., 2015; Hernández y Torres, 2016; SEMARNAT, 2013), por ello, se generarán protocolos de propagación de las especies con valor ecológico y social para su producción e investigación en futuros proyectos de restauración en área de estudio.

## **Problemática**

La reserva natural el Batán es una zona que modera el crecimiento del área metropolitana del municipio de Corregidora, es decir, sirve como estrategia para mantener controlado el crecimiento de la mancha urbana y seguir obteniendo servicios ambientales fundamentales para el desarrollo humano como la captación de agua de lluvia, recarga de acuíferos, regulación del clima y captura de carbono; además, promueve la conservación de dos tipos de vegetación más amenazados en el centro de México debido al cambio en el uso de suelo, la selva baja caducifolia y el matorral (Sánchez et al., 2004; García et al., 2005; Osorio, 2012).

Aunque no existen asentamientos dentro del polígono se han registrado 31 localidades, tanto rurales como urbanas, que se encuentran aproximadamente a 1 km de distancia del límite del polígono de la ANP. Las cuales, por medio de actividades como pastoreo, obtención de leña, tránsito por senderos, tiraderos de basura, agricultura, entre otras, provocan directa o indirectamente alteraciones en la microcuenca Joaquín Herrera.

Localidades como la Cueva, El Jaral, Charco Blanco, Bravo y Lourdes, ubicadas a 3-6 Km de distancia de la microcuenca Joaquín Herrera, tienen una cantidad muy cercana a los 2,500 habitantes lo cual las perfila como futuras zonas urbanas. Aunado a esto, en la zona se ha observado un aumento en la densidad poblacional lo cual demuestra un constante crecimiento poblacional y un gran avance respecto al desarrollo inmobiliario.

Durante una consulta donde participó la ciudadanía se enlistaron las principales problemáticas en la entidad, entre las cuales destacaron el cambio de uso del suelo, la disponibilidad y contaminación del agua y la falta de conservación y pérdida de la biodiversidad, como problemáticas ambientales primordiales (Desarrollo del Programa de Ordenamiento Ecológico Local, 2016).

La degradación es originada principalmente por el crecimiento poblacional y el uso inadecuado del territorio y sus recursos. En este sentido la erosión es uno de los procesos de degradación más comúnmente observado lo cual, está directamente ligado al estado de conservación de la cobertura vegetal. Con lo anteriormente expuesto se concluye que de seguir perdiendo áreas naturales el suelo perdería su productividad y las condiciones del suelo promoverían movimientos en masa y afectaciones por inundaciones. Los

efectos anteriores han sido debido principalmente al desplazamiento de los ecosistemas naturales por causas de actividades agrícolas y construcciones habitacionales dando como resultado una disminución en la riqueza de flora y fauna (POEL, 2016).

Por otra parte, el sector agrícola ha sido otro de los más perjudicados por el crecimiento de la zona urbana en el municipio, reflejándose en una disminución del 53.3 % durante lo registrado en el periodo 1998 a 2005, debido principalmente a la venta de tierras agrícolas, lo cual ha promovido el cambio de uso de suelo con efectos visibles en la construcción de fraccionamientos principalmente. Dicho punto merece atención, ya que, se han identificado 7,368 ha en riesgo por inundaciones de las cuales, al menos el 80 % están ubicadas en la zona urbana, el 20 % restante representan hectáreas de agricultura de temporal y riego por lo cual no deben ser menospreciadas (PDMU, 2014). Por lo anteriormente expuesto cabe resaltar la presión a la cual está predispuesta el área natural y las microcuencas que la constituyen, donde se encuentra al menos el 70 % de la vegetación nativa del municipio y en particular la microcuenca Joaquín Herrera con un porcentaje representativo 50 % de la flora nativa del municipio de Corregidora (INEGI, 2015; SEDESU, 2015).

### **Justificación**

Se pretende a partir del enfoque de cuencas hacer un acercamiento al estado actual de la vegetación en la microcuenca Joaquín Herrera, además de impulsar el adecuado manejo de la vegetación nativa, con valor ecológico y social para la restauración de áreas degradadas dentro de la reserva el Batán. Por lo anterior, es necesario comenzar generando conocimiento acerca de la composición y estructura de la vegetación en dicha microcuenca. Diferentes autores han estudiado la relevancia de mantener, en la medida de lo posible, la composición y estructura de la cobertura vegetal natural. Los resultados de estos estudios resaltan la importancia de estos elementos para mantener la resiliencia de las cuencas como sistema y con ello otras funciones, conocidos también como servicios ambientales, indispensables para el desarrollo y sobrevivencia de los seres vivos (Alanís et al., 2010; Macedo, 2018 y Sánchez, 2018).

Abordar la conservación de una cuenca hidrográfica únicamente desde un aspecto biológico es destinar el proyecto al fracaso. Debido a una amplia interacción de factores ecológico y sociales en conjunto con la evolución histórica de la cuenca es por lo cual, la conservación de la vegetación de un área tiene que ser abordada desde una perspectiva integral (Maass et al., 2010; Sánchez et al., 2004). Considerando la interacción hombre-naturaleza indisoluble y considerando el ANP como una referencia de cómo es la vegetación natural de la zona de estudio, es que se pretende identificar las especies con valor ecológico y a su vez las que socialmente se reconocen por los bienes o servicios que prestan para así poder elaborar protocolos de propagación de material vegetal con valor ecológico y, además, con valor socioeconómico con la finalidad de generar información que sirva como herramienta en la prevención de la degradación de la microcuenca Joaquín Herrera.

El resultado de lo planteado anteriormente se verá reflejado en actividades de restauración de la cubierta vegetal de la microcuenca Joaquín Herrera. La elaboración de protocolos de propagación brindará una guía fácil, con métodos accesibles para los pobladores de las áreas cercanas que estén interesados en la producción continua a corto o mediano plazo de plantas nativas y el conocimiento de la distribución de dichas especies en la microcuenca. Con estas acciones se pretende la preservación de la biodiversidad en la zona y posteriormente en las microcuencas circundantes, se espera, además, estimular la reactivación y preservar algunas funciones ecosistémicas lo cual no solo beneficiaría a los habitantes de la microcuenca sino además a los de las zonas aledañas.

### **Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las especies -arbóreas con un valor ecológico y social alto del área natural protegida El Batán, dentro de la microcuenca Joaquín Herrera?
- ¿Cuál tratamiento pregerminativo incrementa el porcentaje de germinación de las especies con valor ecológico y social alto?

### **Objetivo general**

Conocer el valor ecológico y social del estrato arbóreo, del ANP El Batán en la microcuenca Joaquín Herrera y elaborar protocolos de propagación de las especies con valor ecológico y social alto del área natural protegida El Batán en la microcuenca Joaquín Herrera.

### **Objetivos particulares**

- Caracterizar la composición de la vegetación del tipo matorral y la selva baja
- Determinar el valor de importancia ecológico y social de las especies vegetales
- Caracterizar la calidad de las riberas del bosque ripario

## **1. Marco teórico**

La gestión y manejo de cuencas es un enfoque de gestión territorial que promueve el manejo integral de los elementos biofísicos que brindan servicios ambientales y medios de vida a los pobladores de regiones delimitadas por cuencas hidrográficas. Al utilizar la cuenca como ámbito de regionalización, se evidencia la importancia de la vinculación entre diferentes componentes y sus posibles efectos en las zonas funcionales de la cuenca (Luna, 2014). Las cuencas hidrográficas en su mayoría están habitadas por personas, quienes tienen necesidades, prácticas y oportunidades diferentes, cuando éstas se reconocen se fomenta un vínculo entre las costumbres locales y el entorno natural indispensable para caminar hacia una gestión integrada del territorio.

Durante la década de los 70's derivado de la preocupación por el aumento de la degradación ambiental ocasionada por el uso y extracción insostenible de los recursos naturales, se planteó integrar nuevos conceptos metodológicos, con la finalidad de balancear el progreso económico de los países sin tener que poner en riesgo el funcionamiento de los componentes de la naturaleza, principalmente de aquellos que producen servicios ambientales a la humanidad (Perevochtchikova y Arellano, 2008).

Actualmente los proyectos de manejo y gestión integrada de cuencas dejaron de ser solo ambientales y pasaron por una etapa de transición donde se trabaja desde la transversalidad e interdisciplinaridad de actores. Aunque hablar de un concepto integral suele ser complejo es el que a su vez asegura mayores probabilidades de éxito al contar con elementos socioeconómicos y bioculturales (Cotler y Claire, 2009). Dicho enfoque ha sido adoptado y obtenido resultados eficaces alrededor del mundo, en el ámbito internacional, regional y nacional, el tema de cuencas hidrográficas y el uso de este espacio territorial como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales, tiene gran relevancia no solamente por el interés y preocupación de los actores y grupos interesados. El propósito es promover el uso y gestión apropiada de los recursos naturales, buscando un equilibrio entre el crecimiento económico, equidad social, sostenibilidad integral y mejoramiento de la calidad de vida de la población. El reto es producir conservando y conservar produciendo (Jiménez y Benegas, 2019).

En México el proceso de integración del concepto de cuencas hidrográficas fue durante la última década del siglo XX, éste planteamiento teórico-conceptual incluiría la

reconstrucción del enfoque sobre las relaciones entre componentes físicos, sociales y económicos involucrados en las problemáticas del manejo de recursos naturales, con la finalidad de construir un enfoque ecosistémico, integral e interdisciplinario, el cual actualmente se conoce como enfoque de cuencas o manejo y gestión integrado de cuencas (Cotler y Claire, 2009).

Los resultados significativamente positivos de la apropiación y trabajo en el territorio desde un enfoque de cuencas se han reflejado en el creciente interés de las comunidades por enfocar sus acciones hacia objetivos más integrales para el manejo de sus recursos naturales (FAO, 2014). En este sentido desde que fue acogido el enfoque de cuencas se ha trabajado en disminuir los efectos negativos de un inadecuado manejo y gestión de la cuenca, por ejemplo, la erosión del suelo, alteraciones en la provisión de agua, aumento de la escorrentía, disminución de la recarga de acuíferos y modificaciones en la contaminación del agua (Cotler y Pineda 2008; Tomich *et al.*, 2004).

Un ejemplo de lo anterior es el proyecto desarrollado por Meli *et al.*, (2015), quienes trabajaron en el municipio de Marqués de Comillas, Chiapas, en la restauración de ecosistemas ribereños y claros antropogénicos, es decir, lugares que quedaron desprovistos de vegetación como efecto de la deforestación en los remanentes de vegetación. En una primera etapa se reunieron académicos y habitantes de las comunidades donde se llevaría a cabo la restauración para abordar temas relacionados a la importancia de recuperar estos ecosistemas degradados, así mismo se identificaron los sitios prioritarios para conservar y para llevar a cabo acciones activas de restauración a escala de paisaje, ejido y parcelas.

Posteriormente, en la segunda etapa, con los ejidatarios se evaluó el grado de conservación, a la par se identificaron las especies clave considerando por medio de la utilización de criterios ecológicos, sociales y técnicos. Como resultado de lo anterior se establecieron 25 parcelas en pastizales y áreas agrícolas. La revegetación con plántulas arbóreas nativas fue la estrategia elegida en la restauración de los ecosistemas de Marqués de Comillas. Se establecieron por parcela cuatro tratamientos: 1) *Tratamiento control* mediante el trasplante de árboles nativos determinados como clave, 2) *Remoción de pastos* 3) *Roturación del suelo* y 4) *Remoción de pastos y roturación del suelo*. Los

resultados mostraron que fue significativo el establecimiento de los árboles plantados mediante el tratamiento combinado de remoción de pastos y roturación del suelo. Por otra parte, como resultados indirectos se constituyó una base organizativa (relación interejidal) para el desarrollo de acciones de restauración, se apropió el concepto de conectividad y el enfoque de los ecosistemas ribereños como conectores del paisaje y se brindó información sobre el manejo de las riberas degradadas y las especies útiles para su restauración, lo cual constituyó un punto de partida para investigación de la germinación y propagación de especies (Meli *et al.*, 2015).

### **1.1 Especies con valor ecológico y social**

En planeación del manejo y gestión del territorio las propuestas de solución a problemas específicos deben ser ajustadas y personalizadas al contexto del sitio con el propósito de obtener resultados que beneficien al mayor número de personas. Actualmente, por ejemplo, al intervenir en la gestión del territorio, la consideración de la escala y del paisaje está implícita en las propuestas de acción (Downs y Gregory, 2004; Rutherford *et al.*, 2000). El manejo de la vegetación con la finalidad de modular los impactos de actividades antrópicas y mantener la funcionalidad de la cuenca recientemente ha sido uno de los problemas prioritarios a considerar debido a las altas tasas de transformación y remoción de la vegetación (Galbraith *et al.*, 2021).

Desde que inició el interés por conservar los recursos naturales, más puntualmente la vegetación, se han desarrollado técnicas como la revegetación, restauración de la vegetación o reforestación que, aunque tienen diferencias conceptuales la finalidad es compartida, es decir, desarrollar acciones para conservar la vegetación y las funciones que, en este caso, brinda a la cuenca como sistema (SER, 2004). Con dichos conceptos se han desarrollado procedimientos que han sido de los más replicados y mejor documentados para finalmente lograr establecer una línea de partida para mantener y mejorar la estructura y composición del suelo en la cuenca y así, directa o indirectamente, preservar el capital natural (Callow, 2014).

Considerar la dinámica que existe entre la vegetación de un lugar y sus pobladores en una cuenca es indispensable para llevar a cabo acciones de restauración. Las especies vegetales con un potencial ecológico y social, es decir, aquellas que han sido

manejadas y usadas a lo largo de la historia de la comunidad, pero por sus características se consideran necesarias para la conservación de los ecosistemas y de las funciones de la cuenca será de gran importancia para preservar la integralidad de los elementos que componen la vegetación (Alburquerque *et al.*, 2009).

Las especies con valor ecológico y social cumplen una doble función, por una parte, brindan materia prima para llevar a cabo actividades humanas de subsistencia, por ejemplo, combustible, alimentos, remedios para dolencias y material para construcción. Por otro lado, son un elemento para la obtención de servicios ambientales entre estos, infiltración, captura de carbono, producción de oxígeno y barreras verdes (Estrada *et al.*, 2014). En algunos casos el valor que tienen estas especies es tal que determinan la sobrevivencia de comunidades enteras. Un ejemplo de lo anterior son el establecimiento de sociedades pastoriles en las regiones secas y semisecas del mundo que sobreviven con la crianza de ganado el cual se alimenta de vegetación natural de las zonas aledañas, sin embargo, se ha documentado que esta actividad de forma recurrente y sin regulación causa problemas relacionados con la funcionalidad de la cuenca, en este caso, debido a la pérdida de la estructura y composición de la vegetación (Ladio y Lozada, 2009).

Las características del ambiente combinado con las características de las plantas son lo que suele influir en la elección de ciertas especies sobre otras, esta dinámica da como resultado un patrón de comportamiento que proporciona información sobre aquellas especies vegetales que son socio-ecológicamente importantes y deben estar presentes en la zona, también conocidas como especies clave (Stockdale *et al.*, 2019). En relación con este punto Douterlunge y Ferguson (2015), evaluaron tres diferentes estrategias en función del establecimiento de plantas para la restauración de pastizales los cuales fueron 1) Transplante de plántones producidos en viveros, 2) Siembra directa de semillas y 3) Transplante de estacas vegetativas en el ejido La Democracia, en Chiapas. Se establecieron plantaciones bajo un diseño de bloques completamente al azar con parcelas de 12.5 x 12.5 m, donde se establecieron 25 árboles en cuadros de 2.5 x 2.5 m. Durante los dos primeros meses se evaluó la supervivencia de las estacas y se sustituyeron los árboles muertos. Semestralmente, se midió supervivencia, crecimiento en altura y expansión de la copa. La selección de las especies se determinó con base en

los criterios de 1) Experiencias exitosas 2) Alta disponibilidad local de propágulos 3) Presencia en pastizales y cercas vivas 4) Experiencia local en su propagación, 5) Carácter perennifolio y 6) producción de frutos comestibles atractivos para la fauna. Entre los resultados resaltan la alta supervivencia de propágulos provenientes de semilleros y transplantados en campo contra la mortalidad del 60 % de las estacas plantadas.

Por otra parte, el crecimiento de las plántulas de vivero también superó a las especies propagadas por estacas superándolas en tamaño después de los 18 meses de monitoreo. Finalmente concluyen que aunque monetariamente es más económica la estrategia de restauración mediante estacas, los resultados son más redituables por medio de la estrategia de restauración a través de plántulas propagadas en vivero, sin embargo, es necesario seguir adaptando los criterios de las especies para cada espacio a restaurar (Douterlunge y Ferguson, 2015).

Teniendo en consideración los puntos anteriormente mencionados adquiere relevancia la elaboración de guías de propagación como herramienta para desarrollar estrategias integrales que consideren las necesidades humanas y las necesidades del ecosistema en la creación de ambientes resilientes que sigan dotando de servicios a los habitantes de la cuenca.

## **1.2 Protocolos de propagación de especies con importancia socio-ecológica y el manejo de los recursos naturales**

Una forma de generar conocimiento es a través de protocolos de propagación, que sirven como herramienta para comunicar la técnica más apropiada para lograr el mayor porcentaje de germinación de una especie determinada en el menor periodo de tiempo posible. En dicho documento se establecen las acciones necesarias para lograr con éxito la germinación de una semilla con objetivo de incrementar la tasa de productividad de dicha especie (Ortiz, 2014).

Los elementos básicos con los que cuenta un protocolo de propagación son los siguientes antecedentes generales donde se hace una breve descripción acerca de la ecología y fisiología de la especie, por ejemplo, forma de vida, requerimientos para su desarrollo y fenología. A continuación, se describe la metodología de propagación, es decir, la presentación de los pasos usados para lograr la germinación de las semillas.

Finalmente se procede a explicar las recomendaciones para su cultivo, tales como, tipo de sustrato a utilizar, cuidados culturales y sanitarios. El producto final es un documento que servirá como referencia en la producción de una especie vegetal, obteniendo porcentajes significativamente elevados de semillas germinadas. Se recomienda ampliamente el uso de imágenes para guiar al lector en posteriores actividades de propagación (Ortiz, 2014; Pita y Pérez, 1998).

Cabe resaltar que para la creación de protocolos de propagación se debe previamente conocer las características intrínsecas de la especie o en caso de que la información sea inexistente de sus parientes más cercanos. Así pues, las semillas se clasifican por su resistencia a la desecación en dos tipos, las ortodoxas y las recalcitrantes; las primeras soportan mayores porcentajes de desecación, es decir, que sobreviven ante condiciones de humedad y temperatura bajas (Awni et al., 2016; Baskin y Baskin 2014). Lo anterior es una ventaja evolutiva que contribuye en su conservación, debido a que pueden ser viables por largos periodos de tiempo; por otro lado, las semillas recalcitrantes no resisten las mismas condiciones, requieren de condiciones ambientales similares a la de su lugar de origen y con el paso del tiempo el embrión pierde su viabilidad (Baskin y Baskin, 2014; Doria, 2010, Ramírez, 2003).

En la conservación de semillas para su propagación es indispensable conocer un fenómeno innato de las semillas que está ligado a las estrategias para la propagación de la especie, la latencia. Se ha definido como un proceso en cual la germinación permanece bloqueada hasta que las condiciones ambientales son favorables (Doria, 2010), esta fue descrita por Teofrasto por primera vez hace 2,300 años y fue observada en la agricultura. La latencia de la semilla suele eliminarse por medio de procedimientos químicos, mecánicos y/o físicos, los cuales además sirven para aumentar el porcentaje de germinación de las semillas. Por otro lado, la viabilidad de las semillas está definida por su capacidad para germinar y originar plántulas normales (Espitia et al., 2017). Uno de los métodos más utilizados para definir la viabilidad del embrión es la prueba de tetrazolio, por medio de una reacción de óxido-reducción el embrión es teñido y con base al porcentaje de superficie teñida se clasifican las semillas como viables, inviables o dudosas (Lobo et al., 2007).

Según lo propuesto por Espitia et al. (2017) y Doria (2010), es recomendable sumergir las semillas a tratar durante 24 h en agua a temperatura ambiente y posteriormente, de igual forma, en una solución de tetrazolio al 1 % de concentración durante 2 horas; finalmente para comprobar las observaciones, por medio del monitoreo diario del porcentaje de germinación desarrollar curvas de germinación. Lo precedente señala la oportunidad de la preservación de semillas por medio de colecciones, para mantener y en el mejor de los casos, aumentar la diversidad genética de las poblaciones (Carnevale y Montagnini, 2002; Bonfil y Trejo, 2010).

El manejo de la vegetación en una cuenca dependerá del objetivo planteado. Es decir, la vegetación puede ser manejada para conservar servicios ecosistémicos, explotar de manera sostenible las especies para la obtención de recursos como productos maderables y no maderables o, la remoción parcial o completa para llevar a cabo actividades productivas, como la agricultura o ganadería (Pérez et al., 2016). En el caso específico de la microcuenca Joaquín Herrera se plantea un manejo para preservar y conservar la vegetación con importancia socio-ecológica, con la finalidad seguir obteniendo beneficios de las funciones de la cuenca, entre éstas retención de sedimentos, prevención de inundaciones, captura de carbono, alimento para ganado, leña y materiales para la construcción (PDUM, 2014; POEL, 2016; SEDESU, 2015).

La cuenca como unidad permite tener un punto de referencia con el cual guiar las estrategias de conservación y manejo de la vegetación. Aunque actualmente son pocos los estudios que toman la cuenca como unidad de manejo y gestión de la estructura y composición si se ha descrito ampliamente la importancia de su conocimiento en la prevención de eventos como inundaciones, incendios forestales, erosión, pérdida de la productividad o salinización (Awni et al., 2019). Por lo anterior, es que los protocolos de propagación se plantean como una herramienta para el futuro desarrollo de estrategias para mantener la resiliencia de la vegetación y de esta forma aminorar el impacto de disturbios por fenómenos naturales o antrópicos. Conocer los métodos más apropiados para la propagación de especies con potencial ecológico y social ha permitido la producción de plantas para llevar a cabo actividades como la silvicultura, agropastoreo y

aprovechamiento forestal de manera sustentable (Bonfil y Trejo, 2010; Méndez et al., 2016).

Aunque son pocos los estudios que plantean los protocolos de propagación como una herramienta en el manejo y gestión de la cuenca se sabe de la importancia que tiene como elemento de este sistema, por lo cual, su implementación permitirá mantener algunas de las funciones de la cuenca, por ejemplo, la infiltración, retención de suelo, amortiguamiento de la temperatura, conectividad de la biodiversidad y continuación de los procesos biogeoquímicos (Pérez et al., 2012). De esta forma, con el conocimiento de las especies de importancia ecológica y social se pretende crear protocolos de propagación y generar información para mantener la integridad de la vegetación en la cuenca. Por otra parte, paralelamente se generará conocimiento y comunicará cultura entre los ciudadanos de la microcuenca para concientizar acerca del valor agregado de la flora de la microcuenca Joaquín Herrera.

## **2. Antecedentes**

Las áreas de transición entre lo urbano y lo natural, áreas periurbanas, han comenzado a ser reconocidas como zonas importantes para llevar a cabo acciones que lleven a la preservación de los procesos que dan lugar a la obtención de servicios ecosistémicos. Sin embargo, aunque existen numerosas alternativas para gestionar la cuenca de manera integral la priorización de los beneficios ecológico y sociales y la viabilidad económica ha sido una directriz constante para su determinación.

A este respecto O'Sullivan et al., (2017), calcularon la viabilidad económica de una serie proyectos para la conservación de la biodiversidad en Reino Unido y constataron que a pesar de que varios de ellos cumplieron con los requisitos para su validación monetaria, existen otros aspectos que son igual de importantes como la percepción de los habitantes y las restricciones gubernamentales para la trascendencia del proyecto propuesto (O'Sullivan et al., 2017). Lo anterior adquiere relevancia en cuanto a la propuesta de revegetación o restauración de un área, es decir, que la perspectiva cultural del manejo de la vegetación de un área natural debe ser considerada para lograr el éxito.

Por otra parte, el escenario bajo el cual se lleva a cabo la restauración, es decir, las condiciones actuales bajo las cuales se encuentra la vegetación también influye en el

costo beneficio de las acciones implementadas y los servicios ecosistémicos obtenidos. En este sentido Li et al., (2021), simularon cuatro escenarios de restauración en una cuenca de la zona Tibetana-Qinghai.

El escenario uno fue solo la restauración de pastizales, el escenario dos y tres fueron la restauración de tierras de cultivo a vegetación arbustiva y el escenario cuatro consistió en la restauración de pastizales y tierras desnudas con árboles y arbustos. El objetivo fue analizar los costos de las acciones de restauración para compararlo con el valor de los servicios ecosistémicos obtenidos 25 años después de la inversión. Los resultados que obtuvieron fueron beneficios reflejados en una mayor obtención de servicios ecosistémicos en el escenario cuatro mientras que el escenario uno fue el que obtuvo los valores más bajos, cabe resaltar que el escenario cuatro fue el que tuvo los valores acumulativos más altos sin embargo, el escenario uno fue el que brindo servicios ecosistémicos más rápido. Con lo anterior se constata la importancia de incorporar diferentes estratos en proyectos de restauración (Li et al., 2021).

En el caso de México, en los últimos años se ha visto un incremento en el interés por conocer aspectos relevantes para llevar a cabo proyectos de restauración en algunos de los tipos de vegetación con las más tasas de cambio de uso de suelo en México, tales son la selva baja caducifolia y el matorral crasicaule (INEGI, 2017; Santibañez et al., 2015). Aunado a lo anterior, la utilidad de utilizar una unidad territorial que permita estudiar de manera integral el territorio, en este caso el enfoque de cuencas, ha permitido generar conocimiento a una escala más fina sobre el estado de conservación de algunos ecosistemas. Santibañez et al., (2015), proponen una caracterización biofísica mediante cuatro pasos 1) delimitación y caracterización de unidades ambientales con base en las condiciones biofísicas, 2) cuantificación de la estructura y composición de la vegetación, 3) clasificación de las especies de acuerdo a sus respuestas funcionales, y 4) evaluación del estado de conservación basado en la estructura y la composición. Lo anterior con la finalidad de conocer el estado de conservación de una cuenca en el valle de México.

Como resultado se obtuvieron unidades biofísicas con diferencias en la riqueza, diversidad, valores de importancia para sus especies, además, se identificaron grupos de plantas con diferentes respuestas ambientales lo cual refleja un gradiente de

conservación. Lo anterior refleja la importancia de la composición de la vegetación para la conservación de otros atributos de la cuenca (Santibañez et al., 2015).

Un ejemplo de lo anterior es la estimación de la captura de carbono de algunas especies de la selva baja caducifolia hecha por Soto et al., (2019), a través de la evaluación de atributos como diámetro basal, diámetro a la altura del pecho, altura total, altura de la copa y diámetro de la copa de árboles y arbustos con una altura superior a 1.5 m se estimó la capacidad de captura de carbono por especie, considerando las variables climáticas del sitio de muestreo. Los resultados destacaron la capacidad de ciertas especies como *Prosopis laevigata* y *Leucaena leucocephala* para almacenar carbono. Lo anterior, es información relevante para sentar las bases de la conservación y restauración de la selva baja caducifolia (Soto et al., 2019) la composición y estructura de la vegetación de en la cuenca, mientras que Zepeda et al., (2017), valoraron la importancia cultural de las especies leñosas en los tipos de vegetación mencionados anteriormente en la sierra de Nanchititla, por medio de exploraciones etnobotánicas y la aplicación de entrevistas abiertas a informantes clave se encontró que 85 % de las especies mencionadas son nativas, por otro lado se documentaron nueve categorías de uso de la flora, algunas especies destacaron principalmente por sus características multipropósito, entre estas se encuentran *Lysiloma divaricatum*, *Pouteria sapota*, *Vachellia farnesiana* y *Guazuma ulmifolia* lo cual, según los autores, las perfila como especies pioneras para proyectos de aprovechamiento sustentable y conservación (Zepeda et al., 2017).

Como se mencionaba anteriormente la generación de conocimiento sobre la importancia de la vegetación para el soporte, abastecimiento, regulación de los socio-ecosistemas ha ido en aumento, sin embargo, son pocas las investigaciones que han abarcado la propagación de especies cultural y ecológicamente importantes desde el enfoque de cuenca con la finalidad de garantizar la continuidad de las funciones de la cuenca y la sostenibilidad de sus socio-ecosistemas. Bonfil y Trejo (2010), llevaron a cabo una revisión de los protocolos desarrollados para especies distribuidas en el tipo de vegetación de selva baja caducifolia. Encontraron protocolos para 62 especies, los cuales en su mayoría se encuentran restringidos a una región bajo publicaciones no comerciales

y un limitado tiraje. Por otra parte, solo encontraron información de 11 de las 19 familias que se han documentado en las selvas bajas caducifolias de México, lo cual merece especial atención si se tiene como objetivo reestablecer la diversidad de la selva baja caducifolia (Bonfil y Trejo, 2010).

En este sentido, cabe mencionar la relevancia de la preservación de las semillas en las condiciones adecuadas con base en las condiciones ambientales de su procedencia para obtener material de calidad para llevar a cabo actividades de propagación, en este sentido Cervantes et al., (2011), estudiaron la capacidad de germinación bajo diferentes lapsos de tiempo de semillas almacenadas con diferentes sitios de procedencia. Encontraron que el tamaño de las semillas fue una variable significativa sin importar la procedencia y el tiempo de almacenamiento para garantizar al menos el 50 % de germinación, lo cual es un atributo más a considerar en la propagación por medio de semillas (Cervantes et al., 2011). Por otro lado, Núñez et al., (2018), investigaron la variabilidad de la germinación de ocho especies distribuidas en climas de zonas semiáridas, bajo diferentes tratamientos pregerminativos y observaron que hubo diferencias significativas, lo anterior estuvo correlacionado con el tipo de fruto y su síndrome de dispersión. Dichos autores sugieren tomar estos atributos en consideración para desarrollar tratamientos pregerminativos que incidan en el aumento de la germinación de plantas nativas para diversos fines (Núñez et al., 2018).

Finalmente, con lo anteriormente desarrollado es necesario resaltar la importancia de llevar a cabo proyectos encaminados a la restauración de la vegetación de manera integral. Al considerar aspectos socioeconómicos y biofísicos en la propuesta de actividades que lleven a la conservación de la cuenca se podrán observar resultados con un impacto significativo en la conservación de las funciones de la cuenca y con ello en la calidad de vida de sus habitantes. Por lo cual, a partir del estudio de la vegetación desde un enfoque de cuenca y el estudio de la relación con sus pobladores podrá reconocerse las especies socio-ecológicamente importantes y así plantear sus protocolos de propagación, como una medida para conservar los servicios ambientales provistos por estas especies.

### 3. Área de estudio

La microcuenca Joaquín Herrera está localizada en el municipio de Corregidora, en el estado de Querétaro, tiene una superficie total de 2, 782.2 ha, colinda al norte con la localidad de Santa Bárbara, Praderas de la Negreta y Colinas del Bosque II, mientras que al noroeste se ubica la presa El Batán, hacia el este se encuentra la localidad El Ranchito, al sur Charco blanco, al sureste la localidad más cercana es El Salto de espejo y al oeste colinda con el estado de Guanajuato (Figura 1).

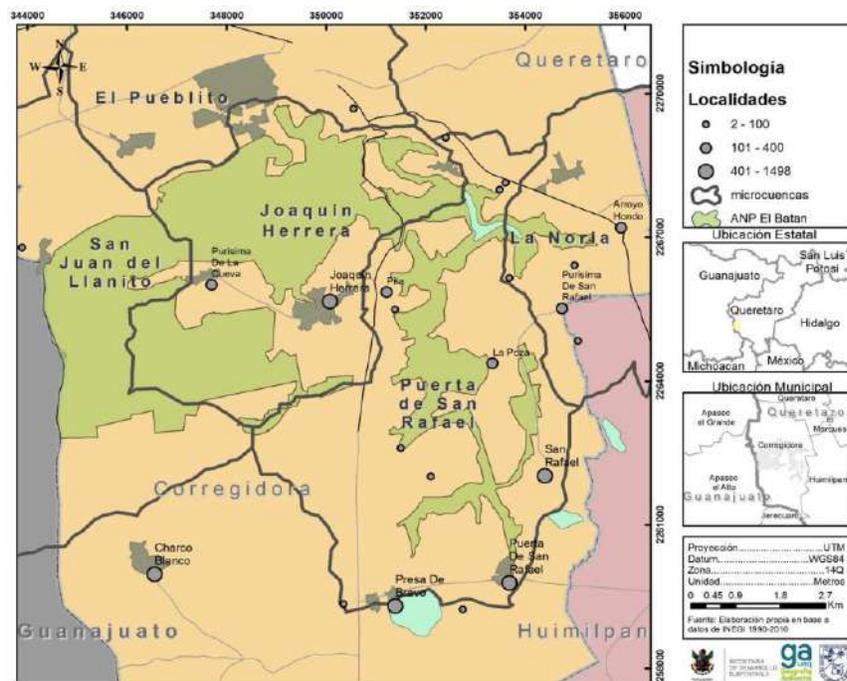


Figura 1. Área de estudio, microcuenca Joaquín Herrera. Modificado de SEDESU (2015).

#### 3.1 Características físico-geográficas

La microcuenca mencionada anteriormente se ubica sobre la provincia del Eje Neovolcánico, subprovincia Llanuras y Sierras Querétaro e Hidalgo. Un porcentaje significativo de su superficie, presenta una geomorfología con eminencias de edificios volcánicos que sobresalen de los campos de lava, asociados a escasa disección fluvial. En menor medida, se observa una geomorfología tipo valle intermontano con lecho en “U” con márgenes inestables de acumulación rápida y régimen permanente. El resto está

clasificado como contornos suaves de geometría convexa y de masas poco disectadas, con procesos denudatorios (INEGI, 2003).

La zona tiene una geología diversa, en su porción norte se encuentran rocas de tipo basalto y andesita, acompañado por algunas formaciones rocosas de toba ácida. En el sureste se encuentra la toba ácida y en el lado este también existe toba ácida y basalto. En la zona oeste se presenta roca andesita y en una pequeña superficie se observa toba ácida. La porción sur se caracteriza por la presencia de andesitas, la cual es el tipo de roca más abundante en la zona, distribuida principalmente en la parte media de la microcuenca. El tipo de suelo predominante en el área es el Vertisol pélico representado principalmente en la zona norte, noroeste, oeste y suroeste. En segundo término, se encuentra el suelo tipo Litosol el cual se observa hacia el norte, noroeste, este y sureste (INEGI, 2004, POELC, 2016).

Se han registrado en el sitio tres tipos de clima, predomina el tipo de clima clasificado como templado subhúmedo, caracterizado por presentar lluvias en verano y una temperatura media anual entre los 12 y 18 °C. El segundo tipo de clima descrito es clasificado como semiseco semicálido, caracterizado principalmente por lluvias durante la temporada de verano y una temperatura media anual entre los 18 y 22 °C. Finalmente, el tercer tipo de clima representado, aunque en menor proporción es el semiseco templado, que comprende temperaturas inferiores a los 18 °C y régimen de lluvias durante el verano (INEGI, 2006).

La microcuenca pertenece a la región hidrográfica número 12, Lerma-Santiago, Cuenca del Río Laja y subcuenca del Río Apaseo, se observan dos corrientes del tipo intermitente, el Río Bravo y el Río El Pueblito. El Río el Pueblito fluye hacia el norte y noreste, mientras que el Río Bravo se localiza al noreste, este y sureste. Según los datos de la Comisión Nacional del Agua CONAGUA (2011), la microcuenca se encuentra ubicada sobre dos acuíferos el acuífero Valle de Querétaro y el acuífero Valle de Huimilpan, sin embargo, desde 2003 han sido declarados “sin disponibilidad de agua subterránea”, cabe mencionar la ausencia de pozos en el área (Luna *et al.*, 2007).

### **3.2 Características biológicas**

En el área se presentan diversos tipos de vegetación como bosque tropical caducifolio, matorral crasicale y vegetación riparia, los cuales se describen brevemente

a continuación. Las selvas bajas caducifolias son asociaciones vegetales de zonas cálidas húmedas, su característica más sobresaliente es su carácter caducifolio, es decir que sus especies pierden las hojas durante un periodo de cinco a siete meses (Pennington y Sarukán, 1998). La altura promedio de los árboles varía entre los 5 – 15 m. En general, la composición de especies de este tipo de vegetación suele ser muy diversa y presentar numerosas variantes (Rincón *et al.*, 2010; Rzedowski, 2006).

En la zona dominan especies como *Lysiloma microphyllum* (Tepehuaje), *Bursera fagaroides* (Palo xixiote) y *B. palmeri* (Palo colorado). Este tipo de vegetación está localizado muy puntualmente en la parte alta de las cañadas, lugares con más humedad, la comunidad vegetal de selva baja caducifolia representada en la zona es de gran relevancia debido a los servicios que presta a otros seres vivos y a los ciudadanos del municipio de Corregidora (Koleff *et al.*, 2012; SEDESU, 2015).

El bosque ripario se encuentra al norte, en la zona funcional alta, aunque este sea intermitente, las principales especies son *Salix humboldtiana*, *Cyperus*, *Baccharis salicifolia* y *Heimia salicifolia*. El matorral crasicaule, cuya dominancia de especies está dada por la presencia de plantas conspicuas de tallo suculento o cactáceas (Rzedowski, 2006). Se distingue además por la presencia de plantas arbustivas de hasta 4 m de altura y presentan espinas y hojas de tamaño pequeño, lo cual les permite vivir en climas secos entre altitudes de entre 1400 y 2500 msnm (Zamudio *et al.*, 1992). Presenta especies como *Myrtillocactus geometrizans* (Garambullo), *Vachellia farnesiana* y *Vachellia shaffneri*. Cabe señalar que durante el desarrollo del estudio técnico justificativo para la declaratoria de El Batán como área natural protegida (2011) se documentaron 49 especies de flora, de las cuales, dos se encuentran bajo la categoría amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, una de ellas es *Erythrina coralloides* (Colorín) y la otra es *Hesperalbizia occidentalis* (Palo blanco). De las 62 especies de fauna documentadas para la microcuenca Joaquín Herrera una pertenece al grupo de los crustáceos, tres son especies de peces, 13 son anfibios y reptiles, 24 son aves y 21 son mamíferos. La existencia de una presa, aunque no dentro de la zona de estudio, así como la presencia de cañadas sirven como hábitat y refugio a estas especies.

Al menos el 50 % del polígono total del área natural protegida, El Batán, se encuentra en la microcuenca Joaquín Herrera. Aunque no existen asentamientos humanos dentro del polígono se han registrado 31 localidades, tanto rurales como urbanas, que se encuentran aproximadamente a 1 km de distancia del límite del área decretada como ANP. Del área total del ANP correspondiente únicamente a la microcuenca Joaquín Herrera, 60.3 % corresponde a la zona núcleo y el resto (39.7 %) a zona de amortiguamiento, la cual se subdivide en actividades como aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (14.8 %), aprovechamiento sustentable de agrosistemas (24.4 %) y zonas de uso público (0.5 %) (SEDESU, 2015). Además de la reserva ecológica el Batán el parque nacional de El Cimatario cuenta con una mínima distribución en el municipio de Corregidora 3.66 % (88 ha); sin embargo, la importancia de ambas radica en su función como un cinturón que sirve como corredor biológico para preservar la biodiversidad biológica, debido a que las áreas verdes en el municipio de Corregidora son escasas (POELMC, 2017).

Actualmente, esta microcuenca es relevante en el municipio de Corregidora debido al porcentaje considerable vegetación natural con un mínimo estado de perturbación, sin embargo, aún es necesario conocer aspectos relacionados con la dinámica ecológica y ecológica social para preservar su riqueza biocultural.

## 4. Métodos y herramientas

El proyecto se desarrolló en tres etapas, considerando trabajo de gabinete y trabajo en campo. Las etapas planteadas fueron: 1) caracterización del valor ecológico de las especies vegetales, 2) propagación de las especies con valor ecológico alto y 3) caracterización del valor social de las especies vegetales. El resultado de estas tres etapas culminó en la elaboración de protocolos de propagación de las especies con importancia ecológica y social para la microcuenca Joaquín Herrera (Figura 2.).

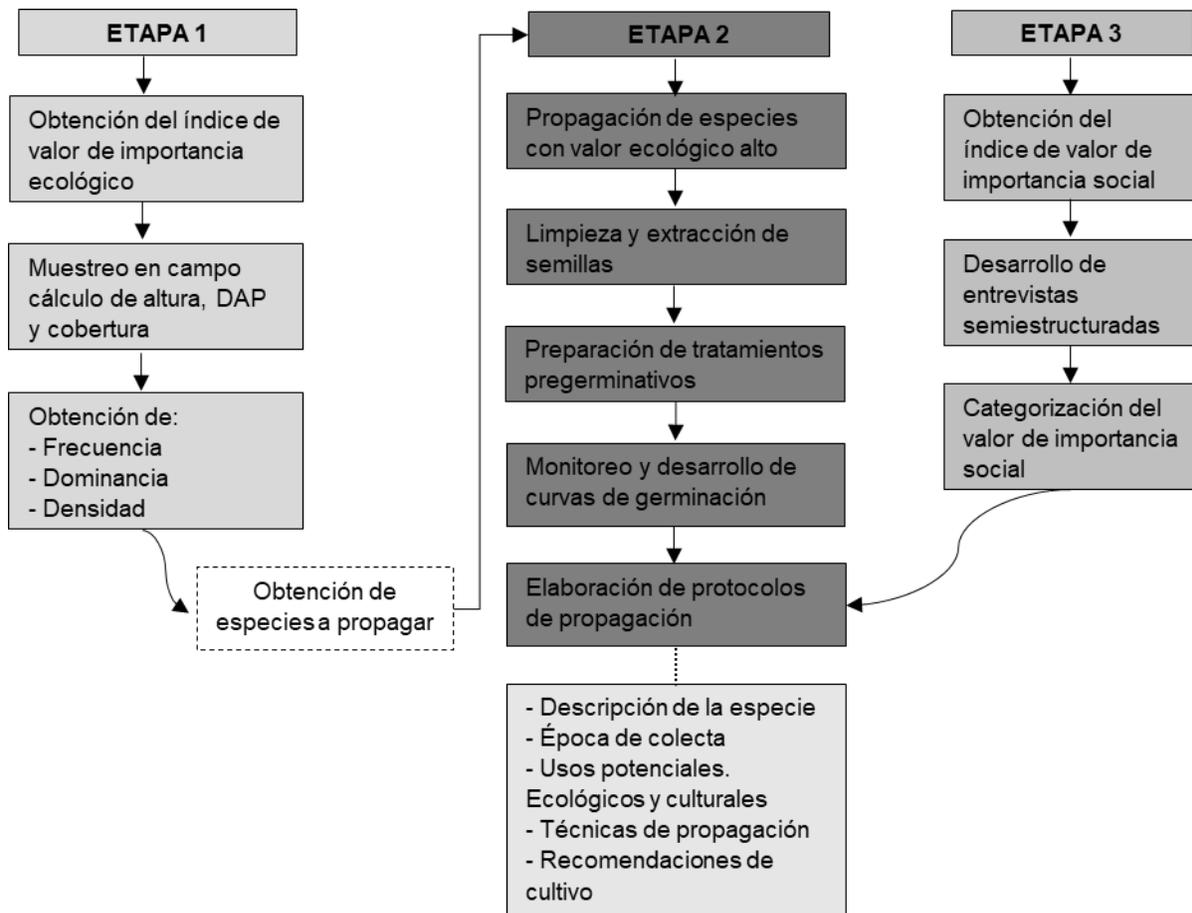


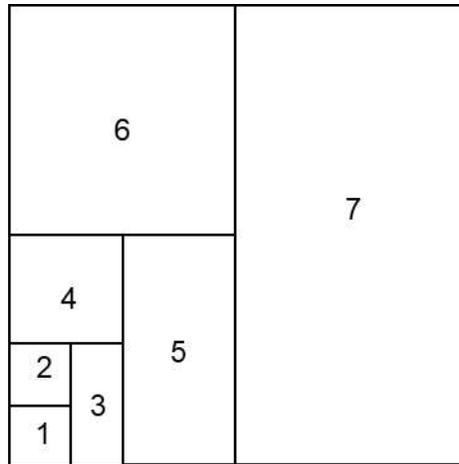
Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología de investigación. Elaboración propia

### 4.1 Caracterización del índice de valor de importancia ecológico

#### 4.1.1 Obtención de la información en campo

Para caracterizar las especies con valor de importancia ecológico alto primero se calculó el área mínima de muestreo, por tipo de vegetación distribuido en el área de estudio, selva baja caducifolia y matorral crasicauale. Hacia este fin, se procedió a usar la

metodología “curva de especies-área” propuesta por Ferro (2015), lo anterior con la finalidad de obtener el tamaño del cuadrante a muestrear (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema del método de muestreo para obtener el área mínima de muestreo. Fuente: Modificado de Ferro (2015).

Posteriormente se establecieron tres cuadrantes aleatorios por tipo de vegetación a muestrear, cabe resaltar que por medio del cálculo de desviación estándar se determinó este número de cuadrantes a muestrear (Flores y Álvarez, 2011; Huerta y Guerrero, 2004). Al muestrear los cuadrantes, independientemente del tipo de vegetación, se midieron aquellos árboles y arbustos con una altura superior a los 25 cm de altura, a estos individuos se les tomaron la altura, diámetros de la copa de forma perpendicular y diámetro a la altura del pecho y de la base (Campo y Duval, 2014).

Para calcular la altura se utilizó el método de la suma de medida conocida que consiste en colocar un objeto del cual se conozca su altura al lado del individuo que se medirá y multiplicar por el número de veces necesarias para alcanzar la altura total del árbol. El DAP fue medido con apoyo de una cinta métrica, una vez cerca del individuo de interés se consideró aquellas con un DAP mayor a 7.5 cm (SEDEA, 2015), se colocó la cinta métrica alrededor del tronco a la altura del pecho y se anotó el dato obtenido en el formato de campo, en caso de tener más de un tallo se midió cada uno y posteriormente se sumaron para conocer el diámetro total (Flores y Álvarez, 2011). Posteriormente, la eficiencia de muestreo se determinó por medio del cálculo del error estándar. De los datos

obtenidos se calculó por especie la frecuencia, dominancia y densidad, variables necesarias para el cálculo del índice de valor de importancia ecológica (MacIntosh. 1985).

#### 4.1.2 Análisis de datos obtenidos en campo y cálculo del índice de valor de importancia.

Para calcular la cobertura de dosel por individuo se utilizaron los diámetros medidos, la suma de la cobertura por especie dio como resultado la cobertura total por especie (Ferro, 2015). Se calculó por medio de la siguiente Ecuación (1):

$$C = \left( \frac{D1 + D2}{4} \right)^2 \times 3.1416 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde, “C” es la cobertura por individuo, “D1” es la medida del diámetro uno, tomando en cuenta la distancia de donde inicia la copa hasta donde la copa termina, mientras que “D2” es la medida del diámetro dos, tomando en cuenta la distancia inicial y final de la copa, pero de forma perpendicular (ángulo de 90°) a la medida de “D1”.

Para el cálculo de la variable de *densidad* “Den” fue necesario definir el número total de individuos muestreados por especie y el área total muestreada, una vez conocido, se determinó mediante la siguiente Ecuación (2):

$$\text{Den} = \text{Número de individuos por especie} / \text{área total muestreada} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde, “Den” es igual a el número de individuos por especie obtenidos en el área muestreada, el “número de individuos por especie” es el número final de individuos por especie contabilizados en los tres cuadrantes al finalizar el muestreo, mientras que el “área total muestreada” se refiere al valor del tamaño de la superficie muestreada, en este caso de los tres cuadrantes muestreados.

Posteriormente, para determinar la *densidad relativa* “Denrel” fue necesario conocer la dominancia por especie y la sumatoria total de la densidad. Determinados estos valores se calculó mediante la siguiente Ecuación (3):

$$\text{Denrel} = (\text{Den.especie} / \text{sumatoria.densidad}) * 100 \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde, “Denrel” se refiere a la densidad relativa, “den.especie” es el valor de la densidad por especie y “sumatoria.densidad” se refiere a la sumatoria de la densidad obtenida de todas las especies. La siguiente variable a calculada fue la de *dominancia* “Dom” para lo cual fue necesario conocer la cobertura por especie y el área total muestreada, una vez obtenidos los valores se calculó mediante la siguiente Ecuación (4):

$$\text{Dom} = \text{Cobertura.especie} / \text{área muestreada} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde, “Dom” es igual a la cobertura por especie entre el área total muestreada, “cobertura.especie” es el valor obtenido de la ecuación 1 por especie, mientras que el “área muestreada” es el valor total del área muestreada. Posteriormente para calcular la *dominancia relativa* “Domrel” fueron necesarios los valores de dominancia por especie y la sumatoria de la dominancia. Determinados estos valores se obtuvo la variable mediante la siguiente Ecuación (5):

$$\text{Domrel} = \text{Dom.especie} / \text{sumatoria.dominancia} * 100 \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde, “Domrel” es igual a la dominancia relativa, “Dom.especie” se refiere al valor obtenido de la ecuación 4 por especie, mientras que “sumatoria.dominancia” es el valor obtenido de la ecuación 4 de todas las especies. Finalmente, para el cálculo de la *frecuencia* “Frec” con los valores número de cuadrantes donde la especie estuvo presente y el número total de cuadrantes muestreados se obtuvieron los resultados mediante la siguiente Ecuación (6):

**Frec= Núm. cuadrantes con la especie / Núm. cuadrantes muestreados**

Ecuación (6)

Donde, “Frec” es igual al número de cuadrantes donde se encontró la especie entre el número total de cuadrantes muestreados, “núm. cuadrantes con la especie” es el valor de contabilizar el número final de cuadrantes en el que estuvo la especie presente y “núm. cuadrantes muestreados” es el número total de cuadrantes muestreados. Una vez obtenida la frecuencia se calculó la *frecuencia relativa* “Frecrel” con los valores de frecuencia por especie y la sumatoria de la frecuencia por medio de la siguiente Ecuación (7):

**Frecrel= Frec.especie / sumatoria.frecuencia) \* 100**

Ecuación (7)

Donde, “Frecrel” es igual a la frecuencia por especie obtenida de la ecuación 6, entre “sumatoria.frecuencia” que se refiere al valor obtenido de la suma de la frecuencia de todas las especies, al finalizar ese resultado será multiplicado por cien. Para finalizar, con base a la *densidad relativa*, *dominancia relativa* y *frecuencia relativa* calculadas ecuación 3, 5 y 7 respectivamente para cada una de las especies muestreadas se procederá a hacer la sumatoria de estas variables. Al finalizar, los resultados obtenidos reflejarán el valor de importancia ecológico “IVI” (Curtis y McIntosh, 1951). Se calcula mediante la siguiente Ecuación (8):

**IVI= Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa**

Ecuación (8)

Donde, “IVI” es igual al índice de valor de importancia, “Dominancia relativa” es el resultado de la ecuación 5, “Densidad relativa” es el resultado del desarrollo de la ecuación 3 y “Frecuencia relativa” es el valor obtenido de la ecuación 7.

## 4.2 Propagación de especies con valor ecológico alto

### 4.2.1 Colecta y selección de semillas viables

Se colectó la mayor cantidad posible de frutos de las especies con valor ecológico alto en campo durante los meses julio 2020 – marzo 2021, se tuvo en consideración que estos estuvieran maduros y preferentemente fueron recolectados desde el árbol madre, para prevenir una posible infestación por patógenos del suelo. El siguiente paso fue abrir los frutos recolectados para extraer la mayor cantidad de semillas posibles. Para la extracción de las semillas de los frutos se utilizó el método manual, en caso de ser necesario se utilizaron pinzas y herramientas punzocortantes para abrir los frutos y extraer las mismas. Posteriormente, se procedió a la limpieza de las semillas. En una solución de cloro al 3 %, jabón y agua se sumergieron las semillas durante 15 min para su desinfección (Ffolliot y Thames, 1983).

Una vez extraídas, limpias y desinfectadas las semillas por especie se tomó una muestra al azar de cien semillas y se pesaron, posteriormente las semillas de esta muestra se revisaron para separar aquellas con presencia de daños por insectos u otros organismos. Las semillas en buen estado (“semillas puras”) obtenidas al final de la revisión fueron pesadas nuevamente y por medio de la siguiente ecuación se calculó el porcentaje de pureza (OECD, 2018). Se calcula mediante la Ecuación (9)

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{peso de semillas puras}}{\text{peso del lote muestreado}} \times 100$$

Ecuación (9)

Donde, el porcentaje de pureza es igual al peso de las semillas puras entre el peso del lote muestreado y el valor obtenido deberá ser multiplicado por cien. Una vez conocido el porcentaje de pureza por lote de semillas se podrá calcular la cantidad de semillas por unidad de peso, lo cual es útil para conocer cuántas semillas son necesarias para propagar un determinado número de plantas. Lo anterior puede ser calculado por medio de la siguiente ecuación, Ecuación (10), para un kilo de semilla. Donde, un número determinado de plantas es igual al número de semillas puras en una muestra entre el

peso en gramos del lote muestreado y el valor obtenido deberá ser multiplicado por mil (Doran *et al.*, 1983; OECD, 2018).

$$\frac{\text{Número de semillas puras en la muestra}}{\text{Gramos del lote muestreado}} \times 1000$$

Ecuación (10)

Para conocer la viabilidad de las semillas colectadas se utilizaron técnicas que no necesitarán de compuestos químicos con algún grado de especialización para su utilización, por lo cual se optó por métodos tradicionales, con la finalidad de que fueran de utilidad en entornos con accesibilidad limitada a compuestos comerciales que determinan la viabilidad de las semillas. Entre los métodos tradicionales utilizados están el de flotación y la observación de características como el color, forma y tamaño. El primero consiste en sumergir las semillas colectadas en un recipiente con agua a temperatura ambiente y después de 4 – 6 h, separar todas aquellas que queden suspendidas en la superficie (Baskin y Baskin, 1998; Pérez *et al.*, 2019). Por otra parte, la observación de las características como el color, el tamaño y la observación de posibles daños mecánicos han sido una guía para determinar el estado de desarrollo de la semilla y si ha alcanzado el estado óptimo para su germinación (Baskin y Baskin, 2014). El siguiente paso consistió en determinar si la semilla tiene algún tipo latencia por medio de la revisión de literatura para determinar el tratamiento pregerminativo más eficaz, lo anterior con el objetivo de disminuir el tiempo, en días, con la finalidad de unificar la germinación (Baskin y Baskin, 2014; OECD, 2018).

#### **4.2.2 Tratamientos pregerminativos a las semillas de las especies con importancia ecológica.**

Con base a la revisión de literatura sobre la propagación de especies de importancia ecológica para los tipos de vegetación selva baja caducifolia y matorral crasicaule se determinaron los tratamientos pregerminativos para las especies del área de estudio (Baskin y Baskin, 2014; ISTA, 2016; Montaña *et al.*, 2015; Sánchez *et al.*, 2011; Trados *et al.*, 2011). De lo anterior cabe resaltar que para inducir la germinación

de las especies vegetales y en este caso en específico de la selva baja caducifolia y el matorral crasicaule se optaron por procedimientos sencillos de replicar y optando por métodos alternativos al uso de algunos compuestos corrosivos y tóxicos usualmente utilizados como el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico.

En este sentido, los métodos elegidos fueron 1) Abrasión mediante alicates, 2) Remojo de las semillas en agua y 3) Burbujeo en agua a temperatura ambiente por 2 h, dicho burbujeo fue generado por medio de un compresor, este último pretendía brindar a la semilla una fuente de oxigenación constante. Los métodos mencionados anteriormente tienen como finalidad esencial promover la imbibición de la semilla, es decir, activar los procesos que dan lugar al desarrollo del embrión mediante la absorción constante de agua.

La propuesta de los tratamientos descritos también se adapta a la intención de generar opciones viables para la germinación de especies nativas en lugares con recursos restringidos como herramienta para la creación de viveros comunitarios de plantas nativas. El establecimiento de los tratamientos de germinación se desarrolló principalmente en función de la disponibilidad de tiempo y la disponibilidad de semillas, es decir, que para todas las especies el material obtenido permitió establecer un único diseño experimental (Tabla 1). Por lo tanto, los ensayos de germinación consistieron en la siembra de cien semillas por especie y por tratamiento seleccionado con base en la literatura revisada (Baskin y Baskin, 2014; ISTA, 2016; Montaña et al., 2015; Sánchez et al., 2011; Trados et al., 2011).

**Tabla 1.** Formato de monitoreo de los ensayos de germinación.

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>% Total Germinación</b>	<b>Inicio Emergencia (días)</b>	<b>Germinación media (días)</b>	<b>Duración total emergencia (días)</b>
<i>Vachellia farnesiana</i>	ABR				
<i>Vachellia schaffneri</i>	ABR / RA				
<i>Bursera fagaroides</i>	BUR / RA				
<i>Diphysa suberosa</i>	ABR / BUR				
<i>Forestiera phillyreoides</i>	ABR / BUR				
<i>Ipomoea murucoides</i>	ABR				
<i>Lysiloma microphyllum</i>	ABR / RA				
<i>Mimosa monancistra</i>	ABR / BUR				
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	BUR / RA				

ABR: Abrasión  
BUR: Burbujeo  
RA: Remojo en agua

Elaboración propia, modificado de Baskin y Baskin (2014), ISTA (2016).

Las semillas sembradas se monitorearon durante 25 días en los cuales cada tercer día se regaron e hizo un conteo de las plántulas emergidas para al finalizar obtener 1) porcentaje de germinación total, 2) inicio de emergencia, es decir, número días después de la siembra, 3) germinación media, en otras palabras, número de días transcurridos para obtener el 50 % de emergencia, y 4) duración total de la emergencia, que se refiere al número de días para obtener el total de las semillas sembradas.

Al final se obtuvieron curvas de germinación que permitirán calendarizar las actividades de propagación (Godínez y Flores, 2000; Vanegas, 2016; Vargas y Pérez, 2014). Posteriormente se monitoreó el tiempo de germinación de las semillas, es decir, el número de días que transcurrieron para la emergencia de la radícula de al menos el 50 % de semillas pretratadas. Las curvas de germinación permitirán calendarizar las actividades de propagación (Godínez y Flores, 2000; Vanegas, 2016; Vargas y Pérez, 2014). Con los resultados se elaboraron fichas descriptivas para generar un material didáctico del conocimiento obtenido durante la propagación de las especies socio-ecológicamente importantes. Las cuales, incluirán información sobre necesidades del entorno, fecha de producción de frutos, caracterización de las semillas (color, tamaño y

peso) descripción de la especie (altura, forma de la copa, tipo de crecimiento y requerimientos de agua y suelo), método de germinación recomendado y porcentaje de germinación obtenida de la propagación y producción de plantas con valor ecológico y social de la microcuenca Joaquín Herrera.

### **4.3. Determinación del valor social de las especies con alto índice de valor de importancia ecológico.**

#### **4.3.1 Elaboración y ejecución de cuestionarios.**

Durante seis meses (enero – mayo de 2021) se llevó a cabo el llenado de un cuestionario abierto a habitantes de la microcuenca Joaquín Herrera, al finalizar este periodo se obtuvieron las respuestas de quince personas habitantes de la zona de estudio mencionada anteriormente, el resultado anterior estuvo influenciado por la crisis sanitaria a finales de diciembre del año 2020 resultado de una pandemia por el virus SARS-COV-2. Los datos recopilados se presentan a continuación. Entre los datos que se analizaron se documentaron algunas impresiones que tienen los participantes sobre la vegetación nativa en la zona, su uso, manejo, conservación y propagación. Por otro lado, también se logró rescatar sus opiniones acerca del decreto del área natural protegida “El Batán” y el porqué de su resistencia a entregar los títulos de propiedad al Estado.

Al obtener las especies con valor ecológicamente alto se procedió a determinar, por medio de un cuestionario con preguntas abiertas (Anexo 1) el valor social de estas especies. En total fueron 15 personas las entrevistadas (N= 15), se comenzó por actores clave entre ellos delegados de comunidad y ejidatarios, y posteriormente ellos nos presentaron con otros miembros de la comunidad, dicha metodología se le conoce como “bola de nieve”. Lo anterior, con el objetivo de desarrollar un análisis de tipo cuantitativo con las respuestas de los pobladores de la microcuenca. El análisis de las respuestas obtenidas consistió principalmente en la obtención de variables como la frecuencia relativa de citación (FRC), el índice de importancia relativo (IIR), El índice de importancia cultural (IIC) y el índice de valor cultural (IVC) para las especies de flora que obtuvieron un índice de valor de importancia ecológica alto, lo anterior con base en los usos propuestos por Aguilar y Castillo (2007) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Categorías de uso determinadas para calcular el índice de valor de uso de la vegetación del ANP El Batán.

Uso	Descripción
Agrícola (AGR)	Utilizada principalmente como abono y para sombra de cultivos
Combustible (CMB)	Leña, hacer carbón e iniciar fuego
Comestible (CMS)	Para el consumo humano
Construcción (CST)	Extracción de madera para diversos fines (Vigas, muebles, techos)
Doméstico (DOM)	Para hacer canastos, lavar trastes y ropa, barrer
Entretenimiento (ENT)	Hacer juguetes
Herramientas (HER)	Para elaborar diversas herramientas (martillos, arado para el ganado)
Medicinal (MED)	Curar o disminuir dolores y afecciones
Ornato (ORN)	Decoración de casas, templos, altares, fiestas, entre otros
Pecuario (PEC)	Utilizadas en el cuidado y manejo de animales (alimento, curación, cobijo)

Fuente: Modificado de Aguilar y Castillo (2007).

#### 4.3.2 Cálculo y obtención del valor social de las especies con importancia ecológica

Con base en las respuestas obtenidas de los cuestionarios con preguntas abiertas hechas a los habitantes de la microcuenca y zonas aledañas se calcularon variables como la frecuencia relativa de citación (FRC), el índice de importancia relativa (IIR), el índice de importancia cultural (IIC) y el índice de valor cultural (IVC), según lo propuesto por Medellín et al., (2017), Ali et al., (2018). La primera variable a calcular fue la frecuencia relativa de citación, calculada mediante la siguiente ecuación (10):

$$FRCs = FCs / N = \sum_{i=i1}^{iN} URi / N$$

Ecuación (10)

Donde “FRCs” es la frecuencia relativa de citación, “FCs” es el número de encuestados que mencionaron la especie independientemente de la categoría de uso y

“N” es el número total de personas encuestadas. La siguiente variable calculada fue la del índice de importancia relativa (IIR), calculada mediante la siguiente ecuación (11):

$$\text{IIR} = \text{FRCs(max)} + \text{NRUs(max)} / 2$$

Ecuación (11)

Donde “IIR” es el índice de importancia relativo, “FRCs(max)” es igual a la frecuencia relativa de citación con el valor más alto y “NRUs(max)” es igual al número relativo de usos con el valor más alto, obtenido de dividir el número de menciones de uso por especie entre el número total de usos. El siguiente índice a calcular fue el índice de importancia cultural (IIC) mediante la siguiente ecuación (12):

$$\left[ \sum_{U=ul}^{uNC} \sum_{i=il}^{iN} \right]$$

Ecuación (12)

Donde “NC” es igual al número total de categorías y “N” es el número total de participantes encuestados, es decir, se hizo la sumatoria de los valores de uso obtenidos por categoría por especie. Posteriormente se calculó el índice de importancia cultural (IVC), mediante la siguiente ecuación (13):

$$\text{IVC} = \left[ \frac{\text{NUs}}{\text{NC}} \right] \times \left[ \frac{\text{FCs}}{\text{N}} \right] \times \left[ \sum_{U=ul}^{uNC} \sum_{i=il}^{iN} \right] \text{UR}_{ui}/\text{N}$$

Ecuación (13)

Donde “NUs” es el número diferente de usos que se le da a la comunidad, “NC” es igual al número total de categorías de uso, “FCs” se refiere a la frecuencia de citación por especie en todas las categorías de uso y “N” es igual al número total de participantes. Posteriormente se calculan los valores de uso por categoría y finalmente se multiplican todas las variables obtenidas.

La obtención de los índices anteriormente descritos, servirá para obtener información sobre el conocimiento de los habitantes de las especies con importancia ecológica, su importancia cultural, es decir los tipos de beneficios que han adquirido del desarrollo de dichas especies en la zona, además de su versatilidad en usos. Por otra parte, el índice de valor cultural brindará información para reforzar la importancia socio-ecológica de algunas especies en futuros proyectos de restauración de la zona de estudio.

#### **4.4 Evaluación del índice de calidad de riberas**

Se evaluó la calidad de riberas de un tramo de río que conecta el área de estudio, con la finalidad de conocer el estado de conservación de este tipo de vegetación que por cuestiones de logística y tiempo no se considero para la obtención de especies ecológicamente importantes.

Por medio de la metodología de Tánago et al., (2011), se tomaron en cuenta tres transectos de río de 50 m, en cada uno se evaluaron mediante una ponderación de 1 – 12, cuando uno corresponde a las condiciones más perturbadas y doce a las más conservadas, los siguientes atributos 1) Continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural, 2) Dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río, 3) Composición y estructura de la vegetación riparia, 4) Regeneración natural de la vegetación riparia, 5) Condición de las orillas, 6) Conectividad lateral de la ribera con el cauce y 7) Permeabilidad y grado de alteración del relieve y el suelo ripario.

Al finalizar, con base a la ponderación obtenida se clasificará el estado de la ribera en “Muy bueno” de 120 a 100 puntos, “Bueno” de 99 a 80 puntos, “Regular” de 79 a 60 puntos, “Pobre” de 59 a 40 puntos y “Muy Pobre” de 39 a 10 puntos.

## 5. Resultados

### 5.1 Caracterización de las especies con valor ecológico

Se identificaron 19 especies arbóreas y arbustivas en la selva baja caducifolia (SBC) muestreada y 11 en el matorral crasicaule (MC), en total suman 10 familias botánicas presentes en la zona de muestreo. Las especies arbóreas más frecuentes, con mayor altura y cobertura para el tipo de vegetación SBC fueron *Lysiloma microphyllum* y *Bursera fagaroides*. Mientras que, la especie arbustiva con el valor de importancia más alto fue *Karwinskia humboldtiana* (Tabla 3).

**Tabla 3.** Caracterización de las especies con alto índice de importancia ecológica de la Selva Baja Caducifolia

Especie	# Ind	Área (m2)	Presencia (# cuad_)	Cob	Den	Den_rel	Dom	Dom_rel	Frec_	Frec_rel	IVI
<i>Lysiloma microphyllum</i>	66	2700	3	1616.97	0.024	27.966	0.599	632.799	1.00	17.64	<b>678.41</b>
<i>Bursera fagaroides</i>	66	2700	3	827.29	0.024	27.966	0.306	323.758	1.00	17.64	<b>369.37</b>
<i>Karwinskia humboldtiana</i> *	25	2700	3	147.97	0.009	10.593	0.055	57.909	1.00	17.64	<b>86.14</b>
<i>Forestiera phillyreoides</i>	12	2700	3	146.39	0.004	5.085	0.054	57.290	1.00	17.64	<b>80.02</b>
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	10	2700	3	173.03	0.004	4.237	0.064	67.716	0.66	11.76	<b>83.71</b>
<i>Diphysa suberosa</i>	13	2700	3	34.28	0.005	5.508	0.013	13.416	0.66	11.76	<b>30.69</b>

\*: Especies asociadas al disturbio

Cob\_: Cobertura

Den\_: Densidad

Den\_rel: Densidad relativa

Dom\_: Dominancia

Dom\_rel: Dominancia relativa

Frec\_: Frecuencia

Frec\_rel: Frecuencia relativa

IVI: Índice de valor de importancia

Elaboración propia.

En cambio, en el MC las especies de mayor altura fueron *Ipomoea murucoides*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Vachellia schaffneri*, sin embargo, las especies más frecuentes fueron *Zaluzania augusta*, *Calliandra eriophylla* y *Mimosa monancistra*. Las especies que presentaron mayor cobertura fueron *Ipomoea murucoides*, *Zaluzania augusta*, *Mimosa monancistra* y *Vachellia schaffneri* (Tabla 4). Derivado del desarrollo de la ecuación de valor de importancia, las especies de mayor a menor valor fueron *Lysiloma microphyllum*, *Bursera fagaroides*, *Karwinskia humboldtiana*, *Forestiera phillyreoides*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Diphysa suberosa*, pertenecientes a la SBC. Mientras que, *Zaluzania augusta*, *Ipomoea murucoides*, *Mimosa monancistra*, *Calliandra eriophylla*, *Vachellia farnesiana* y *Vachellia schaffneri* fueron las especies concernientes al MC (Tabla 4).

**Tabla 4.** Caracterización de las especies con alto índice de importancia ecológica del Matorral crasicaule

Especie	# Ind	Área (m2)	Presencia (# cuad)	Cob	Den	Den_rel	Dom	Dom_rel	Frec_	Frec_rel	IVI
<b><i>Zaluzania augusta*</i></b>	70	768	3	243.22	0.091	33.333	0.317	23.159	1.00	15.789	72.282
<b><i>Ipomoea murucoides</i></b>	14	768	2	299.18	0.018	6.667	0.390	28.488	0.66	10.526	45.681
<b><i>Mimosa monancistra</i></b>	32	768	2	190.93	0.042	15.238	0.249	18.181	0.66	10.526	43.945
<b><i>Calliandra eryophylla</i></b>	47	768	2	43.81	0.061	22.381	0.057	4.172	0.66	10.526	37.080
<b><i>Vachellia farnesiana</i></b>	18	768	3	85.97	0.023	8.571	0.112	8.186	1.00	15.789	32.547
<b><i>Vachellia schaffneri</i></b>	12	768	2	100.91	0.016	5.714	0.131	9.608	0.66	10.526	25.849

\*: Especies asociadas al disturbio

Cob\_: Cobertura

Den\_: Densidad

Den\_rel: Densidad relativa

Dom\_: Dominancia

Dom\_rel: Dominancia relativa

Frec\_: Frecuencia

Frec\_rel: Frecuencia relativa

IVI: Índice de valor de importancia

Fuente: Elaboración propia

El resultado del análisis de los índices de diversidad alfa, índice de Shannon-Wiener muestra que el matorral crasicaule tiene mayor diversidad respecto a la selva baja caducifolia mientras que, el índice de Simpson, determina que hay mayor diversidad en el matorral en comparación con la selva baja caducifolia (Tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis de diversidad

Tipo vegetación	Índice Shannon-Wiener*	Índice Simpson**
SBC	1.71	0.70
MC	1.85	0.79

Escala 0 a 3. Valores inferiores a dos representan baja diversidad  
 Valores superiores a tres representan alta diversidad\*  
 Escala 0 a 1. Valores cercanos a cero representan mayor diversidad\*\*

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Propagación de especies con alto valor ecológico.

A continuación, se describe el método pregerminativo utilizado, resultado de la revisión bibliográfica y los porcentajes obtenidos para cada especie propagada. Se propagaron cinco especies de la selva baja caducifolia, las cuales fueron *Lysiloma microphyllum*, *Bursera fagaroides*, *Diphysa suberosa*, *Forestiera phillyreoides* y *Myrtillocactus geometrizans* y cuatro especies del matorral, las cuales fueron *Vachellia farnesiana*, *Vachellia schaffneri*, *Ipomoea murucoides* y *Mimosa monacistra*.

Estas especies se seleccionaron de los valores obtenidos del cálculo de valor de importancia, mencionado anteriormente. Aunque *Karwinskia humboltiana* fue una de las especies obtenidas se decidió no propagar, debido a que se ha documentado que se establece con facilidad a pesar de la existencia de un ambiente hostil, el mismo caso se aplicó con la especie *Zaluzania augusta* muestreada en el matorral en la zona de estudio.

### 5.2.1 *Vachellia farnesiana* (Huizache)

Es un árbol pequeño de hasta 5 m de altura, a veces arbusto, tiene copa redondeada, hojas bipinnadas alternas con 2 – 7 pares de folíolos primarios opuestos y 10 – 15 folíolos secundarios, aunque su follaje permanece la mayor parte del año se pierde en las temporadas más secas. Sus flores son cabezuelas de color amarillo que

nacen de las axilas de las espinas, a veces solitarias o en grupos de 2 – 3, su periodo de floración suele ser entre marzo a mayo. Sus frutos son vainas rojizas a café oscuro al madurar, semiduras, solitarias o agrupadas en las axilas de las espinas de 2 – 10 cm de largo, con punta aguda y valvas coriáceas. Permanecen en el árbol después de madurar y su dehiscencia es tardía, fructifica a partir de abril, aunque las vainas permanecen en el árbol después de madurar, contienen semillas reniformes, de 6 – 8 mm de largo, pardo amarillentas, de olor dulzón y con una marca linear en forma de “C”. La testa de la semilla es impermeable al agua. Su corteza es de color negro (Figura 4).

La importancia social de esta especie radica en la extracción de madera con fines como el artesanal o combustible, además, las flores tienen potencial tintóreo, el látex puede ser adhesivo, la corteza se usa como curtiente, las hojas son de importancia forrajera, así como las vainas verdes, los brotes tiernos y las flores. También es una especie maderera importante para la construcción local. Su importancia ecológica radica en ser barrera rompevientos, dar sombra y refugio para fauna, así como cerca viva en agrohábitats. Suele ser una especie importante contra la erosión y ayuda en la fijación de nitrógeno. Se distribuye en los municipios de Querétaro, Villa Corregidora, Amealco, Huimilpan, El Marqués, Pinal de Amoles y San Joaquín.



**Figura 4.** *Vachellia farnesiana* A) Flores B) Hojas C) Frutos, D) Semillas

Conforme a lo documentado para la germinación de esta especie, las semillas se sembraron mediante un único pretratamiento. Para la prevención de enfermedades del semillero previamente se hizo una desinfección de las semillas con cloro y agua para

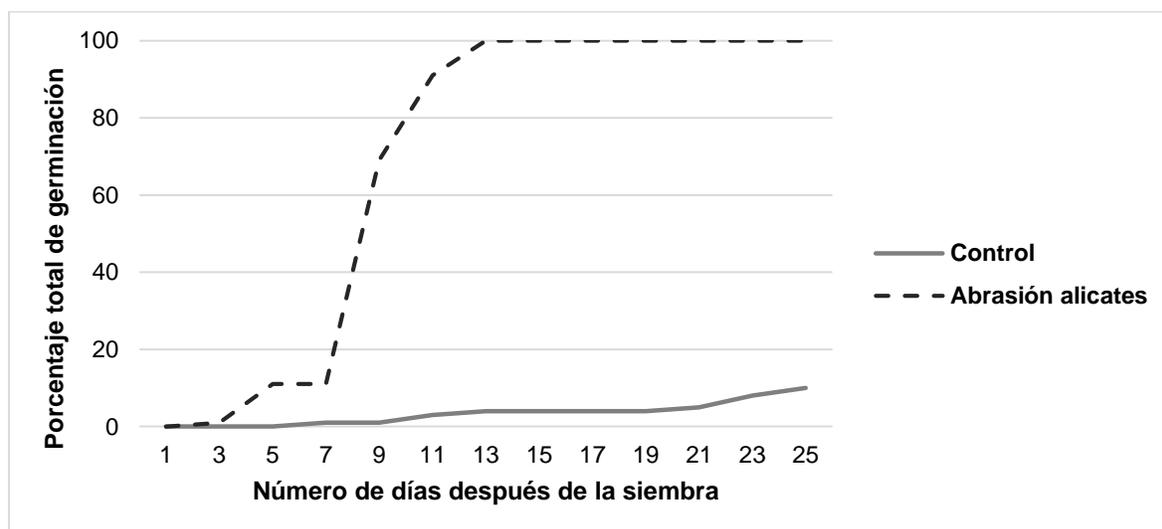
posteriormente con un grupo de 100 semillas se llevó a cabo el tratamiento propuesto para esta especie.

El pretratamiento consistió en la abrasión con alicates cerca del hilum de la semilla, con la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión. Los resultados del monitoreo durante 25 días muestran diferencias significativas entre el tratamiento con abrasión con respecto al control (Tabla 6). El primero obtuvo 100 % de germinación mientras que el control 10 % (Figura 5).

Las semillas sembradas posterior al pretratamiento de abrasión germinaron tres días después, mientras que las del lote control, comenzaron a germinar 11 días después de la siembra. Por otro lado, únicamente el tratamiento mediante abrasión alcanzó la media de germinación, la cual fue a los nueve días posteriores a la siembra. Esta especie alcanzó el 100 % de la germinación antes de finalizar los 25 días de monitoreo (Figura 6a, 6b y 6c).

**Tabla 6.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *V. farnesiana*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	10	11	NA	25
Abrasión	100	3	9	23



**Figura 5.** Monitoreo de la germinación de *V. farnesiana* bajo diferentes pretratamientos. Elaboración propia

## Huizache

*Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.

Fabaceae

### Características distintivas



Árbol pequeño, a veces arbusto, de 1 – 8 m de altura, corteza de color negro y espinas pareadas delgadas color blanquecino a gris, flores pequeñas agrupadas en cabecillas amarillas con olor dulzón y vaina color café oscuro

### Usos



Artesanal, combustible, las flores tienen potencial tintorio, el látex puede ser adhesivo, la corteza se usa como curtiente, las hojas son de importancia forrajera, así como las vainas verdes, los brotes tiernos y flores. También es una especie maderera importante. Su importancia ecológica radica en ser barrera rompivientos, dar sombra y refugio para fauna así como cerca viva en agrohábitats. Suele ser una especie importante contra la erosión y ayuda en la fijación de nitrógeno.

### Hojas



Bipinnadas alternas con 2 – 7 pares de folíolos primarios opuestos y 10 – 15 folíolos secundarios.

### Flores



En cabezuelas de color amarillo, naciendo de las axilas de las espinas, solitarias o en grupos de 2 – 3.

### Frutos



Son vainas rojizas a café oscuro, semiduras, solitarias o grupadas en las axilas de las espinas. De 2 – 10 cm de largo, con punta aguda y válvas coriáceas. Permanecen en el árbol después de madurar y su dehiscencia es tardía.

### Semilla



Semillas reniformes, de 6 – 8 mm de largo, pardo amarillentas, de olor dulzón y con una marca linear en forma de “C”. La testa de la semilla es impermeable al agua.

### Distribución



Querétaro, Villa Corregidora, Amealco, Huimilpan, El Marqués, Pinal de Amoles y San Joaquín

**Figura 6a.** Protocolo de propagación de la especie *V. farnesiana*. Elaboración propia

**Huizache**  
***Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.**  
**Fabaceae**

**Follaje**



Amplio en forma de sombrilla, permanece la mayor parte del año, aunque se pierde en las temporadas más secas

**Color de las flores**



Amarillas

**Época de floración**



marzo - mayo

**Producción de frutos**



Desde abril, aunque las vainas permanecen en el árbol después de madurar, su dehiscencia es tardía

**Crecimiento**



Moderado

**Recomendaciones para su propagación**



Las semillas se extraen de las vainas maduras (color café oscuro y secas al tacto) pero aún cerradas, de preferencia colectadas del árbol antes de caer al suelo. Se limpian y secan a temperatura ambiente para extraer más fácilmente las semillas

**Almacenaje de semillas**



Se guardan en frascos herméticos a temperatura ambiente o bajo refrigeración (4 °C). Pueden almacenarse hasta más de 25 años manteniendo su viabilidad.

**Figura 6b.** Protocolo de propagación de la especie *V. farnesiana* (Continuación). Elaboración propia

**Huizache**  
***Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.**  
**Fabaceae**

**Tratamiento pregerminativo**



Por la dureza e impermeabilidad de la capa que forma la semilla (testa) se recomienda la escarificación mecánica por medio de abrasión con alicates. Lo anterior consiste en hacer un corte, de aproximadamente un tercio del tamaño la semilla, cerca de la parte superior de esta (hilum). Inmediatamente después de haber cortado sembrar y humedecer el sustrato para permitir la imbibición en agua. Condiciones generales de cultivo: Mediante el método descrito anteriormente las semillas germinan entre los tres y cinco días después de haber sido sembradas. Entre los diez a doce días después de la siembra se puede esperar entre el 40 – 50 % de germinación del total de semillas sembradas y transcurridos 20 – 25 días se puede esperar hasta el 100 % de semillas germinadas. Lo anterior dependerá en gran parte de que la colecta de semillas haya sido de un individuo saludable.

**Condiciones generales de cultivo**



Es una especie de crecimiento lento a moderado, en la parte aérea pero de crecimiento rápido de la parte radicular por lo cual se recomienda, si se utiliza CHAROLA, hacer el transplante a bolsa antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Como sustrato se recomienda utilizar uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 6c.** Protocolo de propagación de la especie *V. farnesiana* (Continuación). Elaboración propia

**5.2.2 *Vachellia schaffneri* (Huizache chino)**

Árbol o arbusto de entre 2 – 6 m de alto con copa en forma de embudo, permanece la mayor parte del año, aunque se pierde en las temporadas más secas. Sus hojas son bipinnadas de 2 – 4 mm de largo con una glándula entre las dos pinas inferiores y las dos últimas. Con ramillas pilosas con espinas de 1 – 4 cm de largo. Sus flores, de color amarillo están dispuestas en cabezuelas, tienen un característico olor dulzón, la floración de esta especie suele ser entre los meses de mayo – junio. Sus frutos son vainas de 4 – 10 cm de largo, densamente tomentosas, constreñidas entre semillas, de color rojizo a café oscuro al madurar. En el interior las semillas son elípticas casi redondas de 8 – 10 mm de largo café-amarillenta, su fructificación se desarrolla entre los meses de noviembre a febrero (Figura 7).

Su importancia social radica en la extracción de esencias aromáticas a partir de las flores para perfumes, así como pigmentos para teñir telas. También se utiliza su

madera como leña y para hacer carbón. Los brotes y las vainas tiernas se utilizan como forraje para el ganado. Su importancia ecológica radica en su relevancia como especie nodriza para otras especies, atrayente de polinizadores a los cultivos y retenedora de suelos. Se distribuye principalmente en los municipios de Querétaro, Villa Corregidora, Ezequiel Montes, Colón y Tolimán.



**Figura 7.** *Vachellia schaffneri* A) Frutos, B) Hojas, C) Flores

Las semillas se sembraron bajo dos pretratamientos. Cabe destacar que para la prevención de enfermedades del semillero previamente se hizo una desinfección de las semillas con cloro y agua. Posteriormente, al primer grupo de 100 semillas se aplicó la abrasión con alicates cerca del hilum de la semilla, mientras que el segundo grupo se remojó en agua durante 32 h. Ambos tratamientos tienen la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión de la semilla.

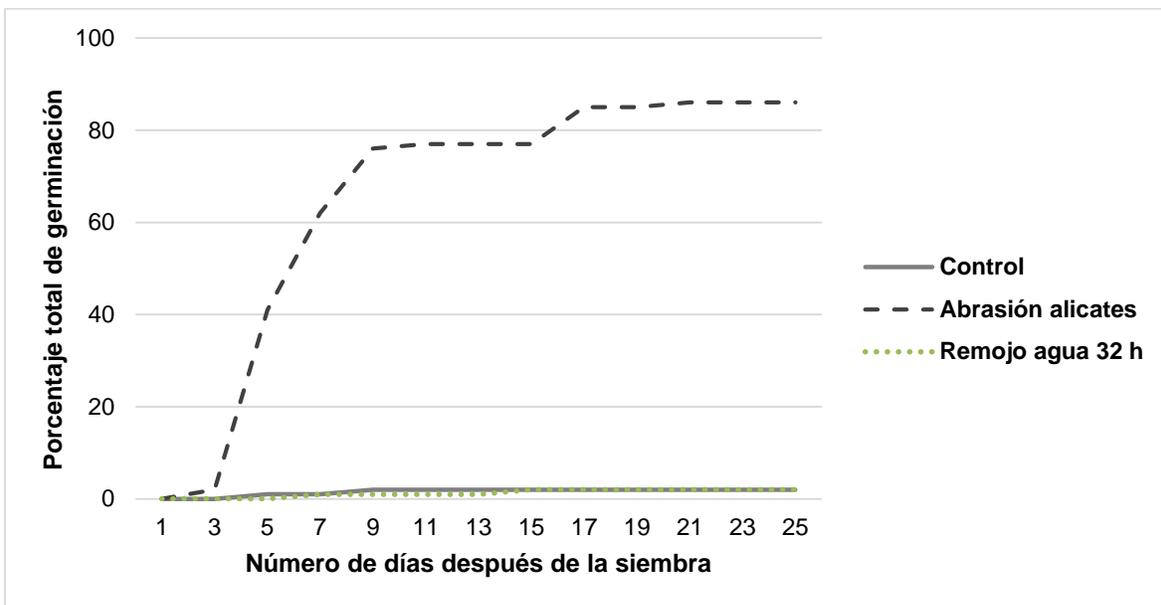
Los resultados del monitoreo durante 25 días muestran diferencias entre el tratamiento con abrasión con respecto al control y remojo en agua (Tabla 7). El primero obtuvo 86 % de germinación mientras que, tanto el control como el pretratamiento de remojo en agua obtuvieron un 2 %. Respecto a los días necesarios para la emergencia se obtuvieron resultados significativamente diferentes, comparando las semillas sembradas posterior al pretratamiento de abrasión y las que se pretrataron mediante el remojo en agua (Figura 8).

Las del primer grupo germinaron cuatro días antes que las del segundo grupo, mientras que entre el tratamiento control y el de abrasión no hubo diferencias significativas, esta disparidad fue únicamente de dos días. Por otro lado, únicamente el

tratamiento mediante abrasión alcanzó la media de germinación, la cual fue a los siete días posteriores a la siembra (Figura 9a, 9b, 9c).

**Tabla 7.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Vachellia schaffneri*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	2	5	NA	25
Abrasión	86	3	7	25
Remojo agua (32 h)	2	7	NA	25



**Figura 8.** Monitoreo de la germinación de *V. schaffneri*. Elaboración propia

**Huizache chino**  
***Vachellia schaffneri* (S. Watson) Seigler & Ebinger**  
**Fabaceae**

**Características distintivas**



Árbol o arbusto de 2 – 6 m de alto con copa en forma de embudo, flores amarillas con ramillas y vainas tomentosas, hojas bipinnadas pequeñas

**Usos**



De las flores se extraen esencias aromáticas para perfumes, así como pigmentos para teñir telas. También se utiliza su madera como leña y para hacer carbón. Los brotes y las vainas tiernas se utilizan como forraje para el ganado. Su importancia ecológica radica en su relevancia como especie nodriza para otras especies, atrayente de polinizadores a los cultivos y retenedora de suelos

**Hojas**



Bipinnadas de 2 – 4 mm de largo con una glándula entre las dos pinas inferiores y las dos últimas. Con ramillas pilosas con espinas de 1 – 4 cm de largo

**Flores**



En cabezuelas, fragantes de color amarillo

**Frutos**



Vainas de 4 – 10 cm de largo, densamente tomentosas, constreñidas entre semillas, color rojizo a café oscuro

**Semillas**



Elípticas casi redondas de 8 – 10 mm de largo, color café-amarillenta

**Distribución**



Querétaro, Villa Corregidora, Ezequiel Montes, Colón y Tolimán

**Follaje**



Amplio en forma de embudo, permanece la mayor parte del año, aunque se pierde en las temporadas más secas

**Figura 9a.** Protocolo de propagación de la especie *V. schaffneri*. Elaboración propia

## Huizache chino *Vachellia schaffneri* (S. Watson) Seigler & Ebinger Fabaceae)

### Color de las flores

Amarillo



### Época de floración

mayo a junio



### Producción de frutos

noviembre a febrero



### Crecimiento

Moderado



### Recomendaciones para su propagación

Las semillas se extraen de vainas maduras (colores rojizos a café oscuro) de preferencia obtenidas desde el árbol, evitando las del suelo. Se limpian y se secan a temperatura ambiente durante 10 – 15 días. Por la dureza de las vainas se recomienda utilizar alguna herramienta para romperlas pero sin afectar las semillas, por ejemplo, un cascanueces



### Almacenaje de semillas

Una vez extraídas de las vainas se guardan en frascos herméticos a temperatura ambiente o bajo refrigeración (4 °C) hasta por periodos mayores a 25 años. Deben ser revisadas regularmente para evitar pérdidas por hongos o insectos



### Tratamiento pregerminativo

Por la dureza e impermeabilidad de la cubierta de las semillas (testa) las semillas deben pasar por una escarificación mecánica. El método anterior consiste en la abrasión por medio de alicates. Con la ayuda de alicates se corta una tercera parte de la semilla (la punta de la semilla cercana al hilum) e inmediatamente después se siembra en el sustrato humedecido, lo anterior permitirá la imbibición de la semilla con agua



**Figura 9b.** Protocolo de propagación de la especie *V. schaffneri* (Continuación). Elaboración propia



**Huizache chino**  
***Vachellia schaffneri* (S. Watson) Seigler & Ebinger**  
**Fabaceae)**

**Condiciones generales de cultivo**



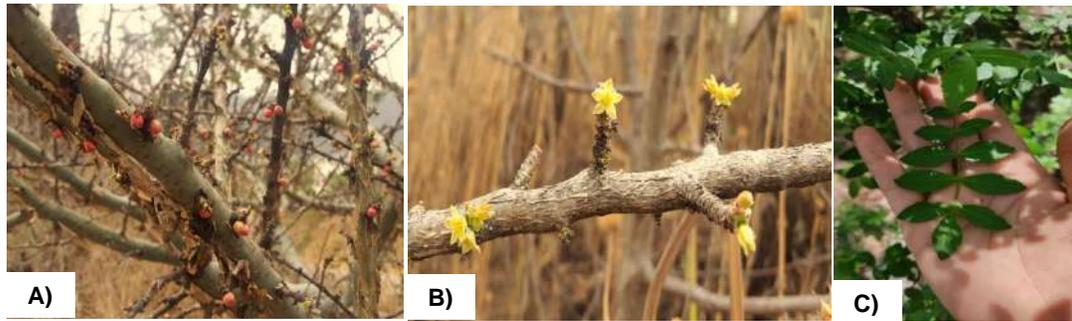
Con el método descrito anteriormente las semillas tardan en germinar de 3 – 6 días después de haber sido sembradas a los 8 – 10 días después de la siembra se puede esperar hasta el 50 % de germinación. A los 25 días después haber sembrado las semillas se puede esperar con el método propuesto hasta 90 % de germinación. Lo anterior dependerá en gran parte de que la colecta de semillas haya sido de un individuo saludable. Es una especie de crecimiento lento a moderado, en la parte aérea pero de crecimiento rápido en la parte radicular por lo cual se recomienda, si se utiliza charola, hacer el transplante a bolsa antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Como sustrato se recomienda utilizar uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 9c.** Protocolo de propagación de la especie *V. schaffneri* (Continuación). Elaboración propia

**5.2.3 *Bursera fagaroides* (Palo xixiote)**

Es un árbol de hasta 10 m de alto y tronco de hasta 30 cm de diámetro, con corteza exfoliante en láminas delgadas de amarillo a beige y capas internas color verde. Con resina tipo látex de color blanquecino. Su follaje es deciduo durante la temporada de sequía, sus hojas son simples a veces trifoliadas, regularmente de forma elíptica de hasta 4 cm de largo y 1 cm de ancho. Tiene flores solitarias, raramente agrupadas, en las puntas finales de las ramillas de color verdoso a blanquecino-amarillento, el periodo de floración suele ser entre mayo y junio. Sus frutos son de forma ovoide casi esférica, color rojizo al madurar de entre 0.5 a 0.8 cm de diámetro, su fructificación suele ser entre los meses de junio a octubre, en su interior se encuentra una semilla de igual forma ovoide casi esférica con cubierta roja (pseudoarilo) al madurar.

Su importancia social radica en los diferentes usos que se han documentado para las especies entre estos se encuentra como combustible a partir de la extracción de leña y la relativa facilidad de la propagación por medio de estacas ha fomentado su uso en la construcción de cercas vivas (Figura 10). También tiene usos medicinales, aunque su látex es tóxico y es una especie importante en la apicultura local. Se distribuye en los municipios de Querétaro, Corregidora, Arroyo Seco, Jalpan, Peñamiller, Pinal de Amoles y El Marqués.



**Figura 10.** *B. fagaroides* A) Frutos, B) Flores, C) Hojas

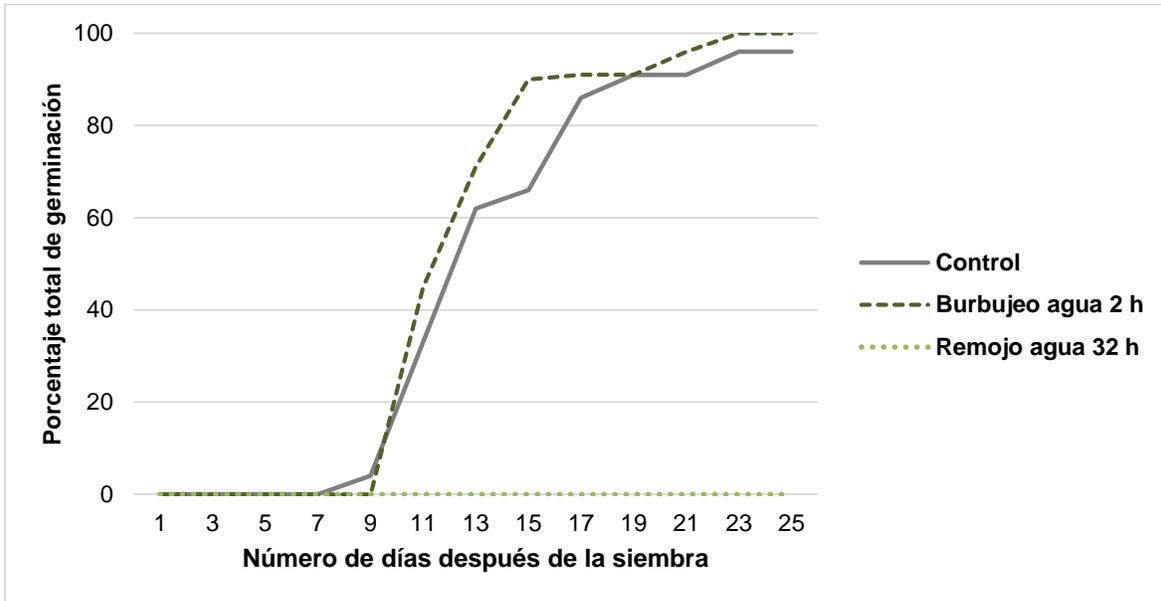
Las semillas se sembraron mediante dos pretratamientos, el primero consistió en remojo en agua a temperatura ambiente durante 32 h y el segundo en burbujear las semillas durante 2 h. En el caso del control también se utilizaron 100 semillas.

La germinación de las semillas en remojo durante 32 h en agua a temperatura ambiente fue nula (0 %) mientras que, en el tratamiento de burbujeo fue de 100 % y en el control de 96 % durante los 25 días que duró el tiempo de monitoreo (Tabla 8). Por otra parte, los días transcurridos para la emergencia de la primera plántula fueron siete días para en el control, mientras que el primer individuo que emergió del pretratamiento con burbujeo fue a los 11 días posterior a la siembra, cabe resaltar que lo anterior no representó una diferencia significativa (Figura 10).

Esta especie alcanzó la germinación media de las semillas sembradas a los 10 días en el caso del control y a los ocho días después de la siembra en el caso de tratamiento con burbujeo, lo anterior manera no representó una diferencia significativa, sin embargo, sí hubo diferencias significativas en la duración de la emergencia. La duración de la emergencia para obtener el 96 % de germinación fue a los 25 días mientras que, en el tratamiento con burbujeo el 100 % de germinación se obtuvo a los 16 días después de la siembra (Figura 12a, 12b, 12c).

**Tabla 8.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Bursera fagaroides*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	96	7	10	25
Burbujeo	100	6	11	16
Remojo agua (32 h)	0	0	NA	25



**Figura 11.** Monitoreo de germinación de *B. fagaroides*. Elaboración propia

**Palo xixiote**  
***Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.**  
**Burseraceae**

**Características distintivas**



Árbol de hasta 10 m de alto y tronco de hasta 30 cm de diámetro; corteza exfoliante en láminas delgadas de amarillo a beige y capas internas color verde. Con resina tipo látex de color blanquecino.

**Usos**



Los troncos suelen usarse como combustible a partir de la extracción de leña y la relativa facilidad de la propagación por medio de estacas ha fomentado su uso en la construcción de cercas vivas. También tiene usos medicinales aunque su látex es tóxico, por otra parte, es una especie melífera importante

**Hojas**



Simples a veces trifoliadas, regularmente de forma elíptica de hasta 4 cm de largo y 1 cm de ancho.

**Flores**



Solitarias, raramente agrupadas, en las puntas finales de las ramillas.

**Frutos**



Ovoide casi esférico color rojizo al madurar de entre 0.5 a 0.8 cm de diámetro

**Semilla**



Ovoide casi esférica con cubierta roja (pseudoarilo) al madurar

**Distribución**



Querétaro, Corregidora, Arroyo seco, Jalpan, Peñamiller, Pinal de Amoles y El Marqués

**Follaje**



Deciduo durante la temporada de sequía y con hojas de tamaño reducido de hasta 4 cm de largo

**Color de las flores**



Verdoso a blanquecino-amarillento

**Figura 12a.** Protocolo de propagación de la especie *B. fagaroides*. Elaboración propia

**Palo xixiote**  
***Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.**  
**Burseraceae**

**Época de floración**

Mayo a junio



**Producción de frutos**

Junio a octubre



**Crecimiento**

Moderado a lento



**Recomendaciones para su propagación**

Las semillas se extraen de los frutos maduros (colores rojizos) de preferencia obtenidas desde el árbol, evitando las del suelo. Se limpian y se secan a temperatura ambiente durante 10 – 15 días. Se recomienda dejar que transcurran los días mencionados para que los frutos abran por sí mismos. También se pueden coleccionar las semillas del árbol una vez abiertos los frutos



**Almacenaje de semillas**

Una vez extraídas las semillas de los frutos se recomienda guardarlas en frascos herméticos a temperatura ambiente o bajo refrigeración (4 °C) para mantener su viabilidad. Deben ser revisadas regularmente para evitar pérdidas por insectos.



**Tratamiento pregerminativo**

La capa delgada que cubre la semilla (pseudoarilo) es una capa protectora en el medio natural contra la desecación. Por lo cual, es necesario llevar un tratamiento previo a la siembra para desintegrarla. Lo anterior se puede lograr mediante el contacto de la semilla con una fuente constante de oxígeno, por ejemplo, agua oxigenada o burbujas. El burbujeo de las semillas, es decir, sumergir las semillas en un recipiente con agua y una fuente de aire que genere burbujas por al menos 2 h, ayuda a desintegrar su cubierta impermeable y acelerar la germinación.



**Figura 12b.** Protocolo de propagación de la especie *B. fagaroides* (Continuación). Elaboración propia

**Palo xixiote**  
***Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.**  
**Burseraceae**

**Condiciones generales de cultivo**



Con el método descrito anteriormente las semillas tardan en germinar de 6 a 8 días después de haber sido sembradas a los 8 – 10 días después de la siembra se puede esperar hasta el 50 % de germinación. A los 25 días después haber sembrado las semillas se puede esperar con el método propuesto hasta 100 % de germinación. Lo anterior dependerá en gran parte de que la colecta de semillas haya sido de un individuo saludable y que los frutos estén maduros. Es una especie de crecimiento relativamente rápido, en la parte aérea pero de crecimiento lento en la parte radicular por lo cual se recomienda, si se utiliza charola, hacer el trasplante a bolsa antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Su sistema radicular es frágil al trasplante por lo cual se recomienda tener especial cuidado. Como sustrato se recomienda utilizar uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 12c.** Protocolo de propagación de la especie *B. fagaroides* (Continuación). Elaboración propia

#### **5.2.4 *Diphysa suberosa* (Palo santo)**

Es una especie característica de la selva baja caducifolia en el estado de Querétaro se distribuye en los municipios de Querétaro, Corregidora, Tolimán y Cadereyta. Su forma de vida es en ocasiones arborescente aunque regularmente arborescente de hasta 6 m, su corteza tiene textura corchosa y la forma de su copa es oval-redonda. Florece durante los meses de mayo a junio, sus inflorescencias salen de las axilas de las ramas y están dispuestas en grupos de entre 2-5 flores de color amarillo y de 1 cm de largo. De igual forma fructifica en los meses de mayo a junio, los frutos son de forma oblonga-vertical de 3 – 5 cm de largo y de 8 – 10 cm de ancho, contiene semillas de entre 5.5 – 6.5 cm de largo color café claro con una estípula cercana al hilum (Figura 13).

En ocasiones su follaje se utiliza como forraje para ganado, y para otras especies se han documentado usos medicinales, su madera se utiliza como leña, y para la construcción por la vistosidad de sus flores tiene potencial ornamental. Ecológicamente es una especie importante porque fija nitrógeno y es generadora de suelo.



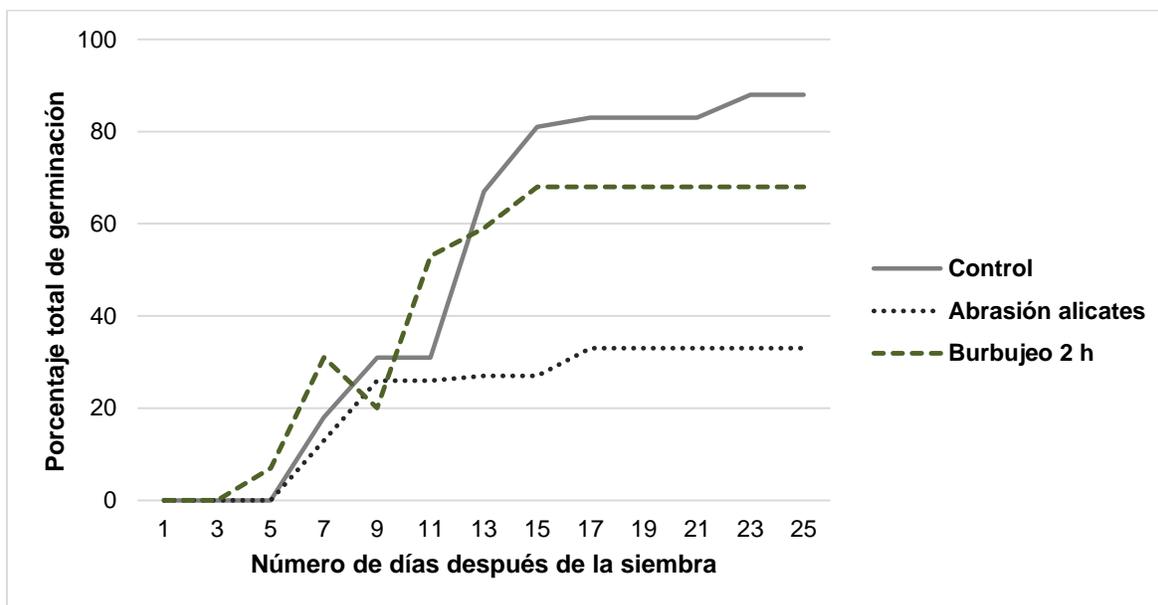
**Figura 13.** *D. suberosa* A) Flores B) Corteza C) Frutos D) Semillas

Las semillas se sembraron mediante dos pretratamientos, previo a una desinfección de las semillas. El primer grupo consistió en el burbujeo en agua a temperatura ambiente durante 2 h y el segundo, en la abrasión con alicates cerca del hilum de la semilla. Ambos tratamientos tienen la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión. Por otro lado, del monitoreo durante 25 días se obtuvo diferencias entre los tratamientos descritos respecto al control en la germinación (Tabla 9).

El control obtuvo el 88 %, el tratamiento mediante abrasión el 33 % y el pretratamiento a través de burbujeo el 68 % de germinación. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos respecto al control en cuanto a los días para iniciar la germinación los cuales fueron, siete para el control y el pretratamiento mediante abrasión y de cinco días para el pretratamiento a través de burbujeo (Figura 14). Otro aspecto en el que de igual forma no se registraron diferencias significativas fue en el número de días necesarios para registrarse el 50 % de germinación. Para el control se necesitaron 13 días mientras que el pretratamiento mediante burbujeo 11 días posteriores a ser sembradas, cabe recordar que del tratamiento mediante abrasión no se logró que la mitad de las semillas germinarán (Figura 15a, 15b, 15c).

**Tabla 9.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Diphysa suberosa*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	88	7	13	25
Abrasión	33	7	NA	25
Burbujeo (2 h)	68	5	11	25



**Figura 14.** Monitoreo de la germinación de *D. suberosa*. Elaboración propia

**Palo santo / Corcho**  
***Diphysa suberosa* S. Watson**  
**Fabaceae**

**Características distintivas**



Árbol, a veces arbusto, de hasta 8 m de altura, con corteza de textura como el Corcho, con hojas de textura como el papel y flores color amarillo en inflorescencias de 2 a 5 flores y frutos de forma oblonga

**Usos**



En ocasiones su follaje se utiliza como forraje para ganado, y para otras especies se han documentado usos medicinales, su madera se utilizan como leña, y para la construcción por la vistosidad de sus flores tiene potencial ornamental. Ecológicamente es una especie importante porque fija nitrógeno y es generadora de suelo

**Hojas**



Dispuestas en pares de 7 – 15 foliolos generalmente de forma elíptica de entre 6 – 23 mm de largo y textura como el papel

**Flores**



En grupos de 2 a 5 flores de color amarillo y de 1 cm de largo

**Frutos**



De forma linear a oblonga de 3 – 5 cm de largo y de 8 – 10 cm de ancho

**Semilla**



De 5.5 – 6.5 mm de largo color café- amarillento

**Distribución**



Querétaro, Corregidora, Tolimán y Cadereyta

**Follaje**



Moderadamente denso y con forma oval-redonda

**Figura 15a.** Protocolo de propagación de la especie *D. suberosa*. Elaboración propia.

**Palo santo / Corcho**  
***Diphysa suberosa* S. Watson**  
**Fabaceae**

**Color de las flores**



Amarillas

**Época de floración**



Mayo – junio

**Producción de frutos**



Mayo – junio

**Crecimiento**



De moderado a lento

**Recomendaciones para su propagación**



Las semillas se extraen de los frutos maduros (color café claro) de preferencia obtenidas desde el árbol, evitando las del suelo. Se limpian y se secan a temperatura ambiente durante 8 - 10 días. Se recomienda dejar que transcurran los días mencionados para que los frutos abran por sí mismos. También se pueden coleccionar las semillas del árbol una vez abiertos los frutos

**Almacenaje de semillas**



Una vez extraídas las semillas de los frutos se guardan en frascos herméticos a temperatura ambiente o bajo refrigeración (4 °C) para mantener su viabilidad. Deben ser revisadas regularmente para evitar pérdidas por insectos

**Tratamiento pregerminativo**



La especie conocida como corcho o palo santo no presentó latencia por lo cual un tratamiento previo para aumentar la germinación no es necesario. Aunque se recomienda remojar las semillas en agua por al menos 8 h para hidratar las semillas, e inmediatamente después se siembran en el sustrato humedecido, lo anterior permitirá la aceleración de procesos de germinación

**Figura 15b.** Protocolo de propagación de la especie *D. suberosa* (Continuación). Elaboración propia

**Palo santo / Corcho**  
***Diphysa suberosa* S. Watson**  
**Fabaceae**

### Condiciones generales de cultivo



Con el método descrito anteriormente las semillas tardan en germinar de 5 – 7 días después de haber sido sembradas, a los 10 – 12 días después de la siembra se puede esperar hasta el 50 % de germinación. A los 25 días después haber sembrado las semillas se puede esperar con el método propuesto hasta 88 % de germinación. Lo anterior dependerá en gran parte de que la colecta de semillas haya sido de un individuo saludable. Es una especie de crecimiento lento a moderado, en la parte aérea pero de crecimiento rápido en la parte radicular por lo cual se recomienda, si se utiliza charola, hacer el transplante a bolsa antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Como sustrato se recomienda utilizar uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

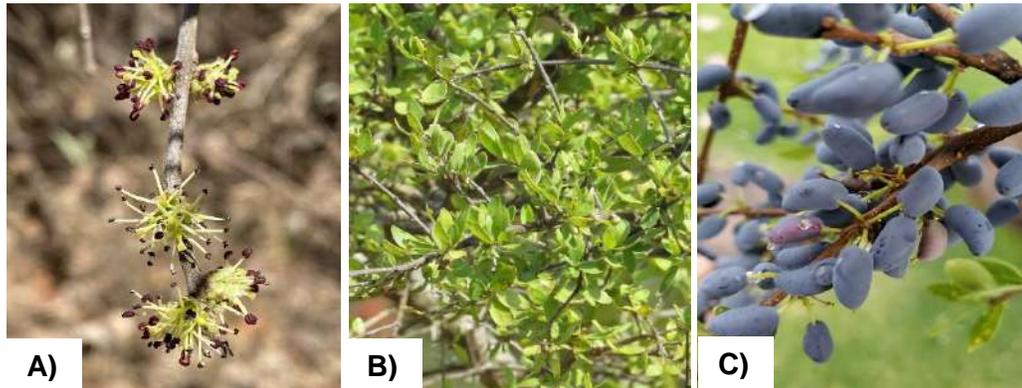
**Figura 15c.** Protocolo de propagación de la especie *D. suberosa* (Continuación). Elaboración propia

#### 5.2.5 *Forestiera phillyreoides* (Acebuche)

Es un árbol en ocasiones arbusto de hasta 6 m de altura, su follaje se mantiene la mayor parte del año excepto en aquellas temporadas de sequía, su follaje es medianamente denso en forma oval-vertical y en gran parte ramoso. La floración se da entre los meses de octubre a marzo, estas son pequeñas, agrupadas en una inflorescencia de 3-5 flores que en conjunto llegan a medir hasta 10 mm de ancho de color blanquecino-amarillento. Fructifica en los meses de marzo a octubre los frutos son de forma elipsoide de no más de 1 cm de largo color rojizo que cambia a negruzco al madurar, las semillas de aproximadamente 5 mm de largo son, de igual forma, elípticas color café claro (Figura 15). La especie *Forestiera phillyreoides* es característica de la selva baja caducifolia en el estado de Querétaro se distribuye en los municipios de Querétaro, Corregidora, Landa de Matamoros, Peñamiller, Pinal de Amoles, Tolimán, Cadereyta, Huimilpan, San Juan del Río y Amealco.

Su importancia ecológica radica a que sus flores son una fuente de alimento para avispas y abejas, entre otros. Por otra parte, sus frutos son consumidos por aves y en menor grado también se ha documentado el ramoneo por ganado. Aunque no se le

considera una especie maderera importante regionalmente suele utilizarse ocasionalmente para leña o para elaborar diferentes utensilios.



**Figura 15.** *F. phillyreoides* A) Flores B) Hojas C) Frutos

Las semillas se sembraron bajo dos pretratamientos, previo a la desinfección de las semillas. El primero consistió en el burbujeo en agua a temperatura ambiente durante 2 h y el segundo, en la abrasión con alicates cerca del hilum de la semilla. Ambos tratamientos tienen la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión de la semilla. Para el control, de igual forma, se utilizaron 100 semillas y posteriormente se sembraron.

Los resultados del monitoreo durante 25 días muestran bajos porcentajes de germinación en los diferentes tratamientos y el control, sin diferencias significativas entre los mismos con respecto al control (Tabla 10). Por un lado, el tratamiento control fue el que obtuvo el valor más alto con 6 % de germinación mientras que del tratamiento con abrasión solo se obtuvo el 1 % de germinación y del segundo pretratamiento propuesto, burbujeo, no se obtuvo la germinación de ninguna de las semillas sembradas (Figura 16). Respecto a los días necesarios para la emergencia, de igual forma se obtuvieron resultados que no son significativamente diferentes entre los tratamientos respecto al control. Las semillas del tratamiento control germinaron a los 15 días después de ser sembradas mientras que en el pretratamiento de abrasión la germinación de la primera semilla se dio a los 17 días posteriores a la siembra, finalmente cabe recordar que ninguna semilla germinó del tratamiento mediante burbujeo (Figura 17a, 17b, 17c).

**Tabla 10.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *F. phillyreoides*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	6	15	NA	25
Abrasión	1	17	NA	25
Burbujeo (2 h)	0	NA	NA	NA



**Figura 16.** Monitoreo de la germinación de *F. phillyreoides*. Elaboración propia

**Acebuche**  
***Forestiera phillyreoides* (Benth.) Torr.**  
**Oleaceae**

**Características distintivas**



Árbol a veces arbusto de hasta 6 m de alto, es una especie que conserva su follaje a lo largo del año, excepto en temporadas de sequía. Es una de follaje amplio y ramoso de hasta 3 m de ancho.

**Usos**



Tienen importancia ecológica debido a que sus flores son una fuente de alimento para avispas y abejas, entre otros. Por otra parte, sus frutos son consumidos por aves y en menor grado también se ha documentado el ramoneo por ganado. Aunque no se le considera una especie maderera importante regionalmente suele utilizarse ocasionalmente para leña o para elaborar diferentes utensilios.

**Hojas**



De forma elíptica de 1-5 cm de largo y 0.3 a 2.5 cm de ancho, de color verde oscuro y textura dura (coriácea)

**Flores**



Pequeñas, agrupadas en una inflorescencia de 3-5 flores que en conjunto llegan a medir 10 mm de ancho

**Frutos**



Es elipsoide de no más de 1 cm de largo color rojizo que cambia a negruzco al madurar

**Semillas**



De aproximadamente 5 mm de largo son, de igual forma, elípticas color café claro

**Distribución**



Landa de Matamoros, Peñamiller, Pinal de Amoles, Querétaro, Tolimán, Cadereyta, Corregidora, Huimilpan, Tequisquiapan, San Juan del Río y Amealco

**Follaje**



De copa amplia redondeada y ramosa de hasta 3 m de ancho, con hojas que permanecen todo el año excepto en temporadas de sequía

**Figura 17a.** Protocolo de propagación de la especie *F. phillyreoides*. Elaboración propia



**Acebuche**  
*Forestiera phillyreoides* (Benth.) Torr.  
Oleaceae

<b>Color de las flores</b>	
Blanco amarillento	
<b>Época de floración</b>	
Octubre – marzo	
<b>Producción de frutos</b>	
Marzo – octubre	
<b>Crecimiento</b>	
Moderado a rápido	
<b>Recomendaciones para su propagación</b>	
Es necesario coleccionar los frutos maduros (color negruzco) para posteriormente extraer las semillas saludables, es decir, con forma elíptica y sin picaduras por insectos	
<b>Almacenaje de semillas</b>	
Las semillas se pueden almacenar en envases cerrados a temperatura ambiente, pero preferentemente deben estar bajo refrigeración (4 °C) para asegurar su viabilidad por periodos mayores a dos años. Es necesario inspeccionar las semillas constantemente para evitar la infestación por insectos u hongos	
<b>Tratamiento pregerminativo</b>	
Sembrar semillas recién coleccionadas, quitando previamente la pulpa (endocarpio) ha dado óptimos porcentajes de germinación de hasta 90 %. Sin embargo, es importante recordar desinfectarlas lavándolas previamente para evitar enfermedades.	

**Figura 17b.** Protocolo de propagación de la especie *F. phillyreoides* (Continuación). Elaboración propia



**Acebuche**  
***Forestiera phillyreoides* (Benth.) Torr.**  
**Oleaceae**

### Condiciones generales de cultivo



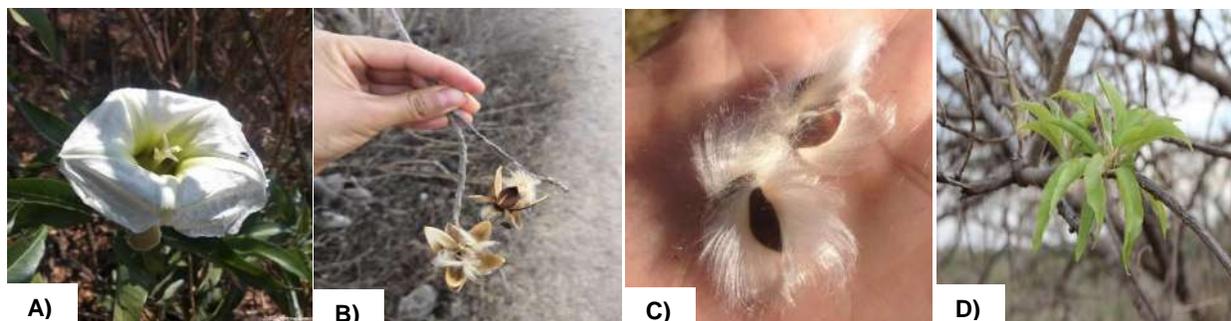
Las semillas tratadas con los métodos mencionados anteriormente germinan aproximadamente a los 15 días después de ser sembradas y a los 21 días posteriores a la siembra se puede esperar hasta el 50 % de emergencia del total de semillas sembradas y cerca de los 30 días, posteriores a la siembra del 90 al 100 % de semillas germinadas. Esto dependerá en gran parte de que la colecta de semillas haya sido de un individuo saludable. Es una especie de crecimiento moderado por lo cual, se puede sembrar las semillas directamente en bolsa o si se utilizan charolas se puede hacer el transplante hasta 60 días posteriores a la siembra. Se recomienda como sustrato uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 17c.** Protocolo de propagación de la especie *F. phillyreoides* (Continuación). Elaboración propia

### 5.2.6 *Ipomoea murucoides* (Palo bobo)

Es un árbol caducifolio de hasta 8 m de alto y tronco de hasta 40 cm de diámetro. Con tallos muy ramificados y lanuginosos (lanosos) flores solitarias color blanco, y fruto capsular color café. La forma de sus hojas es de tipo oblongo-elíptica de hasta 18 cm de largo y 5 cm de ancho con punta aguda. Sus flores sus flores son blancas vistosas en forma de embudo, solitarias, ocasionalmente en pares y concentradas en las puntas de las ramas de hasta 14 mm de longitud, los meses de floración son entre septiembre a julio. Sus frutos son una cápsula ovoide hasta 2.5 cm de largo y 2 cm de diámetro color café con cuatro semillas regularmente de forma elipsoide de hasta 12 mm de largo, color café y blanco-setosas en los bordes laterales, el periodo de fructificación es de marzo a mayo (Figura 18).

Su importancia social radica en que los troncos suelen usarse ocasionalmente como combustible a partir de la extracción de leña, por su toxicidad no se recomienda utilizarla como forraje para ganado, sin embargo, ha sido utilizada para expulsar la placenta durante la labor de parto de estos animales. Su importancia ecológica radica en ser una fuente de alimento para murciélagos y colibríes, aunque también es atrayente de otros polinizadores. Por su rápida tasa de crecimiento se recomienda como especie pionera para la restauración. Se distribuye en los municipios de Querétaro, Corregidora, El Marqués, Colón, Cadereyta, Tolimán, Tequisquiapan, Huimilpan y San Juan del río.



**Figura 18.** *Ipomoea murucoides* A) Flores, B) Frutos, C) Semillas, D) Hojas

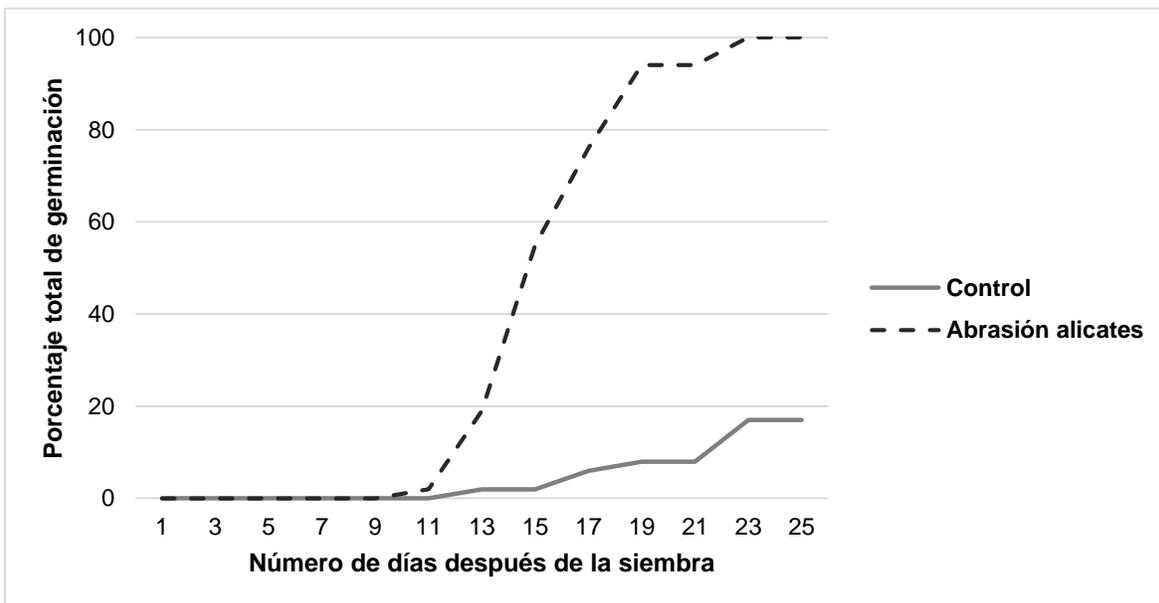
Las semillas se sembraron mediante un único pretratamiento, previo a una desinfección, el pretratamiento consistió en la abrasión con alicates cerca del hilum de la semilla, con la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión.

Los resultados del monitoreo durante 25 días muestran diferencias entre el tratamiento con abrasión con respecto al control (Tabla 11). El primero obtuvo 100 % de germinación mientras que el control 17 %. Por el contrario, respecto a los días necesarios para la emergencia no se obtuvieron resultados significativamente diferentes, las semillas sembradas posterior al pretratamiento de abrasión germinaron a los 13 días después de haber sido sembradas mientras que las que no pasaron por un tratamiento previo, es decir el control, comenzaron a germinar 11 días después de la siembra (Figura 19).

Por otro lado, únicamente el tratamiento mediante abrasión alcanzó la media de germinación, la cual fue a los quince días posteriores a la siembra. Cabe resaltar que esta especie alcanzó el 100 % de la germinación antes de finalizar los 25 días de monitoreo (Figura 20a, 20b, 20c).

**Tabla 11.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Ipomoea murucoides*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	17	11	NA	25
Abrasión	100	13	15	23



**Figura 19.** Monitoreo de la germinación de *I. murucoides*. Elaboración propia

**Cazahuate / Palo pobo**  
*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.  
Convolvulaceae

**Características distintivas**



Árbol caducifolio de hasta 8 m de alto y tronco de hasta 40 cm de diámetro. Con tallos muy ramificados y lanuginosos (lanosos) flores solitarias color blanco, y fruto capsular color café

**Usos**



Los troncos suelen usarse ocasionalmente como combustible a partir de la extracción de leña, por su toxicidad no se recomienda utilizarla como forraje para ganado, sin embargo, ha sido utilizada para expulsar la placenta durante la labor de parto de estos animales. Su importancia ecológica radica en ser una fuente de alimento para murciélagos y colibríes, aunque también es atrayente de otros polinizadores. Por su rápida tasa de crecimiento se recomienda como especie pionera para la restauración.

**Hojas**



De forma oblongo-elíptica de hasta 18 cm de largo y 5 cm de ancho con punta aguda

**Flores**



Blancas vistosas en forma de embudo, solitarias, ocasionalmente en pares y concentradas en las puntas de las ramas de hasta 14 mm de longitud

**Frutos**



Capsula ovoide hasta 2.5 cm de largo y 2 cm de diámetro color café

**Semilla**



Regularmente 4 por fruto de forma elipsoide de hasta 12 mm de largo, color café y blanco-setosas en los bordes laterales

**Distribución**



Querétaro, Corregidora, El Marques, Colón, Cadereyta, Tolimán, Tequisquiapan, Huimilpan y San Juan del río

**Follaje**



Amplio, caducifolio y abundantemente ramificado

**Figura 20a.** Protocolo de propagación de la especie *I. murucoides*. Elaboración propia

**Cazahuate / Palo pobo**  
*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.  
Convolvulaceae

**Color de las flores**

Blancas



**Época de floración**

septiembre - julio



**Producción de frutos**

marzo – mayo



**Crecimiento**

Rápido



**Recomendaciones para su propagación**

Las semillas se extraen de los frutos maduros (colores café oscuro) de preferencia obtenidas desde el árbol, evitando las del suelo. Se limpian y se secan a temperatura ambiente durante 8 - 10 días. Se recomienda dejar que transcurran los días mencionados para que los frutos abran por sí mismos. También se pueden coleccionar las semillas del árbol una vez abiertos los frutos



**Almacenaje de semillas**

Una vez extraídas las semillas de los frutos se guardan en frascos herméticos a temperatura ambiente o bajo refrigeración (4 °C) para mantener su viabilidad. Deben ser revisadas regularmente para evitar pérdidas por insectos



**Tratamiento pregerminativo**

Por la dureza e impermeabilidad de la cubierta de las semillas (testa), éstas deben pasar por una escarificación mecánica. Un ejemplo de lo anterior consiste en la abrasión por medio de alicates. Dicho método consiste en cortar una tercera parte de la semilla (la punta de la semilla cercana al hilum), e inmediatamente después se siembran en el sustrato humedecido, lo anterior permitirá la imbibición de la semilla con agua



**Figura 20b.** Protocolo de propagación de la especie *I. murucoides* (Continuación). Elaboración propia

**Cazahuate / Palo pobo**  
***Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.**  
**Convolvulaceae**

**Condiciones generales de cultivo**



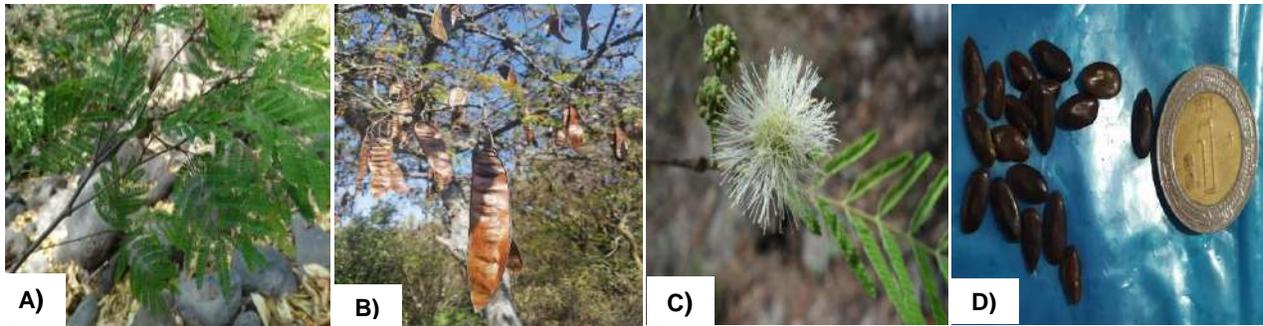
Con el método descrito anteriormente las semillas tardan en germinar de 3 – 5 días después de haber sido sembradas a los 6 – 8 días después de la siembra se puede esperar hasta el 50 % de germinación. A los 25 días después haber sembrado las semillas se puede esperar con el método propuesto hasta 100 % de germinación. Lo anterior dependerá en gran parte de que la colecta de semillas haya sido de un individuo saludable. Es una especie de crecimiento moderado a rápido, en la parte aérea pero de crecimiento moderado en la parte radicular por lo cual se recomienda, si se utiliza charola, hacer el transplante a bolsa antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Como sustrato se recomienda utilizar uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 20c.** Protocolo de propagación de la especie *I. murucoides* (Continuación). Elaboración propia

### **5.2.7 *Lysiloma microphyllum* (Tepeguaje)**

Es una especie característica de la selva baja caducifolia, es un árbol de crecimiento rápido con copa ancha de hasta 4.5 m de altura, con corteza que se desprende en placas y posteriormente queda lisa. Florece de julio a agosto, tiene flores pequeñas, blancas y agrupadas en cabecillas. Fructifica de septiembre a marzo, sus vainas llegan a medir hasta 17 cm de largo y en su interior alberga semillas de forma ovoide, planas y de color café oscuro (Figura 21).

Su importancia social radica en sus usos como forrajera, particularmente de hojas, tallos y vainas tiernas (inmaduras), por otra parte, la madera se utiliza como leña, tiene potencial para la apicultura y por la existencia de taninos para la tenería local. Aunado a lo anterior, su importancia ecológica se debe principalmente a que fija nitrógeno en el suelo y por la senescencia de las hojas durante la época seca aporta materia orgánica al suelo. Por otra parte, es una especie importante como refugio y alimento para la fauna local. En el estado se distribuye en los municipios de Querétaro, Corregidora, Landa de Matamoros, Tolimán Cadereyta, Arroyo Seco, Jalpan y Pinal de Amoles.



**Figura 21.** *L. microphyllum* A) Hojas, B) Frutos, C) Flores, D) Semillas

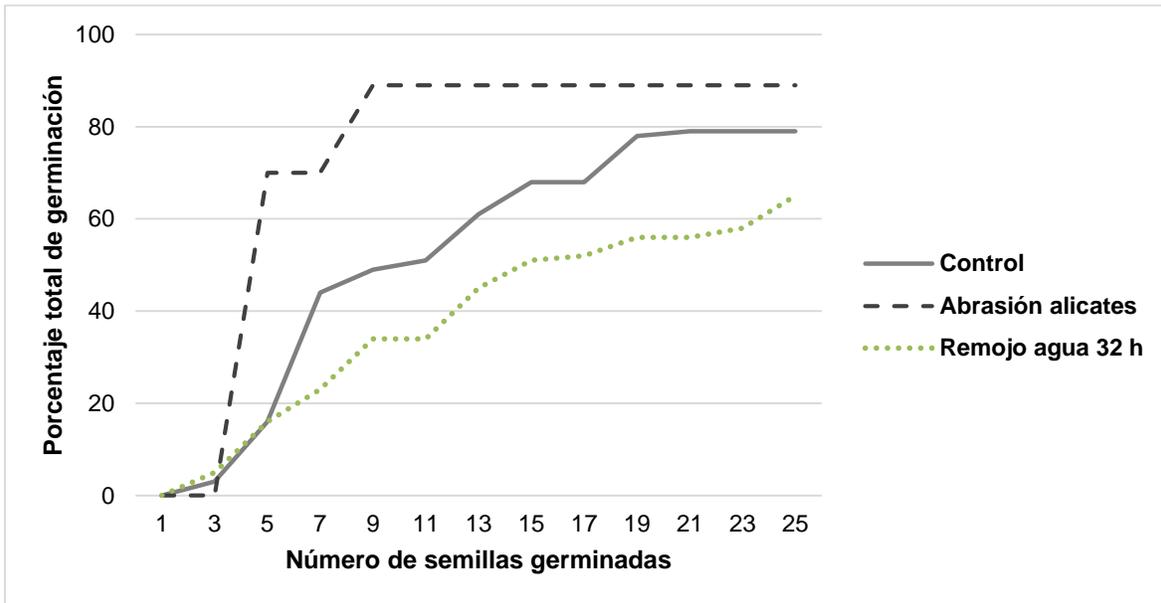
Las semillas se sembraron mediante dos pretratamientos, previo su desinfección. El primero consistió en remojo en agua a temperatura ambiente durante 32 h y el segundo, en la abrasión con alicates cerca del hilum de la semilla. Ambos tratamientos fomentan la imbibición del agua y activan el embrión. Para el control, de igual forma, se utilizaron 100 semillas.

Los porcentajes de germinación entre dichos tratamientos al finalizar el periodo de observación fueron de 79 % para el control, 89 % para aquellas que se les hizo un corte con alicates (abrasión) y 65 % para las que estuvieron en remojo. Se registraron diferencias entre el tratamiento mediante abrasión respecto al control y el remojo en agua, sin embargo, entre los últimos dos tratamientos mencionados no hubo diferencias. Respecto a los días necesarios para la emergencia, se registró la germinación de la primera plántula tanto en control como para el tratamiento de remojo, mientras que, las primeras plántulas del tratamiento con abrasión aparecieron a los cinco días después de la siembra (dds), sin embargo, estos resultados no son significativamente diferentes entre tratamientos (Tabla 12).

Por otro lado, cabe mencionar que todos los grupos de semillas alcanzaron el 50 % de germinación con diferencias significativas entre el tratamiento mediante abrasión respecto al control y las semillas que estuvieron en remojo de entre seis y 11 días respectivamente (Figura 22), sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los mismos los cuales llegaron a la germinación media a los 11 días, en el caso del tratamiento control y a los días 15 días, posteriores a ser sembradas, en el caso del pretratamiento remojo en agua (Figura 23a, 23b, 23c).

**Tabla 12.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Lysiloma microphyllum*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	79	3	11	25
Abrasión	89	5	5	25
Remojo agua (32 h)	65	3	15	25



**Figura 22.** Monitoreo de la germinación de *Lysiloma microphyllum*. Elaboración propia

**Tepehuaje**  
*Lysiloma microphyllum* (Benth.)  
Fabaceae

**Características distintivas**



Árbol de copa ancha, de hasta 4.5 m de altura con corteza que se desprende en placas y queda lisa, flores pequeñas blancas agrupadas en cabecillas color blanco y vainas de hasta 17 cm de largo. Su follaje lo forman hojas compuestas con folíolos muy pequeños, pubescentes en la parte del peciolo

**Usos**



De importancia pecuaria, particularmente los rebrotes y vainas tiernas (inmaduras), por otra parte la madera se utiliza como leña, tiene potencial para la apicultura y por la existencia de taninos, para la tenería local. Tiene importancia ecológica debido a que fija nitrógeno en el suelo y la senescencia de las hojas durante la época seca aporta materia orgánica al suelo. Por otra parte, es una especie importante como refugio y alimento para la fauna local

**Hojas**



Sus hojas son bipinnadas, con folíolos pubescentes en el envés

**Flores**



Sus flores forman una inflorescencia de tipo cabezuela

**Frutos**



Sus frutos son una vaina de 17 cm de largo con líneas de dehiscencia persistentes color café oscuro

**Semillas**



Las semillas son de forma ovoide, plana y color café oscuro

**Distribución**



Se distribuye en los municipios de Querétaro, Corregidora, Landa de Matamoros, Tolimán Cadereyta, Arroyo Seco, Jalpan y Pinal de Amoles

**Follaje**



En forma de sombrilla con hojas compuestas de folíolos muy pequeños

**Figura 23a.** Protocolo de propagación de la especie *L. microphyllum* (Continuación). Elaboración propia

**Tepehuaje**  
***Lysiloma microphyllum* (Benth.)**  
**Fabaceae**

<b>Color de las flores</b>	
Blanco-amarillento	
<b>Época de floración</b>	
julio - agosto	
<b>Producción de frutos</b>	
septiembre – marzo	
<b>Crecimiento</b>	
Rápido	
<b>Recomendaciones para su propagación</b>	
Es necesario coleccionar las vainas cerradas pero maduras (color café oscuro) para extraer semillas saludables, es decir, con forma ovoide sin picaduras de gorgojos ni deformaciones	
<b>Almacenaje de semillas</b>	
Las semillas se pueden almacenar en envases cerrados a temperatura ambiente, pero preferentemente deben estar bajo refrigeración (4 °C) para asegurar su viabilidad por periodos mayores a dos años. Es necesario inspeccionar las semillas constantemente para evitar la infestación por hongos o insectos	
<b>Tratamiento pregerminativo</b>	
Aunque no se ha documentado algún tipo de latencia en las semillas de esta especie se recomiendan dos tratamientos para acelerar la germinación. El primero consiste en utilizar alicates para hacer una pequeña abrasión en la cubierta de la semilla y sembrar posteriormente, lo anterior promueve la imbibición en agua. Sin embargo, suele ser suficiente el remojo de las semillas en agua durante 24 – 48 h. El tepehuaje es una especie de fácil germinación, con ambos tratamientos se obtuvieron hasta el 90 % de germinación	

**Figura 23b.** Protocolo de propagación de la especie *L. microphyllum* (Continuación). Elaboración propia



**Tepehuaje**  
***Lysiloma microphyllum* (Benth.)**  
**Fabaceae**

### Condiciones generales de cultivo



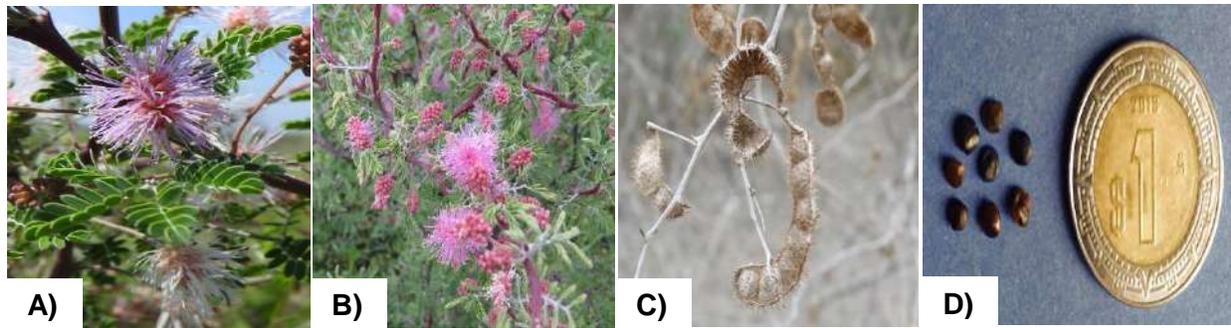
Las semillas tratadas con los métodos mencionados anteriormente germinan entre los cuatro a seis días después de ser sembradas y a los doce días posteriores a la siembra se puede esperar hasta el 50 % de emergencia del total de semillas germinadas y antes de los 25 días del 90 al 100 % de semillas germinadas. Esto dependerá en gran parte de la calidad de las semillas al colectarlas, es preferible obtenerlas de un individuo saludable. Es una especie de rápido crecimiento por lo cual, se recomienda sembrar la semilla directamente en bolsa, si se utiliza charolas hacer el transplante antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Se recomienda como sustrato uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 23c.** Protocolo de propagación de la especie *L. microphyllum* (Continuación). Elaboración propia

#### 5.2.8 *Mimosa monancistra* (Uña de gato)

Es una especie característica del matorral, se distribuye en el estado de Querétaro en los municipios de Querétaro, Corregidora, El Marqués, Colón y Tequisquiapan. Es de crecimiento moderado a rápido, su forma de vida es arbustiva con copa de forma semicircular de hasta 3 m de alto, con ramillas pubescentes a tomentosas, pardas y cuando juveniles color rojizo con espinas en forma de aguijón. La floración se da entre los meses de mayo a noviembre, las flores dispuestas en capítulos subglobosos de entre 1.3 – 2 cm de largo y de 1 – 1.5 cm de ancho con hasta 56 flores axilares de color rosado-liláceo. La fructificación se da entre los meses de septiembre a febrero, el fruto es una legumbre oblonga de entre 2.5 a 4.5 cm de largo de 4 a 6 mm de ancho, curvada y comprimida entre semillas, con entre 3 a 8 artejos, con valvas y márgenes setosos. Las semillas son lenticulares de 2.3 a 3.4 mm de largo y de 2.3 a 3.2 mm de ancho, con testa color pardo-rojiza brillante.

Su madera se utiliza como leña o carbón, forraje y material para construcción principalmente, aunque en algunas ocasiones también se utiliza como medicinal para el ganado (Figura 24). Su importancia ecológica radica en su capacidad para generar suelo y fijar nitrógeno, sin embargo, tiene potencial melífero y ornamental.



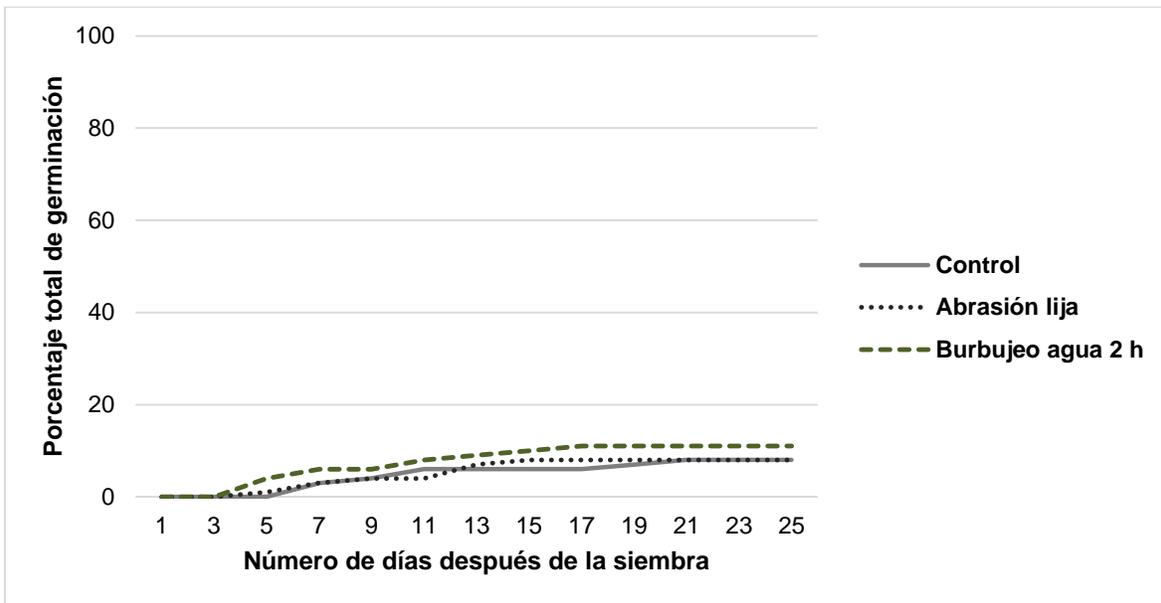
**Figura 24.** *M. monancistra* A) Hojas B) Flores C) Frutos D) Semillas

Conforme a lo documentado para la germinación de esta especie, las semillas se sembraron mediante dos pretratamientos. Cabe destacar que para la prevención de enfermedades del semillero previamente se hizo una desinfección de las semillas con cloro y agua para posteriormente en grupos de 100 semillas llevar a cabo alguno de los tratamientos propuestos para esta especie. El primero consistió en el burbujeo en agua a temperatura ambiente durante 2 h y el segundo, en la abrasión mediante lija de para madera a las semillas durante 15 min. Ambos tratamientos tienen la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión de la semilla.

Los resultados del monitoreo durante 25 días muestran bajos porcentajes de germinación en los diferentes tratamientos y el control, sin diferencias significativas entre los mismos con respecto al control (Tabla 13). Por un lado, el tratamiento a través de burbujeo fue el que obtuvo el valor más alto con 11 % de germinación mientras que del tratamiento con abrasión y el control obtuvieron de igual manera el 8 % de germinación (Figura 25). Respecto a los días necesarios para la emergencia, de igual forma se obtuvieron resultados no significativamente diferentes entre los tratamientos respecto al control. Las semillas del tratamiento control germinaron a los siete días después de ser sembradas mientras que en ambos pretratamientos, burbujeo y abrasión la germinación de la primera semilla se dio a los cinco días posteriores a la siembra (26a, 26b, 26c).

**Tabla 13.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Mimosa monancistra*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	8	7	NA	25
Abrasión (Lija)	8	5	NA	25
Burbujeo (2 h)	11	5	NA	25



**Figura 25.** Monitoreo de la germinación de *M. monancistra*. Elaboración propia

**Uña de gato**  
***Mimosa monacistra* Benth.**  
**Fabaceae**

**Características distintivas**



Arbusto de hasta 3 m de alto, con espinas pequeñas en forma de aguijón, vainas setosas y flores color rosado a lila

**Usos**



Su madera se utiliza como leña o carbón, forraje y material para construcción principalmente, aunque en algunas ocasiones también se utiliza como medicinal para el ganado. Su importancia ecológica radica en su capacidad para generar suelo y fijar nitrógeno, sin embargo, tiene potencial melífero y ornamental

**Hojas**



Hojas compuestas, de folíolos pequeños de 2- 5 mm de largo en pares de entre 5 – 9

**Flores**



Inflorescencia con flores muy pequeñas, en forma de cabezuela, De color lila

**Frutos**



Vaina oblonga de hasta 4 cm de largo, comprimida entre semillas y de margen y textura setosa

**Semilla**



En forma como de lenteja, de hasta 3.5 mmm de largo por 3.2 mm de ancho y 2.1 mm de grosor. De testa color pardo-rojiza, brillante

**Distribución**



Querétaro, Corregidora, Tequisquiapan, El Marqués y Colón

**Follaje**



Amplio en forma de arco o semicírculo

**Figura 26a.** Protocolo de propagación de la especie *M. monacistra*. Elaboración propia.

**Uña de gato**  
***Mimosa monancistra* Benth.**  
**Fabaceae**

**Color de las flores**

Morado – liláceo



**Época de floración**

Mayo - noviembre



**Producción de frutos**

Septiembre – febrero



**Crecimiento**

Moderado a rápido



**Recomendaciones para su propagación**

Las semillas se extraen de los frutos maduros (colores café oscuro) de preferencia obtenidas desde el árbol, evitando las del suelo, se recomienda utilizar guantes grueso por su textura setosa. Se limpian y se secan a temperatura ambiente durante 8 - 10 días. Dejar transcurrir los días mencionados facilita la extracción de las semillas



**Almacenaje de semillas**

Una vez extraídas las semillas de los frutos se guardan en frascos herméticos a temperatura ambiente o bajo refrigeración (4 °C) para mantener su viabilidad. Deben ser revisadas regularmente para evitar pérdidas por insectos, principalmente gorgojos.



**Tratamiento pregerminativo**

Por la dureza e impermeabilidad de la cubierta de las semillas (testa), éstas deben pasar por una escarificación mecánica. Un ejemplo de lo anterior consiste en la abrasión por medio de lija. Dicho método consiste en raspar las semillas con una lija para adelgazar la dureza de la testa, este tratamiento también se hace metiendo las semillas en un frasco forrado con lija por dentro y agitarlo vigorosamente. la finalidad. Una vez llevado a cabo alguno de los pretratamientos se sembrarán en sustrato humedecido. Por medio de lo anterior, se promueve que el agua sea absorbida por las semillas más fácilmente.



**Figura 26b.** Protocolo de propagación de la especie *M. monancistra* (Continuación). Elaboración propia

**Uña de gato**  
***Mimosa monancistra* Benth.**  
**Fabaceae**

### Condiciones generales de cultivo



Con el método descrito anteriormente las semillas tardan en germinar aproximadamente 5 días después de haber sido sembradas, a los 6 – 8 días después de la siembra se puede esperar hasta el 11 % de germinación, sin embargo, aun no se ha documentado un método que alcance porcentajes superiores al 80 % de germinación. Como método pregerminativo alternativo se ha utilizado el ácido sulfúrico, sin embargo, no se recomienda su uso a menos que se cuente con el material de protección adecuado, ya que este compuesto es altamente corrosivo.

Es una especie de crecimiento moderado a rápido, en la parte aérea pero de crecimiento moderado en la parte radicular por lo cual se recomienda, si se utiliza charola, hacer el transplante a bolsa antes de los 30 días para garantizar su sobrevivencia. Como sustrato se recomienda utilizar uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus

**Figura 26c.** Protocolo de propagación de la especie *M. monancistra* (Continuación). Elaboración propia.

#### **5.2.9 *Myrtillocactus geometrizans* (Garambullo)**

Es una especie característica de la selva baja caducifolia, en el estado de Querétaro se distribuye en los municipios de Arroyo Seco, Jalpan, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín, Querétaro, El Marqués, Corregidora, Tolimán, Cadereyta, Tequisquiapan y Colón. Es una planta arborescente de crecimiento lento a moderado de hasta 8 m de alto, con una copa amplia de hasta 6 m de forma semicircular. Sus ramas son de un color verde azulado y sus espinas de un color grisáceo-blanquecino con tonalidades rojas cuando jóvenes. Florece durante mayo a junio, sus flores son pequeñas de 2.5 – 3.5 cm de ancho, surgen y se desarrollan cercanas al crecimiento de las espinas (aréolas) de color verdoso- amarillento. La fructificación se da entre los meses de mayo a julio los frutos son globosos casi esféricos de entre 9 - 15 mm de diámetro de color rojo cambiando a morado al madurar, con múltiples semillas de tamaño muy pequeño, 1.6 mm de ancho y color negro (Figura 27).

Se ha utilizado como forraje para ganado y sus frutos son una fuente de alimento tanto para fauna como para comunidades humanas, ocasionalmente se utilizan las partes secas como leña y también es una especie potencialmente melífera. Por otro lado, se han documentado usos medicinales para malestares digestivos y la promoción del proceso digestivo. Finalmente, es una especie propicia para la retención de suelo y la prevención de la erosión por el amplio desarrollo de su sistema radicular.



**Figura 27.** *M. geometrizans* A) Ramas B) Frutos C) Frutos

Para esta especie el tratamiento a las semillas consistió en la previa desinfección de las semillas con cloro y agua para posteriormente dejarlas remojando en agua a temperatura ambiente durante 8 h. Lo anterior se hizo a un grupo de 100 semillas. Un segundo tratamiento consistió en el burbujeo, de igual forma, de 100 semillas durante 2 h en agua a temperatura ambiente. Ambos tratamientos tienen la intención de fomentar la imbibición del agua y activar el embrión de la semilla. Para el control, de igual forma, se utilizó agua y cloro para desinfectar 100 semillas y posteriormente se sembraron.

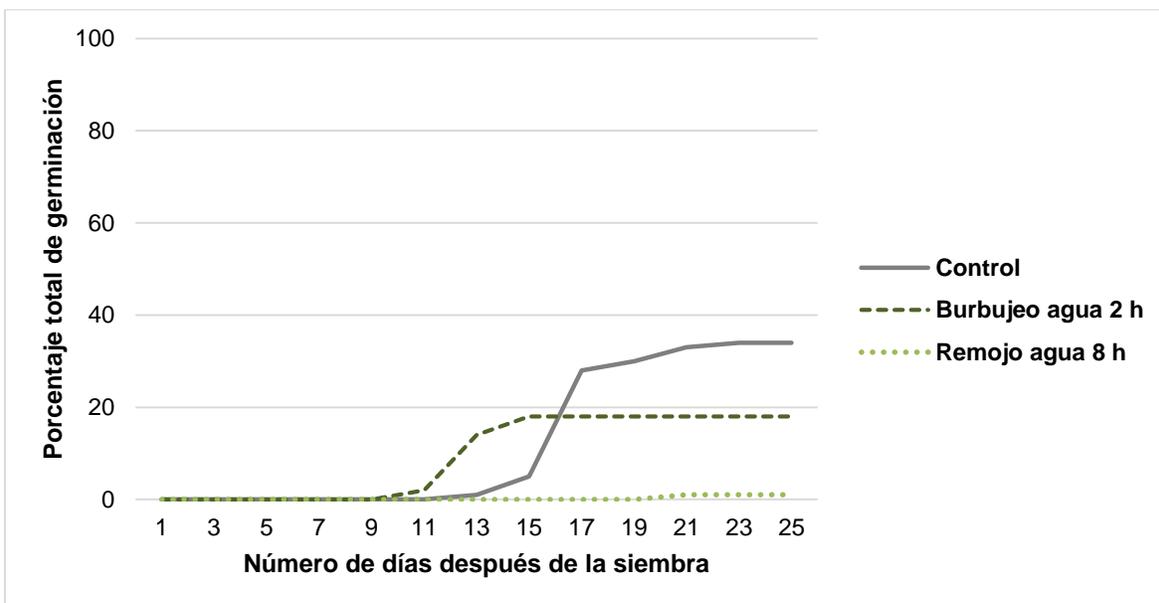
Por otro lado, del monitoreo durante 25 días se obtuvo diferencias significativas entre el tratamiento burbujeo en agua respecto al control (Tabla 14). El primero obtuvo 18 % de germinación mientras que el control 34 %. Respecto a los días necesarios para la emergencia de igual forma se obtuvieron resultados que no son significativamente diferentes, las semillas sembradas posterior al pretratamiento de burbujeo germinaron a los 11 días después de haber sido sembradas mientras que las que no pasaron por un tratamiento previo germinaron 12 días después (Figura 28).

Cabe resaltar que ninguno de los grupos de semillas alcanzó el 50 % de germinación y que del tratamiento “remojo en agua” ninguna semilla germinó. *Myrtillocactus*

*geometrizzans* (Garambullo). La germinación de las semillas con tratamiento pregerminativo, remojo durante 8 h en agua a temperatura ambiente, fue menor durante el tiempo del monitoreo, 25 días. Los días transcurridos para la emergencia de la primer plántula fueron 13 para en el control, mientras que el primer individuo que emergió de las semillas con tratamiento presiembra fue a los 21 días posterior a la siembra, pasados los 25 días el número de individuos germinados fue de 34 para el control y uno para las semillas con pretratamiento (Figura 28a, 28b, 28c).

**Tabla 14.** Resultados del monitoreo a las semillas propagadas de *Myrtillocactus geometrizzans*

Tratamiento	% Total Germinación	Inicio Emergencia (días)	Germinación media (días)	Duración total emergencia (días)
CNTL	34	12	NA	25
Burbujeo	18	11	NA	25
Remojo agua (12 h)	0	0	NA	25



**Figura 28.** Monitoreo de germinación de *M. geometrizzans*. Elaboración propia

**Garambullo**  
***Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console**  
**Cactaceae**

**Características distintivas**



Es una planta arborescente de hasta 8 m de alto, con una copa amplia de hasta 6 m de forma semicircular. Sus ramas son de un color verde azulado y sus espinas de un color grisáceo-blanquecino con tonalidades rojas cuando jóvenes.

**Usos**



Se ha utilizado como forraje para ganado y sus frutos son una fuente de alimento tanto para fauna como para comunidades humanas, ocasionalmente se utilizan las partes secas como leña y también es una especie potencialmente melífera. Por otro lado, se han documentado usos medicinales para malestares digestivos y la promoción del proceso digestivo. Finalmente, es una especie propicia para la retención de suelo y la prevención de la erosión por el amplio desarrollo de su sistema radicular.

**Hojas**



De tres a cinco espinas regularmente agrupadas en forma radial de hasta 0.7 cm de largo

**Flores**



Pequeñas de 2.5 – 3.5 cm de ancho, surgen y se desarrollan cercanas al crecimiento de las espinas (aréolas)

**Frutos**



Globosos casi esféricos de entre 9 - 15 mm de diámetro de color rojo cambiando a morado al madurar

**Semillas**



De color negro de hasta 1.6 mm de ancho

**Distribución**



Arroyo seco, Jalpan, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín, Querétaro, El Marqués, Corregidora, Tolimán, Cadereyta, Tequisquiapan y Colón

**Color de las flores**



Verdoso- amarillento

**Figura 28a.** Protocolo de propagación de la especie *M. geometrizans*. Elaboración propia.

**Garambullo**  
***Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console**  
**Cactaceae**

**Época de floración**

mayo a junio



**Producción de frutos**

mayo a julio



**Crecimiento**

De lento a moderado



**Recomendaciones para su propagación**

Es necesario coleccionar frutos maduros (morado oscuro) para extraer semillas saludables. Los frutos coleccionados se maceran y con ayuda de una tela o colador se enjuagan hasta eliminar la pulpa por completo.



**Almacenaje de semillas**

Las semillas se pueden almacenar en envases cerrados a temperatura ambiente, pero preferentemente deben estar bajo refrigeración (4 °C) para asegurar su viabilidad por periodos mayores a dos años. Es necesario inspeccionar las semillas constantemente para evitar la infestación por hongos o insectos



**Tratamiento pregerminativo**

Aunque no se ha documentado algún tipo de latencia en las semillas de esta especie se recomiendan dos tratamientos para acelerar la germinación. El primero consiste en remojo en agua caliente durante 15 min y posteriormente se siembran las semillas, sin embargo, no suelen alcanzarse valores de germinación superiores al 50 %, sin embargo, existe otra alternativa la cual es el ácido sulfúrico la cual no se recomienda a menos que se tenga un equipo de protección adecuado para su manipulación ya que esta sustancia es corrosiva. El tratamiento consiste en dejar remojando las semillas de garambullo en una solución de ácido sulfúrico al 95 % durante 5 min., pasado el tiempo se deberán enjuagar con abundante agua para posteriormente sembrar. Cabe resaltar que mediante este método se han alcanzado porcentajes de germinación de hasta el 70 % después de los diez días de la siembra.



**Figura 28b.** Protocolo de propagación de la especie *M. geometrizans* (Continuación). Elaboración propia.

## Garambullo

*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console  
Cactaceae

### Condiciones generales de cultivo



Las semillas tratadas mediante el método de remojo en agua caliente germinan entre los diez a quince días después de ser sembradas, mientras que, por medio del remojo en ácido sulfúrico se puede llegar a reducir entre tres a cuatro días el inicio de la emergencia. Esto dependerá en gran parte del esfuerzo de colecta de semillas, las cuales deben ser obtenidas de un individuo saludable. Es una especie de crecimiento lento a moderado por lo cual, se recomienda sembrar la semilla en charolas de germinación, donde pueden cultivarse por al menos tres meses. Se recomienda como sustrato uno ligero que promueva el buen drenaje, por ejemplo sustratos porosos como la agrolita y piedras tipo pómez, sin olvidar un porcentaje de materia orgánica o humus.

**Figura 28c.** Protocolo de propagación de la especie *M. geometrizans* (Continuación). Elaboración propia.

## 5.3 Caracterización social de las especies ecológicamente importantes

### 5.3.1 Entrevistas a los habitantes de la comunidad

El 60 % de los encuestados fueron hombres (9) y 40 % fueron mujeres (6), al menos el 50 % de los encuestados ha vivido en la microcuenca Joaquín Herrera, o sus alrededores, desde su infancia. El rango de edad de los entrevistados osciló entre los 35 y 58 años de edad. La tenencia de la tierra fue principalmente ejidal, en comunidades como La Pita y La Cueva, seguido del privado, correspondiente a colonias aledañas como La Negreta y Santa Bárbara.

La fuente principal de ingresos de todos los encuestados está relacionada con trabajos en la zona urbana del municipio de Corregidora, por ejemplo, comerciantes, obreros(as), prestadores(as) de servicio, entre otros, sin embargo, cabe resaltar que todos los encuestados originarios de la zona mencionaron haber “crecido en el cerro”, es decir que desarrollaron actividades como la recolecta de leña, frutillas y otras plantas y/o pastoreo durante su niñez y/o juventud.

El 87 % de los encuestados reconocieron la importancia de la biodiversidad en la microcuenca para seguir obteniendo beneficios, entre estos, leña, plantas medicinales y alimento para sus familias y para el ganado. La percepción anterior se ligó a la pregunta sobre su opinión del decreto del área natural, todos los participantes mencionaron saber

la importancia de cerro para tener una mejor calidad de vida, sin embargo, están inconformes con la falta de apoyo del gobierno para llevar a cabo actividades productivas en sus tierras (fuera de la reserva pero pertenecientes a la microcuenca) de manera sustentable para que puedan obtener algún tipo de ingreso por conservar.

Las personas están conscientes de que, al conservar los títulos de propiedad de sus tierras, las cuales fueron decretadas como ANP, ellos conservan “el cerro” (la microcuenca) para seguir obteniendo beneficios, conocidos también como servicios ecosistémicos, y prevenir que se comiencen a desarrollar complejos residenciales. Cabe resaltar, el reconocimiento de la importancia que le dieron a la flora para mantener la fauna, sin embargo, el interés por aprender a propagar plantas de la región y recuperar la pérdida vegetación fue mencionado por al menos 40 % de los encuestados.

### 5.3.2 Cálculo y obtención del valor social de las especies con importancia ecológica

Los principales usos que los habitantes reconocen de las plantas, aunque no necesariamente las han utilizado, son el medicinal, forraje, combustible y comestible. Como medicinales mencionaron las especies *M. geometrizzans*, *M. monancistra* e *I. muruoides*, en uso pecuario las especies *M. monancistra*, *L. microphyllum*, *V. schaffneri*, *V. farnesiana* y *D. suberosa*, con uso como combustible *V. farnesiana*, *V. schaffneri*, *B. fagaroides*, *D. suberosa*, *I. muruoides* y *L. microphyllum*, mientras que de uso comestible la especie *M. geometrizzans* (Tabla 15).

**Tabla 15.** Usos de las especies con importancia ecológica de la microcuenca J. Herrera.

	MD	CM	PC	CMB	HR	ORN	ENT	DM	CN	AGR	NA	N
<i>V. farnesiana</i>	1	2	7	5	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>V. schaffneri</i>	1	0	6	4	0	0	0	0	0	0	4	15
<i>B. fagaroides</i>	2	0	0	3	0	2	0	3	0	0	5	15
<i>D. suberosa</i>	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	7	15
<i>F. phillyreoides</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	12	15
<i>I. muruoides</i>	3	0	2	3	0	1	0	0	0	0	6	15
<i>L. microphyllum</i>	0	0	6	3	3	0	0	0	0	0	3	15
<i>M. geometrizzans</i>	4	5	4	1	0	0	1	0	0	0	0	15

<i>M. monancistra</i>	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	4	15
<b>MD:</b> Medicinal						<b>ORN:</b> Ornato						
<b>CM:</b> Comestible						<b>ENT:</b> Entretenimiento						
<b>PC:</b> Pecuario						<b>DM:</b> Doméstico						
<b>CMB:</b> Combustible						<b>CN:</b> Construcción						
<b>HR:</b> Herramientas						<b>AGR:</b> Agrícola						
<b>NA:</b> Ninguno						<b>N:</b> Total de encuestados						

Fuente: Elaboración propia, modificado de Aguilar y Castillo (2007).

Las especies *V. farnesiana* y *M. geometrizzans* tuvieron los valores más altos en todos los índices, lo cual indica una alta valoración de dichas especies para las personas encuestadas, mientras que, las especies *D. suberosa* y *F. phillyreoides* fueron las especies que obtuvieron los valores más bajos. Esto significa que las especies aunque fueron reconocidas no se les atribuyó algún uso conocido por la comunidad.

Por otra parte, cabe resaltar la versatilidad de usos de las especies ecológicamente importantes, debido a que siete de las nueve especies presentaron valores superiores a 0.5 en el índice IIC lo cual resulta de la mención de diferentes usos para una sola especie, dichas especies fueron *V. farnesiana*, *V. schaffneri*, *B. fagaroides*, *I. murucoides*, *L. microphyllum*, *M. geometrizzans* y *M. monancistra*. Finalmente, cabe resaltar que la frecuencia de mención fue superior al 0.5, teniendo como valor máximo de uno, para ocho de las nueve especies lo cual refleja el reconocimiento de la flora de la microcuenca independientemente de su utilidad cultural. Las especies que fueron reconocidas por todos los entrevistados fueron *V. farnesiana*, *B. fagaroides*, *L. microphyllum* y *M. geometrizzans*, mientras que las especie con menor frecuencia de mención fue *D. suberosa* (Tabla 16).

**Tabla 16.** Valor social de las especies con importancia ecológica de la microcuenca J. Herrera

ESPECIE	FRC	IIR	IIC	IVC
<i>V. farnesiana</i>	1.00	0.90	1.00	0.40
<i>V. schaffneri</i>	0.93	0.77	0.73	0.16
<i>B. fagaroides</i>	1.00	0.90	0.67	0.18
<i>D. suberosa</i>	0.53	0.47	0.53	0.06

<i>D. phillyreoides</i>	0.80	0.60	0.20	0.01
<i>I. murucoides</i>	0.93	0.87	0.60	0.14
<i>L. microphyllum</i>	1.00	0.80	0.80	0.19
<i>M. geometrizzans</i>	1.00	1.00	1.00	0.50
<i>M. monancistra</i>	0.87	0.63	0.73	0.11

**FRC:** Entre más cercano sea el valor a 1 mayor número de menciones tendrá la especie

**IIR:** Entre más cercano sea el valor a 1 mayor número de usos tendrá la especie

**IVC:** Entre más cercano sea el valor a 0 menor utilidad tendrá la especie

**IIC:** Entre más cercano sea el valor a 1 mayor versatilidad de usos tendrá la especie

Fuente: Elaboración propia, modificado de Medellín et al., (2017), Ali et al., (2018).

#### 5.4 Determinación de la calidad de riberas

Para el caso de la vegetación riparia, del tramo de 2 km de río del que se evaluaron siete atributos el que obtuvo los valores más bajos en los tres transectos fue el de *regeneración natural de la vegetación riparia y condición de las orillas*, mientras que los atributos que obtuvieron los valores más altos fueron el de *permeabilidad y grado de alteración de relieve y suelo*, así como, el de *dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río*.

El transecto que obtuvo mayor puntaje fue el RT2, lo cual significa que el estado de sus riberas es bueno, de igual forma que el transecto RT3, es decir que, entre dos y tres atributos relacionados con la calidad de las riberas están amenazados. Dichos atributos, por su baja puntuación, corresponden a *continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural y regeneración natural de la vegetación riparia* para el transecto RT2. Mientras que los atributos que obtuvieron baja puntuación en el transecto RT3 fueron *regeneración natural de la vegetación riparia y condición de las orillas*.

Por otro lado, el resultado de la evaluación para el transecto RT1 representa una calidad del estado de las riberas regular, es decir, al menos dos o tres atributos están degradados en su funcionamiento, dichos atributos fueron *regeneración natural de la vegetación riparia, dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río y composición y estructura de la vegetación* y el resto tiene amenazas de degradación (Tabla 17.). Cabe mencionar que este transecto fue donde se observó un mayor disturbio antrópico.

**Tabla 17.** Evaluación de la calidad de riberas por medio del índice RQI.

TRANSECTO	Continuidad (1)	Dimensiones (2)	Composición (3)	Regeneración (4)	Condición (5)	Conectividad (6)	Permeabilidad (7)
RT1	5	4.5	5	4	5.5	5	7.5
RT2	5.5	7.5	6.5	6	6.5	8	9.5
RT3	7	7.25	7	5.5	5.5	6	6

1. Continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural
2. Dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río
3. Composición y estructura de la vegetación riparia
4. Regeneración natural de la vegetación riparia
5. Condición de las orillas
6. Conectividad lateral de la ribera con el cauce
7. Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario

Fuente: Elaboración propia modificado de Tánago et al., (2006).

## 6. Discusión

La vegetación en la selva baja caducifolia, el matorral crasicaule y bosque ripario en las zonas funcionales alta, media y baja muestreadas aún se mantienen en condiciones de conservación aceptables ya que no se observaron claros de tamaño considerable. Sin embargo, se observaron elementos de degradación de la vegetación, como pastoreo, procesos de erosión y cárcavas en las áreas colindantes a las localidades La Negreta (zona alta), La Pita (zona media) y La Cueva (zona baja), distribuidas en las tres zonas funcionales. Para la SBC y el MC, se identificaron especies que por sus estrategias de dispersión se adaptan con facilidad al disturbio por ejemplo, *Zaluzania augusta* en el matorral crasicaule y, *Karwinskia humboldtiana* en la selva baja caducifolia.

En el caso del bosque ripario se encontraron especies nativas como *Salix bonplandiana*, *S. humboldtiana* y *Taxodium mucronatum* pero también se identificaron especies exóticas como *Jacaranda mimosifolia*, *Ricinus communis* y *Eichhornia crassipens*, lo cual aunado a los valores obtenidos del índice de calidad de riberas, que resultó en atributos como los de regeneración natural de la vegetación riparia y condición de las orillas con efectos de degradación, se sugiere, enfocar las estrategias de restauración de este ecosistema.

Entre las acciones sugeridas para la recuperación de los atributos con mayor degradación, los cuales fueron composición y estructura de la vegetación y condición de las orillas para los puntos muestreados, están la disminución paulatina de las actividades

humanas que los fomentan y el aumento y mantenimiento de la vegetación nativa asociada al río. Dichas acciones han demostrado el mejoramiento de algunas funciones como permeabilidad y fertilidad del suelo, composición, estructura y regeneración de la vegetación así como la calidad del flujo del agua (Hultine y Bush, 2011).

Algunas especies identificadas como ecológicamente importantes, suelen serlo también en otros fragmentos de selva baja caducifolia del municipio de Querétaro, en donde se han encontrado *Vachellia schaffneri*, *Forestiera phillyreoides*, *Karwinskia humboldtiana* e *Ipomoea murucoides* con frecuencia relativa alta (Soto et al., 2019). Mientras que para el matorral la importancia ecológica de las especies *Ipomoea murucoides* y *Mimosa monanctra* que al igual que en el presente estudio, son las principales especies con valor ecológico importante para la entidad respecto a otras especies obtenidas (CONAFOR 2015).

Por otra parte, Sánchez (2018), quien determinó la estructura, dinámica y crecimiento de la selva baja caducifolia en un Ejido del estado de Morelos mediante la medición de atributos dasométricos para posteriormente determinar la estructura horizontal y vertical en la selva baja caducifolia. Los géneros identificados, *Bursera* y *Lysiloma*, resaltan por observarse también en el presente estudio, además la especie *Lysiloma microphyllum* fue la que obtuvo el valor de importancia ecológico más alto en ambos estudios (Sánchez 2018). Sin embargo, en la revisión de Calderón y Rzedoswki (2013), sobre la vegetación asociada a la selva baja caducifolia documentan el predominio de la familia Fabaceae en este tipo de vegetación para el país, lo cual de igual forma ha sido descrito por otros autores (Aguirre et al., 2020; Williams et al., 2017) con lo cual, era de esperarse que una especie de esta familia resultara en el análisis hecho en el presente estudio.

En cuanto a la diversidad de la vegetación, los valores encontrados en la microcuenca Joaquín Herrera concuerdan con los encontrados en los mismos tipos de vegetación pero en otras zonas del país (Gutiérrez et al., 2020). Por ejemplo en un remanente de SBC en el estado de Campeche, en condiciones naturales es decir, sin protección alguna, encontraron una diversidad de especies de 1.99 y un valor de 0.69 de equidad mientras que en el presente estudio se obtuvo una diversidad de 1.71 y 0.70

como valor de equidad lo cual sugiere similitudes entre los tipos de vegetación estudiados (Gutiérrez et al., 2020).

Por otra parte, de la propagación de especies con altos valores de importancia ecológica, se obtuvo porcentajes de germinación similares a los documentados por otros autores entre ellos Martínez et al., (2014), para las especies *Vachellia farnesiana*, *Ipomoea murucoides* y *Vachellia schaffneri*. La abrasión con alicates, resultó ser una opción alternativa al uso de un compuesto altamente corrosivo y tóxico para la salud como el ácido, ya que los porcentajes de germinación fueron superiores al 50 %.

Se recomienda seguir trabajando con la propagación de especies como *Mimosa monancistra* y *Forestiera phillyreoides* ya que aunque los resultados mostraron porcentajes de germinación inferiores al 50 %, otros autores han logrado valores superiores al 50 % (González et al., 2004; Martínez et al., 2010; Martínez et al., 2020; Montaña et al., 2015) lo cual sugiere que es necesario seguir investigando sobre el tratamiento pregerminativo más eficaz.

El tratamiento mediante burbujeo resultó ser un método altamente efectivo en la germinación de *Bursera fagaroides* ya que se obtuvo el 100 % de germinación en el presente estudio superando el porcentaje de germinación documentado por Sánchez et al., (2011), de 69 % y el documentado por Bonfil et al., (2008) con un total de 29 % de germinación. Sin embargo, son necesarios más estudios para conocer el mecanismo de acción de este tratamiento (Singh et al., 2017). En este sentido se ha documentado que la formación de cubiertas impermeables ha representado una ventaja evolutiva útil contra la desecación, el pseudoarilo en el caso del género *Bursera* ha permitido mantener la viabilidad de las semillas por más tiempo, sin embargo, para su germinación fue necesario retirarlo. De forma natural este proceso se da por la ingesta de aves o mediante el transporte de semillas en corrientes de agua (Purata, 2008). En relación con lo anterior, con el método de burbujeo se logró una doble función, por una parte se proporcionó una fuente constante de oxígeno, fundamental en el desarrollo del embrión para iniciar la germinación (Barskin y Barskin 2014) y por otra se logró simular el movimiento de la semilla en corrientes de agua con lo cual el resultado es la remoción del pseudoarilo (Purata, 2008).

En cuanto al valor social algunas especies presentaron el potencial de ser utilizadas en más de una categoría, por ejemplo, *Lysiloma microphyllum*, *Vachellia farnesiana* y *Myrtillocactus geometrizans*. Esta diversidad de usos ha sido documentada también por otros autores (González et al., 2006) quienes por otra parte, resaltaron que en ocasiones esta diversidad de usos se ve reflejado en la economía de algunas familias, ya que algunos usos sustituyen los insumos de alimento, forraje y combustible.

La especie *Myrtillocactus geometrizans*, fue de las especies que resultó con el valor ecológico más bajo de las seleccionadas y porcentajes de germinación inferiores al 50 %, sin embargo, fue la que obtuvo el valor más alto en el índice de valor cultural por sus usos alimenticios y veterinarios o agropecuarios, este último debido a sus propiedades medicinales. Lo anterior concuerda con lo mencionado por Camou et al., (2008) y Burgos et al., (2014) quienes documentan que el valor de uso tiende a ser más alto para aquellas especies que satisfacen necesidades básicas y estas especies suelen trascender sobre atributos ecológicos como la riqueza, abundancia y la frecuencia de la especie.

Se ha señalado que la compleja y estrecha relación que existe entre estos tipos de vegetación y sus pobladores han determinado factores básicos de sobrevivencia para los habitantes de las comunidades como plantas para alimento, madera para construcción y áreas para cultivo por mencionar algunas, por lo cual, con la información resultado de esta tesis se comprenden un poco mejor la distribución riqueza y abundancia para desarrollar proyectos en favor de su conservación y manejo. Por otra parte, se hace más patente la importancia de incorporar el uso cultural de las especies en las propuestas de restauración, esto es una herramienta que ayudará a complementar y definir de mejor manera las estrategias de conservación y manejo de la flora local (Camou et al., 2007; Medellín et al., 2017; Sánchez et al., 2018). Además, como mencionaron algunos de los encuestados de la zona de estudio en este proyecto, el conocimiento de las plantas y sus usos ha sido una ventaja ante la incertidumbre económica y escenarios ambientales erráticos como temporadas de sequía y temporadas con lluvias torrenciales en la obtención de alimentos y medicinas.

Del análisis hecho a la calidad de las riberas en tres puntos del Río El Pueblito se rescatan los valores de calidad bueno y regular obtenidos, lo cual significa que al menos entre dos y tres atributos de los siete atributos evaluados presentaron deterioro, los cuales fueron composición y estructura de la vegetación y condición de las orillas en general para los puntos muestreados. Lo anterior concuerda por lo documentado por Hernández et al., (2020), quienes evaluaron la calidad de riberas del Río Tuxcacuesco, Jalisco y los atributos composición y estructura de la vegetación y condición de las orillas fueron los que obtuvieron los valores más bajos. Lo anterior dichos autores lo asocian a una mayor frecuencia de disturbio antrópico (Hernández et al., 2020). Sin embargo, su importancia como corredor biológico para otras especies sigue siendo importante, ya que el ecosistema ripario es una fuente de alimento y refugio para la fauna aún en la época más seca (Sánchez et al., 2016).

Por otra parte, entre las acciones sugeridas para la recuperación de estos atributos degradados están la disminución paulatina de las actividades humanas que los fomentan y el aumento y mantenimiento de la vegetación nativa asociada al río. Dichas acciones han demostrado el mejoramiento de algunas funciones como permeabilidad y fertilidad del suelo, composición, estructura y regeneración de la vegetación, así como la calidad del flujo del agua (Hultine y Bush, 2011).

En resumen, como mencionan Meli et al., (2015), la restauración es una estrategia formada por múltiples herramientas o acciones y entre éstas se encuentra el estudio y generación de conocimiento sobre la propagación de las especies. La revegetación del paisaje con especies arbóreas es otra de las herramientas en esta estrategia cuya finalidad es favorecer las condiciones para el establecimiento de otras especies herbáceas y arbustivas para a su vez, limitar las condiciones que favorecen el establecimiento de especies exóticas. En este sentido cobra relevancia, en el presente estudio, la obtención, propagación y elaboración de protocolos de las especies con atributos ecológicos y culturales clave en la recuperación de la vegetación como una guía en la dirección que debe llevar el proceso de restauración de la selva baja caducifolia y el matorral en la microcuenca Joaquín Herrera.

Los protocolos de propagación y las plantas nativas cultivadas fueron entregados al departamento de Ecología del municipio de Corregidora, con la intención de que sean una herramienta en la revegetación de algunas zonas del área de estudio. Con el inicio de la construcción de una red social entre la academia, la sociedad y el gobierno se espera resulten más proyectos en beneficio de la conservación de la reserva natural El Batán. El enfoque de cuencas permitió hacer una aproximación de manera regional y local de la vegetación presente en las diferentes zonas funcionales y la percepción de la misma por sus habitantes, lo cual ayuda a sentar las bases para futuros proyectos de conservación debido a que, el decreto de ANP en al menos la mitad del sitio de estudio no garantizará su conservación ni mucho menos la funcionalidad de microcuenca como un socioecosistema proveedor de servicios ambientales.

## **7. Conclusión**

Se elaboraron protocolos de propagación de nueve especies con importancia ecológica y social las cuales fueron *Vachellia farnesiana*, *Vachellia schaffneri*, *Bursera fagaroides*, *Diphysa suberosa*, *Forestiera phillyreoides*, *Ipomoea murucoides*, *Lysiloma microphyllum*, *Mimosa monacistra* y *Myrtillocactus geometrizans*, las cuales tienen potencial para futuros proyectos de restauración en la microcuenca Joaquín Herrera.

La elaboración y obtención de protocolos de propagación de especies socio-ecológicamente importantes es una herramienta importante en la gestión y conservación de la cuenca ya que integra el interés de la comunidad por ciertas especies y representan un apoyo a las entidades gubernamentales para generar propuestas más adecuadas a la zona. Con la información brindada por los pobladores de la microcuenca Joaquín Herrera sobre el conocimiento y uso de la flora aunado al valor ecológico de las especies, se espera que los protocolos de propagación desarrollados en el presente trabajo sean un apoyo en futuros proyectos de restauración en la zona. Será imprescindible continuar construyendo redes de comunicación con los pobladores de la microcuenca permitirá seguir fortaleciendo la parte biocultural del conocimiento de la flora en favor de la conservación y manejo de la microcuenca Joaquín Herrera.

## Anexos

### Anexo 1. Formato de cuestionario con preguntas abiertas hecha a los habitantes de la zona de estudio.

Entrevista no. _____			
Comunidad: _____ Fecha: _____			
Nombre del entrevistado: _____			
Edad: _____			
Ocupación: _____			
1. El tipo de propiedad de la tierra es (Marcar con una "X"): Comunal__ Ejidal__ Privado__			
2. ¿Realiza alguna de las siguientes actividades en su comunidad o en los cerros cercanos? Agricultura, ganadería, recolección, etc. _____			
3. ¿Aprovecha productos de los cerros cercanos? Por ejemplo Leña, frutos, plantas, otros _____			
4. ¿Qué considera más importante del cerro? ¿Por qué? _____			
5. ¿Qué plantas de la región le gustaría que hubiera? _____			
6. ¿Para qué las utiliza? _____			
7. ¿Qué importancia tiene para usted la permanencia de las plantas en el cerro? (religiosa, ceremonial, utilitaria, etc.) _____			
8. ¿Celebran algo importante en el cerro? _____			
9. ¿Acuden personas de otras comunidades al cerro? ¿De dónde son? _____			
10. ¿Que hacen ahí? _____			
11. ¿Hay alguna actividad que dañe las condiciones del cerro? Por ejemplo incendios, pastoreo, agricultura, tala, saqueo de algunas plantas u otras _____			
12. ¿Le interesa recuperar el cerro? (Marcar con una "X") SI____ NO____ ¿Porqué? _____			
13. ¿Sabe en qué época presentan flores y frutos las plantas del cerro? _____			
14. ¿Sabe cómo se recolectan las semillas? _____			
15. ¿Sabe cómo propagarlas? _____			
16. ¿Le interesaría aprender a propagarlas? _____			
17. De las siguientes plantas cuáles conoce y sabe su uso ¿Las ha utilizado alguna vez?			
<b>Nombre</b>	<b>Reconoce si / no</b>	<b>La utiliza si / no</b>	<b>Conoce Uso</b>
Tepehuaje			
Garambullo			
Palo xixiote			
Cazahuate			
Mezquite			
Mezquite chino			
Uña de gato			
Acebuché			
Palo santo			

## Referencias bibliográficas

- Aguirre E., Escalona G., Macario P. A., León J. L., Candelario L. y Schmook B. (2020). Aprovechamiento forestal y diversidad arbórea en seis ejidos de Quintana Roo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 11(60) doi.org/10.29298/rmcf.v11i60.701
- Alanís, E., Aranda, R., Mata, J. M., Canizales, P. A., Jiménez, J., Uvalle, J. I., Valdecantos, A. y Ruiz M. G. (2010). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México. *Ciencia UANL* 13(3): 287-294.
- Albuquerque, U.P., de Sousa, T.A. y Ramos, M.A. (2009). How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. *Biodiversity Conservation* (18), 127–150. doi.org/10.1007/s10531-008-9463-8
- Ali K, Khan N, Rahman IU, Khan W, Ali M, Uddin N, Nisar M. (2018). The ethnobotanical domain of the Swat Valley, Pakistan. *Journal Ethnobiol Ethnomed.* (1):39. doi: 10.1186/s13002-018-0237-4. PMID: 29884200; PMCID: PMC5994039.
- Allan, C., Curtis, A., Stankey, G. y Shindler, B. (2008). Adaptive management and watersheds: A social science perspective. *Journal of the American Water Resources Association* 44(1): 166-173.
- Alvarado, A. y Levet, O. (2014). Manual de protocolos de producción de especies utilizadas por el programa de arborización. Corporación Nacional Forestal, Chile. 182 pp.
- Alvis J.F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1): 115-122. Recuperado de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/710>
- Andrade, A. (2009). Ethnobotanical study of the medicinal plants from Tlanchinol, Hidalgo, México. *Journal of Ethnopharmacology* 122(1), 163–171. doi:10.1016/j.jep.2008.12.008
- Arias, D., Dorado, O. y Maldonado, B. (2002). Biodiversidad e importancia de la selva baja caducifolia: La reserva de la biosfera de la Sierra de Huautla. CONABIO. *Biodiversitas* (45): 7 - 12.
- Ayala, M. y Enriquez, M. B. (2017). Los aportes de la etnobotánica para la investigación en extensión forestal. *Revista de Ciencias Forestales* (25) 1-2: 63-68. Universidad Nacional de Santiago del Estero
- Barbosa, F., Fernández, D. S., Rubio, E., Sánchez, I. y Contreras, J. R. (2016). Dinámica del agua de lluvia en árboles de selva baja caducifolia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(5): 1179 - 1188.
- Baskin, C. C. y J. M. Baskin, 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Elsevier, EUA. 666 p.
- Baskin C.C y Baskin J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and evolution of Dormancy and Germination*. Second edition. Elsevier.
- Blancas, J., Casas, A. y Lira, R. (2009). Traditional Management and Morphological Patterns of *Myrtillocactus schenckii* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Economic Botany* 63(4), 375–387. doi.org/10.1007/s12231-009-9095-2

- Burgos (2014). Potentially useful flora from the tropical rainforest in central Veracruz, Mexico: considerations for their conservation. *Acta Botanica Mexicana* 109: 55-77
- Búrquez, A., Martínez, A. (2009). Límites geográficos entre las selvas bajas caducifolias y los matorrales espinosos y xerófilos: ¿qué conservar?. En: Ceballos G., Martínez L., García A., Espinosa E., Bezaury J., Dirzo R. (Coords). *Diversidad, amenazas y prioridades para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. (pp. 22-30). Comisión Nacional para el uso y conocimiento de la Biodiversidad.
- Campo, A.M. y Duval, V.S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía* (34):2 25-42. DOI: 10.5209/rev\_AGUC.2014.v34.n2.47071
- Carabias, J., Arriaga, V. y Cervantes, V. (2007). Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: Limitantes, avances, rezagos y retos. *Boletín de la sociedad botánica México* (80): 85 - 100.
- Carvalho, C., Pedro, J., Monteiro, A.T., Hein L. y Pradinho J. (2016). Assessing the effects of land cover and future climate conditions on the provision of hydrological services in a medium-sized watershed of Portugal. *Hydrological Process* 30(6): 720–738. DOI: 10.1002/hyp.10621
- Carnevale, N. J., Montagnini, F. (2002). Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *Forest Ecology and Management* (163): 217-277.
- Casas, A., Valiente, A., Viveros, J. L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila, P., Lira, R. y Rodríguez, I. (2001). Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán valley, México. *Economic Botany* 55(1): 129 - 166.
- Cervantes, M., Ceccon, E. y C. (2011). Germination of stored seeds of four tree species from the tropical dry forest of Morelos, Mexico. *Botanical Sciences* 92 (2): 281-287 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2015). Inventario forestal del municipio de Querétaro, Querétaro, México, 148 pp. Revisado en <https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/inventario-municipal-forestal-2015.pdf>
- Cotler H., y Priego, Á. (2004). El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala. En: Cotler, H. (Ed.). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) pp. 63-74.
- Cotler, H. y Pineda, R. (2008). Manejo integral de cuencas en México ¿Hacia dónde vamos?. *Boletín del archivo Histórico del agua* 39: 16-21, recuperado de <http://132.248.9.34/hevila/Boletindelarchivohistoricodelagua/2008/vol13/no39/2.pdf>
- Cotler, H. y Caire, G. (2009). Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología, México. 15-25.
- Cotler, H., A. Galindo., González, I., Pineda, R. y E. Ríos, (2014), Cuencas hidrográficas, Fundamentos y Perspectivas para su Gestión, México. Editorial CECADESU-SEMARNAT, pp. 1-31.

- Cristancho, S. y Vining, J. (2004). Culturally Defined Keystone Species. *Human Ecology*, 11(2): 153-164.
- Delgado, A., Torres, I. y Blancas, J. (2014). Vulnerability and risk management of Agave species in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10(53). doi.org/10.1186/1746-4269-10-53
- Doran, J. C., Boland, D. J. Turnbull, J. W., y Gunn, B. V. (1983). Manual sobre las semillas de vachellias de zonas secas: una guía para la cosecha, extracción, limpieza, almacenamiento de la semilla y para el tratamiento que estimule la germinación de las vachellias de la zona seca (No. FAO 634.973321 M294). FAO, Roma (Italia).
- Douterlunge, D. y Ferguson, B. C. (2016). Estrategias para el establecimiento de árboles en pastizales para la restauración de la selva húmeda en Chiapas. En: Ceccon, E. y Martínez-Garza C. (Coords.). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas* (pp. 385-400). México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Espinosa, D., Ocegueda, S., Aguilar, C., Flores, O. y Llorente, J. (2008) El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En Sarukhán, J. (Coord. Gral.) CONABIO. *Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad*. (1)33-65. México.
- Espitia, M., Araméndiz, H. y Cardona, C. (2017). Características morfológicas, anatómicas y viabilidad de semillas de *Cedrela odorata* L. y *Cariniana pyriformis* Miers. *Agronomía Mesoamericana* 28(3): 605-617. doi:10.15517/ma.v28i3.26287
- Estrada, E., Garza, M. y Villarreal, J.Á. (2014). Ethnobotany in Rayones, Nuevo León, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10(62). doi.org/10.1186/1746-4269-10-62
- Estrada, E., Villarreal, J.Á. y Rodríguez, M.M. (2018). Ethnobotanical Survey of Useful Species in Bustamante, Nuevo León, Mexico. *Human Ecology* 46, 117–132. doi.org/10.1007/s10745-017-9962-x
- Ferro, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *ECOVIDA* (5):1 139-186.
- Ffolliot, P. F. y Thames, J. L. (1983). Collection, handling, storage and pre-treatment of Prosopis seeds in Latin America. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 143 p.
- Figueroa, F., V. Sánchez, P. Illoldi y M. Linaje, (2011). Evaluación de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente?. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (82), 951-963.
- Flores, J.S. y Álvarez J. (2011). Flora y Vegetación. Capítulo 13. 389-414 p. En: Bautista, F. (ed.). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. 2ª ed. CIGA, Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Galbraith, M., Towns, D. R., Bollard, B., y MacDonald, E. A. (2021). Ecological restoration success from community and agency perspectives: exploring the differences. *Restoration Ecology*, 29(5). doi:10.1111/rec.13405

- García, M.A., Castellanos, I., Cano, Z. y Peláez, C. M. (2008). Variación de la velocidad de infiltración media en seis ecosistemas inalterados. *Terra Latinoamericana* 26(1): 21 - 27.
- García, A., Mendoza, K. I. y Galicia, L. (2005). Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Papagayo (Guerrero), México. *Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM (56): 77 - 100.
- Garibaldi, A. y Turner, N. (2004). Cultural keystone species implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society* 9(3): (online) <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art1>
- Godínez, H. y Flores, A. (2000). Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: Su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotánica* (11) 1-29. Departamento de Botánica Distrito Federal, México.
- González J. C., Madrigal X., Ayala, A., Juárez, A. y Gutiérrez, E. (2006). Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development* 18 (8): <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd18/8/gonz18109.htm>
- Gutiérrez, C., Cabrera, G. G., Contreras, A. y Cach, H. (2020). Estructura y composición florística de la selva baja caducifolia espinosa de Lerma, Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 22(1): 1-10
- Hernández, A.M. y García S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Biología Tropical* 63(3): 603-616.
- Hernández O., Mancilla O. R., Palomera C., Olguín J. L., Flores H., Can A., Ortega H. M. y Sánchez E. I. (2020). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río tuxcacuesco, Jalisco, México. *Int. Contam. Ambie.* 36 (3) 689-701, <https://doi.org/10.20937/RICA.53595>
- Huerta, F. M. y Guerrero, S. (2004). Naturaleza de las comunidades. *Ecología de comunidades*. Universidad de Guadalajara, México. 23- 58 pp.
- Hultine, K. R. y Bush, S. E. (2011). Ecohydrological consequences of non-native riparian vegetation in the southwestern United States: A review from an ecophysiological perspective. *Water Resources Research* (47):7 [doi.org/10.1029/2010WR010317](https://doi.org/10.1029/2010WR010317)
- Holl, K. D. (2002). Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology* (90): 179 - 187.
- INEGI, 2003. Mapa Digital de México. Representación de recursos naturales y culturales del territorio nacional a escala 1:250000, basado en imágenes de satélite del 2002 y trabajo de campo realizado en 2003.
- INEGI, 2004. Guía para la interpretación de la cartografía edafológica. Extraído de la página <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf>
- INEGI, 2006. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Extraído de la página [http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf)

- INEGI 2013. Guía para la interpretación de Cartografía. Uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2016). Reglas internacionales para el análisis de las semillas. Suiza, 192 pp. Recuperado de [https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf) en septiembre de 2021.
- Jaramillo, V.J., García, F. y Martínez A, (2010). La selva seca y las perturbaciones antrópicas en un contexto funcional. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, J. y Dirzo, R. (Eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 235-250).
- Jiménez, F. y Benegas, L. (2019). Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1): 153-170. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.53-1.9>
- Ladio, A. H., y Lozada, M. (2009). Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: Resilience and ecological knowledge. *Journal of Arid Environments*, 73(2), 222–227. doi:10.1016/j.jaridenv.2008.02.006
- Li, M., Liu, S., Liu Y., Sun Y., Wang F., Dong S., An Y. (2021). The cost–benefit evaluation based on ecosystem services under different ecological restoration scenarios. *Environ Monit Assess* 193:398
- Luna, E. (2014). *Evaluación social del programa “Restauración forestal en cuencas hidrográficas prioritarias” con localidades mazahuas del sistema de microcuencas prioritarias Cutzamala* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales. México. 178 p.
- Luna, H., Contreras, P, Díaz, A. y Ramírez, B. (2017). *Diagnóstico ambiental del municipio de Corregidora*. Universidad Autónoma de Querétaro, México. 117 pp.
- Lobo, M., Delgado, O., Cartagena, J. R., Fernández, E., Medina, C. I. (2007). Categorización de la germinación y la latencia en semillas de chirimoya (*Annona cherimola* L.) y guanábana (*Annona muricata* L.), como apoyo a programas de conservación de germoplasma. *Agronomía Colombiana* 25(2): 231 – 244.
- Maass, M., Jardel, E., Martínez, A., Calderón, L., Herrera, J., Castillo, A., Euán, J. y Equihua, M. (2010). Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. *Ecosistemas* 19(2): 69-83.
- Macedo, L.R. (2018). *Análisis de la estructura vegetal humedal-bosque ripario en el humedal del río negro, chaco húmedo, Paraguay* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, Facultad de ciencias agrarias 133 pp.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2014). Experiencias de manejo y gestión de cuencas en el Ecuador: Indicadores para una evaluación rápida. Quito 49 p.

- Mensah, A. K. (2015). Review: Role of revegetation in restoring fertility of degraded mined soils in Ghana. *Int. J. Biodivers. Conserv* 7(2): 57-80 p. DOI: 10.5897/IJBC2014.0775
- Martínez, C., Osorio, M., Alcalá, R.E. y Valenzuela, D. (2016). Ocho años de restauración experimental en las selvas estacionales de México. En: Ceccon, E. y Martínez-Garza C. (Coords.). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas* (pp. 385-400). México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Maza, S., Macedo, F., Rodríguez, J., Oyama K., y Martínez M. (2014). Variación de la estructura y composición de comunidades de árboles y arbustos entre tipos de vegetación en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán. *Botanical Sciences* 92 (2): 243-258.
- Millward, A. A. y Mersey J. E. (2001). Conservation strategies for effective land management of protected areas using an erosion prediction information system (EPIS). *Journal of Environmental Management* (61), 329–343. doi: 10.1006/jema.2000.0415.
- Musálem, K., Cámara, J., Laino, R., González, M. y Ramírez, N. (2014). Manejo integral de cuencas hidrográficas (MICH): el enfoque utilizado en el proyecto FORDECyT Cuenca Grijalva. En: González-Espinosa M., Brunel Manse M. C. (Coords). *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la Cuenca Grijalva.* (pp. 80-102). México, Ecosur.
- Nabhan, G. P., Riordan, E. C., Monti, L., Rea, A. M., Wilder, B. T., Ezcurra E., Mabry J. B., Aronson, J., Barron-Gafford G. A., García J. M., Búrquez A., Crews T. E., Mirocha P., Hodgson W. C. (2020). An Aridamerican model for agriculture in a hotter, water scarce world. *Plants People* (2): 627 – 639 <https://doi.org/10.1002/ppp3.10129>
- Neufeld, H. S. y Chappelka, A. H. (2007). Commentary for papers resulting from the recent symposium on air pollution and vegetation effects in national parks and natural areas: Implications for science, policy and management. *Environmental Pollution* (149): 253-255.
- Ochoa M.C. (2019). *Valoración de la calidad ambiental como estrategia para la planeación territorial, caso de estudio: microcuenca el Pueblito-Joaquín Herrera, Querétaro* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Querétaro, México, Facultad de Ciencias Naturales, 132 p.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2018. Seed Scheme Rules, Regulations and Guidelines 175 p. Recuperado de: <http://www.oecd.org/agriculture/seeds/rules-regulations/#>
- O'Sullivan, O. S., Holt, A. R., Warren, P. H. y Evans, K. L. (2017). Optimising UK urban road verge contributions to biodiversity and ecosystem services with cost-effective management. *Journal of Environmental Management* 191: 162 – 171. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.062>
- Osorio, M. (2012). Origen, evolución y ecología de la selva seca. *Inventio* 8 (16): 61-69.
- Pennington, T. D. y Sarukhán, J. (1998). *Árboles tropicales de México*. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 521 pp.

- Perevochtchikova, M. y Arellano, J. L. (2008). Gestión de cuencas hidrográficas: experiencias y desafíos en México y Rusia. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4 (3): 313-325.
- Pérez, E. y Casas, A. (2007). Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *Journal of Arid Environments*, 70(2), 356–379. doi:10.1016/j.jaridenv.2006.12.016
- Pérez, N., Martínez, J. y Lindig, R. (2019). Pruebas de viabilidad de semillas. *Manual de prácticas de propagación de especies nativas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 13-16 pp.
- Pickett, T.A., Belt, T.K., Galvin, M.F., Groffman, P.M., Grove, J.M., Outen, D.C, Pouyat, R.V., Stack, W.P. y Cadenasso M.L. (2007). Watersheds in Baltimore, Maryland: Understanding and Application of Integrated Ecological and Social Processes. *Contemporary Water Research & Education* 136: 44-55.
- Pineda, R., Hernández, J. A. y Tobar, R. (2015). Retos para la conservación del patrimonio natural desde la gestión integrada de cuencas. *Ciencia Digital* 18(2): 17 p. Recuperado de: [https://www.uaq.mx/investigacion/revista\\_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v8-n2/14-CN.pdf](https://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v8-n2/14-CN.pdf)
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano Corregidora (PMDU) (2014). Secretaria de Desarrollo y Obras Públicas del Municipio de corregidora.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora, Qro (POELMC). (2016). Secretaria de Movilidad, Desarrollo urbano y Ecología del Municipio de Corregidora. Disponible en: [http://www.corregidora.gob.mx/Documentos/20152018/sedesu/POELMC\\_2016.pdf](http://www.corregidora.gob.mx/Documentos/20152018/sedesu/POELMC_2016.pdf)
- Purata, S.E. (2008). Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites. CONABIO/RAISES. 60 páginas, México.
- Ramírez, Y., Martínez, M., Pedraza, J., Ramírez, V., Martínez, N. y Trujillo, J. (2019). Ethnobotanical, Nutritional and Medicinal Properties of Mexican Drylands Cactaceae Fruits: Recent Findings and Research Opportunities. *Food Chemistry*, 20, 126073. doi:10.1016/j.foodchem.2019.126073.
- Ramírez, N., Camacho A. y González M. (2003). Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los Altos y montañas del Norte de Chiapas. Colegio de la frontera sur, Chiapas, 41 pp.
- Rey, J. M., Newton A.C., Diaz A. y Bullock J.M. (2009). Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta-Analysis *Science* (325), 1121-1124. doi: 10.1126/science.1172460
- Roa, D. C. y Moreno N. (2017). Curvas de crecimiento y análisis de rasgos funcionales de especies arbóreas y arbustivas del área de propagación vivero “La Florida” jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis (Trabajo de pasantía). Bogotá, Colombia. 152 p. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6916>
- Saikia, A. P., Ryakala, V. K., Sharma, P., Goswami, P. y Bora, U. (2006). Ethnobotany of medicinal plants used by Assamese people for various skin ailments and

- cosmetics. *Journal of Ethnopharmacology*, 106(2), 149–157.  
doi:10.1016/j.jep.2005.11.033.
- Sánchez, E., Hernández, J. G., Hernández, M. M., Maruri, B., Torres, L. E. y Chávez, R. (2011). *Técnicas para la propagación de especies nativas clave para la reforestación en el municipio de Querétaro y su área de influencia*. Consejo de ciencia y tecnología del estado de Querétaro, México. 248 p.
- Sánchez, D., López, M., Medina, A., Gómez, R., Harvey, C., Vílchez, S., Hernández, B., López, F., Joya, M., Sinclair, F. y Kunth S. (2004). Importancia Ecológica y socioeconómica de la cobertura arbórea de un paisaje fragmentado de bosque seco de Belén Rivas, Nicaragua. *Encuentro* 36 (68): 7-22.
- Sánchez, M.A. (2018). *Estructura, crecimiento y dinámica de la selva baja caducifolia en el ejido El Limón, Morelos* (Tesis Doctorado). Colegio de postgraduados. México, 105 pp.
- Sánchez, M. M., Moleón, M., Sánchez, J. A. y Tockner, K. (2016). Dry riverbeds: corridors for terrestrial vertebrates. *Ecosphere* (7):10 doi.org/10.1002/ecs2.1508
- Santibañez, G., Castillo, S. y Martínez, Y. (2015). Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del Valle de México. *BOSQUE* 36(2): 299-313. DOI: 10.4067/S0717-92002015000200015
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (SEDESU). (2015). Plan de manejo de la zona de reserva ecológica el Batán. México. 121 pp. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Primera edición 36 pp.  
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). (2018). ¿Cómo saber que tan viable es una semilla?. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/snics/es/articulos/como-saber-que-tan-viable-es-una-semilla?idiom=es>
- Silva, G. L., Lima, H. V., Campanha, M. M., Gilkes, R. J. y Oliveira, T. S. (2011). Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. *Geoderma* 167(168): 61-70.
- Soto, J. C., Cambrón, V. H. y Renaud, R. (2019). Atributos de las especies arbóreas y su carbono almacenado en la vegetación del municipio de Querétaro, México. *Madera y bosques* 25:1 <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511699>
- Singh, V. P., Singh, S., Tripathi, D. K., Prasad S. M. y Chauhan, D. K. (2017). Role of Reactive Oxygen Species in Magnetoprimed Induced Acceleration of Germination and Early Growth Characteristics of Seeds doi.org/10.1002/9781119324928.ch4
- Society for Ecological Restoration. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Disponible en <<http://www.ser.org/docs/default-document-library/spanish.pdf>

- Stenhouse, R. N. (2004). Fragmentation and internal disturbance of native vegetation reserves in the Perth metropolitan area, Western Australia. *Landscape and Urban Planning* (68), 389–401. doi:10.1016/S0169-2046(03)00151-8
- Stockdale, C. A., Mcloughlin N., Flannigan, M. y Macdonald S. E. (2019). Could restoration of a landscape to a pre-European historical vegetation condition reduce burn probability?. *Ecosphere* 10(2):e02584. 10.1002/ecs2.2584
- Tomich, T. P., Chomitz, K., Francisco, H., Izac, A. M. N., Murdiyarso, D., Ratner, B. D. y Van Noordwijk, M. (2004), Policy analysis and environmental problems at different scales: asking the right questions. *Agriculture, ecosystems & environment*, 104(1): 5-18.
- Torres, J.F.J., González, P.G., Ortiz, G.I., Rodríguez, I., Tun, J., Ventura, J., Castañeda, G.S., Hernández, G.I, Sandoval, C.A., Chan, J.I. y Ortega, A. (2016). Revalorizando el uso de la selva baja caducifolia para la producción de rumiantes. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 19: 73-80.
- Trejo, I., Dirzo, R. (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation* (94): 133 - 142.
- Vanegas, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
- Vargas, O. y Pérez, L. V. (Eds.). (2014). Semillas de plantas de páramo: Ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 176 pp.
- Williams, J. N., Trejo, I., y Schwartz, M. W. (2017). Commonness, rarity, and oligarchies of woody plants in the tropical dry forests of Mexico. *Biotropica*, 49(4), 493–501. doi:10.1111/btp.12447
- Zepeda, C., Burrola, C., White, L. y Rodríguez C. (2017). Especies leñosas útiles de la selva baja caducifolia en la Sierra de Nanchititla, México. *Madera y Bosques* 23(3): 101 - 119.
- Zhou, P., Luukkanen O., Tokola, T., y Nieminen, J. (2008). Vegetation Dynamics and Forest Landscape Restoration in the Upper Min River Watershed, Sichuan, China. *Restoration Ecology* (16):2 348–358 pp. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2007.00307