

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

División de Estudios de Posgrado e Investigación

**USO ACTUAL DE CAMORREAL EN LA COMUNIDAD DE SAN  
PEDRO EL ALTO, ZIMATLÁN, OAXACA**

TESIS QUE PRESENTA:

JOSEFA ITZEL PÉREZ LUIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN  
AGROECOSISTEMAS**

DIRECTORA:

Dra. Gisela Virginia Campos Ángeles

CODIRECTOR:

Valentín José Reyes-Hernández

---

Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca.  
Agosto de 2023.





**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

División de Estudios de Posgrado e Investigación

**USO ACTUAL DE CAMORREAL EN LA COMUNIDAD DE SAN  
PEDRO EL ALTO, ZIMATLÁN, OAXACA**

TESIS QUE PRESENTA:

JOSEFA ITZEL PÉREZ LUIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN  
AGROECOSISTEMAS**

DIRECTORA:

Dra. Gisela Virginia Campos Ángeles

CODIRECTOR:

Valentín José Reyes-Hernández

---

Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca.  
Agosto de 2023.



La presente tesis titulada: **Uso actual de camorreal en la comunidad de San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca**, fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS**

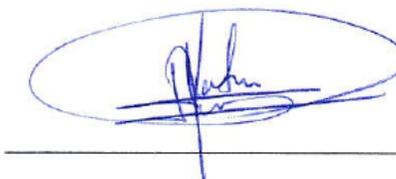
DIRECTORA:

Dra. Gisela Virginia Campos Angeles

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'G' followed by several vertical strokes and a horizontal line at the end, positioned above a horizontal line.

CO-DIRECTOR:

Dr. Valentín José Reyes Hernández

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, oval-shaped initial 'V' followed by several horizontal strokes, positioned above a horizontal line.

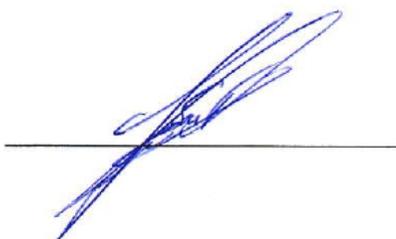
ASESOR:

Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'G' followed by several horizontal strokes, positioned above a horizontal line.

ASESOR:

Dr. José Raymundo Enríquez Del Valle

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'J' followed by several horizontal strokes, positioned above a horizontal line.



<b>Nombre de la Información Documentada:</b> <b>Formato Autorización del comité para entrega de tesis.</b>	<b>Código: ITVO-AC-PR-08-02</b>
	<b>Revisión: 1</b>
<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2</b>	<b>Página 1 de 1</b>

**OFICIO No. DEPI/0514/23**  
Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, 28 de junio del 2023

**C. JOSEFA ITZEL PÉREZ LUIS**  
**ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**  
**EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS**  
**P R E S E N T E**

Los que suscriben, miembros de su Comité Tutorial, le comunicamos que hemos revisado el contenido de su tesis **“USO ACTUAL DE CAMORREAL EN LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO EL ALTO, ZIMATLÁN, OAXACA”**. Por lo que con base en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México se le otorga la **AUTORIZACIÓN** para que proceda a la entrega del documento final de la misma, impresa y en formato digital (PDF); para continuar con su trámite y asignarle la fecha de su examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento nos permitimos reconocer su esfuerzo y felicitarle por el logro de su documento de tesis.

**ATENTAMENTE**

*“Ciencia y Tecnología para el Campo”*

**DRA. GISELA VIRGINIA CAMPOS ANGELES**  
**DIRECTORA DE TESIS**

**DR. VALENTÍN JOSÉ REYES HERNÁNDEZ**  
**CO-DIRECTOR**

**DR. GERARDO RODRÍGUEZ ORTIZ**  
**ASESOR**

**DR. JOSÉ RAYMUNDO ENRÍQUEZ DEL VALLE**  
**ASESOR**

	<b>Nombre de la Información Documentada:</b> <b>Formato Autorización de DEPI para entrega de Tesis.</b>	<b>Código: ITVO-AC-PR-08-03</b>
	<b>Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2</b>	<b>Revisión: 1</b>
		<b>Página 1 de 1</b>

Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, **30/junio/2023**

OFICIO No. DEPI/536/2023

**C. JOSEFA ITZEL PÉREZ LUIS**  
**ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**  
**EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS**  
**P R E S E N T E**

Con base en los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, respecto a la presentación del examen de grado, me es muy grato comunicarle que esta División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo, **AUTORIZA** la entrega del documento final de su tesis en formato digital (PDF) titulada: **"USO ACTUAL DE CAMORREAL EN LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO EL ALTO, ZIMATLÁN, OAXACA"**.

Cuyo contenido ha sido revisado y aprobado por su Comité Tutorial y cumple en lo general con el formato establecido para este documento, como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas.

Sin más por el momento le felicito cordialmente por el logro de esta meta y le reitero el respaldo institucional de su Alma Mater.

**ATENTAMENTE**  
**"Ciencia y Tecnología para el Campo"**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA

**DR. GUSTAVO OMAR DÍAZ ZORRILLA**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS**  
**DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE**  
**POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

El presente estudio se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), a través de la beca para la realización de estudios de posgrado con número 1154739, con el tema de investigación “Uso actual de camorreal en la comunidad de San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca”.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente a Dios por darme vida para continuar mis proyectos.

A la comunidad de San Pedro el Alto, mi comunidad de origen, por haberme permitido realizar este proyecto y por las demás facilidades otorgadas.

A mi familia, a mi madre que me reemplaza en mis labores de madre, a mi padre por su apoyo incondicional y por siempre creer en mí, motivarme a luchar por mis sueños, a mi hermano por siempre estar conmigo.

A la Dra. Gisela V. Campos Angeles por todo su apoyo y disposición otorgada durante la realización de este proyecto. Al Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz, Dr. Valentín José Reyes Hernández y Dr. José Raymundo Enríquez del Valle por sus asesorías y consejos.

A la Mireya Burgos-Hernández y al M.C. Ricardo Vega, encargados del Herbario-Hortorio CHAPA, por la ayuda que me ofrecieron para la identificación de las especies.

A mis amigos y amigas de la maestría, que compartíamos nuestro sentir.

## **DEDICATORIA**

A mi hija Zaira Sofia, por ser la mayor motivación.

A mis padres Alejo y Rebeca, en muestra de la gratitud, por todo el apoyo incondicional que me han dado en toda la vida.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	4
1.1.1 Objetivo general.....	4
1.1.2 Objetivos específicos .....	4
1.1 Hipótesis .....	4
<b>CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Conocimiento tradicional de plantas medicinales en México .....	6
2.2 uso tradicional de las plantas medicinales .....	7
2.3 Raíces medicinales .....	8
2.4 Estudio de poblaciones silvestres de especies vegetales .....	10
2.5 Estado actual de las plantas medicinales en Oaxaca .....	11
2.6 Estructura ecológica.....	12
2.7 Distribución espacial .....	13
<b>CAPÍTULO III DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE EJEMPLARES DE CAMORREAL, EN SAN PEDRO EL ALTO, OAXACA</b> .....	<b>15</b>

RESUMEN .....	15
SUMMARY .....	16
3.1 INTRODUCCIÓN .....	17
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.4.1. Área de estudio .....	18
3.3. RESULTADOS.....	19
3.3.1 Sinonimias .....	20
3.3.2 Nombres locales .....	20
3.3.3 Botánica y ecología.....	21
3.3.4. Usos medicinales locales.....	26
3.4. DISCUSIONES .....	28
3.5 CONCLUSIONES .....	30
3.6 LITERATURA CONSULTADA .....	31

**CAPÍTULO IV POBLACIONES NATURALES DE CAMORREAL EN SAN PEDRO EL ALTO..... 33**

RESUMEN .....	33
SUMMARY .....	34
4.1 INTRODUCCIÓN .....	35
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	37
4.2.1 Área de estudio.....	37
4.2.2. Análisis de datos.....	38
4.3 RESULTADOS.....	38
4.3.1. Densidad de las especies de camorreal .....	39
4.3.2 Diversidad alfa .....	43
4.3.3 Índice de valor de importancia (IVI) .....	43
4.4 DISCUSIÓN .....	45
4.4.1 Distribución espacial. ....	45
4.4.2. Diversidad.....	45
4.4.1. índice de Valor de Importancia .....	46
4.5 CONCLUSIONES .....	47
4.6 LITERATURA CITADA.....	47

<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIÓN GENERAL .....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO VII CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO VIII LITERATURA CITADA .....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Plantas de camorreal y sus usos.	27
4.1	Nombre científico y nombre local de las especies de camorreal con uso medicinal de la comunidad de San Pedro el Alto	36
4.2	Diversidad alfa de área donde desarrolla especies de camorreal.	41
4.3	Índice de valor de importancia para las especies localizadas.	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Patrones de distribución espacial.	14
3.1	Ubicación de San Pedro el Alto.	19
3.2	Individuo en estado joven de <i>Asclepias circinalis</i> .	23
3.3	<i>Asclepias melantha</i> en estado de floración.	23
3.4	<i>Iostephane trilobata</i> en etapa de floración.	24
3.5	<i>Lobelia hartwegii</i> , a lado izquierdo en estado joven, a lado derecho en floración.	25
3.6	<i>Psacalium paucicapitatum</i> en estado adulto, presenta floración.	26
4.1	Densidad de especies de camorreal.	37
4.2	Distribución espacial de las especies de camorreal.	39

## RESUMEN

La comunidad de San Pedro el Alto, enclavada en la Sierra Sur del estado de Oaxaca, México, cuenta con una gran riqueza vegetal que es utilizada con diferentes fines. En los que destaca el uso medicinal y dentro de este, algunas especies son apreciadas de forma particular, por lo que son extraídas de su hábitat natural sin un plan de manejo, lo que puede ocasionar su pérdida. Tal es el caso de camorreal; nombre con el que se identifica a varias especies de herbáceas medicinales en la comunidad. Por lo que es importante documentar su uso y manejo. La investigación tuvo como objetivo estimar la distribución y diversidad asociada a las poblaciones silvestres de camorreal, así como describir sus usos actuales con base en las referencias publicadas. El estudio se realizó durante los meses de julio y agosto de 2022; para lo que se aplicaron entrevistas para identificar su uso; por otra parte, se realizó un muestreo dirigido en zonas donde fueron reportadas las especies por los pobladores, en donde se establecieron parcelas de 400 m<sup>2</sup>, se realizó el inventario (arbóreo, arbustivo y herbáceo) y se registraron las condiciones ecológicas del sitio (altitud, exposición, pendiente, textura del suelo y orografía). Se identificaron cinco especies vegetales denominadas de forma local como camorreal (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii* *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*), cada una de ellas con diferentes usos, el patrón de distribución es agregado, solo una especie tuvo un valor de IVI superior al 10 %, las demás especies tuvieron valores inferiores.

**Palabras clave:** conocimiento tradicional, plantas medicinales, diversidad, estructura,

## SUMMARY

The community of San Pedro el Alto, located in the Sierra Sur of the state of Oaxaca, Mexico, has a great wealth of plants that are used for different purposes. The most important of these is medicinal use, within this, some species are particularly appreciated, which is why they are extracted from their natural habitat without a management plan, which can lead to their loss. Such is the case of camorreal; a name that identifies several medicinal herbaceous species in the community. It is therefore important to document their use and management. The aim research was to estimate the distribution and diversity associated with wild populations of camorreal, as well as to describe its current uses based on published references. The study was conducted during the months of July and August 2022; for which interviews were applied to identify their use; on the other hand, a directed sampling was carried out in areas where the species reported by the settlers, where 400 m<sup>2</sup> plots were established, the inventory (arboreal, shrub and herbaceous) was made. The ecological conditions of the site (altitude, exposure, slope, soil texture, and orography) were recorded. Five plant species locally referred to as camorreal (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii* *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha*, and *Asclepias circinalis*) were identified, each with different uses, the distribution pattern is aggregated, only one species had an IVI value higher than 10 %, the other species had lower values.

**Keywords:** traditional knowledge, medicinal plants, diversity, structure,

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los bosques son proveedores de recursos maderables, además de diversos servicios ecosistémicos (Ávila, 2015). Los ecosistemas forestales brindan una diversidad de productos no maderables (PFNM), como alimentos, forraje, productos aromáticos, carne silvestre, miel y medicina (FAO, 2020). Dentro de estos, las plantas medicinales (PM) tienen una gran relevancia para la sociedad, y resulta importante señalar que la mayoría de ellas se extrae de espacios naturales, y solo una pequeña proporción son cultivadas.

En México, gracias a esta riqueza biológica y cultural es posible tener una gran tradición etnobotánica. Esto incluye el conocimiento, uso y manejo de las especies a través de diferentes formas de interacción entre las comunidades locales y su entorno (Caballero Cruz et al., 2016). Así, se pueden identificar patrones entre los grupos étnicos y las familias botánicas más utilizadas por categoría de uso (medicinal, comestible, ritual, adorno). En este sentido, su registro puede ayudar a entender aspectos básicos de las interacciones que se establecen entre el aprovechamiento de la flora local y las comunidades humanas que comparten el territorio, que incluso generan actividades económicas locales alrededor de estas (Blancas *et al.*, 2014). Dentro del país, destaca el

estado de Oaxaca que se reconoce por el diversificado y profundo conocimiento tradicional en el uso de las PM de sus 19 grupos étnicos (SIASAR, 2017). Las poblaciones locales, son reconocidas debido a la efectividad para el tratamiento de enfermedades diversas usando PM (Cruz Pérez *et al.*, 2021). La Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó que el conocimiento del uso de las PM es un bien cultural cuya utilidad para la mejora de la salud en diferentes tiempos de enfermedades es innegable (OMS, 2014). El estudio de las PM desde una perspectiva ecológica es útil para entender la dinámica de las interacciones entre el ser humano y su ambiente, lo cual es de utilidad para explicar del uso y manejo de los recursos medicinales (Sen & Samanta, 2014). De hecho, en la ecología, la estructura de la vegetación de ecosistemas forestales forma parte de los indicadores de la biodiversidad, ya que el arreglo espacial tanto de forma vertical como horizontal que presentan las especies vegetales determina la integridad y la estabilidad del ecosistema (Del Rio *et al.*, 2003).

La comunidad de San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca, es reconocida por el aprovechamiento comercial de sus recursos forestales maderables, sin embargo, no existen registros documentados sobre el uso de sus PFM, los cuales son importantes en la vida cotidiana en virtud de que éstos satisfacen diversas necesidades de la población local y regional. El uso de los PFM se sustenta en prácticas sociales y culturales, y los habitantes de esta comunidad utilizan PM para curar diversas enfermedades. En particular, el camorreal se utiliza para diferentes fines, y a la fecha, se reconocen de manera tradicional cinco especies diferentes, que se recolectan en los bosques de la comunidad. Sin embargo, existen vacíos de información con referencia a las plantas reconocidas como camorreal; por un lado, no existe certeza sobre la

clasificación botánica y taxonómica de todas las supuestas especies; tampoco se tiene información sobre la abundancia de cada una de ellas, y el posible “estatus” de conservación, dado el uso y aprovechamiento no controlado de sus poblaciones naturales; también, se desconoce qué tanta riqueza de éstas y otras especies medicinales exista en los ecosistemas de la comunidad, y tampoco hay información detallada sobre la ecología de estas especies. Por lo anterior, estudios como el que se presenta en este documento, servirán de apoyo para que la población pueda dar buen uso a las PM con las que cuenta, y de alguna manera proporciona elementos para un aprovechamiento sustentable.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Evaluar las condiciones ecológicas en las que se desarrolla las poblaciones silvestres del camorreal, así como sus usos en San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Identificar taxonómicamente a las especies de camorreal y su uso entre los pobladores de San Pedro el Alto.

Determinar la abundancia, distribución y diversidad de las poblaciones de camorreal utilizadas por la comunidad, en áreas bajo manejo forestal.

## **1.1 Hipótesis**

La presencia, riqueza y abundancia de las especies denominadas “camorreal”, depende de características ecológicas específicas, dentro de las cuales la topografía, exposición, humedad del suelo, y vegetación asociada son las de mayor importancia. Esto las hace potencialmente vulnerables a cualquier disturbio que modifique de manera abrupta tales condiciones.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

Desde la antigüedad, la humanidad mantiene una relación con los recursos naturales, de los cuales las plantas son un recurso muy valioso para los seres humanos (Maldonado *et al.*, 2020), por su uso tanto alimenticio como medicinal, por lo que el conocimiento sobre el uso de éstas se ha transmitido de generación en generación (Velásquez-Vázquez *et al.*, 2019). Las plantas, gracias a su sorprendente y complejo metabolismo, forman un “arsenal químico”, del cual solo se conoce con éxito un tercio (Avello & Cisternas, 2010). El uso de las plantas medicinales en la medicina tradicional, se basa en el uso terapéutico de diversas especies vegetales y de las diferentes partes de las plantas y sus formas de uso, para la prevención o tratamiento de enfermedades variadas, aunque para validar el uso de éstas primero se tiene que corroborar la identificación taxonómica a nivel de especie (Bussmann, 2015). Después de China, México es reconocido como el segundo país más importante del mundo con tradiciones y riqueza en el uso de plantas medicinales. México se caracteriza por tener condiciones ambientales diversas, y alrededor de 4,500 especies se utilizan por las 56 etnias que habitan en nuestro país (Gómez-Álvarez, 2012).

## 2.1 Conocimiento tradicional de plantas medicinales en México

México posee una amplia biodiversidad, además de contar con diversos grupos poblacionales que son poseedores de una cultura y tradiciones diversas (Valdés-Cobos, 2013). El uso de la medicina tradicional se documenta desde la antigüedad, por ejemplo, en la obra *Códice Badiano*, la cual se considera el escrito más antiguo en América; en esta obra, se ilustra a las plantas medicinales y se describe su uso, en náhuatl, por Martín de la Cruz, para después ser traducido al latín por Juan Badiano (INAH,2023). De acuerdo con Villaseñor, (2016), se reportan alrededor de 30 000 especies de plantas vasculares en la flora mexicana de las cuales 23 314 se consideran nativas y 11 578 son endémicas. Nuestro país cuenta con una diversidad amplia de especies de plantas, en virtud de que la región se encuentra en una de las seis regiones más biodiversas del mundo. Por tanto, la medicina tradicional de México, válida en todos los grupos étnicos y mestizos, constituye un patrimonio milenario del conocimiento de las plantas medicinales y representa un patrimonio cultural que debemos apreciar y conservar. Un ejemplo es el estado de Morelos, en particular la zona habitada por los pueblos olmeca, tlahuica y xochimilca. Dicha región, con siete ecosistemas distintos, tiene un rico patrimonio biocultural y un conocimiento tradicional amplio sobre el uso y tratamiento de plantas medicinales. A pesar de que estos remedios naturales se utilizan, por lo habitantes de diferentes regiones del país, muchas plantas son poco reconocidas como medicinales a base de hierbas, porque no se documentan o porque se encuentran en lugares lejanos. Sin embargo, la mayoría de ellos cuenta con información etnobotánica y taxonómica en la literatura (Fernando *et al.*, 2020).

## 2.2 uso tradicional de las plantas medicinales

De acuerdo con CONABIO (2008), aproximadamente el 12 % de la biodiversidad mundial está representada en México, la cual se combina con la riqueza cultural de las más de 50 etnias del país (Sarukhán *et al.*, 2009). La OMS señala que las plantas medicinales son muy importantes para la humanidad, ya que, a través de milenios de relaciones cercanas con la naturaleza, muchas personas en el mundo han conocido y utilizado a la naturaleza como un recurso valioso para restaurar su salud. En lo particular, los pueblos indígenas tienen un conocimiento profundo de su medio ambiente y ecología (Casas *et al.*, 2014). Por otro lado, las plantas medicinales son, además, un importante recurso terapéutico de la medicina tradicional mexicana, que en su mayoría aún es rescatable y puede ser parte importante de la implementación de nuevos planes de salud que combinen el conocimiento popular y el científico (Argueta y Cano, 2011). La medicina tradicional mexicana depende del uso popular de plantas medicinales, registrándose poco más de 3,000 especies utilizadas como medicinas naturales gran parte de las cuales pueden ser parte de nuevos planes de salud que combinen el saber popular y el científico (Dávila *et al.*, 2012). La OMS reconoce la práctica de la medicina tradicional como un valor cultural y un medio para asegurar y mantener la salud y prevenir, diagnosticar, tratar o curar enfermedades físicas y mentales (OMS, 2013).

Desde la antigüedad, las personas han utilizado las plantas para tratar enfermedades; algunos estudios científicos sobre material vegetal han demostrado la eficacia terapéutica de las plantas a lo largo del tiempo (Sharma *et al.*, 2017). La diversidad vegetal y la extensa riqueza cultural de México han fomentado el uso de las plantas con fines medicinales desde la época prehispánica (Martínez, 2012). Este patrimonio cultural se

transmite de generación en generación, por lo que algunas costumbres continúan y se practican todos los días tanto en el campo como en la ciudad (Yeh *et al.*, 2013). Para el uso de las plantas medicinales en diferentes formas de preparación López Luengo (2002), propone una serie de diferentes usos, ya que en cada zona de estudio se describe la manera de preparación, contemplando la finalidad de su utilización:

- a) Decocción: este se prepara vertiendo la parte de la planta a utilizar (cascara, hojas, flores, tallos o raíz) en agua caliente a punto de ebullición y se deja hervir un tiempo de 2 a 5 mn.
- b) Uso directo de la planta: esto consiste en utilizar la planta sin previo manejo, por ejemplo, solo masticar las hojas o raíces.
- c) Maceración: solo se deja reposar la parte a utilizar en agua, el tiempo puede variar.
- d) Emplasto: esto se obtienen de una mezcla con una sustancia pegajosa como lo es el cebo, de manera que se adhiera.
- e) Asado: la parte de la planta a utilizar se pone en el fuego directo o en comal.
- f) Cataplasma: esto consiste en separar la materia prima vegetal con un disolvente específico (agua, aceite o alcohol) a temperatura ambiente.

### **2.3 Raíces medicinales**

Una de las raíces con las que quizás la población está más familiarizada en el jengibre (*Zingiber officinale*). Es una planta muy utilizada a nivel mundial, ya que desde hace mucho tiempo en la medicinal popular se utiliza como medicamento. Para prevenir las náuseas y los vómitos, acelerar la secreción de la saliva y jugo gástrico e interviene como

conducto biliar (Ginger, 2008). Para México Manzanero-Medina *et al.* (2009) documentaron el uso de siete especies medicinales de las que solo se utiliza la raíz, a partir de una investigación que se realizó en el Mercado de Sonora, de la Ciudad de México, las especies son *Cissus sicyoides* (tripas de judas), *Ipomoea stans* (tumbavaquero), *Jatropha dioica* (sangre de grado), *Psacalium peltatum* (matarique), *Roldana sessilifolia* (cachanes), *Sicyos deppei* (amole) y *Valeriana edulis* (valeriana), cada una de ellas es utilizada para controlar diferentes padecimientos. En el país se reporta un complejo llamado Matarique comprende diversas especies, entre las que podemos destacar *Psacalium decompositum*, *Psacalium peltatum* y *Psacalium sinatum*, donde son utilizadas para el control de la glucosa (Jiménez-Estrada *et al.*, 2021)

Por otro lado, para el estado de Oaxaca Castro Juárez *et al.*, (2014), reportan *Pachira aquatica* (Apompo), *Cecropia peltata* (Guarumbo), *Musa sapientum* (Flor de plátano), *Musa paradisiaca* (Flor de plátano), *Salpianthus macrodonthus* (Catarinita), lo cuales son utilizadas para el control de la glucosa. Para la Región Sierra Norte Jasso de Rodríguez *et al.*, (2017) reporta el uso de la especie *Psacalium paucicapitatum* (camote de venado) lo cual es utilizado para el control de la glucosa, para la comunidad de San Pablo Cuatro Venados se reportan dos especies medicinales donde se utiliza la parte de la raíz *Psacalium paucicapitatum* (tamorreal blanco), donde es utilizada para disminuir el dolor por fractura y *Geranium seemannii* (tamorreal blanco) el cual disminuye y previene úlceras estomacales (Martínez-López *et al.*, 2021), para Valles Centrales (Arrazola-Guendulay *et al.*, 2018) documenta uso de *Microsechium palmatum* (Ser.) Cogn (amole amargo), *Psacalium paucicapitatum* (B.L. Rob. & Greenm.) H. Rob. & Brettell (camorreal

blanco), *Geranium oaxacantum* H.E. Moore (camorreal morado), *Mirabilis jalapa* L. (Maravilla), *Xanthosoma robustum* Schott (Taraguntin)

#### **2.4 Estudio de poblaciones silvestres de especies vegetales**

México cuenta con una de las más amplias tradiciones en el estudio etnobotánico de su flora medicinal, arraigada en su diversidad biológica y cultural. La mayoría de los estudios se dividen en uno de dos grupos. El primer grupo consiste en la documentación cualitativa del conocimiento tradicional sobre el uso de plantas medicinales en áreas específicas, obtenida a través de entrevistas con curanderos tradicionales o población en general (Cervantes & Valdés-Gutiérrez, 2013) El estudio y análisis de la biodiversidad debe considerar los diferentes niveles jerárquicos de organización (*i.e.* individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas) y sus características de composición, estructura y funcionalidad (Del Rio y Cañellas, 2003). El uso y manejo de la vegetación por parte local proporciona información importante para analizar las bases dinámicas, culturales y biológicas de las relaciones entre grupos humanos y su entorno vegetal (Valdés-Cobos, 2013).

Sin embargo, el conocimiento ecológico tradicional se está perdiendo dentro de las comunidades, por lo que diversas organizaciones se enfocan en reconocer la importancia de este conocimiento local. Dentro de dichas organizaciones, se destacan a, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (UNESCO) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las cuales consideran al conocimiento como una forma efectiva base para la planificación política y manejo sustentable de los recursos naturales a nivel nacional e internacional ((Millán-Rojas et al., 2016). En este sentido la participación de las comunidades locales

para documentar el conocimiento conduce a mejores resultados en el cumplimiento de objetivos de conservación de los ecosistemas, en contraste con los sistemas de gestión exclusivos que solo conducen a una disminución de la biodiversidad y al bienestar de la población local; para proteger el entorno natural, el aprovechamiento de los elementos naturales requiere de la intervención humana, pero de forma equilibrada (Howe *et al.*, 2014).

## **2.5 Estado actual de las plantas medicinales en Oaxaca**

A nivel nacional, Oaxaca se reconoce como un estado con un profundo conocimiento tradicional de las plantas medicinales entre sus 19 grupos étnicos, incluidos mestizos y afrodescendientes (SIASAR, 2017). Este reconocimiento ha motivado el desarrollo de estudios diversos sobre el conocimiento y uso tradicional de las plantas medicinales. Las investigaciones han incluido análisis de los roles de una o varias especies en las farmacopeas de grupos étnicos, estudios de floras locales completas utilizadas en medicina tradicional, y estudios etnobotánicos generales entre los diferentes grupos étnicos (chinantecos, chocholtecos, cuicatecos, ixcatecos, mazatecos, mixes, mixtecos, nahuas, triquis, zapotecos y zoques) (Casas *et al.*, 2014). En el estado se estima la existencia de al menos 1302 especies de plantas medicinales (Cruz Pérez *et al.*, 2021) las cuales se localizan en 14 tipos de vegetación, de los cuales los bosques templados aportan aproximadamente 545 especies medicinales, las etnias con mayor número de especies de plantas documentadas son los mestizos, mixes, mixtecas y zapotecos, y las familias botánicas más importantes son Asteraceae, Fabaceae, Rubiaceae y Malvaceae.

## 2.6 Estructura ecológica

En la opinión de Moreno (2011), la investigación en la medición de la biodiversidad se ha centrado en encontrar parámetros que permitan caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. La diversidad de especies, a veces llamada heterogeneidad de especies es una manifestación de la organización y estructura de la comunidad, y las medidas más comunes de la diversidad de especies son el número de especies (riqueza y la distribución de individuos entre especies (equidad o uniformidad), (Brower *et al.*, 2018)

Los métodos propuestos para medir la biodiversidad se dividen de acuerdo con:

1. Métodos basados en la cuantificación del número de especies (riqueza específica).
2. Métodos basados en la estructura de la comunidad (distribución, valor de importancia) (Moreno, 2001).

La evaluación de los patrones de diversidad involucra factores climáticos y ecológicos, y se relaciona con los patrones de diversidad en la naturaleza para demostrar la relación del número de especies y el área de distribución (Morrone & Llorente., 2003). Los índices de diversidad de especies son fórmulas matemáticas utilizadas para medir la complejidad de un grupo de especies (Lou & González-Oreja, 2012). El índice de Shannon es uno de los índices más utilizados en ecología, y evalúa la heterogeneidad de un área determinada en función de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, y se refiere a la selección aleatoria de algunas especies o individuos (Pla, 2006). Con este índice se recomienda un análisis de varianza para comparar hábitats (Melo Cruz y Vargas Ríos, 2003).

El índice de Simpson (D) es el indicador de dominancia más común y refleja una mayor riqueza de especies. Se refiere a la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una comunidad infinitamente grande pertenezcan al mismo grupo. El índice de Berger-Parker es una medida de dominancia que describe la abundancia relativa de las especies más comunes, que es independiente de las especies, pero influenciada por el tamaño de muestra. Quizás el más conocido es el índice de valor de importancia de Curtis y McIntosh (1951) que se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Con este índice es posible comparar la importancia ecológica de cada especie en el ecosistema (Curtis y McIntosh, 1951; Melo Cruz y Vargas Ríos, 2003).

## **2.7 Distribución espacial**

El patrón de distribución espacial de la vegetación en un ecosistema se genera por procesos ecológicos diversos y se determina por la intensidad de las interacciones entre individuos (De la Cruz Rot, 2006). El modelo espacial de una especie muestra la organización o disposición espacial de los individuos pertenecientes a una especie sobre la superficie forestal, los cuales pueden distribuirse al azar periódicamente o en grupos en una comunidad y formar parches. López (2008) señala que las especies de plantas no se distribuyen al azar en el paisaje y su ubicación esta influenciada por factores físicos, biológicos y antrópicos. En el primer patrón la distribución de las plantas es influenciada por el tipo de suelo área geográfica, cantidad de luz, temperatura, humedad y viento, entre otros factores. Las plantas que se ubican donde caen las semillas dispersadas por el progenitor (u otras estructuras reproductivas) pueden sobrevivir y competir con éxito con la vegetación circundante (Larson, 1991). Los factores antropogénicos, interfieren en

la dispersión de las plantas a través del transporte directo, la dispersión de semillas, la selección de especies, la modificación del bosque y el manejo, y en ocasiones evitan o suprimen su presencia cuando los humanos no están interesados, y promoviéndolas cuando sí lo están; además las actividades pastoriles y forestales determinan el surgimiento de la vegetación (Sánchez *et al.*, 2005).

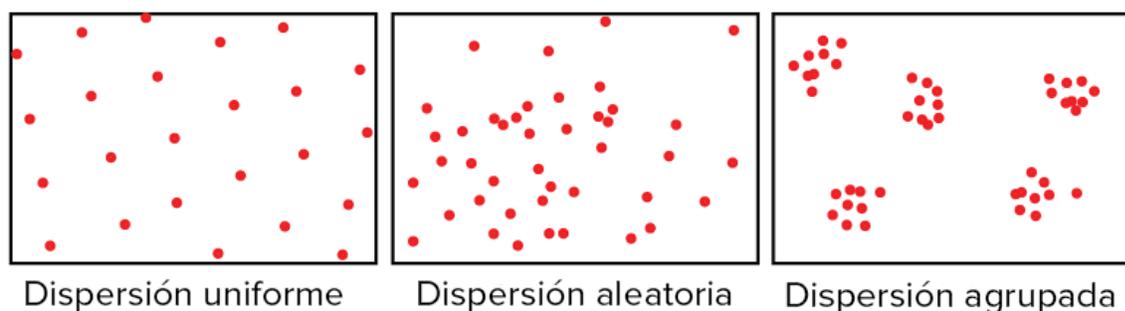


Figura 2.1 patrones de distribución espacial de los individuos de una especie en una comunidad. Imagen tomada de <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/population-ecology/a/population-size-density-and-dispersal>

En un patrón de espaciamiento aleatorio los individuos de la especie se distribuyen aleatoriamente por todo el espacio libre. La aceptación de este tipo de distribución espacial requiere el cumplimiento de dos condiciones: a) todas las especies tienen la misma probabilidad de ocupar un espacio y, b) la presencia de alguna especie en algún sitio determinado no afecta la ubicación de la otra (Ledo *et al.*, 2012). Las poblaciones distribuidas uniformemente de manera uniforme se caracterizan por tener una varianza inferior al promedio porque hay relativamente pocas áreas pobladas o porque la densidad es muy baja en comparación con un patrón aleatorio. El espaciamiento uniforme o regular entre los individuos puede indicar un comportamiento competitivo o agresivo, como la territorialidad en ciertas plantas, aves y mamífero.

## CAPÍTULO III

### DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE EJEMPLARES DE CAMORREAL, EN SAN PEDRO EL ALTO, OAXACA

#### RESUMEN

San Pedro el Alto es una comunidad que pertenece a la etnia zapotecas y que cuenta con una gran riqueza biológica, los pobladores de esta localidad poseen gran conocimiento en el uso de las plantas medicinales. Por ello se tuvo como objetivo identificar taxonómicamente las plantas de camorreal, así como sus usos. En la localidad de San Pedro el Alto, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 62 personas de la comunidad, donde se consideraban aspectos para documentar lo anterior, incluyendo la forma en que son aprovechadas; posterior a esto se ubicaron los lugares donde desarrollan las plantas y así realizar una colecta de estas. Como resultado se identificaron cinco especies de camorreal *Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*, con diferentes usos cada una de ellas, en los estudios actuales solo *Psacalium paucicapitatum*, cuenta con estudios de fitoquímico, *Lobelia hartwegii* es la especie más importante con uso local para los pobladores de la comunidad.

**Palabras clave:** San Pedro el Alto, plantas medicinales, conocimiento tradicional.

## SUMMARY

San Pedro el Alto is a community that belongs to the Zapotec ethnic group and has a great biological richness; the inhabitants of this locality have great knowledge in the use of medicinal plants. For this reason, the objective was to taxonomically identify the camorreal plants, as well as their uses. In the locality of San Pedro el Alto, semi-structured interviews were conducted with 62 people of the community, where aspects were considered to document the use and form of use of the camorreal plants, after this, places where the plants are developed were located and a collection of these was made. As a result, five species of camorreal *Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* and *Asclepias circinalis* were identified, with different uses each one of them, in the current studies only *Psacalium paucicapitatum*, has phytochemical studies, *Lobelia hartwegii* is the most important species with local use for the inhabitants of the community.

**Keywords:** San Pedro the Alto, medicinal plants, traditional knowledge.

### 3.1 INTRODUCCIÓN

En México se ha documentado el conocimiento tradicional del el uso y manejo de las PM, (Camou-Guerrero *et al.*, 2008), donde los saberes varían de acuerdo con la cultura (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2014). En nuestro país se distribuyen aproximadamente 30 000, especies de plantas vasculares, de estas 23 314 se consideran nativas y 11 578 son endémicas (Villaseñor, 2016). Del total de ellas 4 500 tienen atributos medicinales (Muñetón Pérez, 2009; SEMARNAT, 2021), de manera formal el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) cuenta con un registro de 3,000 plantas medicinales. La biodiversidad favorece al sustento y desempeña un papel importante en el bienestar de la población mundial (Sen & Samanta, 2014). Desde la antigüedad, el humano ha utilizado las plantas medicinales para tratar padecimientos (Sharma & Sarkar, 2013). La Secretaria de Salud señala que el 90 % de la población mexicana ha utilizado alguna planta medicinal. El manejo de las plantas cuenta con dos factores los ecológicos y socio culturales, donde se pueden analizar contextos naturales, culturales y económicos (Blancas *et al.*, 2014). El estado de Oaxaca cuenta con 1,302 especies de plantas medicinales (Cruz Pérez *et al.*, 2021). Su conservación es importante ya que son una fuente valiosa a nivel mundial (Chen *et al.*, 2016).

La localidad de San Pedro el Alto, que pertenece a la región Sierra Sur del estado de Oaxaca, corresponde a la cultura zapoteca, y en ésta existe una biodiversidad alta de flora; algunas de estas plantas son utilizadas con diferentes fines (comestibles, rituales y medicinales). El objetivo de la investigación fue identificar y determinar taxonómicamente las plantas medicinales que se nombran de forma indistinta como camorreal las cuales se utilizan para fines diversos, en la localidad de San Pedro el Alto, Oaxaca.

### 3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.4.1. Área de estudio

El estudio se realizó durante el periodo de lluvias (julio y agosto del año 2022) en áreas bajo manejo forestal de la comunidad de San Pedro el Alto, Zimatlán de Álvarez, Oaxaca, en las coordenadas  $16^{\circ} 34' 58''$   $16^{\circ} 49' 58''$  N  $97^{\circ} 00' 36''$  y  $97^{\circ} 13' 20''$  W. en donde la precipitación media anual es de 1500 mm, con una temperatura media anual de  $18^{\circ}\text{C}$ , el clima que predomina es templado subhúmedo con lluvias en veranos (C(w)), y una altitud que va de 1900 a 2800 m.

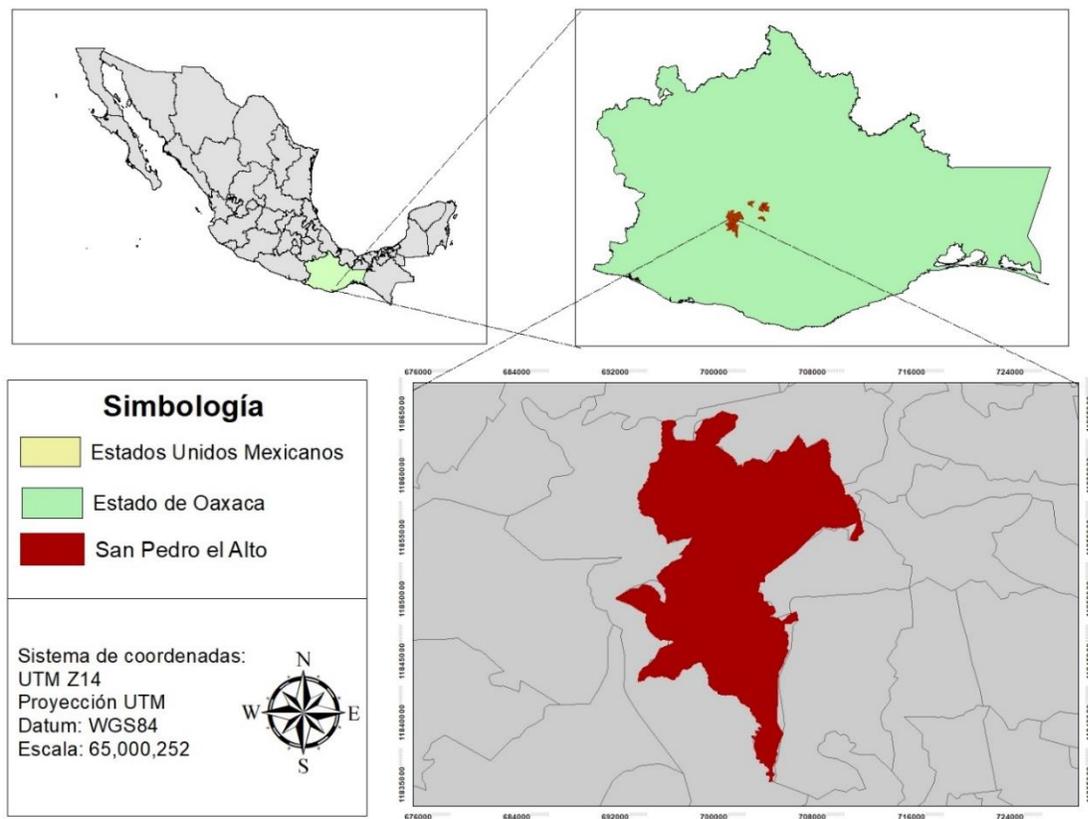


Figura 3.1. Mapa de localización de la comunidad de San Pedro el Alto.

Se la realizaron 62 entrevistas semiestructuradas a informantes clave que se identificaron usando la técnica “Bola de Nieve” (Goodman, 1961). Con los resultados de las entrevistas se identificaron los lugares clave en donde crecen las plantas de camorreal, a los que se llegó con la ayuda de guías locales. En estos sitios, se realizó colecta de las plantas de camorreal, en el mes de agosto y octubre cuando las plantas presentaban flores. De cada especie se herborizaron tres ejemplares. Los cuales fueron procesados en el Herbario-Hortorio CHAPA del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, en donde quedaron depositados. Para su identificación claves taxonómicas; Flora Fanerogámica del Valle de México (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2005), Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

### 3.3. RESULTADOS

En la localidad de San Pedro el Alto se encuentran cinco tipos de vegetación, bosques de pino, bosques de encino, bosques de pino-encino, bosques de encino-pino y selva baja caducifolia, en cada uno de los bosque se encuentran diferentes asociaciones de especies vegetales, en estas podemos localizar especies del género *Pinus*, (*Pinus patula*, *Pinus pringleii*, *Pinus montezumae*, *Pinus teocote* y *Pinus douglasiana*) y del género *Quercus* (*Quercus crassifolia*, *Quercus magnoliifolia*, *Quercus rugosa*), en estas asociaciones se concentra las plantas de camorreal en las que se identificaron cinco especies (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*).

### 3.3.1 Sinonimias

El termino de sinonimia se refiere a la existencia de más de un nombre para una misma especie, a continuación, se presenta las sinonimias botánicas de las especies conocidas como camorreal para evitar confusiones ya que en algunos casos los taxones descritos existen información con la sinonimia.

***Asclepias circinalis***: *Acerates circinalis* Decne.

***Asclepias melantha***: *Asclepias laxiflora* (Benth.) Decne, *Otaria laxiflora* Benth.

***Iostephane trilobata***: *Echinacea chrysantha* Sch.Bip, *Gymnolomia scaposa* Brandegee, *Rudbeckia chrysantha* Klatt.

***Lobelia hartwegii***: *Dortmanna hartwegii* (Benth. ex A.DC.) Kuntze

***Psacalium paucicapitatum***: *Cacalia paucicapitata* BLRob. y Greenm., *Odontotrichum paucicapitatum* Rydb.

### 3.3.2 Nombres locales

El uso de nombres locales es importante ya que en diferentes comunidades se les puede dar un nombre local diferente a una misma especie, por ello se presentan los nombres locales reportados para las especies conocidas como camorreal.

***Asclepias circinalis***: camorreal; San Pedro el Alto.

***Asclepias melantha***: camorreal de conejo; San Pedro el Alto.

***Iostephane trilobata***: camote manzo; San Pedro el Alto, camote de quebradura San Pablo Cuatro Venados; (Martínez-López et al., 2021).

***Lobelia hartwegii***: camorreal de venado, San Pedro el Alto;

***Psacalium paucicapitatum***: camorreal blanco; Oaxaca, Ayoquezo de Aldama (Arrazola-Guendulay et al., 2018), Tamorreal blanco; San Pablo Cuatro Venados; (Martínez-López et al., 2021); Camote de venado; Ixtlán de Juárez.

### 3.3.3 Botánica y ecología

***Asclepias circinalis***: es una hierba, con un tallo glabros, de 10 a 15 cm de altura, con hojas opuestas y lineares, las láminas son de 5-9 cm de largo y 0.3-0.5 mm de ancho, la inflorescencia se presenta en forma de umbela con flores moradas, muestra látex color blanco, raíz tuberosa. La floración es de julio y agosto. Se presenta en una altitud que va de 2200-2800 m. es posible localizarla en lugares donde el suelo está protegido de una capa densa de ocochal. Esta especie se distribuye en los estados de Guerrero, Michoacán, Puebla y Oaxaca. Crece en los bosques de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio, y en matorral xerófilo. En México solamente se cuentan con 27 registros, y la categoría de riesgo es de preocupación menor (Juárez-Jaimes et al., 2022).



Figura 3.2. Individuo en estado joven de *Asclepias circinalis*.

***Asclepias melantha***: es una hierba anual, con tallos pubescentes y erectos que pueden llegar a medir de 60-100 cm, hojas opuestas, pecioladas; peciolo de 0.5-1.5 cm de largo tiene ápices agudos, base obtusa. Inflorescencia en forma de umbela, con flores color marrón, cáliz lobulado, capuchones de 1 cm de largo, lineares y lanceolados, raíz tuberosa. Floración en el mes de julio. Se encuentra a una altitud de 2300 a 2700 m. Esta especie solo cuenta con reportes de distribución en el estado de Oaxaca, crece en bosques de coníferas y encinos, bosques de mesófilo de montaña. México cuenta con solo 17 registros, todos en el estado de Oaxaca, la categoría de riesgo es de preocupación menor (Juárez-Jaimes et al., 2022)



Figura 3.3. *Asclepias melantha* en estado de floración.

***lostephane trilobata***: es una hierba perenne con tallos anuales, hojas alternas, arrosetadas, lanceoladas a ovadas, láminas de 5-15 cm de largo y de 3-6 cm de ancho. Inflorescencia en forma de cabezuelas, pedúnculos de 10-25 cm, corola amarilla, raíz tuberosa, florece de julio a noviembre, crece en los bosques de pino-encino y selvas bajas caducifolias, en altitudes de 1800 a 2500 m, Esta planta está reportada como nativa de México, y su distribución va del centro al sureste y suroeste del país.



Figura 3.4. *Iostephane trilobata* en etapa de floración.

***Lobelia hartwegii*:** hierba anual, de 30-70 cm de largo, con tallos delgados, erectos y pubescentes. Hojas con láminas de 3-7 cm de largo, 1-2 cm de ancho, ápice agudo, margen aserrado, inflorescencias en racimos, pedúnculos de 10-20 cm de largo, pedicelos de 3-5 mm de largo, cáliz con lóbulos lineares, colora de color morado, tubo de 10 mm de largo, presenta un lóbulo de labio superior, ovario ínfero, florece en el mes de octubre. Se encuentra en altitudes de 1500 a 2500 m, además de que se localiza en taludes, está planta se reporta como nativa de México, y su distribución va del centro al sureste y suroeste del país.



Figura 3.5. *Lobelia hartwegii*, lado izquierdo en estado joven, a lado derecho en floración.

***Psacalium paucicapitatum*:** se trata de una hierba perenne que habita en los bosques de pino y encino, su floración y fructificación se presenta de junio a noviembre, y crece en altitudes que van de los 1800 a 2800 m. Los tallos se presentan anuales, erectos y estriados. Las hojas están en una disposición arrosetada de 3 a 7, peltadas, los peciolo son de 6 a 20 cm de largo, sus láminas son de 15 a 25 cm de largo y de 8-18 cm de ancho, envés lanoso, además de presentar inflorescencia en forma de cabezuelas.



Figura 3.6. *Psacalium paucicapitatum* en estado adulto, presenta floración.

#### 3.3.4. Usos medicinales locales

La documentación de usos locales es importante ya que una especie puede tener varios usos, por ello se presenta los usos que se le dan a las siguientes especies.

***Asclepias circinalis***: esta especie es utilizada para la rápida cicatrización de las heridas, para disminuir el dolor, y para que no se infecten.

***Asclepias melantha***: es utilizada como purgante, y para la cicatrización de las heridas.

***Iostephane trilobata***: esta especie sirve para disminuir el dolor por fractura y para pegar huesos.

***Lobelia hartwegii***: es la especie con mayor demanda local, es utilizada para cicatrizar heridas y evitar que se infecte y disminuir la inflamación. La parte que se utiliza es la raíz.

Es la única especie que se comercializa, se venden de 10 a 15 plantas, a un precio aproximado de \$ 50.00 a \$ 60.00 (cincuenta pesos 00/100 MXN y sesenta pesos 00/100 MXN)

***Psacalium paucicapitatum***: esta especie se utiliza para aliviar dolores por fractura, control de cáncer, control de diabetes, dolor de estómago, cerrar heridas rápidamente y aliviar malestares de la gripa, la parte de la planta que se utiliza es la raíz dependiendo del malestar a curarse utilizan las formas de uso (decocción, pulverización, o solo masticado).

Cuadro 3.1. Usos de las plantas de camorreal en San Pedro el Alto.

Nombre científico	Familia	Nombre local	Usos	Forma de uso
<i>Asclepias circinalis</i>	Apocynaceae	Camorreal	Analgésico Antiséptico Antiinflamatorio Cicatrizante	Té Crudo
<i>Asclepias melantha</i>	Apocynaceae	Camorreal de conejo	Cicatrizante Purgante	Té Crudo
<i>Iostephane trilobata</i>	Asteraceae	Camote manzo	Pegar huesos	Maceración con grasa de res
<i>Lobelia hartwegii</i>	Campanulaceae	Camorreal de venado	Analgésico Antiséptico Antiinflamatorio Cicatrizante	Té Crudo
<i>Psacalium paucicapitatum</i>	Asteraceae	Camorreal de cebolla	Analgésico Antiséptico Antiinflamatorio Cicatrizante Control de glucosa Antigripal	Té Crudo

### 3.4. DISCUSIONES

Las especies citadas en esta investigación son plantas medicinales de las que solo se usa la raíz, y su nombre local es camorreal en forma indistinta. Es importante mencionar que en las investigaciones del uso de plantas medicinales se reporta que la estructura más usada la hoja, seguida de las flores (Villarreal-Ibarra *et al.*, 2014). La demanda de las plantas medicinales depende de la importancia local de las especies, su extracción puede volver vulnerables sus poblaciones. Arellanes *et al.* (2013) señalan que las técnicas de colecta, dependerá de la parte de la planta que se utilice. La medicina tradicional usando plantas es una característica importante de los usos y costumbres de las comunidades. En el caso de San Pedro el Alto, conserva el conocimiento se conserva de generación en generación y cabe mencionar que el camorreal es usado de forma cotidiana, por lo que de dominio público.

*Asclepias circinalis* (camorreal), esta planta de hábito herbáceo fue localizada en San Pedro el Alto en un bosque de pino, las características del sitio donde crece esta planta, es un suelo cubierto con una capa densa de ocochal, a una altitud de 2700 m, esta especie tiene una asociación vegetal con *Pinus montezumae* y *Pinus ayacahuite*, en nuestro país esta hierba se distribuye en los estados de Guerrero, México, Michoacán, Puebla y Oaxaca (Juárez-Jaimes *et al.*, 2022); en el Herbario Nacional de México (MEXU) cuenta con una colección de 22 ejemplares, de las cuales 17 han sido colectados en el estado de Oaxaca, las condiciones de los municipios donde se ha colectado esta planta son similares a las que se encontraron en San Pedro, se presentan en bosques de Pino y Encino; y altitud que va de los 2000 a 2700 m, es importante recalcar que en esta colecta de MEXU se encuentra un ejemplar que fue colectado en la misma comunidad,

aunque la mayoría de las colectas de esta especie han sido en bosques de pino y encino, existe un registro donde se encuentra zonas áridas, como lo es en municipio de Tehuacán. Esta planta aun no cuenta con algún otro registro de tipo medicinal.

*Asclepias melantha* (camorreal de conejo), esta planta herbácea, crece en los bosques de pino y encino, las particularidades del sitio donde fue localizada, es un suelo con textura arcillosa y cubierta con materia orgánica, la altitud donde se concentran va de 1800 m a 2500 m, esta especie tiene una asociación vegetal con *Pinus douglasiana*, *Quercus crassifolia* y *Arbutus xalapensis*, para el país solo se cuenta con reportes de colecta en el estado de Oaxaca, en el portal de MEXU, la encontramos por su sinonimia (*Asclepias laxiflora*), y tiene registros de distribución en la Región Sierra Sur y Sierra Norte del estado, donde los tipos de vegetación si muy similares. Es importante señalar que se tiene un ejemplar que fue colectado en la comunidad de San Pedro el alto en el año 2000, aunque esta especie no cuenta con reportes con fines medicinales.

*Iostephane trilobata* (camote manzo) esta hierba perenne que pertenece a la familia Asteraceae, y de acuerdo con (Martínez, 2018) es reportada como endémica de México, cuenta con una distribución en el estado de Chiapas, México, Michoacán y Oaxaca en este último se presenta en la región Sierra Norte, Sierra Sur, Mixteca, y Valles centrales, es importante mencionar que los lugares donde han sido colectada esta especie, presentan vegetación de pino y encino, y bosques mesófilos de montaña, hasta ahora solo se cuenta con un reporte medicinal el cual es utilizado en la comunidad de San Pablo Cuatro Venados.

*Lobelia hartwegii* (camorreal de venado) esta hierba anual, cuenta con una distribución en los estados de Nayarit, Jalisco y Oaxaca, esta planta tiene una característica muy importante que desarrolla en el talud, en el estado se registra en la región Sierra Sur y Mixteca, de esta especie no se tiene reportes con uso medicinal.

*Psacalium paucicapitatum* está especie de hierba, que pertenece a la familia Asteraceae, y fue encontrada en bosques de pino y encino, en los reportes con los que se cuenta esta planta se dice que es endémica de Oaxaca. Hasta ahora solo se encuentran colectas en el estado, y se concentran en la Región de la Mixteca (MEXU), los bosques de San Pedro el alto donde fue localizada esta especie comparte características con los bosques de la Mixteca ya que presenta una asociación de pino y encino, y altitudes que van de los 2300 a los 2700 m. Está planta cuenta con tres registros con uso medicinal, San Pablo Cuatro Venados, Ayoquezco de Aldama, e Ixtlán de Juárez, estas tres localidades cuentan con bosques de coníferas y encinos.

### 3.5 CONCLUSIONES

En la comunidad de San Pedro el Alto se identificaron cinco especies a las que comúnmente se le llama camorreal en forma indistinta, *Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Isoetes trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*. Todas ellas, en zonas de pino-encino. Es la primera vez que las especies *Lobelia hartwegii*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis* son reportadas como plantas medicinales.

### 3.6 LITERATURA CONSULTADA

- Arrazola-Guendulay, A. A., Hernández-Santiago, E., & Rodríguez-Ortiz, G. (2018). Conocimiento tradicional de plantas silvestres en una comunidad de Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 5(1).
- Beltrán-Rodríguez, L., Ortiz-Sánchez, A., Mariano, N. A., Maldonado-Almanza, B., & Reyes-García, V. (2014). Factors affecting ethnobotanical knowledge in a mestizo community of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-14>
- Blancas, J., Pérez-Salicrup, D., & Casas, A. (2014). Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. In *Gaia Scientia: Vol. Especial*. <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index>
- Camou-Guerrero, A., Reyes-García, V., Martínez-Ramos, M., & Casas, A. (2008). Knowledge and use value of plant species in a rarámuri community: A gender perspective for conservation. *Human Ecology*, 36(2), 259–272. <https://doi.org/10.1007/s10745-007-9152-3>
- Casas, A., Otero-Arnaiz, A., Pérez-Negrón, E., & Valiente-Banuet, A. (2007). In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. In *Annals of Botany* (Vol. 100, Issue 5, pp. 1101–1115). <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>
- Cruz Pérez, A. L., Barrera Ramos, J., Bernal Ramírez L. A., Bravo Avilez, D., & Rendón Aguilar, B. (2021). Actualized inventory of medicinal plants used in traditional medicine in Oaxaca, Mexico. In *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (Vol. 17, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00431-y>
- Juárez-Jaimes, V., Rodríguez-Morales, L. O., Paniagua-Ibáñez, M., Hernández-Barón, G. M., & Fishbein, M. (2022). Diversity and distribution of the genus *Asclepias* (Apocynaceae: Asclepiadoideae) in México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2022.93.3958>
- Martínez-López, G., Guízar Nolazco, E., Villanueva Morales, A., & Palacios-Rangel, M. I. (2021). Usos locales y tradición: estudio etnobotánico de plantas útiles en San Pablo Cuatro Venados (Valles Centrales, Oaxaca). *Polibotánica*, 0(52). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.13>
- Muñetón Pérez, P. (2009). Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Dr. Erick Estrada Lugo. *Revista Digital Universitaria*, 10(9). <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/int58.htm>
- SEMARNAT. (2021). Plantas medicinales de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico?idiom=es>

- Sen, T., & Samanta, S. K. (2014). Medicinal plants, human health and biodiversity: A broad review. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 147, 59–110. [https://doi.org/10.1007/10\\_2014\\_273](https://doi.org/10.1007/10_2014_273)
- Sharma, V., & Sarkar, I. N. (2013). Leveraging biodiversity knowledge for potential phyto-therapeutic applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 20(4), 668–679. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2012-001445>
- Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., & De Jesús Ordoñez, M. (2003). The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: a Case of Adaptive Management. In *Ecology* (Vol. 7, Issue 3). <https://www.jstor.org/stable/26271970>
- Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>.

## CAPÍTULO IV

### POBLACIONES NATURALES DE CAMORREAL EN SAN PEDRO EL ALTO

#### RESUMEN

Las plantas medicinales representan una alternativa para mejorar la salud, muchas especies son extraídas de su hábitat natural sin un plan de manejo lo que deriva en la pérdida vegetal, los estudios ecológicos son útiles para estimar el estado actual de estas. Por lo anterior el objetivo de la investigación fue estimar la distribución y diversidad asociada a las plantas conocidas como camorreal en la localidad de San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca. El estudio se realizó durante los meses de julio y agosto del 2022, se ubicaron lugares donde crecen las plantas de camorreal, donde se establecieron sitios de muestreo de 400 m<sup>2</sup>, posterior a esto se realizó un inventario (arbóreo, arbustivo y herbáceo), y se registraron las condiciones ecológicas del sitio (altitud, exposición, pendiente, textura del suelo y orografía). Se determinó el índice de valor de importancia (IVI), así mismo se estimó la diversidad alfa, también se evaluó la distribución espacial. Se identificaron cinco especies de camorreal (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*), las poblaciones naturales de estas plantas se encuentran asociadas a diferentes especies, aunque se localizan en el mismo tipo de vegetación Pino-encino, las cinco especies de camorreal presentan una distribución agregada, *Iostephane trilobata*, tiene abundancia superior a las demás. uno de los sitios de estudio presenta tres especies de camorreal (*Iostephane trilobata*, *Psacalium paucicapitatum*, *Asclepias melantha*), aunque no es el sitio más diverso.

**Palabras clave:** Plantas medicinales, diversidad, riqueza, distribución espacial.

## SUMMARY

Medicinal plants represent an alternative to improve health, many species are extracted from their natural habitat without a management plan which leads to plant loss, ecological studies are useful to estimate the current status of these plants. Therefore, the objective of this research was to estimate the distribution and diversity associated with the plants known as camorreal in the town of San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca. The study was carried out during the months of July and August 2022, places where camorreal plants grow were located, where sampling sites of 400 m<sup>2</sup> were established, after which an inventory was made (arboreal, shrub and herbaceous), and the ecological conditions of the site (altitude, exposure, slope, soil texture and orography) were recorded. The importance value index (IVI) was determined, as well as the alpha diversity, and the spatial distribution was also evaluated. Five species of duckweed were identified (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Isoetes trilobata*, *Asclepias melantha*, and *Asclepias circinalis*), the natural populations of these plants are associated with different species, although they are in the same type of pine-oak vegetation, the five species of duckweed have an aggregate distribution, *Isoetes trilobata*, has a higher abundance than the others. One of the study sites has three species of duckbill (*Isoetes trilobata*, *Psacalium paucicapitatum*, and *Asclepias melantha*), although it is not the most diverse site.

**Keywords:** Medicinal plants, diversity, richness, spatial distribution.

## 4.1 INTRODUCCIÓN

La biodiversidad contempla toda clase de comunidades a nivel paisaje, los bosques son uno de los sus repositorios más grandes, brindan una gran variedad de bienes y servicios ambientales (FAO, 2009, 2010). Los productos forestales no maderables (PFNM), se clasifican según la FAO (1996), en siete categorías que son: alimentos, forrajes, plantas aromáticas, teñido y curtido, utensilios, productos ornamentales y plantas medicinales. Los cuales desempeñan un papel importante en las poblaciones rurales y campesinas ya que son aprovechados por pobladores que habitan cerca de los bosques (Aguirre & Aguirre, 2021). También algunos de ellos son recursos nativos e incluso endémicos por lo que representan un patrimonio invaluable, además de importancia ecológica y cultural (Feng et al., 2022). La conservación de esta es fundamental para la vitalidad de los ecosistemas forestales (Monárrez-González et al., 2018).

Los primeros reportes del uso de plantas medicinales se presentan en el siglo XVI, donde se registra una obra en la cual se describen los conocimientos de la medicina tradicional, *Códice Badiano (Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis)* (INAH, 2023). En México se distribuyen aproximadamente 30 000, especies de plantas vasculares, de estas 23 314 se consideran nativas y 11 578 son endémicas (Villaseñor, 2016). De estos reportes 4 500 plantas tiene atributos medicinales (Muñetón Pérez, 2009; SEMARNAT, 2021). El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) cuenta con un registro de 3,000 plantas medicinales. El estado de Oaxaca cuenta con 1,302 especies de plantas medicinales (Cruz Pérez et al., 2021). La Secretaría de Salud señala que el 90 % de la población

mexicana ha utilizado alguna planta medicinal, sin embargo, solo el 5 % de las especies reportadas cuenta con estudios científicos (SADER, 2022)

A pesar de su importancia, sus poseedores desconocen sus usos potenciales y por ende el precio que pueden alcanzar en el mercado, por lo que en algunos casos han sido extraídos y aprovechados fuera de las comunidades que han desarrollado el conocimiento para su uso con diversos fines. Por lo que su valoración local es crucial para hacer un aprovechamiento sustentable de ellos. En el caso particular de las plantas medicinales SEMARNAT (2021) menciona que el 85% de éstas son extraídas del medio silvestre, sin ningún plan de manejo, lo que altera la composición y dinámica de los ecosistemas. Por lo que es preciso conocer la estructura de la vegetación y la dinámica de las poblaciones vegetales, para describir su comportamiento y así proponer estrategias de manejo sustentable de especies (Aguirre & Aguirre, 2021; FAO, 2020). Para describir la biodiversidad de un ecosistema se ha planteado varios índices entre los cuales se encuentra el índice de Valor de Importancia (IVI) propuesto por (Curtis & McIntosh, 1951) y los índices de diversidad alfa (Magurran, 1983), los cuales son una herramienta para determinar la estructura y composición vegetal. La función K de Ripley expresa si una especie en una comunidad, pueden hallarse de manera regular, agrupada o aleatorio en diferentes escalas, esta función expresa la organización y el ordenamiento espacial de los individuos en un área definida (Ripley, 1977). El objetivo de la presente investigación fue estimar la diversidad y estructura asociadas a las poblaciones silvestres de camorreal, así como su distribución espacial.

## 4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.2.1 Área de estudio

La investigación se realizó durante el periodo de lluvias (julio y agosto del año 2022) en áreas forestales de la comunidad de San Pedro el Alto, Zimatlán de Álvarez, Oaxaca. Entre las coordenadas geográficas 16° 34' 58" a 16° 49' 58" de latitud norte, y 97° 00' 36" a 97° 13' 20" longitud oeste. La precipitación media anual es de 1500 mm, con una temperatura media anual de 18 °C, el clima que predomina es templado subhúmedo con lluvias en veranos (C(w)) y una altitud que va de 1900 a 2800 m, se reconocen tres tipos genéricos de vegetación: bosques de pino (19,567 ha), bosques de pino-encino (1,169 ha) y bosques caducifolios de encino (8,991 ha) (de los Santos-Posadas et al., 2015).

En bosque dominados por pino (*Pinus pringleii*, *Pinus patula*, *Pinus teocote*, y *Pinus pseudostrobus*), se realizó un muestreo dirigido a zonas en donde se establecieron seis sitios en cada uno de ellos se delimitaron tres unidades circulares de muestreo de 400 m<sup>2</sup> cada una; se registró la georreferencia, la altitud, la pendiente (en porcentaje) y la exposición. Para identificar y caracterizar a la vegetación arbórea asociada a las poblaciones naturales de camorreal se realizó un inventario en el cual se incluyeron individuos con diámetro normal (DN)  $\geq 7.5$  cm; se identificó la especie de cada uno, así como sus medidas dasométricas, diámetro normal (DN, cm) con una cinta diamétrica (Forestry Suppliers®) y la altura total (AT, m), con un distanciómetro laser (Laser Technology® TruPulse 200 B). Por otra parte, se registraron las características de las plantas de camorreal, altura total (ATP) en cm, con un flexómetro (TRUPER® Griper) y el diámetro de cuello (DCP) cm con un vernier universal (TRUPER®), dentro de cada unidad de muestreo se delimito una subunidad de 100 m<sup>2</sup> en la cual se registraron los

arbustos a los cuales se les determinó la altura total (ATA, m) y el diámetro al cuello (DCA, cm). En caso de las hierbas se identificó la especie, y se registró su altura (ATH, m) y su diámetro (DCH, cm).

#### 4.2.2. Análisis de datos

Con la información registrada se estimó la densidad de las especies en relación con el número de individuos que se presentaban en las especies de camorreal en las unidades de muestreo. Se estimó el patrón de distribución espacial por medio del índice  $K(t)$  de Ripley (Ripley, 1977). Para estimar la riqueza de especies se calculó la diversidad alfa con los siguientes índices: de Simpson-D, Shannon\_H (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003) y el de Margalef (Magurran, 1983) por medio del programa Past 3.21®. Se aplicó un índice estructural (IVI) Índice de Valor de Importancia, para identificar la especie con el mayor peso ecológico (Curtis & McIntosh, 1951; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1976).

### 4.3 RESULTADOS

Se identificaron cinco especies (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*) que se muestra en el Cuadro 4.1. a las que se les llama “camorreal” de forma indistinta, estas plantas son utilizadas para fines medicinales, se encuentran de manera silvestre en los bosques de la comunidad. Los resultados mostraron que las poblaciones naturales de todas ellas se encuentran asociadas a diferentes especies, aunque se localizan en el mismo tipo de vegetación.

Cuadro 4.1. Nombre científico y nombre local de las especies de camorreal con uso medicinal de la comunidad de San Pedro el Alto

Nombre científico	Nombre local
<i>Asclepias circinalis</i>	Camorreal
<i>Asclepias melantha</i>	Camorreal de conejo
<i>Iostephane trilobata</i>	Camote manzo
<i>Lobelia hartwegii</i>	Camorreal de venado
<i>Psacalium paucicapitatum</i>	Camorreal de cebolla

Las especies identificadas han sido reportadas en los siguientes ecosistemas:

*Asclepias circinalis*: es una especie herbácea, que se desarrolla en bosque de coníferas y encinos, bosque mesófilo de montaña (Juárez-Jaimes et al., 2022), a una altitud que va de 1900 a 2700 m (MEXU).

*Asclepias melantha*: esta hierba desarrolla en bosque de coníferas y encinos, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio (Juárez-Jaimes et al., 2022), a una altitud que va de 2200 a 2800 m (MEXU).

*Iostephane trilobata*: es una herbácea que crece en bosques de pino encino, a una altitud que va de 2000 a 2800 m (MEXU).

*Lobelia hartwegii*: es una hierba anual, y crece en bosques de pino encino, a una altitud que va de 1800 a 2500 m. (MEXU).

*Psacalium paucicapitatum*: esta hierba perenne, habita en bosque de Quercus, pino y matorral xerófilo. En altitud que va de 1800 a 2800 m, y florece en los meses de junio a diciembre (MEXU).

#### 4.3.1. Densidad de las especies de camorreal

La densidad que presenta las plantas de camorreal se muestra en la Figura 4.1, el desarrollo de las especies dependerá de las condiciones ecológicas, con la densidad es posible observar las áreas específicas donde se ubican cada uno de los individuos de las especies, por ejemplo, *Iostephane trilobata*, tiene una densidad superior a las demás

especies y cuenta con un valor de  $908 \text{ Ind}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con referencias de los pobladores es la planta que menos se extrae en los bosques de la comunidad, además de ser una muy abundante por pertenecer a la familia Asteraceae, por ello sus poblaciones silvestres presentan gran número de individuos, lo cual podemos observar en la Figura 4.2 donde se muestra su distribución espacial y se observa que su población es abundante. Para la especie *Lobelia hartwegii*, presenta un valor de  $625 \text{ Ind}\cdot\text{ha}^{-1}$ , esta hierba se concentra en colonias en los taludes, formando pequeñas franjas, por ello el patrón de distribución es de tipo agregado, además de presentar una asociación con especies del género *Pinus* y *Quercus*. Para *Psacalium paucicapitatum*, cuenta con un valor de  $566 \text{ Ind}\cdot\text{ha}^{-1}$ , esta planta se desarrolla bajo las sombras de los pinos además de presentarse en pequeñas aglomeraciones. La hierba *Asclepia circinalis*, se estima con un valor de  $500 \text{ Ind}\cdot\text{ha}^{-1}$ , esta especie se encuentra en lugares donde el suelo este cubierto con una capa densa de ocochal. La especie *Asclepia melantha* tiene un valor de  $316 \text{ Ind}\cdot\text{ha}^{-1}$  es la especie que se encuentra un más dispersa, las cinco especies de camorreal presentan un patrón de tendencia de tipo agregada, ya que se concentra, en lugares específicos, en la Figura 4.2 se muestra la distribución espacial de camorreal donde se puede observar cómo cada una de ellas forma pequeñas colonias.

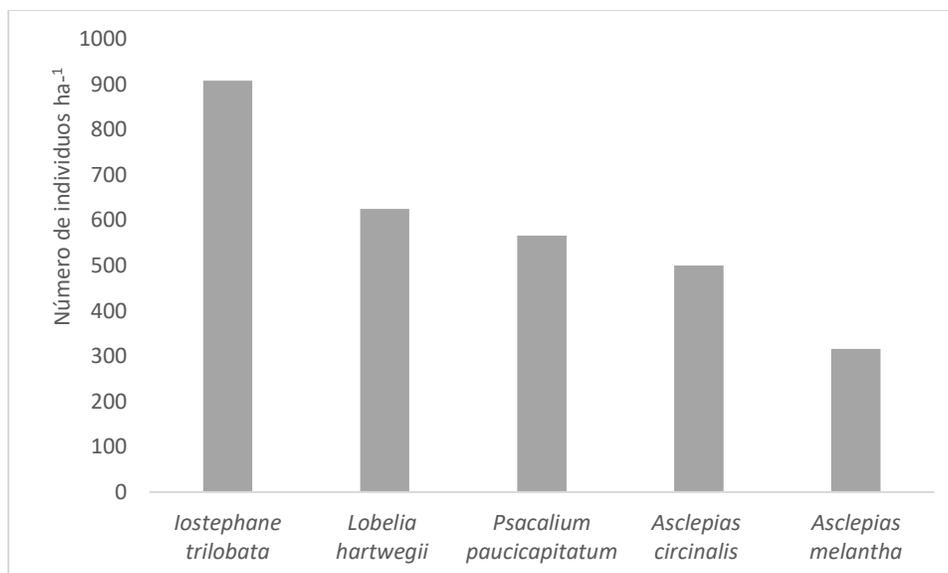


Figura 4.1. Densidad de especies de camorreal.

La distribución espacial nos muestra la densidad el espacio que una especie utiliza en un área geográfica, en la Figura 4.2. se muestra la distribución de las plantas de camorreal, esta distribución esta limitada por los factores ecológicos y por los diferentes cambios que sufre en ambiente, esto nos permite ver el ordenamiento de los individuos de interés en una superficie.

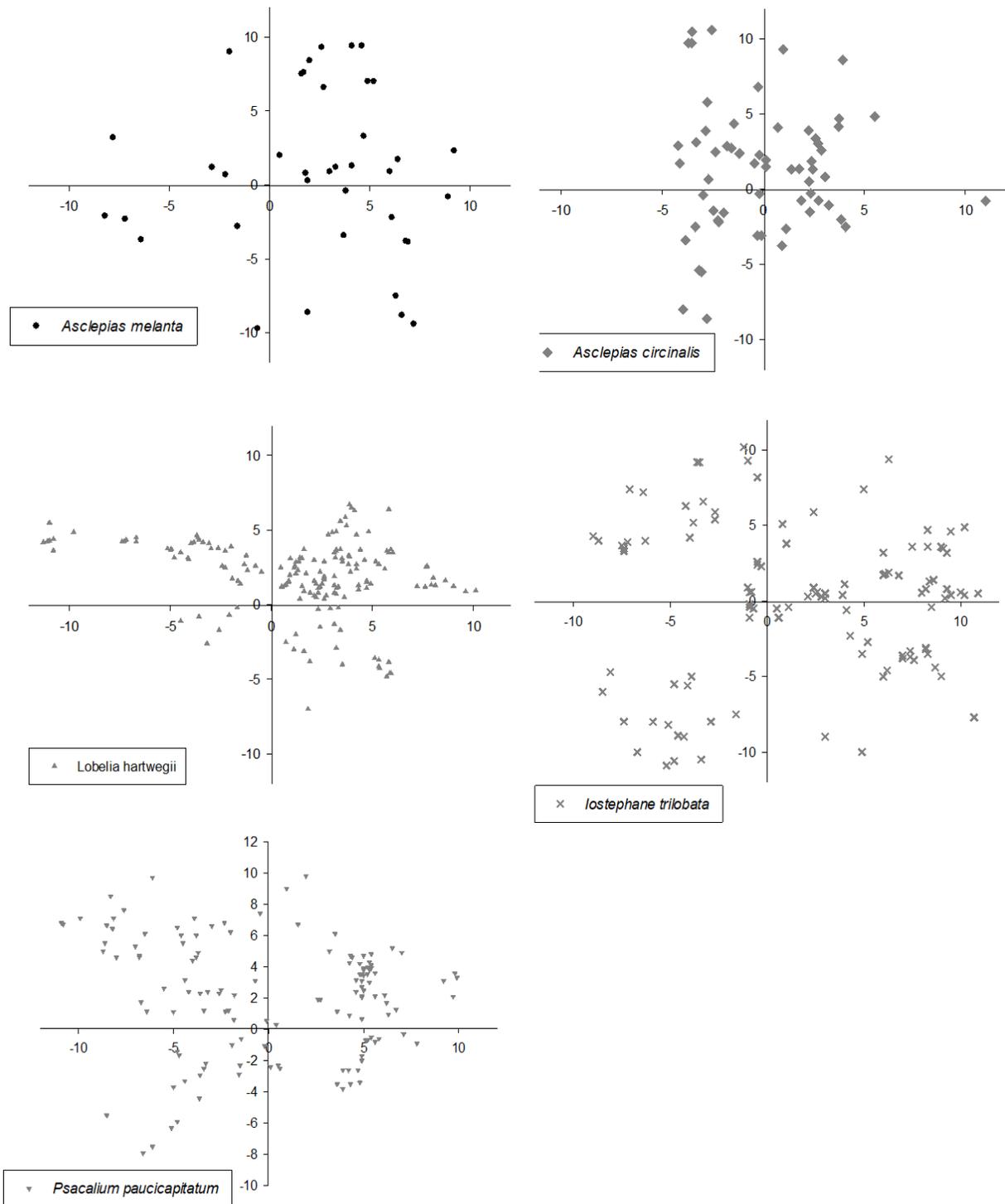


Figura 4.2. Distribución espacial de las especies de camorreal.

### 4.3.2 Diversidad alfa

Cuadro 4.2 Diversidad alfa de área donde desarrolla especies de camorreal

Índice	valor
Simpson_D	2.65
Shannon_H	2.66
Margalef	3.78

La diversidad alfa se muestra en el Cuadro 4.2 donde el valor del índice de Simpson-D, es de 2.65 este valor nos indica que el área estudiada se encuentra en los valores medios de diversidad ya que los bosques de la comunidad se encuentran con mayores densidades en el género *Pinus*, En cuanto el índice de Shannon, mide la heterogeneidad de especies, se obtuvo un valor de 2.66 esto nos muestra que los valores obtenidos expresan una baja diversidad de acuerdo a los parámetros establecidos por el índice, las áreas de estudio se encuentran con pocas especies, y dominando los pinos y encinos o otra causante de ese valor es debido a la aplicación de diversos tratamientos silvícolas (corta de regeneración, cortas de liberación y aclareos), en el año 2021. El índice de riqueza de Margalef, mide la riqueza de especies, el valor que se obtuvo es de 3.78, esto nos indica que el área estudia cuenta con una gran diversidad de especies.

### 4.3.3 Índice de valor de importancia (IVI)

El IVI es un índice que evalúa la importancia de las especies sobre la estructura horizontal, lo que permite evaluar y definir la importancia ecológica de las especies de camorreal. La especie con mayor peso ecológico *Pinus pringlei* con un 24 %, seguida por *Pinus montezumae* con un valor de 24.42 % estas especies son dominantes en los bosques de la comunidad además de presentar asociaciones de las plantas de camorreal, las condiciones donde desarrollan influyeron en la determinación del peso

ecológico, es importante resaltar que las especies que corresponden al género *Pinus* y *Quercus*, obtienen los valores más altos en este índice de importancia, la especie *Iostephane trilobata* es la única especie que obtiene un valor mayor al 10 %, esto por ser la especie menos extraída de sus poblaciones naturales, a comparación de las otras especies (*Asclepias circinalis*, *Asclepias melantha*, *Lobelia hartwegii*, *Psacalium paucicapitatum*) las cuales tiene un valor inferior al 10 %. La especie con menos IVI es *Asclepias melantha*, que solo cuenta con un IVI de 4.07%.

Cuadro 4.3. Índice de valor de importancia para las especies localizadas.

Espece	Densidad %	Dominancia %	IVI %
<i>Pinus pringlei</i>	3.43	18.61	24.55
<i>Pinus montezumae</i>	11.55	0.04	22.42
<i>Pinus douglasiana</i>	7.91	11.19	24.10
<i>Pinus ayacahuite</i>	2.81	16.12	21.43
<i>Pinus pseudostrobus</i>	14.26	0.02	19.27
<i>Quercus crassifolia</i>	2.71	4.31	18.68
<i>Pinus teocote</i>	1.98	2.72	10.53
<i>Quercus magnoliifolia</i>	1.66	4.01	11.50
<i>Arbutus xalapensis</i>	6.24	0.00	8.75
<i>Quercus rugosa</i>	1.14	0.01	6.99
<i>Cupressus</i>	0.42	0.00	2.92
<i>Juniperus</i>	0.21	0.74	2.62
<i>Rubus ulmifolius</i>	0.42	0.26	3.18
<i>Senecio roldana</i>	0.42	0.00	2.92
<i>Eryngium heterophyllum</i>	0.42	0.05	2.97
<i>Iostephane trilobata</i>	11.34	0.01	13.85
<i>Lobelia hartwegii</i>	0.73	4.53	7.76
<i>Psacalium paucicapitatum</i>	3.95	0.00	6.46
<i>Asclepias circinalis</i>	0.83	0.06	4.22
<i>Asclepias melantha</i>	2.39	0.01	4.07

## 4.4 DISCUSIÓN

### 4.4.1 Distribución espacial.

La distribución espacial de las cinco especies de camorreal (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias circinalis* y *Asclepias melantha*), tiende a tener un arreglo espacial agrupado. De acuerdo con Gadow et al., (2007) lo anterior puede ser producto de dos factores, uno es el grado de mezcla de las especies y a la diversidad de la estructura espacial. Ávila-Flores et al., (2014) señala que la distribución agregada, se debe a la forma de reproducción, esto produce una discontinuidad y forma grupos densos de individuos, al mismo tiempo las variaciones climáticas o factores ambientales (gradientes altitudinales, disponibilidad de nutrientes en el suelo, humedad, tipo de suelo e intensidad de luz) ocasionan a las plantas a resistir cambios para su sobrevivencia. Elías et al., (2011) atribuye que la distribución de especies se debe a la respuesta de perturbaciones del ambiente y a la de regeneración de cada especie. Las variaciones ecológicas que se presentan en los sitios de muestreo y las características de la vegetación, son factores que intervienen en la disposición espacial que muestran las especies de camorreal (Rubio-Camacho et al., 2017), ya que la distribución agrupada en los bosques se relaciona con la buena calidad del hábitat.

### 4.4.2. Diversidad.

Los bosques de San Pedro el Alto, sufren modificaciones en su estructura por la extracción de madera, y el comportamiento de los índices estructurales, es el resultado de tales perturbaciones (Rubio-Camacho et al., 2017). Las prácticas forestales contemplan una serie de actividades que pueden generar en algunas ocasiones impactos

negativos en la dinámica de los ecosistemas (Vásquez-Cortez et al., 2018). En áreas bajo aprovechamiento forestal ocurren modificaciones en la estructura de la vegetación y en muchas ocasiones las propiedades físicas y químicas del suelo también sufren cambios. Monárrez-González et al., (2018) señala que el impacto del manejo forestal sobre la diversidad vegetal se relaciona con la intensidad de manejo, y la calidad productiva del bosque. Luna-Bautista et al., (2015) menciona que las investigaciones en sobre biodiversidad, en las que se incluyen estimaciones del valor de importancia de las especies, generalmente contemplan el solo estrato arbóreo, aunque, el sotobosque contempla la mayor riqueza y diversidad, independientemente del tratamiento silvícola.

#### 4.4.1. Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia (IVI), es un valor para evaluar la estructura de un bosque que se obtiene con las variables estructurales como abundancia, dominancia, densidad y frecuencia. En las unidades de muestreo evaluadas, el género *Pinus* predomina, de acuerdo con Cuevas-Guzmán et al., (2011), se estiman valores de IVI superiores a 80% para pino y menores de 50% para encino. De acuerdo con (Rendón-Pérez et al., 2021), la familia ecológicamente más importante en el bosque estudiado es Pinaceae, el género *Pinus* se posiciona como el género con mayor número de especies presentes en el área de estudio, las características de sotobosque se relacionan principalmente con el dosel, ya que de esto depende en la cantidad de luz disponible y así las especies puedan desarrollar.

#### 4.5 CONCLUSIONES

Se identificaron y determinaron cinco especies dentro del grupo de plantas denominadas camorreal, *Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*; estas especies, en general presentan un patrón de distribución agregado, y aún se encuentran en estado silvestre en los bosques de la localidad. Cuatro especies de camorreal tienen valores de importancia menores al 10 %; la especie que obtuvo el mayor porcentaje fue *Iostephane trilobata*, con 13 %, esto por ser una especie muy abundante; *Pinus* y *Quercus* son los géneros arbóreos con las que las especies de camorreal mostraron mayor asociación. En general, la riqueza de especies se encuentra en los intervalos menores, lo que es una muestra de la heterogeneidad en el bosque.

#### 4.6 LITERATURA CITADA

- Aguirre, Z., & Aguirre, L. A. (2021). Estado actual e importancia de los Productos Forestales No Maderables. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 71–82. <https://www.researchgate.net/publication/352783066>
- Ávila-Flores, D. Y., González-Tagle, M. A., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E., Vargas-Larreta, B., & Rodríguez, E. A. (2014). Efecto de la severidad del fuego en las características de la estructura forestal en rodales de coníferas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 20(1), 33–45. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.01.005>
- Cruz Pérez, A. L., Barrera Ramos, J., Bernal Ramírez L. A., Bravo Avilez, D., & Rendón Aguilar, B. (2021). Actualized inventory of medicinal plants used in traditional medicine in Oaxaca, Mexico. In *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (Vol. 17, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00431-y>
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. In *Source: Ecology* (Vol. 32, Issue 3). <http://www.jstor.org> URL: <http://www.jstor.org/stable/1931725>

- Elías, R., Días, E., & Pereira, F. (2011). Disturbance, regeneration and the spatial pattern of tree species in Azorean Mountain forests. *Community Ecology*, 12(1), 23–30. <https://doi.org/10.1556/ComEc.12.2011.1.4>
- FAO. (1996). DESARROLLO DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 5.
- FAO. (2009). Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes.
- FAO. (2010). La gestión de los bosques ante el cambio climático.
- FAO. (2021). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Informe principal. Roma. In Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Feng, G., Xiong, Y. J., Wei, H. Y., Li, Y., & Mao, L. F. (2022). Endemic medicinal plant distribution correlated with stable climate, precipitation, and cultural diversity. *Plant Diversity*. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.09.007>
- Gadow, K. V, Sánchez, S., Juan, O., & Álvarez González, G. (2007). Estructura y Crecimiento del Bosque.
- INAH. (2023, June 6). Códice Badiano. <https://www.mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/codice%3A851#page/1/mode/2up>
- Juárez-Jaimes, V., Rodríguez-Morales, L. O., Paniagua-Ibáñez, M., Hernández-Barón, G. M., & Fishbein, M. (2022). Diversity and distribution of the genus *Asclepias* (Apocynaceae: Asclepiadoideae) in México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2022.93.3958>
- Luna-Bautista, L., De La Rosa, P. H., Velázquez-Martínez, A., Gómez-Guerrero, A., & Acosta-Mireles, M. (2015). El sotobosque en la composición y diversidad de áreas bajo manejo forestal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 21(1), 109–121. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.08.037>
- Magurran, A. (1983). Ecological Diversity and Its Measurement. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Marie-Agnes, M., & Audrey, R. (2003). A model to assess relationships between forest dynamics and spatial structure. *Journal of Vegetation Science*, 14, 823–834. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02215.x>
- Melo Cruz, O. A., & Vargas Ríos, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos.

- Monárrez-González, J. C., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Márquez-Linares, M. A., & González-Elizondo, M. D. S. (2018). Effects of forest management on some ecosystem services in temperate forest ecosystems of Mexico. *Madera y Bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1976). Aims and Methods of Vegetation Ecology. *Geographical Review*, 66(1), 114. <https://doi.org/10.2307/213332>
- Muñetón Pérez, P. (2009). Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Dr. Erick Estrada Lugo. *Revista Digital Universitaria*, 10(9). <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/int58.htm>
- Rendón-Pérez, M. A., Hernández-De la Rosa, P., Velázquez-Martínez, A., Alcántara-Carbajal, J. L., & Reyes-Hernández, V. J. (2021). Composition, diversity, and structure of a managed forest in central Mexico. *Madera y Bosques*, 27(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712127>
- Ripley, B. D. (1977). Modelling Spatial Patterns. *Journal of the Royal Statistical Society*, 39(2), 172–212. <https://www.jstor.org/stable/2984796>
- Rubio-Camacho, E. A., González-Tagle, M. A., Himmelsbach, W., Ávila-Flores, D. Y., Alanís-Rodríguez, E., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Patrones de distribución espacial del arbolado en un bosque mixto de pino-encino del noreste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.015>
- SADER. (2022). México, segundo lugar mundial en registro de plantas medicinales. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-segundo-lugar-mundial-en-registro-de-plantas-medicinales?idiom=es>
- SEMARNAT. (2021). Plantas medicinales de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico?idiom=es>
- Vásquez-Cortez, V. F., Clark-Tapia, R., Manzano-Méndez, F., González-Adame, G., & Aguirre-Hidalgo, V. (2018). Tree and shrub structure composition and diversity in three forest management conditions in Ixtlan de Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques*, 24(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431649>
- Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIÓN GENERAL**

Se identifican cinco especies de camorreal (*Psacalium paucicapitatum*, *Lobelia hartwegii*, *Iostephane trilobata*, *Asclepias melantha* y *Asclepias circinalis*) y se encuentran en estado silvestre. La especie *Lobelia hartwegii*, es la que más es utilizada por los pobladores de la comunidad, y la única que es extraída para su venta, y oscila entre 50 a 60 pesos el manojo de 15 a 20 plantas, la documentación del uso de plantas medicinales ayuda a describir el conocimiento que poseen las comunidades locales.

La riqueza asociada a las plantas de camorreal se encuentra en bajos niveles, de acuerdo a los rangos para medir diversidad, las especies con las que se asocian las plantas pertenecen al género *Pinus* y *Quercus*, de igual manera estas especies tienen el mayor peso ecológico en las UM, las plantas de camorreal tienen valores inferiores al 20 %, la distribución espacial es de tipo agregada ya que las plantas se encuentran en pequeños grupos.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

- a) Es importante la documentar del conocimiento tradicional con el que cuenta la comunidad de estudio ya que posee un gran conocimiento en uso de plantas medicinales.
- b) Integrar un catálogo de plantas medicinales que son utilizadas en la comunidad además de hacer una búsqueda de literatura si las plantas utilizadas ya se encuentran reportadas en algún otro lugar y realizar una colecta de esta para ser depositadas en algún herbario.
- c) Implementar un programa de manejo para el uso sustentable de las plantas medicinales y así preservar sus poblaciones naturales.

## CAPÍTULO VIII

### LITERATURA CITADA

- Aguirre, Z., y Aguirre, L. A. (2021). Estado actual e importancia de los Productos Forestales No Maderables. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 71–82. <https://www.researchgate.net/publication/352783066>
- Arrazola-Guendulay, A. A., Hernández-Santiago, E., & Rodríguez-Ortiz, G. (2018). Conocimiento tradicional de plantas silvestres en una comunidad de Valles Centrales de Oaxaca. In *Revista Mexicana de Agroecosistemas* (Vol. 5, Issue 1).
- Avello, M., & Cisternas, I. (2010). Fitoterapia, sus orígenes, características y situación en Chile. *Rev Med Chile*, 138, 1288–1293.
- Ávila-Flores, D. Y., González-Tagle, M. A., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E., Vargas-Larreta, B., & Rodríguez, E. A. (2014). Efecto de la severidad del fuego en las características de la estructura forestal en rodales de coníferas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 20(1), 33–45. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.01.005>
- Beltrán-Rodríguez, L., Ortiz-Sánchez, A., Mariano, N. A., Maldonado-Almanza, B., & Reyes-García, V. (2014). Factors affecting ethnobotanical knowledge in a mestizo community of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-14>
- Blancas, J., Pérez-Salicrup, D., & Casas, A. (2014). Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. In *Gaia Scientia: Vol. Especial*. <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index>
- Bussmann, R. W. (2015). Taxonomy-An Irreplaceable Tool for Validation of Herbal Medicine. In *Evidence-Based Validation of Herbal Medicine* (pp. 87–117). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800874-4.00004-0>

- Camou-Guerrero, A., Reyes-García, V., Martínez-Ramos, M., & Casas, A. (2008). Knowledge and use value of plant species in a rarámuri community: A gender perspective for conservation. *Human Ecology*, 36(2), 259–272. <https://doi.org/10.1007/s10745-007-9152-3>
- Casas, A., Otero-Arnaiz, A., Pérez-Negrón, E., & Valiente-Banuet, A. (2007). In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. In *Annals of Botany* (Vol. 100, Issue 5, pp. 1101–1115). <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>
- Casas, A., Rangel-Landa, S., Cruse-Sanders, J., & Solis-Rojas, L. (2014). Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental*, 6(2), 23–44. <https://www.researchgate.net/publication/314090302>
- Castro Juárez, C. J., Villa Ruano, N., Ramírez García, S. A., & Mosso González, C. C. (2014). Uso medicinal de plantas antidiabéticas en el legado etnobotánico oaxaqueño. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(1).
- Cruz Pérez, A. L., Barrera Ramos, J., Bernal Ramírez L. A., Bravo Avilez, D., & Rendón Aguilar, B. (2021). Actualized inventory of medicinal plants used in traditional medicine in Oaxaca, Mexico. In *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (Vol. 17, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00431-y>
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. In *Source: Ecology* (Vol. 32, Issue 3). <http://www.jstor.org> URL: <http://www.jstor.org/stable/1931725>
- De la Cruz Rot, M. (2006). Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas. *Ecosistemas*, 15(3), 19–39. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=448>
- Del Rio, M., & Cañellas, I. (2003). Índices de diversidad estructural en masas forestales. In *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For* (Vol. 12, Issue 1). <https://www.researchgate.net/publication/28061992>
- Elias, R., Dias, E., & Pereira, F. (2011). Disturbance, regeneration and the spatial pattern of tree species in Azorean Mountain forests. *Community Ecology*, 12(1), 23–30. <https://doi.org/10.1556/ComEc.12.2011.1.4>
- FAO. (1996). *DESARROLLO DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE*. 5.
- FAO. (2009). *Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes*.
- FAO. (2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático*.

- FAO. (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Informe principal. Roma. In *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Feng, G., Xiong, Y. J., Wei, H. Y., Li, Y., & Mao, L. F. (2022). Endemic medicinal plant distribution correlated with stable climate, precipitation, and cultural diversity. *Plant Diversity*. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.09.007>
- Fernando, G., Pérez, M., Fernando Narváez González, H., Eva, M., & Trujano, G. (2020). Plantas medicinales para el alivio del dolor. *Ciencia*, 71(2).
- Gadow, K. V, Sánchez, S., Juan, O., & Álvarez González, G. (2007). *Estructura y Crecimiento del Bosque*.
- Gómez-Álvarez R. Plantas medicinales en una aldea del Estado de Tabasco, México. *Rev Fitotec Méx.* 2012;35:43–9.
- INAH. (2023, June 6). *Códice Badiano*. <https://www.mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/codice%3A851#page/1/mode/2up>
- Juárez-Jaimes, V., Rodríguez-Morales, L. O., Paniagua-Ibáñez, M., Hernández-Barón, G. M., & Fishbein, M. (2022). Diversity and distribution of the genus *Asclepias* (Apocynaceae: Asclepiadoideae) in México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2022.93.3958>
- Ledo, A., Condes, S., & Montes, F. (2012). Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. *Rev. Peru Biol.*, 19(1), 113–124.
- Lou, J., & González-Oreja, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lillona*, 56(1–2), 3–14. <https://www.researchgate.net/publication/230634099>
- Luna-Bautista, L., De La Rosa, P. H., Velázquez-Martínez, A., Gómez-Guerrero, A., & Acosta-Mireles, M. (2015). El sotobosque en la composición y diversidad de áreas bajo manejo forestal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 21(1), 109–121. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.08.037>
- Magurran, A. (1983). *Ecological Diversity and Its Measurement*. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Bussmann, R. W., Zenteno-Ruiz, F., & Fuentes, A. F. (2020). La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Ecología En Bolivia*, 55(1).

- Manzanero-Medina, G. I., Flores-Martínez, A., Sandoval-Zapotitla, E., & Bye-Boettler, R. (2009). Etnobotánica de siete raíces medicinales en el mercado de Sonora de la Ciudad de México. *Polibotánica*, 27, 191–228. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682009000100011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682009000100011)
- Marie-Agnes, M., & Audrey, R. (2003). A model to assess relationships between forest dynamics and spatial structure. *Journal of Vegetation Science*, 14, 823–834. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02215.x>
- Márquez G., & Valenzuela, E. (2008). ESTRUCTURA ECOLÓGICA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL AMBIENTAL: APROXIMACIÓN CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA A PARTIR DEL PROCESO DE ORDENACIÓN DE CUENCAS. *Gestión y Ambiente*, 11(2), 137–148. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169420291010>
- Martínez-López, G., Guízar Nolazco, E., Villanueva Morales, A., & Palacios-Rangel, M. I. (2021). Usos locales y tradición: estudio etnobotánico de plantas útiles en San Pablo Cuatro Venados (Valles Centrales, Oaxaca). *Polibotánica*, 0(52). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.13>
- Melo Cruz, O. A., & Vargas Ríos, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos*.
- Monárrez-González, J. C., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Márquez-Linares, M. A., & González-Elizondo, M. D. S. (2018). Effects of forest management on some ecosystem services in temperate forest ecosystems of Mexico. *Madera y Bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *CYTED*, 1. <http://entomologia.rediris.es/sea>
- Morrone, J. J., & Llorente B., J. (2003). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (Vol. 1).
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1976). Aims and Methods of Vegetation Ecology. *Geographical Review*, 66(1), 114. <https://doi.org/10.2307/213332>
- Muñetón Pérez, P. (2009). Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Dr. Erick Estrada Lugo. *Revista Digital Universitaria*, 10(9). <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/int58.htm>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583–590.
- Rendón-Pérez, M. A., Hernández-De la Rosa, P., Velázquez-Martínez, A., Alcántara-Carbajal, J. L., & Reyes-Hernández, V. J. (2021). Composition, diversity, and

- structure of a managed forest in central Mexico. *Madera y Bosques*, 27(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712127>
- Ripley, B. D. (1977). Modelling Spatial Patterns. *Journal of the Royal Statistical Society*, 39(2), 172–212. <https://www.jstor.org/stable/2984796>
- Rubio-Camacho, E. A., González-Tagle, M. A., Himmelsbach, W., Ávila-Flores, D. Y., Alanís-Rodríguez, E., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Patrones de distribución espacial del arbolado en un bosque mixto de pino-encino del noreste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.015>
- SADER. (2022). *México, segundo lugar mundial en registro de plantas medicinales*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-segundo-lugar-mundial-en-registro-de-plantas-medicinales?idiom=es>
- Sarukhán, J. P. K., Carabias J., Soberón J., Dirzo R., Llorente-Bousquets J., Halffter. G., González R., March I., Mohar A., Anta S y De la Maza J. (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 100 pp.
- SEMARNAT. (2021). *Plantas medicinales de México*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico?idiom=es>
- Sen, T., & Samanta, S. K. (2014). Medicinal plants, human health and biodiversity: A broad review. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 147, 59–110. [https://doi.org/10.1007/10\\_2014\\_273](https://doi.org/10.1007/10_2014_273)
- Sharma, V., & Sarkar, I. N. (2013). Leveraging biodiversity knowledge for potential phytotherapeutic applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 20(4), 668–679. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2012-001445>
- Sharma, P., Hu-Lieskovan, S., Wargo, JA y Ribas, A. (2017). Resistencia primaria, adaptativa y adquirida a la inmunoterapia contra el cáncer. *Celda*, 168 (4), 707-723.
- SIASAR. (2017). *Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural. Oaxaca, México*. <http://globalsiasar.org/en/countries/oaxaca-mexico>
- Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., & De Jesús Ordoñez, M. (2003). The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: a Case of Adaptive Management. In *Ecology* (Vol. 7, Issue 3). <https://www.jstor.org/stable/26271970>
- Valdés-Cobos, A. (2013). Conservación y uso de plantas medicinales: el caso de la región de la Mixteca Alta Oaxaqueña, México. *Ambiente y Desarrollo*, 17(33), 87–97.
- Vásquez-Cortez, V. F., Clark-Tapia, R., Manzano-Méndez, F., González-Adame, G., & Aguirre-Hidalgo, V. (2018). Tree and shrub structure composition and diversity in

three forest management conditions in Ixtlan de Juarez, Oaxaca. *Madera Bosques*, 24(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431649>

Velázquez-Vázquez, G., Pérez-Armendáriz, B., Daniel Ortega-Martinez, L., & Nelly-Juarez, Z. (2019). Conocimiento etnobotánico sobre el uso de plantas medicinales en la Sierra Negra de Puebla, México. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 18(3), 265–276. <https://doi.org/10.37360/blacpma.19.18.3.17>

Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.0>