

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA AL “CAMORREAL” EN SAN PEDRO EL ALTO, OAXACA

DIVERSITY AND STRUCTURE OF THE VEGETATION ASSOCIATED WITH THE “CAMORREAL” IN SAN PEDRO EL ALTO, OAXACA

¹Josefa Itzel Pérez-Luis^{ORCID}, ^{2S}Gisela Virginia Campos-Angeles^{ORCID}, ³Valentín José Reyes-Hernández^{ORCID},
²Gerardo Rodríguez-Ortiz^{ORCID}, ²José Cruz Carrillo-Rodríguez^{ORCID}

^{1,2}Estudiante, investigador, TecNM/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Ex hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71233. ³Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco KM. 36.5, Montecillo, Texcoco Estado de México, C.P. 56230. [§]Autor de correspondencia: (gisela.ca@voaxaca.tecnm.mx).

RESUMEN

Las plantas medicinales representan una alternativa para mejorar la salud, por lo que muchas especies son extraídas de su hábitat natural. Los estudios ecológicos juegan un papel crucial en la comprensión y gestión de los ecosistemas, especialmente cuando se trata de la extracción de especies vegetales. Por lo anterior, el objetivo del estudio 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, y se ubicaron lugares donde crecen las plantas de “camorreal”, donde se realizó un inventario y se registraron las condiciones ecológicas de cada sitio. Se estimaron los valores del índice de valor de importancia (IVI), diversidad alfa y se evaluó la distribución espacial, estos índices proporcionan una visión completa de la estructura, la composición y la dinámica de la comunidad vegetal. Se identificaron cinco especies a las que se les nombra de forma indistinta “camorreal” *Asclepias circinalis*, *Asclepias melantha*, *Iostephane trilobata*, *Lobelia hartwegii* y *Psacalium paucicapitatum*. 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. La especie *Iostephane trilobata*, tiene abundancia superior a las demás. Uno de los sitios de estudio presenta tres especies

de “camorreal” *Asclepias melantha*, *Iostephane trilobata*, y *Psacalium paucicapitatum*, aunque no es el sitio más diverso.

Palabras clave: *Asclepias* sp., distribución espacial, plantas medicinales *Psacalium paucicapitatum*.

ABSTRACT

Medicinal plants represent an alternative to improve health, which is why many species are extracted from their natural habitat. Ecological studies play a crucial role in the understanding and management of ecosystems, especially when it comes to the extraction of plant species. Therefore, the objective of the study was to estimate the distribution and diversity associated with 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, and places where “camorreal” plants grow were located, where an inventory was made and the ecological conditions of each site were recorded. Importance value index (IVI) values, alpha diversity and spatial distribution were estimated, these indices provide a complete picture of the structure, composition and dynamics of the plant community. Five species indistinctly named “camorreal” *Asclepias circinalis*, *Asclepias melantha*, *Iostephane trilobata*, *Lobelia hartwegii* and *Psacalium paucicapitatum* were identified. The natural populations of these plants are associated with different species, although they are

located in the same type of pine-oak vegetation, the five species of “camorreal” have an aggregate distribution. The species *Iostephane trilobata* has a higher abundance than the others. One of the study sites has three species of “camorreal” *Asclepia melantha*, *Iostephane trilobata*, and *Psacalium paucicapitatum*, although it is not the most diverse site.

Index words: *Asclepias* sp., spatial distribution, medicinal plants, *Psacalium paucicapitatum*.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad contempla toda clase de comunidades a nivel de paisaje, los bosques son uno de sus repositorios más grandes, quienes brindan una gran variedad de bienes y servicios ambientales (FAO, 2010; Simula, 2009). 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 su importancia ecológica y cultural (Feng et al., 2022). Por lo que, su conservación es fundamental para la vitalidad de los ecosistemas forestales (Monárrez-González et al., 2018).

Los primeros reportes del uso de plantas medicinales datan del siglo XVI, a través del Códice Badiano (*Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*) que es una obra en la que se describen los conocimientos de la medicina tradicional (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 ellas 4500 tiene atributos

medicinales (SEMARNAT, 2021; Muñetón-Pérez, 2009). De las cuales 3000 se encuentran en el herbario del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Cabe destacar que tan sólo en el estado de Oaxaca se han documentado 1302 especies vegetales con uso medicinal (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).

Por otra parte, sus poseedores las usan de forma limitada y desconocen otros usos potenciales; por lo que en algunos casos han sido extraídas y aprovechadas con fines comerciales fuera de las comunidades rurales, sin que ellas obtengan algún beneficio, por lo que su valoración local es crucial para aprovecharlas de forma sustentable. La SEMARNAT (2021) menciona que el 85 % de las plantas medicinales 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 estar en posibilidades de proponer estrategias de manejo sustentable de las especies (Aguirre & Aguirre, 2021; FAO, 2020). Para describir la biodiversidad de un ecosistema, se han utilizado diversos índices, entre los cuales destacan el Índice de Valor de Importancia (IVI), propuesto por Curtis y McIntosh (1951), y los índices de diversidad alfa, desarrollados por Magurran (1983). Estos índices son herramientas valiosas para determinar la estructura y composición de la vegetación. Entre ellos, la función K de Ripley es especialmente valiosa para comprender el patrón de distribución espacial de una especie dentro de una comunidad. Esta función permite determinar si los individuos de una especie están distribuidos de manera regular, agrupada o aleatoria en diversas escalas espaciales. Al evaluar la función K, se obtiene una visión detallada sobre cómo se organiza y distribuye espacialmente una especie en un área específica, proporcionando información crucial sobre la dinámica ecológica y las interacciones

entre las especies (Ripley, 1977). Además, el análisis de la función K puede ayudar a identificar patrones de agregación o dispersión que son esenciales para el manejo y conservación de los hábitats naturales.

Las plantas medicinales conocidas como “camorreal” son empleadas por los habitantes de la comunidad de San Pedro el Alto por sus propiedades terapéuticas. Estas plantas pertenecen a diferentes familias botánicas, y en la práctica tradicional, se utiliza principalmente la raíz para aprovechar sus beneficios. Los pobladores han desarrollado un profundo conocimiento sobre las propiedades curativas de estas raíces, que han sido un pilar en sus prácticas de medicina tradicional a lo largo del tiempo.

Por lo anterior, el objetivo del estudio fue estimar la diversidad y estructura vegetal asociadas a las poblaciones silvestres de “camorreal”, así

como su distribución espacial en la comunidad de San Pedro El Alto, Zimatlán, Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en áreas forestales de la comunidad de San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca (**Figura I**). Entre las coordenadas geográficas $16^{\circ} 34' 58''$ a $16^{\circ} 49' 58''$ de latitud norte, y $97^{\circ} 00' 36''$ a $97^{\circ} 13' 20''$ longitud oeste; durante el periodo de lluvias (julio y agosto del año 2022). La precipitación media anual es de 1500 mm, la temperatura media anual de 18°C , el clima que predomina es templado subhúmedo con lluvias en verano C (w) (i) (García, 2004), y una altitud entre 1900 y 2800 m, se reconocen tres tipos genéricos de vegetación: bosques de pino (19567 ha), bosques de pino-encino (1169 ha) y bosques caducifolios de encino (8991 ha) (de los Santos-Posadas et al., 2015).

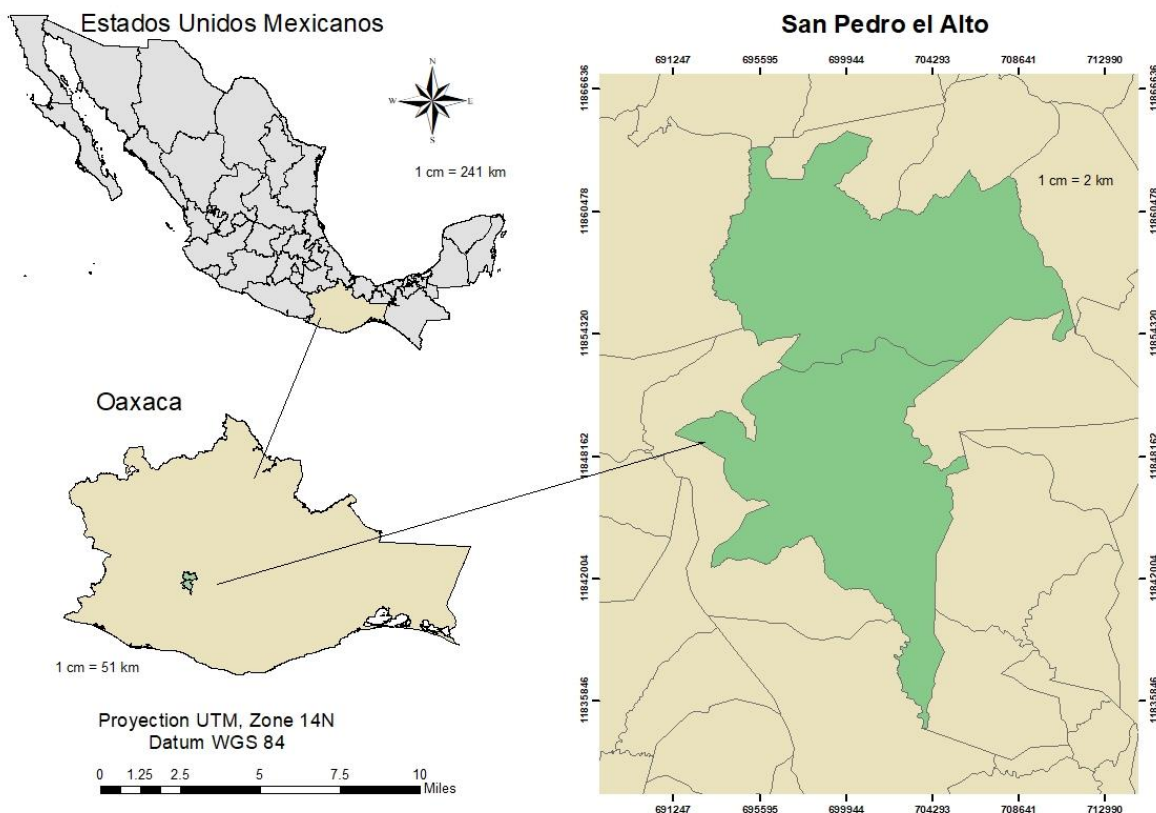


Figura I. Ubicación de la zona de estudio, San Pedro el Alto, Zimatlán.

Se realizó un muestreo dirigido en zonas en donde crecen de forma natural las especies conocidas en la comunidad como “camorreal”, dentro de bosques dominados por pino (*Pinus pringlei* Shaw, *P. patula* Schiede ex Schltdl. & Cham, *P. teocote* Schiede ex Schltdl y *P. pseudostrobus* Lindl). Se establecieron seis sitios de muestreo, y en cada uno se delimitó un total de tres unidades circulares, cada una con un área de 400 m²; además, 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, DN , (cm) con una cinta diamétrica (Forestry Suppliers®) y la altura total (AT , m), con un distanciómetro laser (Laser Technology® TruPulse 200 B). Mientras que para las plantas conocidas como “camorreal”, se registraron la altura total (ATP) en cm, y el diámetro de cuello (DCP) cm, dentro de cada unidad de muestreo se delimitó una subunidad de 100 m² en la cual se registraron los arbustos a los cuales se les determinaron 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).

Manejo y análisis de datos

Con la información registrada, se estimó la densidad de las especies de “camorreal”, calculando la relación entre el número de individuos de cada especie y el espacio que ocupan dentro de la unidad de muestreo. Además, se determinó el patrón de distribución espacial utilizando el índice $K(t)$ de Ripley (Ripley, 1977). Para estimar la diversidad de especies se calculó la diversidad alfa con los 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 calculó el índice de valor de importancia (IVI) para identificar la especie con el mayor valor ecológico, siguiendo las metodologías de Mueller-Dombois y Ellenberg (1976) y Curtis y McIntosh (1951).

RESULTADOS

Densidad de las especies de “camorreal”

Se identificaron cinco especies: *Psacalium paucicapitatum* (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell, *Lobelia hartwegii* Benth. ex A.DC, *Iostephane trilobata* Hemsl, *Asclepias melantha* Decne y *Asclepias circinalis* (Decne.) Woodson a las que se les llama “camorreal” de forma indistinta (Tabla I), estas plantas son utilizadas para fines medicinales y 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.

Tabla I. 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> (Decne.) Woodson	“camorreal”
<i>Asclepias melantha</i> Decne	“camorreal” de conejo
<i>Iostephane trilobata</i> Hemsl	Camote manzo
<i>Lobelia hartwegii</i> Benth. ex A.DC	“camorreal” de venado
<i>Psacalium paucicapitatum</i> (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell,	“camorreal” de cebolla

La densidad que presentan las plantas de "camorreal" se muestran en la **Figura 2**, el desarrollo de las especies depende de las condiciones ecológicas, con la densidad es posible observar las áreas específicas donde se ubica cada uno de los individuos de las diferentes especies, por ejemplo, *Iostephane trilobata* Hemsl, tiene una densidad superior a las demás con 908 ind ha⁻¹. Según las referencias proporcionadas por los habitantes de la comunidad, se sabe que esta planta es la menos extraída de los bosques locales debido a su escasa utilización en comparación con otras especies, además de que es abundante por pertenecer a la familia Asteraceae; por ello sus poblaciones silvestres presentan gran número de individuos (**Figura 3**), donde también se muestra su distribución espacial.

Lobelia hartwegii Benth. ex A.DC, es una hierba que presenta un valor de 625 ind ha⁻¹, se concentra en colonias en los taludes, formando pequeñas franjas, por ello el patrón de distribución es de tipo agregado, además de que se asocia con especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*. *Psacalium*

paucicapitatum (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell, cuenta con 566 ind ha⁻¹, se desarrolla bajo la sombra de los pinos además de presentarse en pequeñas aglomeraciones.

La especie *Asclepia circinalis* (Decne.) Woodson, mostró 500 ind ha⁻¹, se encuentra en lugares donde el suelo está cubierto con una capa densa de ocoxal. Por último, *Asclepia melantha* Decne presentó 316 ind ha⁻¹ es la especie que se encuentra más dispersa. Las cinco especies identificadas de "camorreal" exhiben un patrón de distribución agregado, concentrándose en áreas específicas. En la **Figura 3** se muestra la distribución de cada especie y la formación de pequeñas colonias. Este patrón de distribución revela la densidad, que se refiere al espacio ocupado por cada especie dentro de un área geográfica determinada. La disposición espacial de las plantas de "camorreal" está influenciada por factores ecológicos y cambios ambientales, lo que permite observar cómo se organizan los individuos en la superficie estudiada.

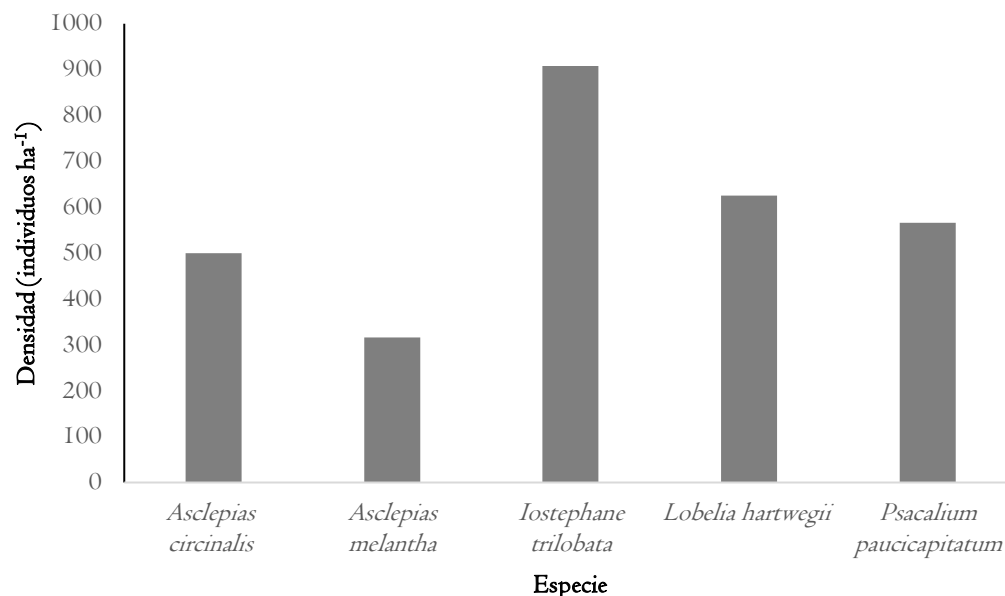


Figura 2. Densidad de especies de "camorreal" en San Pedro El Alto, Oaxaca.

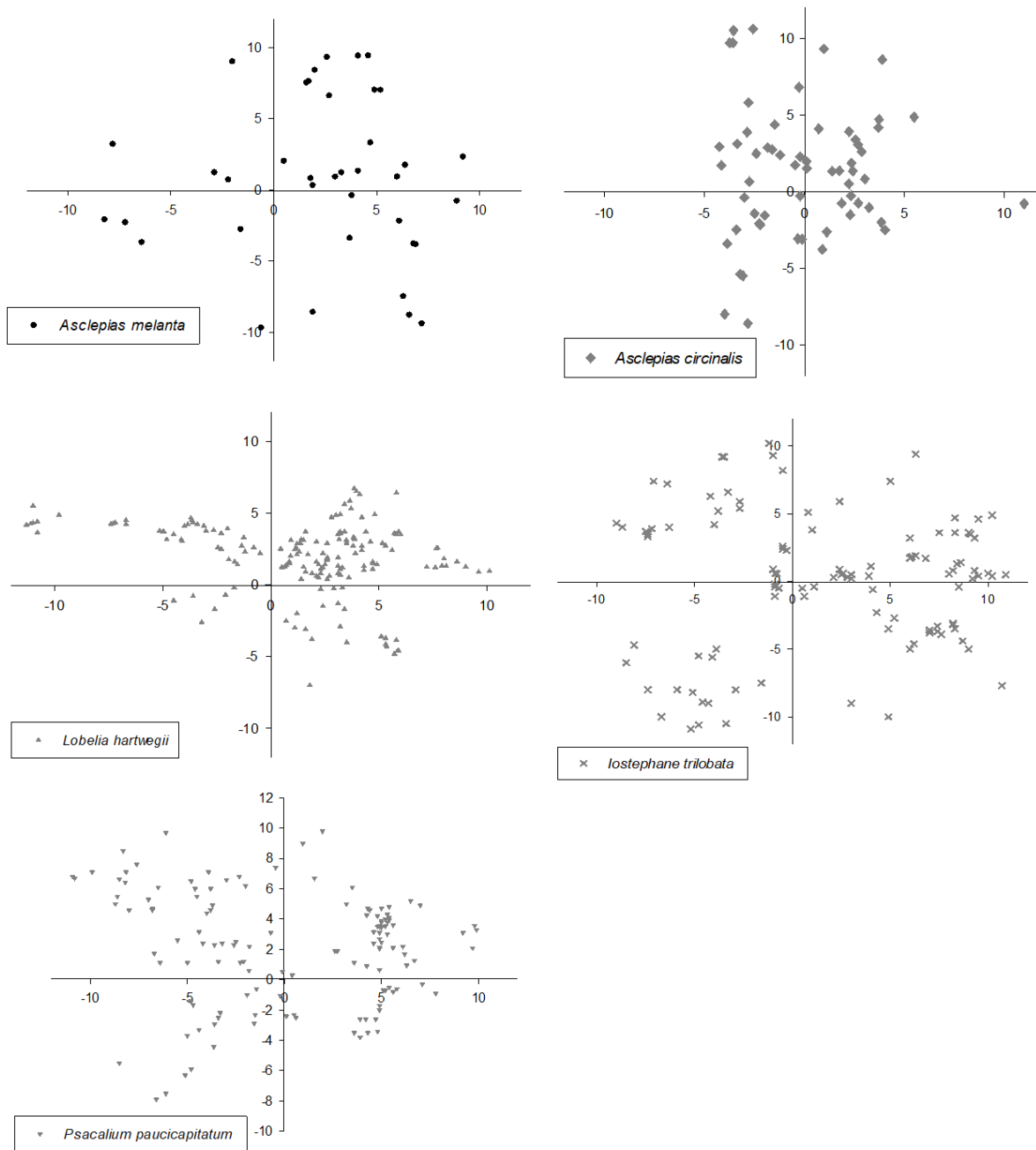


Figura 3. Distribución espacial de las especies de “camorreal” en San Pedro El Alto, Oaxaca.

Diversidad alfa

El índice de riqueza de Margalef arrojó un valor de 3.78, mostrando que la comunidad vegetal tiene una diversidad baja, comparada con otras. También se calculó el índice de Simpson-D, que resultó ser de 2.65. Este valor indica que la comunidad analizada presenta una distribución equilibrada de especies en términos de riqueza y

abundancia. Este índice, junto con el índice de riqueza de Margalef, refleja las características de la vegetación, mostrando que las especies del género *Pinus* son las que tienen la mayor densidad en la comunidad. Para estimar la diversidad específica se utilizó el índice de Shannon, el valor fue de 2.66 lo que indica que dicha diversidad en los sitios de estudio es moderada, es decir que existe una

cantidad limitada de especies y su distribución también es limitada, ya que el valor máximo de dicho índice es de 4, cabe resaltar que este índice considera tanto la cantidad de especies presentes, como su abundancia relativa. En campo pudo observarse que existen pocas especies, ya que la vegetación se encuentra dominada por pinos y encinos debido a que en 2021 se aplicaron cortas de regeneración, cortas de liberación y aclareos como tratamientos silvícolas.

Índice de valor de importancia (IVI)

El IVI 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 valor ecológico es *Pinus pringlei* con un 24.55 %, seguida por *Pinus montezumae* con un valor de 22.42 %, estas especies son dominantes en los bosques de la

comunidad además de presentar asociaciones (Tabla 2). Es importante resaltar que aunque las especies que corresponden al género *Pinus* y *Quercus* obtienen los valores más altos en este índice de importancia, las condiciones ecológicas (altitud, orografía, textura del suelo, exposición) determinan donde se desarrollan las plantas de “camorreal”, las cuales influyeron en los valores del peso ecológico. La especie *Iostephane trilobata* Hemsl es la única que obtuvo un valor mayor al 10 %, probablemente, este valor se debe a que es la especie menos extraída de sus poblaciones naturales, comparada con *Asclepias circinalis* (Decne.) Woodson, *Asclepias melantha* Decne, *Lobelia hartwegii* Benth. ex A.DC, y *Psacalium paucicapitatum* (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell, las cuales tienen un valor inferior al 10 %. La especie con menor IVI es *Asclepias melantha* Decne, que solo cuenta con un 4.07 %.

Tabla 2. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies localizadas.

Especie	Densidad (%)	Dominancia (%)	IVI (%)
<i>Pinus pringlei</i> Sham	3.43	18.61	24.55
<i>Pinus montezumae</i> Lamb	11.55	0.04	22.42
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	7.91	11.19	24.10
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl	2.81	16.12	21.43
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl	14.26	0.02	19.27
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl	2.71	4.31	18.68
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl.	1.98	2.72	10.53
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	1.66	4.01	11.50
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	6.24	0.00	8.75
<i>Quercus rugosa</i> Née	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> Schott	0.42	0.26	3.18
<i>Senecio roldana</i> DC.	0.42	0.00	2.92
<i>Eryngium heterophyllum</i> Engelm.	0.42	0.05	2.97
<i>Iostephane trilobata</i> Hemsl	11.34	0.01	13.85
<i>Lobelia hartwegii</i> Benth. ex A.DC	0.73	4.53	7.76
<i>Psacalium paucicapitatum</i> (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell	3.95	0.00	6.46
<i>Asclepias circinalis</i> (Decne.) Woodson	0.83	0.06	4.22
<i>Asclepias melantha</i> Decne	2.39	0.01	4.07

DISCUSIÓN

Distribución espacial

La distribución espacial de las cinco especies de “camorreal”, tienden a presentar un patrón de agrupamiento. Este tipo de distribución se caracteriza por una alta concentración de individuos en áreas específicas. De acuerdo con Gadow et al. (2007) lo anterior puede ser producto por dos factores, uno es el grado de mezcla de las especies y a la diversidad de la estructura espacial. Ávila-Flores et al. (2014) señalan 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) inducen a las plantas a resistir los cambios para asegurar su sobrevivencia. Elías, et al. (2011) atribuyen la distribución de especies a la respuesta de éstas a 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.

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) señalan 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) mencionan que las investigaciones en sobre biodiversidad, en las que se incluyen estimaciones del valor de importancia de las especies, generalmente contemplan sólo el estrato arbóreo, aunque, el sotobosque contempla la mayor riqueza y diversidad, independientemente del tratamiento silvícola.

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, lo que es lógico por el tipo de bosque del que se trata, que de acuerdo con Cuevas-Guzmán et al. (2011), presenta valores de IVI superiores a 80 % para pino y menores de 50 % para encino. Rendón-Pérez et al. (2021), también encontraron que la familia ecológicamente más importante en el bosque estudiado es Pinaceae, *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 las especies que se pueden desarrollar dependen de la cantidad de luz disponible.

CONCLUSIONES

El grupo de plantas denominadas “camorreal” presentan un patrón de distribución agregado, está formado por cinco especies que son: *Asclepias circinalis* (Decne.) Woodson, *Asclepias melantha* Decne, *Iostephane trilobata* Hemsl, *Lobelia hartwegii* Benth. ex A.DC y *Psacalium paucicapitatum* (B.L.Rob. & Greenm.) H.Rob. & Brettell; todas se encuentran en estado silvestre en los bosques de la localidad. La única especie que obtuvo un valor de importancia superior al 10 % fue *Iostephane trilobata* Hemsl (13 %), debido a que es la más abundante y presenta la mayor densidad. *Pinus* y *Quercus* son los géneros arbóreos con las que las especies de “camorreal”

mostraron mayor asociación. De acuerdo a los índices estimados, la riqueza de especies mostró baja diversidad, lo que es una muestra de la heterogeneidad en el bosque.

REFERENCIAS

- Aguirre, Z., & Aguirre, L. A. (2021). Estado actual e importancia de los productos forestales no maderables. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 71–82.
- 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-Avilé, D., & Rendón-Aguilar, B. (2021). Actualized inventory of medicinal plants used in traditional medicine in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00431-y>
- Cuevas-Guzmán, R., Cisneros-Lepe, E. A., Jardel-Peláez, E. J., Sánchez-Rodríguez, E. V., Guzmán-Hernández, L., Núñez-López, N. M., & Rodríguez-Guerrero, C. (2011). Análisis estructural y de diversidad en los bosques de *Abies* de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4), 1219-1233.
- Curtis, J. T., & Macintosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. In Source: Ecology (Vol. 32, Issue 3).
- de los Santos-Posadas, H. M., Valdez-Lazalde, J. R., & Torres-Rojo, J. M. (2015). San Pedro El Alto Community Forest, Oaxaca, Mexico. In *Forest Plans of North America* (pp. 199-208). Academic Press.
- 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 América latina y el caribe. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/01931c41-a2a2-55ce-bfc0-1cbca23f72a6/>
- FAO. (2010). La gestión de los bosques ante el cambio climático. Asociación de Colaboración en materia de Bosques, 2008. <https://www.fao.org/3/i1960s/i1960s00.pdf>
- FAO. (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Informe principal. Roma. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Feng, G., Ying-Jie, X., Hua-Yu, W., Yao L., & Ling-Feng, M. (2022). Endemic medicinal plant distribution correlated with stable climate, precipitation, and cultural diversity. *Plant Diversity*, 45(4), 479-484. <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*. Alemania: Universidad de Göttingen.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 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. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. *Springer Science & Business Media* <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Melo-Cruz, O. A., & Vargas-Ríos, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, Colombia.
- 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>
- Muñeton-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).
- 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 México. *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.
- 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>
- Simula M. (2009). *Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes*. Roma, Italia. Documento de trabajo, 154, 54.
<https://www.fao.org/3/k6217s/k6217s.pdf>
- 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 Ixtlán 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>