

Diversidad y abundancia de bromelias epifitas en “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca*

Diversity and abundance of epiphytic bromeliads in “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca

Sabina Carvente-Acteopan¹, Ma. Antonia Pérez-Olvera^{1§}, María Flores-Cruz^{1,2} Hermilio Navarro-Garza¹ y Noé Flores-Hernández³

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 01 (595) 9520200, ext. 1853. (scarvente@colpos.mx; flormar5@yahoo.com.mx, hermnava@colpos.mx). ²Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Iztapalapa, Vicentina, Ciudad de México. CP. 09340. Tel. 01 (55) 58044600. (mafc@xanum.uam.mx). ³Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Lerma. Av. Hidalgo Pte. 46, Colonia La Estación Lerma, Estado de México, México. CP. 52006. Tel. 01 (728) 2827002, ext. 2100. (n.flores@correo.ler.uam.mx). [§]Autora para correspondencia: molvera@colpos.mx.

Resumen

Las bromelias son plantas que crecen en bosques y selvas del continente americano. En México las bromelias reportadas sobrepasan las 363 y Oaxaca posee 189 de ellas. El municipio de Ixtepeji y sus agencias incluido “El Punto” en Oaxaca, aprovechan bromelias epifitas. Desde el año 2008 cuentan con una UMA, donde sus integrantes recolectan en zonas específicas. Con el objetivo de determinar la diversidad y abundancia de bromelias como indicadores ecológicos del manejo del bosque, se realizó, durante 2015, un muestreo dirigido en las cuatro zonas de aprovechamiento de bromelias: La Cruz de Yovaneli, La Curva de San Miguel, Reynoso y La Petenera. En cada zona se seleccionaron 30 árboles de los cuales 87 son de encino (*Quercus* sp.), 32 de pino (*Pinus* sp.) y un árbol de *Bursera* sp. En los forófitos se cuantificaron las especies de bromelias. La mayor diversidad y abundancia de bromelias se observó en especies del género *Tillandsia* (11 sp.), con especificidad de localización de al menos dos especies por zona. El forofito que presentó mayor diversidad y abundancia de bromelias fue el encino. El

Abstract

Bromeliads are plants that grow in forests and jungles of the American continent. In Mexico the reported bromeliads surpass 363 and Oaxaca has 189 of them. The municipality of Ixtepeji and its agencies including “El Punto” in Oaxaca, take advantage of epiphytic bromeliads. Since 2008 they have a UMA, where their members collect in specific areas. In order to determine the diversity and abundance of bromeliads as ecological indicators of forest management, a targeted sampling was carried out during 2015 in four bromeliad utilization areas: La Cruz de Yovaneli, La Curva de San Miguel, Reynoso and La Petenera. 300 trees were selected in each zone of which 87 are oak (*Quercus* sp.), 32 pine (*Pinus* sp.) and one *Bursera* sp tree. In the forophytes, bromeliad species were quantified. Most bromeliads diversity and abundance of species was observed in *Tillandsia* (11 sp.) genus, with specificity location of at least two species per area. The oak was the forophyte that showed the greatest diversity and abundance of bromeliads. The Shannon diversity index was average in the Curva de San Miguel and Reynoso areas (1.5 and 1.3) and low for La Cruz de Yovaneli and La Petenera areas (0.6 and 0.4).

* Recibido: enero de 2017
Aceptado: abril de 2017

índice de diversidad de Shannon fue medio en las zonas de la Curva de San Miguel y Reynoso (1.5 y 1.3) y bajo para las zonas de La Cruz de Yovaneli y La Petenera (0.6 y 0.4).

Palabras clave: abundancia, diversidad, forofito, índice de Shannon.

Introducción

La flora de México es una de las más variadas y complejas del planeta. Se han hecho diversas estimaciones acerca de la riqueza florística, que oscilan entre 22 000 (Rzedowski, 1991) y 31 000 especies (Toledo, 1993). Como resultado de esa complejidad las plantas se han adaptado a diversas condiciones ambientales, lo que las ha llevado a desarrollar estrategias en su forma de vida, una de ellas es el epifitismo.

Las epifitas son plantas que crecen sobre otras plantas, las raíces le sirven para anclarse a su árbol huésped o forófito (Granados *et al.*, 2003) por lo tanto, no penetran los tejidos vasculares del forófito para extraer agua y nutrientes; se alimentan de partículas que flotan en el aire y del material depositado en los troncos y ramas sobre los que viven (Benzing, 2008). Se localizan principalmente en bosques tropicales y templados húmedos, lo que las posiciona como una comunidad indicadora de la calidad ecológica y del estado de conservación de los bosques. Son muy sensibles a las condiciones climáticas y con frecuencia de crecimiento lento, lo cual, las hace aún más vulnerables que otras plantas (Hietz, 1999; Barthlott *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2004).

Las epifitas son de primordial importancia para el funcionamiento de ciertos ecosistemas, ya que, al estratificarse verticalmente, desde los troncos de los árboles hasta las copas del dosel ofrecen variedad de nichos y recursos, como agua y alimento. Las características señaladas contribuyen a que se establezcan interacciones con insectos, murciélagos, ranas y serpientes (Stuntz *et al.*, 2002). También ocupan un lugar importante dentro del ciclo de nutrimentos (Toledo, 2014). Estas plantas están adaptadas a un medio ambiente con condiciones adversas como: escasez de agua, altas intensidades lumínicas e inestabilidad del forofito u hospedero (Granados *et al.*, 2003; Mondragón *et al.*, 2011).

Este grupo de plantas epifitas incluye las no vasculares, vasculares inferiores y angiospermas (Toledo, 2014). Mondragón *et al.* (2011) señalan que las familias de

Keywords: abundance, diversity, phorophyte, Shannon index.

Introduction

The flora of Mexico is one of the most varied and complex of the planet. Various estimates have been made of floristic richness ranging from 22 000 (Rzedowski, 1991) to 31 000 species (Toledo, 1993). As a result of this complexity the plants have adapted to different environmental conditions, which has led them to develop strategies in their way of life, one of them is epiphytic.

Epiphytes are plants that grow on other plants, roots serve to anchor its host tree or phorophyte (Granados *et al.*, 2003) therefore they do not penetrate the phorophyte's vascular tissues to extract water and nutrients; they feed on particles floating in the air and from the material deposited in the trunks and branches on which they live (Benzing, 2008). They are located mainly in tropical and humid temperate forests, which places them as a community indicating the ecological quality and the conservation state of the forests. They are very sensitive to weather conditions and often show slow growth, which makes them even more vulnerable than other plants (Hietz, 1999; Barthlott *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2004).

Epiphytes are of paramount importance for the functioning of certain ecosystems, because, when stratifying vertically from trees trunks up to the tops of the canopy they offer a variety of niches and resources such as water and food. The characteristics mentioned contribute to interactions with insects, bats, frogs and snakes (Stuntz *et al.*, 2002). Also they occupy an important place in the cycle of nutrients (Toledo, 2014). These plants are adapted to an environment with adverse conditions such as lack of water, high light intensities and phorophyte or host instability (Granados *et al.*, 2003; Mondragon *et al.*, 2011).

This group of epiphytic plants includes non-vascular, inferior vascular and angiosperm (Toledo, 2014). Mondragon *et al.* (2011) indicate that the families that constitute the main vascular epiphyte component are: Orchidaceae, Piperaceae, Araceae and Bromeliaceae.

Bromeliads are epiphytes herbs, terrestrial or saxicolous, acaulescent or caulescent, with simple leaves, rosetted or acicular, distich is rare, they have a short or absent escaped

estas plantas constituyen el principal componente epifito vascular son: Orchidaceae, Piperaceae, Araceae y Bromeliaceae.

Las bromelias son hierbas epifitas, terrestres o saxícolas, acaulescentes o caulescentes, de hojas simples, arrosadas o fasciculadas, rara vez dísticas, presentan un escapo corto o ausente, con inflorescencias terminales o laterales, erectas o péndulas (Diego *et al.*, 2013). En México el número de especies de bromelias sobrepasan las 363 en 18 géneros, de las cuales 70% son endémicas (Mondragón *et al.*, 2011). El Estado de Oaxaca posee 189, de las cuales, 123 especies, pertenecen al género *Tillandsia* y 11 a *Catopsis*; por lo tanto, representa una porción importante de la riqueza florística de México (Flores y Granados, 2011).

Las bromelias son consideradas un recurso forestal no maderable (RFNM) de importancia económica para las comunidades rurales (Miranda *et al.*, 2007). En la comunidad de “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, situada en la Sierra Norte de Oaxaca, la cual es considerada una zona de gran diversidad florística y con un alto grado de endemismos (Mondragón *et al.*, 2006) los pobladores recolectan las bromelias de los árboles en época decembrina desde tiempos inmemorables y desde 2008 mediante dos Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Catopsis” EX-00011-OAX y “Bromelias” INT-105-OAX) la primera permite la colecta de las especies *Tillandsia carlos-hankii* y *Catopsis berteroniana*, y la segunda autoriza la venta de plantas; por lo que funcionan como una sola, recolectando únicamente bromelias caídas de los árboles durante todo el año en zonas específicas del bosque.

Los bosques cuentan con variaciones en temperatura y humedad, los cuales en niveles bajos son los principales factores ambientales limitantes en la diversidad y abundancia de epifitas como lo son las bromelias (Acebey y Kromer, 2001; Zotz, 2005; Rzedowsk, 2006; San Martín *et al.*, 2008). Otro aspecto de suma importancia relacionado con la diversidad es la identidad del forófito. Este cuenta con variaciones de acuerdo a propiedades físicas (forma, altura, textura, arquitectura del follaje y su condición perenne o caducifolia) y riqueza de nutrientes del mismo (Granados *et al.*, 2003; Hietz 2005; Benzing, 2008; García y Damon, 2013). Estudios anteriores han establecido que la mayor diversidad de epifitas se localiza en gradientes altitudinales de 1 500 a 2 000 m (Benzing, 2000; Zotz, 2005).

with terminal or lateral inflorescences, erect or pendulous (Diego *et al.*, 2013). In Mexico the number of species of bromeliads exceed 363 in 18 genera, of which 70% are endemic (Mondragon *et al.*, 2011). The State of Oaxaca has 189, of which 123 species belong to the *Tillandsia* genus and 11 to *Catopsis*; therefore, it represents a significant portion of the floristic richness of Mexico (Flores and Granados, 2011).

Bromeliads are considered a non-timber forest resources (RFNM) of economic importance to rural communities (Miranda *et al.*, 2007). In the community of “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, located in the Sierra Norte of Oaxaca, which is considered an area of great floristic diversity and a high degree of endemism (Mondragon *et al.*, 2006) villagers gather the bromeliads of the trees in december since immemorial time and since 2008 by means of two Management Units for the Conservation of the Wildlife (UMA) “Catopsis” EX-00011-OAX and “Bromelias” INT-105-OAX) the first allows collecting *Tillandsia carlos-hankii* and *Catopsis berteroniana* species, and the second authorizes sale of plants; so they function as one, collecting only bromeliads fallen from trees throughout the year in specific areas of the forest.

Forests have variations in temperature and humidity, which at low levels are the main environmental factors limiting the diversity and abundance of epiphytes such as bromeliads (Acebey and Kromer, 2001; Zotz, 2005; Rzedowsk, 2006; San Martín *et al.*, 2008). Another important aspect related to diversity is the identity of phorophyte. This has variations according to physical properties (shape, height, texture, foliage architecture and evergreen or deciduous condition) and its nutrient richness (Granados *et al.*, 2003; Hietz 2005; Benzing, 2008; García and Damon, 2013). Previous studies have established that the greatest diversity of epiphytes is located in altitudinal gradients of 1 500 to 2 000 m (Benzing, 2000; Zotz, 2005).

In terms of diversity of epiphytic plants, alpha diversity has been used to measure the species richness of a particular community through the Shannon and Wiener index (García and Tarín, 2008; García and Toledo, 2015). This index is one of the most used to measure or quantify the specific biodiversity (Godínez and López, 2002; Martella, 2012).

The objective of this research was to determine the diversity and abundance of bromeliads in each UMA collection area in El Punto, through the analysis of alpha diversity, to generate an indicator for proper forest management.

En cuestiones de diversidad de plantas epifitas se ha empleado la diversidad alfa, para medición de la riqueza de especies de una comunidad particular a través del índice de Shannon y Wiener (García y Tarín, 2008; García y Toledo, 2015). Este índice es muy utilizado para medir o cuantificar la biodiversidad específica (Godínez y López, 2002; Martella, 2012).

El objetivo de esta investigación fue determinar la diversidad y abundancia de bromelias en cada zona de recolección de la UMA en “El Punto”, mediante el análisis de la diversidad alfa que genera un indicador para un manejo apropiado del bosque.

Materiales y métodos

Área de estudio. El Punto es una Agencia Municipal que pertenece al municipio de Santa Catarina Ixtepeji, y al distrito de Ixtlán de Juárez (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son 96° 35' 2" latitud norte y 17° 13' 18" longitud oeste a una altura de 2 304 msnm. Su población es de 501 habitantes, de las cuales 44% son hombres y 56% mujeres. El 6% de la población habla una lengua indígena, cuenta con un promedio de 7 años de escolaridad y 2% que no curso ningún grado. La población económicamente activa es 52% (INEGI, 2010).

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por García (2004) el grupo climático al que pertenece es: C (w) templado subhúmedo la mayor parte del tiempo. La orografía es montañosa, presenta un relieve irregular muy variable, típico de las zonas montañosas de la Sierra Madre de Oaxaca, esa característica propicia la existencia de un amplio número de asociaciones vegetales, hábitats y especies. Las principales actividades económicas de la comunidad son la producción forestal maderable, el aprovechamiento de RFNM, la floricultura y el ecoturismo (SmartWood, 2002).

El trabajo de campo se realizó en 2015 mediante: recorridos de campo para la identificación de zonas o parajes de recolección. Así como, se tomaron fotografías digitales de cada zona y datos de altitud, coordenadas geográficas, humedad relativa, tipo de vegetación y forófito.

Recorridos en conjunto con las integrantes de la UMA con el propósito de hacer la colecta y determinación botánica de las bromelias en las zonas agroecológicas. Una parte del

Materials and methods

Study area. El Punto is a Municipal Agency that belongs to the Municipality of Santa Catarina Ixtepeji, and to the District of Ixtlán de Juárez (Figure 1). Its geographical coordinates are 96° 35' 2" north latitude and 17° 13' 18" west longitude at a height of 2 304 m. Its population is 501 inhabitants, of which 44% are men and 56% are women. 6% of the population speaks an indigenous language, has an average of 7 years of schooling and 2% of them did not go to the school. The economically active population is 52% (INEGI, 2010).



Figura 1. Localización y colindancias de la comunidad de “El Punto”, Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. (INEGI, 2005).

Figure 1. Localization and vicinity of the community of “El Punto”, Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. (INEGI, 2005).

According to the classification system of Köppen modified by García (2004) the climatic group to which it belongs is: C (w) temperate subhumid most of the time. The orography is mountainous, with an irregular relief, typical of the mountainous areas of the Sierra Madre of Oaxaca. This feature favors the existence of a large number of vegetal associations, habitats and species. The main economic activities of the community are timber forest production, the use of RFNM, floriculture and ecotourism (SmartWood, 2002).

The field work was carried out in 2015 by: field trips for the identification of zones or harvesting sites. As well as, digital photographs of each zone and altitude data, geographic coordinates, relative humidity, vegetation and forófito types, were taken.

material colectado se herborizó según las recomendaciones de Lot y Chiang (1986) y se depositaron ejemplares en el Herbario-Hortorio del Colegio de Postgraduados: *T. oaxacana*, *T. prodigiosa* y *T. macdougallii* (CHAPA, 2016). Además se donaron, tres individuos de bromelias: *T. oaxacana*, *T. plumosa* y *T. magnusiana*, con clave BROM-103, BROM-104, BROM-105 respectivamente al Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (Centli), Tlalmanalco, Estado de México.

Considerando el área total de recolección de 77 096 m² se llevó a cabo un muestreo aleatorio dirigido en La Cruz de Yovaneli, La petenera, La Curva de San Miguel y Reynoso las cuales tienen una superficie aproximada de: 17 067.371 m², 6 456.607 m², 2 998.715 m² y 50 573.947 m² respectivamente y un área muestreada de 3 308.527 m², 1 030.125 m², 641.676 m² y 6 502.605 m² con un área total de muestreo de 11 482 m². En todos los casos el área de muestreo fue superior a 10%, como lo recomienda (Quiñonez y Mendoza, 2009; Bautista, 2011). En cada zona se trazaron tres transectos de 50*2 m de longitud (Artigas y Díaz, 2013) para plantas epífitas. En cada uno se seleccionaron 10 árboles (30 en cada zona agroecológica). En cada árbol se identificaron y cuantificaron las especies de bromelias. Para estimar la cantidad de individuos de la especie *Tillandsia usneoides* (heno), debido a su morfología y crecimiento, se estimó mediante esferas de 15 cm de diámetro aproximadamente, donde cada esfera equivale a un individuo.

El índice de Shannon-Wiener, se realizó considerando el número total de individuos por especie contribuyendo al análisis de diversidad alfa, de acuerdo a la siguiente fórmula. Índice de diversidad de Shannon-Wiener: $H' = -\sum p_i \ln p_i$. Donde: $p_i = n_i/N$; $N = \sum n_i$; $\ln =$ logaritmo natural; $n_i =$ representa el valor de importancia de la clase i ; y puede evaluarse mediante abundancias (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Resultados y discusión

Tipos de vegetación. Se identificaron tres tipos de vegetación de acuerdo a lo observado en campo y a la clasificación de Rzedowski (2006) en cuatro zonas de aprovechamiento del bosque (Cuadro 1).

Journeys together with the members of the UMA with the purpose of making the collection and botanical determination of the bromeliads in the agroecological zones. A part of the collected material was classified as recommended by Lot and Chiang (1986) and copies were placed in the Herbario-Hortorio of the Colegio de Postgraduados: *T. oaxacana*, *T. prodigiosa* and *T. macdougallii* (CHAPA, 2016). Furthermore they donated three bromeliads individuals: *T. oaxacana*, *T. plumosa* and *T. magnusiana*, with key BROM-103, BROM-104, BROM-105 respectively to the Center for Sustainability Incalli Ixcahuicopa (Centli), Tlalmanalco, Estado de Mexico.

Considering the total collection area of 77 096 m² a directed random sampling was carried out in La Cruz de Yovaneli, La petenera, La Curva de San Miguel and Reynoso which have an area of approximately 17 067.371 m², 6 456.607 m², 2 998.715 m² and 50 573.947 m² respectively, and a sampling area of 3 308.527 m², 1 030.125 m², 641.676 m² and 6 502.605 m² with a total sampling area of 11 482 m². In all cases the sampling area was higher than 10%, as recommended (Quiñonez and Mendoza, 2009; Bautista, 2011). In each zone three transects of 50*2 m in length were drawn (Artigas and Díaz, 2013) for epiphyte plants. In each one, 10 trees were selected (30 in each agroecological zone). In each tree, bromeliad species were identified and quantified. In order to estimate the number of individuals of the *Tillandsia usneoides* species, due to its morphology and growth it was estimated by spheres of 15 cm diameter approximately, where each sphere is equivalent to one individual.

The Shannon-Wiener index was made considering the total number of individuals per species contributing to the analysis of alpha diversity, according to the following formula. Shannon-Wiener diversity index: $H' = -\sum p_i \ln p_i$. Where: $p_i = n_i/N$; $N = \sum n_i$; $\ln =$ natural logarithm; $n_i =$ represents the importance value of class i ; and can be assessed through abundance (Mostacedo and Fredericksen, 2000).

Results and discussion

Types of vegetation. Three types of vegetation were identified according to observations in the field and the Rzedowski (2006) classification in four areas of forest use (Table 1).

Diversidad y abundancia de bromelias. En total se contabilizaron 9 763 individuos de bromelias. El Cuadro 1 muestra los resultados de las especies encontradas en cada zona de aprovechamiento, resalta la presencia de 2 géneros de bromelias epifitas, *Catopsis* con una especie (*berteroniana*) y *Tillandsia* con 11 especies, siendo este último género, el de mayor diversidad y abundancia.

Diversity and abundance of bromeliads. In total 9 763 individuals of bromeliads were counted. Table 1 shows the results of the species found in each area of use, highlighting the presence of two genera of epiphytic bromeliads, *Catopsis* with one species (*berteroniana*) and *Tillandsia* with 11 species, the latter genre showed the greatest diversity and abundance.

Cuadro 1. Diversidad y abundancia de cada zona de recolección.
Table 1. Diversity and abundance of each collection area.

| Zona de recolección | Tipo de vegetación | Ubicación | Altitud (m) | Humedad relativa (%) | Especies | Número de individuos |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| La Cruz de Yovaneli | Bosque de pino-encino | 17° 11' 24.00" N | 2 451 | 39 | <i>Tillandsia oaxacana</i> | 331 |
| | | 96° 35' 1.44" W | | | <i>Tillandsia carlos-hankii</i> | 450 |
| La Petenera | Bosque de pino-encino | 17° 12' 45.81" N | 2 439 | 54 | <i>Tillandsia prodigiosa</i> | 383 |
| | | 96° 35' 21.21" W | | | <i>Tillandsia macdougallii</i> | 74 |
| Reynoso | Bosque de pino-encino | 17° 15' 41.49" N 96° 32' 27.70" W | 2 125 | 40 | <i>Tillandsia calothyrsus</i> | 32 |
| | | | | | <i>Tillandsia bourgaei</i> | 166 |
| | | | | | <i>Tillandsia magnusiana</i> | 2 198 |
| | | | | | <i>Tillandsia fasciculata</i> | 48 |
| | | | | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 1 400 |
| | | | | | <i>Tillandsia plumosa</i> | 2 340 |
| | | | | | <i>Catopsis berteroniana</i> | 178 |
| | | | | | <i>Tillandsia bourgaei</i> | 234 |
| La Curva de San Miguel | Bosque de encino | 17° 16' 15.49" N 96° 32' 18.50" W | 2 097 | 72 | <i>Tillandsia juncea</i> | 641 |
| | | | | | <i>Tillandsia magnusiana</i> | 127 |
| | | | | | <i>Tillandsia fasciculata</i> | 98 |
| | | | | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 323 |
| | | | | | <i>Tillandsia plumosa</i> | 730 |
| | | | | | <i>Catopsis berteroniana</i> | 10 |

En La Curva de San Miguel se contabilizaron de 7 a 123 individuos por árbol con un total de 2 163 individuos correspondientes a siete especies de bromelias de los géneros, *Tillandsia* y *Catopsis*. En Reynoso se encontraron de 17-344 individuos por árbol con un total de 6 362 individuos de bromelias, coincidiendo con el número de especies y géneros a los que pertenecen a la Curva de San Miguel.

La Curva de San Miguel y Reynoso, ambas zonas muy cercanas geográficamente, fueron las que presentaron mayor diversidad siendo este último el más abundante sobre todo en dos especies *T. plumosa* y *T. magnusiana*. La Figura 2 muestra que estas dos zonas comparten cinco especies, del

At La Curva de San Miguel were counted from 7 to 123 individuals per tree with a total of 2 163 individuals corresponding to seven bromeliads species of the *Tillandsia* and *Catopsis* genera. In Reynoso were found 17-344 individuals per tree with a total of 6 362 individuals of bromeliads, coinciding with the number of species and genera of Curva de San Miguel.

Curva de San Miguel y Reynoso, both very close geographically areas were those that showed greater diversity latter being the most abundant especially on two species: *T. plumosa* y *T. magnusiana*. Figure 2 shows that these two zones share five species, of the genus *Tillandsia* and one of *Catopsis*, the berteronian species, which is locally

género *Tillandsia* una de *Catopsis*, la especie *berteroniana*, misma que es conocida localmente como “jarrita” la cual se encuentra bajo protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010). También se observó que solo difieren en dos especies del mismo género, la primera zona con *T. juncea* y la segunda zona con *T. calothyrsus*.

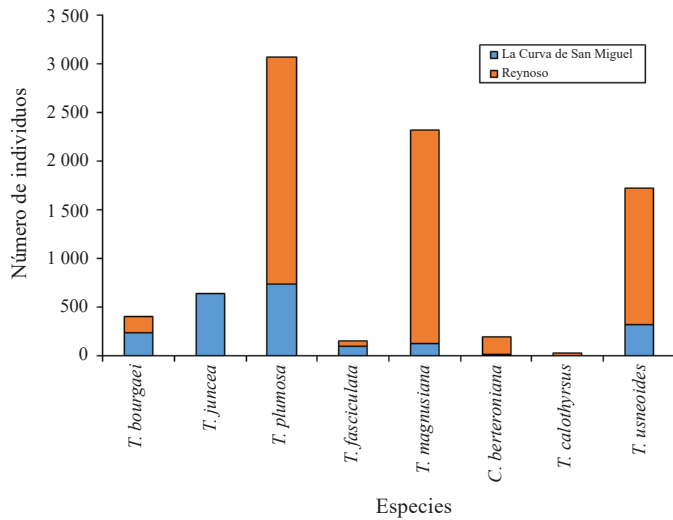


Figura 2. Abundancia de bromelias en La Curva de San Miguel y Reynoso.
Figure 2. Abundance of bromeliads in La Curva de San Miguel and Reynoso.

La Figura 3 muestra la abundancia de la La Petenera, la cual fue de 457 individuos del género *Tillandsia*, con dos especies, *T. macdougallii* y *T. prodigiosa*, encontrándose de 2 a 44 individuos por árbol. En la Cruz de Yovaneli se contabilizaron de 7 hasta 60 individuos por árbol, encontrando un total de 781 individuos de bromelias del género *Tillandsia* con dos especies *T. oaxacana* y *T. carlos-hankii*; cabe señalar, que esta última llamada “mechudita” es una especie amenazada (NOM.059 SEMARNAT-2010). Estas dos zonas tienen el mismo tipo de vegetación, pero no comparten las mismas especies, ya que se encuentran muy distantes geográficamente una de la otra.

Tipo de forófito

Se observaron tres tipos de forófitos u hospederos de bromelias los cuales fueron: encino (*Quercus* sp.), pino (*Pinus* sp.) y un árbol de *Bursera* sp. El encino fue el forófito más frecuente, cercano a 72%; seguido del pino con cerca de 26% (Cuadro 2).

known as “jarrita” which is under special protection (NOM-059-SEMARNAT-2010). It was also observed that they differed only by two species of the same genus, the first zone with *T. juncea* and the second zone with *T. calothyrsus*.

Figure 3 shows the abundance of La Petenera, which was of 457 individuals *Tillandsia* genera, with two species, *T. macdougallii* and *T. prodigiosa*, finding from 2 to 44 individuals per tree. In Cruz de Yovaneli, 7 to 60 individuals were counted per tree, finding a total of 781 individuals of bromeliad of the *Tillandsia* genus with two species *T. oaxacana* and *T. carlos-hankii*; it should be noted that this last one called “mechudita” is a threatened species (NOM.059 SEMARNAT-2010). These two areas have the same type of vegetation, but do not share the same species, as they are very distant geographically from one another.

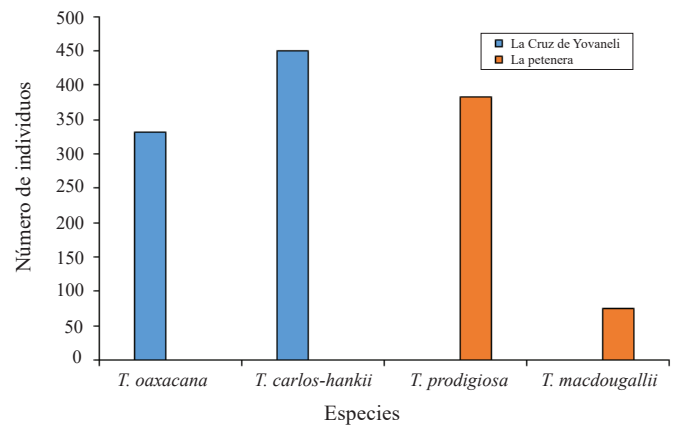


Figura 3. Abundancia en La Cruz de Yovaneli y La Petenera.
Figure 3. Abundance in La Cruz de Yovaneli and La Petenera.

Forófito type

Three types of phorophytes or host of bromeliads were observed, which were: oak (*Quercus* sp.), pine (*Pinus* sp.) and one tree of *Bursera* sp. The oak was the most frequent forophyte, close to 72%; followed by pine with about 26% (Table 2).

Diversity (estimated using the Shannon-Wiener index)

The Shannon-Wiener index shows values ranging from 0.4 to 1.5. The highest values were obtained in the oak and oak-pine forest, corresponding to La Curva de San Miguel and Reynoso with values of 1.5 and 1.3 respectively, while the agroecological zone Cruz de Yovaneli and La Petenera showed indexes of 0.6 and 0.4 respectively (Table 3).

Cuadro 2. Tipo y número de forófitos en cada zona de recolección.
Table 2. Type and number of forophytes in each collection area.

| Tipo de forófito | Zonas de recolección | | | | Total | (%) |
|--------------------|----------------------|-------------|------------------------|---------|-------|-------|
| | La Cruz de Yovaneli | La Petenera | La Curva de San Miguel | Reynoso | | |
| <i>Quercus</i> sp. | 13 | 17 | 30 | 27 | 87 | 72.5 |
| <i>Pinus</i> sp. | 16 | 13 | 0 | 3 | 32 | 26.66 |
| <i>Bursera</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.833 |
| Total | 30 | 30 | 30 | 30 | 120 | 100 |

Diversidad (estimada con el índice de Shannon-Wiener)

El índice de Shannon-Wiener muestra valores desde 0.4 hasta 1.5. Los valores más altos se obtuvieron en el bosque de encino y pino-encino, correspondientes a La Curva de San Miguel y Reynoso con valores de 1.5 y 1.3 respectivamente, mientras que la zona agroecológica Cruz de Yovaneli y La Petenera presentaron índices de 0.6 y 0.4 respectivamente (Cuadro 3).

Las cuatro zonas cuentan con diferente altitud, tipo de vegetación, humedad y temperatura. Las zonas más diversas y abundantes de bromelias se localizaron en La Curva de San Miguel y Reynoso. La altitud de las zonas de estudio es de 2 097 y 2 125 m respectivamente. Al respecto Benzing (2000); Zotz (2005) mencionan que la mayor diversidad de epífitas se localiza a una altitud de 1 500 a 2 000 m, lo cual coincide con este estudio. Al respecto Mondragón *et al.* (2006), realizaron un estudio de diversidad de bromelias en diferentes gradientes altitudinales y localizaron que en las zonas más altas y frías había una disminución considerable de bromelias respecto a otras zonas más bajas y cálidas. Por lo tanto, la disminución de la temperatura pudiera ser el factor que limita la presencia de las especies epífitas que son susceptibles al frío (Benzing, 1990; Zotz, 2005).

Otro aspecto importante que se relaciona con la diversidad y abundancia de epífitas es la identidad del forófito. El encino fue el forófito que estuvo presente en 70% de los casos, observándose en ellos una diversidad y abundancia de bromelias muy destacada en la zona de Reynoso y La Curva de San Miguel, esto coincide con lo reportado por Rzedowski (2006) en el que refiere, que los encinos son buenos forófitos para las epífitas. Otro estudio que concuerda con esta información, es el reportado por Diego *et al.* (2013) en el cual realizaron una investigación de la flora de bromelias del género *Tillandsia* y 47% de ellas habitan

Cuadro 3. Índice de diversidad Shannon-Wiener en cada zona de aprovechamiento.

Table 3. Shannon-Wiener diversity index in each harvesting zone.

| Característica | La Cruz de Yovaneli | La Petenera | La Curva de San Miguel | Reynoso |
|----------------|---------------------|-------------|------------------------|---------|
| Taxa | 2 | 2 | 7 | 7 |
| Individuos | 781 | 457 | 2 163 | 6 362 |
| Índice Shannon | 0.6 | 0.4 | 1.5 | 1.3 |

The four zones have different altitude, vegetation type, humidity and temperature. The most diverse and abundant areas of bromeliads were located in La Curva de San Miguel and Reynoso. The altitude of the study areas is 2 097 and 2 125 masl respectively. In this regard, Benzing (2000); Zotz (2005) mention that the greatest diversity of epiphytic species located at an altitude of 1 500 to 2 000 m above sea level, which coincides with this study. Mondragon *et al.* (2006) conducted a study of bromeliad diversity in different altitudinal gradients and found that in the higher and cooler areas there was a considerable decrease in bromeliads compared to other lower and warmer areas. Therefore, the decrease in temperature may be the factor that limits the presence of epiphytic species that are susceptible to cold (Benzing, 1990; Zotz, 2005).

Another important aspect that is related to the diversity and abundance of epiphytes is the identity of the phorophyte. The oak was the phorophyte who was present in 70% of cases showing in them a very prominent diversity and abundance of bromeliads at the Reynoso and La Curva de San Miguel areas, this coincides with that reported by Rzedowski (2006) in which it is referred that the oaks are good forophytes for the

en bosques de encino. Cabe destacar, que estas dos zonas albergan a *Catopsis berteroniana* y *Tillandsia usneoides*, (heno) la primera esta bajo protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010); la segunda es importante para las integrantes de la UMA y para la comunidad, especialmente en temporada “navideña” (Mondragón *et al.*, 2006).

Las zonas de menor diversidad abundancia se presentaron en La Petenera y La Cruz de Yovaneli, esta última zona cuenta con la especie *T. carlos-hankii*, la cual se encuentra amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010) y con *T. Oaxacana* catalogada como endémica del estado. Ambas en bosque de pino-encino, pero lejanas geográficamente. El forófito más abundante en estas dos zonas fue el pino, pero al parecer son considerados forófitos poco favorables para las epífitas. Al respecto Benzing, (1990); Rzedowski (2006) mencionan que esto quizás suceda porque ofrecen un sustrato desfavorable para las epífitas, debido a la producción de compuestos alelopáticos como las resinas, las cuales producen como repelente para posibles enemigos.

Respecto al índice de Shannon-Wiener todas las zonas presentaron distintos valores de diversidad, La Curva de San Miguel obtuvo el más alto con 1.5, seguido de Reynoso con 1.3 aclarando que el índice es sensible a valores bajos presentados en algunas especies, debido a ello el índice de esta última zona fue ligeramente menor con respecto a la primera, siendo esta igual de diversa, pero aún más abundante. Al respecto García y Toledo (2015) llevaron a cabo un estudio de la diversidad de bromelias. En cuatro sitios de un bosque en Veracruz, con dimensiones de muestreo mucho mayores a los de este trabajo, encontraron 12 especies con un valor del índice de Shannon de 0.7 hasta 1.3, valores similares a lo reportado en esta investigación. Los autores García y Tarín (2008), refirieron que en zonas agroecológicas cafetaleras y sitios de bosque, el índice más alto fue de 3.08 en el bosque y el más bajo de 1.5 en un sitio de cultivo de café. De acuerdo a los resultados, la diversidad y abundancia bromelias arroja valores intermedios importantes, aunque existen en esas zonas especies en alguna categoría de riesgo, de importancia económica y endémica para el estado de Oaxaca.

Conclusiones

La diversidad y abundancia encontrada en las zonas agroecológicas evaluadas, muestran especificidad de especies determinada por el tipo de forófito, por la altura

epiphytes. Another study that agrees with this information is reported by Diego *et al.* (2013) who conducted an investigation of the bromeliads flora of the *Tillandsia* genus and 47% of them live in oak forests. It is noteworthy that these two areas are home to the *Catopsis berteroniana* and *Tillandsia usneoides* species the first one is under special protection (NOM-059-SEMARNAT-2010) and the second is of utmost importance not only for UMA members, but for the whole community, especially in “christmas” season (Mondragón *et al.*, 2006).

Areas of lower abundance diversity were La Petenera and La Cruz de Yovaneli, the latter area has the *T. carlos-hankii* species, which is threatened (NOM-059-SEMARNAT-2010) and *T. Oaxacana* classified as endemic. Both in pine-oak forest, but geographically distant. The most abundant forophyte in these two areas was the pine, but apparently they are considered to be very unfavorable for the epiphytes. In this regard Benzing (1990); Rzedowski (2006) mention that this may happen because they offer an unfavorable substrate for the epiphytes, due to the production of allelopathic compounds such as resins, which they produce as a repellent for possible enemies.

Regarding to the Shannon-Wiener index, all areas showed different diversity values, La Curva de San Miguel obtained the highest with 1.5, followed by Reynoso with 1.3 clarifying that the index is sensitive to low values showed in some species, due to this the index of this last zone was slightly smaller compared to the first one, being this equally diverse, but still more abundant. In this regard, García and Toledo (2015) carried out a study of the bromeliads diversity. At 4 sites in a forest in Veracruz, with much larger sampling sizes than in this research, they found 12 species with a Shannon index value of 0.7 up to 1.3, very similar values to those reported in this research. The authors García and Tarín (2008), reported that in coffee agro-ecological zones and forest sites, the highest index was 3.08 in the forest and the lowest of 1.5 in a coffee growing site. According to the results, bromeliads diversity and abundance yield important intermediate values, in addition to the fact that there are species in some risk category, of economic importance and endemic to the state of Oaxaca.

Conclusions

The diversity and abundance found in the agroecological zones evaluated show specificity of species determined by the type of forophyte, by the height above sea level and by

sobre el nivel del mar y por las condiciones climáticas de las mismas. Las especies *T. macdougalli* y *T. prodigiosa* solo se encuentran en la zona agroecológica La Petenera, *T. oaxacana* y *T. carlos-hankii* solo se encuentran en la zona Cruz de Yovaneli; *T. juncea* es específica para Curva de San Miguel, mientras que *T. calothyrsus* y *Catopsis berteroniana* solo se localizan en Reynoso, pese a que estas dos últimas zonas comparten cinco especies del género *Tillandsia* (*T. bourgaei*, *T. plumosa*, *T. fasciculata*, *T. magnusiana* y *T. usneoides*) aunque en la zona de Reynoso la abundancia encontrada (6 362 individuos) es mucho mayor.

La abundancia vertical con valores más altos fueron Reynoso y Curva de San Miguel con 17-344 y 7-123 individuos por árbol para Reynoso y Curva de San Miguel, respectivamente, mientras que en Curva de Yovaneli y la Petenera se presentaron valores de 7-60 y 2-44 individuos por árbol.

Los índices de Shannon indican que la diversidad en las zonas agroecológicas de Reynoso y La Curva de San Miguel fue media y para las zonas de La Cruz de Yovaneli y la Petenera es baja.

Los datos de abundancia y diversidad pueden ser usados como indicadores para un aprovechamiento diferenciado de las bromelias por zonas y por especies, sin poner en riesgo las poblaciones naturales y permitiendo la regeneración de sus poblaciones.

the climatic conditions. The *T. macdougalli* and *T. prodigiosa* species and are found only in La Petenera agroecological area, *T. oaxacana* and *T. carlos-hankii* are only found in Cruz de Yovaneli area; *T. juncea* is specific for the Curva de San Miguel while *T. calothyrsus* and *Catopsis berteroniana* are only found in Reynoso, although the latter two zones share five species of *Tillandsia* genera (*T. bourgaei*, *T. plumosa*, *T. fasciculata*, *T. magnusiana* and *T. usneoides*) although in the area of Reynoso the abundance found (6 362 individuals) is much greater.

The vertical abundance with higher values were Reynoso and Curva de San Miguel with 17-344 and 7-123 individuals per tree for Reynoso and Curva de San Miguel, respectively, while in Curva de Yovaneli and Petenera values of 7-60 and 2-44 individuals per tree were found.

The Shannon indices indicate that the diversity in the agroecological zones of Reynoso and La Curva de San Miguel was average and for the areas of La Cruz de Yovaneli and Petenera is low.

Abundance and diversity data can be used as indicators for differentiated use of bromelias by areas and species, without endangering natural populations and allowing the regeneration of their populations.

End of the English version



Literatura citada

- Acebey, A. y Kromer, T. 2001. Diversidad y distribución vertical de epífitas en los alrededores del campanario río Eslabón y de la laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Departamento, La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 3(1-2):104-123.
- Albertos, B.; Garilleti, R.; Lara, F. y Mazimpaka, V. 2001. Especificidad de los briófitos epífitos frente al forófito en un robledal mixto gallego. *Boletín de la Sociedad Española de Briología*. 18-19:25-36.
- Artigas, C. y Díaz, F. 2013. Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos: fundamentos metodológicos. *Ver. Est. Geog.* 84(274):67-88.
- Barthlott, W.; Schmith, J. and Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of a secondary vegetation and primary montane rainforest in the Venezuelan Andes. *Netherlands. Plant Ecol.* 152 (2):145-156.
- Bautista, F. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2^{da}. Edición. Centro de Investigación en Geografía Ambiental-Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 790 pp.
- Benzing, D. H. 2008. Vascular epiphytes: general biology and related biota. Cambridge: Cambridge University Press. 354 p.
- Benzing, D. H. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation. Cambridge University Press, Cambridge. 346 p.
- Diego- Escobar, M.; Flores-Cruz, M. y Koch, S. 2013. Bromelias: flora de Guerrero, *Tillandsia* sp. L. (Bromeliaceae). Las prensas de sociales. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 122 p.
- Flores, M. y Granados, C. 2011. Listado de bromelias. *In: diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 310-351 pp.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros No. 6. 5^{ta}. (Ed.). Instituto de geografía de la UNAM. México. 98 p.
- García, J. y Tarín, A. 2008. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. *In: Manson, R.; Hernández O. V.; Gallina, S. y Mheltreter, K. (Ed.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología A. C. (INECOL)-Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 69-82 pp.

- García, A. y Damon, A. 2013. Abundancia, distribución en los forófitos y producción de frutos de la primera población de *Telipogon helleri* (Orchidaceae) descubierta en México. *Ver. Mex. Bio.* 84(3):894-900.
- García, F. J. G. y Toledo, A. T. 2015. Manejo de bromelias epífitas en bosque mesófilo de montaña en el Centro de Veracruz. Instituto de Ecología A. C. Informe final SNIB-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Proyecto Núm. HQ001. México, Distrito Federal. 78 p.
- Granados-Sánchez, D.; López-Ríos, G. F.; Hernández-García, M. Á. and Sánchez-González, A. 2003. Ecology of epiphytes plants. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. Forest. Amb.* 9(2):101-111.
- Hietz, P. 1999. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. Institut für Botanik. Austria. Recuperado de <http://www.iupac.org/symposia/proceedings/phuket97/hietz.html>. IUPAC.
- Lot, A. y Chiang, F. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México. 142 p.
- Miranda-Jiménez, M.; Arellano-Mijangos, J.; Salazar-Acevedo, B.; Quero-Cruz, R. y Pérez-Santiago, L. 2007. Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales. México: Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental, A. C. http://www.era-mx.org/biblio/bromelias_ornamentales.pdf.
- Mondragón, D.; Ramírez, I.; Flores, M. y García, J. 2011. La familia bromeliaceae en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 98 p.
- Mondragón, D.; Villa, D.; Escobedo, G. y Franco, A. 2006. La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo.* 4(2):13-16.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de manejo forestal sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Muñoz, A.; Chacón, P.; Pérez, F.; Barnert, E. and Armesto, J. 2003. Diversity and host tree preferences of vascular epiphytes and vines in a temperate rainforest in southern Chile. *Austr. J. Bot.* 51: 381-391.
- Quiñonez, M. M. y Mendoza, G. 2009. Manual de prácticas ecología de comunidades. Departamento de ciencias químico-biológicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Chihuahua, México. 137 p.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerógama de México. *Acta Bot. Mex.* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1^{ra}. Edición digital. México, D. F. 505 p.
- San Martín, J.; Espinosa, A.; Zanetti, S.; Hauenstein, E.; Ojeda, N. y Arriagada, C. 2008. Composición y estructura de la vegetación epífita vascular en un bosque primario de Olivillo (*Aextoxicom punctatum*) en el sur de Chile. *Ver. Ecología Austral.* 18:1-11.
- Smart, W. 2002. Resumen público de certificación de comunidad de Santa Catarina Ixtepeji. <http://www.rainforest-alliance.org/forestry/documents/catarina.pdf>.
- Stuntz, S.; Ziegler, C.; Simon, U. and Zotz, G. 2002. Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *J. Trop. Ecol.* 18:161-176.
- Toledo, T. 2014. Lluvia de bromelias en el bosque de niebla. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Biodiversitas.* 117:1-6.
- Toledo, V. M. 1993. La riqueza florística de México: un análisis para conservacionistas. *In: Guevara, S.; Moreno- Casasola, P. y Rzedowski, J. (Eds.). Logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI.* Instituto de Ecología, A. C. Sociedad Botánica de México, Xalapa. 109-123 pp.
- Zhu, H.; Xu, Z.; Wang, H. and Li, B. 2004. Tropical rain forest fragmentation and its ecological and species diversity changes in southern Yunnan. *J. Biod. Conserv.* 13:1355-1372.
- Zotz, G. 2005. Vascular epiphytes in the temperate zones a review. *Plant Ecol.* 176(2):173-183.