



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

INSTITUTO DE CIENCIAS  
CENTRO DE AGROECOLOGÍA  
MAESTRÍA EN MANEJO SOSTENIBLE DE  
AGROECOSISTEMAS

**ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD DEL AGROECOSISTEMA  
VAINILLA EN EL TONACAPAN**

TESIS  
Para obtener el grado de  
Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas.

PRESENTA

Biol. Paola Fernández Hernández

COMITÉ TUTORAL

Director de Tesis  
Dr. Daniel Jiménez García

CoDirector  
Dr. Enrique Hipólito Romero

Asesores  
Dr. Héctor Bernal Mendoza  
Dr. Luis Jiménez García

Puebla, Pue. Enero, 2023.

El presente trabajo de investigación fue realizado en el periodo de agosto de 2020 a enero de 2023, el cual forma parte del proceso de maestría en “Manejo Sostenible en Agroecosistemas” de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias ICUAP. Esta investigación fue posible debido al apoyo económico obtenido como beca por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por tal, extiendo mi reconocimiento y agradecimiento al CONACyT.

---

Biól. Paola Fernández Hernández

## AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTO

Quiero agradecer enormemente al Dr. Daniel Jiménez García y al Dr. Enrique Hipólito Romero por guiarme y compartir sus conocimientos, su paciencia y por todo su apoyo en este proceso de formación educativa.

También quiero agradecer a mis asesores y revisores: Dr. Héctor Bernal Mendoza, Dr. Luis Jiménez García, por apoyarme en todo momento, por su valiosa amistad en este proceso.

A los doctores Roberta Marques y Osvaldo Erick Ramírez, por su revisión y sus valiosas observaciones y sugerencias para el mejoramiento de mi tesis y al laboratorio de biodiversidad de la maestría en manejo sostenible de agroecosistemas (MasAgro).



A los productores y a entrevistados clave (Ángel, César Arellano, Juan Salazar, Rene Arellano, Luz Olimpia, Tello, Pedro y Casimiro) por compartir sus valiosos conocimientos y experiencias; ya que sin ellos no hubiera sido posible la realización de esta tesis.

Agradezco el apoyo al proyecto estratégico “Rescate Biocultural de Sistemas Agroforestales con Especies de Alto Valor Ecológico, Económico y Social, desarrollado por el Cuerpo Académico Manejo y Conservación de Recursos Bioculturales (UV-CA-263, En Consolidación), de la Universidad Veracruzana, con el subsidio de la Compañía de Nestlé de México.



Externo mi profundo agradecimiento por el apoyo otorgado al jardín botánico universitario BUAP por permitirme visitar y acceder a la colección botánica del herbario, para los fines de investigación de la presente tesis.



“Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación y estudios de Posgrado por el apoyo otorgado para la conclusión de esta tesis dentro del Eje IV. Modelo de Investigación abierta y compartida. Objetivo 1. Formar recursos humanos que impacten positivamente el contexto social y científico como consecuencia de su accionar en una comunidad para lograr una educación desarrolladora de la transformación. Indicador establecido en el Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025”.



## Contenido

i. RESUMEN .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1 Biodiversidad .....	9
1.2 Impactos ambientales por el manejo agrícola .....	10
1.3 Características generales de la vainilla y su cultivo .....	11
II. ANTECEDENTES .....	12
2.1 Caracterización del agroecosistema de vainilla.....	12
2.2 Flora y fauna.....	15
III. MARCO TEÓRICO .....	21
3.1 Importancia del cultivo de vainilla.....	21
3.2 Importancia de los sistemas tradicionales .....	22
3.3 Tipos de manejo.....	23
3.4 Biodiversidad .....	25
3.4.1 Mamíferos de México.....	26
3.4.2 Mamíferos carnívoros .....	26
3.4.3 Comunidad vegetal.....	27
3.4.4 Grupos indicadores .....	28
IV. JUSTIFICACIÓN.....	28
V. OBJETIVO GENERAL.....	29
5.1 Objetivos particulares.....	29
VI. HIPÓTESIS .....	29
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
7.1 Área de estudio .....	29
7.2 Caracterización del manejo del agroecosistema de vainilla .....	32
7.3 Diseño de muestreo de la comunidad florística arbórea y arbustiva ....	35
7.3.1 Actividades en laboratorio.....	35
7.3.2. Análisis de riqueza, abundancia y diversidad de flora.....	36
7.4 Fauna.....	37
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
8.1 Caracterización del manejo del agroecosistema de vainilla .....	38
Debilidades.....	42
8.2. Flora .....	62
8.3 Fauna (mamíferos carnívoros) .....	71
IX. CONCLUSIONES .....	75

X. BIBLIOGRAFÍA .....	78
-----------------------	----

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Caracterización de los sistemas de manejo del agroecosistema vainilla en la zona de estudio.....	41
<b>Cuadro 2</b> Puntos críticos (D, F) identificados en el agroecosistema vainilla. ..	46
<b>Cuadro 3</b> Prueba de U Mann-Whitney .....	52
<b>Cuadro 4</b> Listado de las unidades de manejo censadas para análisis de diversidad florística .....	62
<b>Cuadro 5</b> Listado de especies de mamíferos carnívoros registrados en las bases de datos de CONABIO y GBIF. ....	72
<b>Cuadro 6</b> Listado de los estudios que registran especies de mamíferos carnívoros en la zona de estudio y áreas aledañas.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de los municipios de Tenampulco, Puebla y Papantla, Veracruz.....	30
<b>Figura 2</b> Diagrama de flujo de los puntos críticos (D y F) del agroecosistema vainilla.....	47
<b>Figura 3.</b> <i>Regresión entre la superficie (m<sup>2</sup>) y la producción anual de kg* de vainilla en.....</i>	49
<b>Figura 4</b> Distribución espacial de los tutores de las unidades productivas. ....	51
<b>Figura 5</b> Número de especies de tutores de cada censo de diversidad en los sistemas de manejo.....	54
<b>Figura 6</b> Número de especies de tutores nativos de cada censo de diversidad en los sistemas de manejo.....	54
<b>Figura 7.</b> Número de productores que ejercen los diferentes métodos de riego en los agroecosistemas de vainilla de la zona de estudio. ....	56
<b>Figura 8</b> Puntos de ubicación de los muestreos en los diferentes sistemas de manejo y usos de suelo y vegetación en la zona de estudio. ....	63
<b>Figura 9</b> Abundancia relativa de las especies con mayor representación en los sistemas de manejo.....	66
<b>Figura 10.</b> Estimación total de la riqueza en función de los sistemas de manejo Acahual semitecnificado (As), Tradicional, Bajo Naranja (BN) y bajo cocuite y pichoco (BCP). ....	67
<b>Figura 11</b> Estimación de la riqueza del manejo acahual semitecnificado. ....	68
<b>Figura 12.</b> Estimación de la riqueza del manejo Tradicional. ....	69
<b>Figura 13</b> Diversidad verdadera de cada uno de los sistemas de manejo de la vainilla.....	71

## i. RESUMEN

México es un país de gran relevancia biológica y cultural; sin embargo, la diversidad de especies en los agroecosistemas ha sido poco estudiada, particularmente del cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews), el cual es importante en el país por su bioculturalidad y por ser uno, de los de mayor demanda en la producción alimenticia. Debido a que los estudios de diversidad para este cultivo son casi nulos, se realizó la caracterización y descripción de los sistemas de manejo de la vainilla en Tenampulco, Puebla y en Papantla, Veracruz, a fin de comparar la diversidad florística (árboles, arbustos) y la edad sucesional de los diferentes sistemas de manejo productivos; también, se realizó una revisión documental y de bases de datos (CONABIO y GBIF) de los registros de mamíferos carnívoros identificados en la zona de estudio. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a diez personas (productores y personas clave), para la caracterización del manejo en las parcelas de los entrevistados. Para los censos de la flora, en 12 unidades productivas, se realizaron los muestreos trazando dos transectos de 200 m<sup>2</sup> en cada unidad productiva, en donde se obtuvo el registro de especies de árboles (DAP > 2.50 cm) y arbustos (>1.00 cm), diámetro a la altura del pecho (DAP), número de individuos y altura. Los datos obtenidos con las entrevistas se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis; mientras que, para el análisis de la diversidad florística se evaluó la riqueza con Chao 1, se efectuó el índice de Abundancia Relativa (AR), y se analizó la diversidad con diversidad verdadera.

Se obtuvo un registro de cinco sistemas de manejo (tradicional, acahual semitecnificado, bajo cocuite y pichoco, bajo naranjo y bajo malla sombra), de los cuales, se identificaron nueve debilidades y tres fortalezas en relación con los atributos de la sustentabilidad y de las áreas de evaluación ambiental, económico y social. Se encontraron diferencias significativas con relación al sistema de manejo y la diversidad (especies, número de especies de tutor). Se identificaron 81 especies de flora, 72 géneros y 33 familias, de estas, 32 especies son plantas tutores; en cuanto a la AR, se obtuvo que la especie *Bahuinia divaricata* fue la de mayor representación en todos los sistemas de manejo. En cuanto a la diversidad, se obtuvo que el sistema Acahual semitecnificado, es el que representa la mayor riqueza de especies y de diversidad verdadera; en

cuanto a la revisión de las bases de datos de GBIF y CONABIO de los mamíferos carnívoros se obtuvo un registro de cuatro especies y una subespecie, únicamente para el municipio de Papantla; mientras que solo se registró una cita académica, la cual menciona la incidencia de seis especies para el municipio de Papantla, Veracruz, con lo cual, se destaca la relevancia de los estudios de diversidad en el agroecosistema vainilla.

Por tal, se concluyó que, entre tipologías de los sistemas de manejo de la vainilla existe variedad de estrategias productivas; además, se observó una tendencia hacia sistemas de manejo con mayor tecnificación y modificaciones al sistema natural. Por otra parte, las actividades productivas que se realizan con mayor intensificación influyen negativamente en la diversidad y en el proceso de sucesión de las especies. No obstante, los resultados demostraron que el sistema de manejo Acahual semitecnificado cuenta con la mayor diversidad, posiblemente por la plantación de diversas especies para distintos fines por parte de los productores de la vainilla.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Biodiversidad

México se caracteriza por ser un territorio heterogéneo por su pluralidad social, cultural y ambiental; en donde la diversidad ecológica involucra riqueza de especies, genética y de endemismos, situándose en el cuarto país con mayor biodiversidad (Sarukhán *et al.*, 2009). Además de pertenecer a la categoría de mega diverso por formar parte de los países que concentran entre el 60 y 70% de diversidad (Toledo & Barrera 2008; Sarukhán *et al.*, 2009).

En cuanto a la diversidad florística, México se sitúa en el cuarto lugar; no obstante, aún hacen faltan estudios para determinar en su totalidad la cantidad de especies (Rivera Hernández *et al.*, 2020). Por otra parte, el país también destaca por su amplia diversidad de mamíferos, debido a su topografía, variedad climática, tipos de vegetación, historia geológica y zoográfica, con lo cual se posiciona en el tercer lugar para mamíferos terrestres (Lorenzo *et al.*, 2008; Urquiza *et al.*, 2011). De este grupo, las especies de carnívoros (Orden Carnívora) sobresalen por fungir como indicadores de conservación de los ecosistemas, debido a su alta fragilidad a la perturbación y al importante papel que desempeñan en las cadenas tróficas al mantener en equilibrio a los herbívoros; ya que regulan las poblaciones de presas muy abundantes y también cazan organismos enfermos, con lo cual reducen la propagación de enfermedades (Botello *et al.*, 2008; Rumiz, 2010). A pesar de la importancia de este grupo, actividades como la cacería furtiva, introducción de especies exóticas, sobrexplotación de los recursos y el comercio ilegal, han provocado la extinción de algunas poblaciones y cambios en los patrones de distribución de los mamíferos (Ceballos *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2017). Además, el cambio de uso de suelo por la deforestación para actividades antrópicas como la industrial, ganadera, agrícola, urbana, entre otras, constituye la principal amenaza de la biodiversidad (Ceballos *et al.*, 2002; Benítez & Bellot, 2003; Urquiza *et al.*, 2011).

## 1.2 Impactos ambientales por el manejo agrícola

Las actividades agrícolas implican la transformación ambiental de los ecosistemas, debido a la plantación (con fines económicos) de unos pocos cultivos o de una sola especie, lo cual conlleva a la simplificación del entorno (Casas & Caballero, 1995; Geiger, 2010; Sarandón & Flores, 2014). El modelo de agricultura industrial o moderna se caracteriza por la homogeneidad genética y por el manejo intensivo para obtener una alta productividad, este se basa en el uso de insumos derivados del petróleo lo cual ha generado problemas ambientales en los sistemas, como la susceptibilidad a plagas, enfermedades, erosión de suelos, pérdida de flujo genético, fragilidad e insostenibilidad del sistema; además, la agricultura moderna es una de las actividades con mayor impacto negativo en la biodiversidad, así como también en su estructura y servicios (Sans, 2007; Geiger *et al.*, 2010; Jarvis *et al.*, 2010; Landeros-Sánchez *et al.*, 2011; Sarandón & Flores, 2014; Nicholls *et al.*, 2015). Por ejemplo, hay evidencia sobre la disminución de la riqueza y de la actividad funcional en aves y mamíferos (Flynn *et al.*, 2009).

El papel de la biodiversidad en los agroecosistemas es fundamental para lograr resiliencia en estos ante perturbaciones ambientales, además del mantenimiento, equilibrio de los ecosistemas y de los servicios ambientales que proveen las especies; tales como: fibras, combustible, alimento, servicios de reciclamiento de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de procesos hidrológicos locales, la regulación de plagas, hábitats para la fauna silvestre y polinizadores (De Groot *et al.*, 2002; Thompson, 2011; Hernández, 2013; Nicholls *et al.*, 2015).

Para preservar la biodiversidad, es necesario que el aprovechamiento de los recursos naturales se realice de forma sostenible; lo cual constituye un reto para la humanidad contemporánea (Sarukhán *et al.*, 2009). Por otra parte, las culturas indígenas mantienen el equilibrio entre el manejo de los recursos y su conservación; este manejo se le conoce como sistema agrícola tradicional, el cual consta del cúmulo de saberes obtenidos por las interacciones con el medio ambiente a lo largo de muchos años y que se ha transmitido por generaciones (Altieri & Nicholls, 2000; Marasas & Blandi, 2014; Moreno *et al.*, 2007; Toledo &

Barrera-Bassols, 2008). Ejemplo de sistemas agrícolas tradicionales es el que efectúan los Totonacas en México (del Ángel-Pérez & Mendoza-Briseño, 2021). Esta cultura se ubica desde la Sierra Norte de Puebla, Centro Norte de Veracruz, hasta la Costa del Golfo de México y se caracteriza por poseer una amplia riqueza biológica y cultural que mantiene conocimientos ancestrales y empíricos sobre la gestión de los recursos naturales para asegurar su prosperidad (Santiago, 2019; Castañeda *et al.*, 2020).

### 1.3 Características generales de la vainilla y su cultivo

Cultivos como el de la vainilla están históricamente ligados a la cultura de los totonacas; ya que esta planta ha sido cultivada de forma tradicional en acahuales en siglos XIX y XX, figurando como principal cultivo comercial para este grupo étnico; razón por la cual, la vainilla es de gran importancia económica y cultural para México (Bruman, 1948; Soto, 2006; Menchaca, 2009; Jaramillo *et al.*, 2012). La vainilla es una planta hemiepífita perenne, trepadora que crece sobre plantas arbóreas o arbustivas (que brindan soporte y sombra) (Berger, 2007; Hernández, 2009; Hernández, 2011; Rocha *et al.*, 2018). Esta planta pertenece a la familia Orquidácea del género *Vanilla* spp., el cual cuenta con más de 110 especies en las zonas tropicales del mundo, a excepción de Australia (Bory *et al.*, 2008; Bouetard *et al.*, 2010), de estas, solo 15 especies son aromáticas y tres de interés comercial: *Vanilla pompona* Schiede, *Vanilla tahitensis* J. W. Moore y *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews (Soto, 2006; Berger, 2007; Bory *et al.*, 2008). La especie mesoamericana *Vanilla planifolia*, Jacks. ex Andrews, es cultivada para comercializar los frutos de los cuales se extrae el compuesto aromático vainillina (Berger, 2007; Bory *et al.*, 2008). Se conoce que la primera exportación se efectuó en el municipio de Papantla, Veracruz, México (Schlüter *et al.*, 2007; Lubinsky *et al.*, 2008). La producción de la vainilla es utilizada internacionalmente en la industria cosmética y alimenticia como saborizantes para la preparación de bebidas y esencias (Berger, 2007). Comercialmente, la vainilla se produce en acahuales o en manchones de selva tropical en sucesión secundaria; es decir, que las plantaciones de vainilla están asociadas a sistemas agroforestales por la presencia de especies arbóreas, que además de sostener los bejucos, también auxilian en los servicios ambientales al mantener los ciclos

biogeoquímicos naturales, resguardan el paisaje y la biodiversidad local y mantienen la capacidad de regeneración del ecosistema natural (Hernández, 2009; Rocha *et al.*, 2018).

## II. ANTECEDENTES

### 2. 1 Caracterización del agroecosistema de vainilla

Barrera-Rodríguez *et al.*, (2009) mencionan que en el Totonacapan se practican cuatro sistemas de producción de vainilla (tradicional, bajo naranjo, bajo pichoco y malla sombra). Los autores caracterizaron las variables agroecológicas y tecnológicas de los sistemas bajo naranjo y bajo malla sombra, mediante un cuestionario con 16 variables, obteniendo la categorizaron del sistema bajo naranjo en tres grupos en función de los rendimientos productivos (alto, medio y bajo), observando que los elementos principales para este sistema son: nutrición, humedad atmosférica y polinización y para el sistema bajo malla sombra: la nutrición, temperatura y humedad, este manejo a diferencia del bajo naranjo es de reciente implementación en la región; concluyendo que al sistema bajo malla sombra le faltan conocimientos empíricos y genera menores ganancias en contraste con la producción de vainilla bajo naranjo.

Hipólito, (2011) realizó una investigación sobre los sistemas de producción de vainilla en la región del Totonacapan Veracruzano, en el municipio de Papantla; en el cual, propuso un modelo de intervención con un enfoque sustentable, basado en estrategias ecosistémicas con el propósito de generar bases científicas para preservar los recursos bioculturales de los Totonacas. Para la realización de este diagnóstico, entrevistaron a productores y personas clave a fin de caracterizar los tipos de manejo y determinar la cadena productiva de la zona. Como resultados de esta investigación, el autor destaca la grave disminución de la producción de vainilla y del manejo tradicional por parte de los locatarios y enfatizaron la importancia de generar estrategias.

Borbolla *et al.*, (2017) realizaron una investigación en áreas productoras de vainilla de los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí, a fin de identificar los retos y limitaciones que competen al sistema de producción de la vainilla en México, bajo la perspectiva de los pequeños productores; para lo cual

realizaron como metodologías: el Diagnóstico Rural Participativo (DRP), la aplicación de entrevistas semiestructuradas a 59 pequeños productores (36 se aplicaron en Veracruz, 12 en San Luis Potosí, 6 en Puebla y 5 en Hidalgo), técnica de grupos focales (entrevistas a siete grupos de productores) y la realización de seis talleres a personas interesadas; los datos cualitativos obtenidos se registraron con el Método de Contenido de Análisis (CAM) y se analizaron con el Método Comparativo Constante (MCC), también elaboraron una matriz con las limitaciones que presentan los diferentes sistemas de manejo. De esta investigación destacaron que la mayoría de los productores cultivan la vainilla en áreas pequeñas y sin sistemas de riego, con una producción anual menor a los 50 kg de vainilla en verde, siendo el tamaño de la superficie de la parcela y el sistema de riego una limitante en la producción. Otras de las limitaciones señaladas se asocian con el numeroso proceso de la cadena productiva, la infraestructura ineficiente, atraso tecnológico, presencia de plagas, abortos prematuros de las vainas, condiciones de estrés para las plantas, falta de organización y desconocimiento de temas especializados; con lo cual concluyen que es necesario optimizar las condiciones productivas de los agricultores.

Díaz-Bautista *et al.*, (2018) determinaron a los agroecosistemas del género *Vanilla* sp., en referencia a las condiciones ambientales y la distribución espacial. Para efecto de este estudio, realizaron una revisión etnobotánica en 30 parcelas, obteniendo información de las características biogeográficas para la elaboración de mapas de clima, precipitación y distribución del género *Vanilla* sp. Derivado de la información recabada, los autores identificaron cinco especies y acotaron tres agroecosistemas en la región del Totonacapan, clasificados como: agroecosistemas de zona baja, zona media y zona alta. De esta investigación, concluyeron que los agroecosistemas con mayor diversificación generan de forma directa o indirecta efectos positivos (regulación de la temperatura por la presencia de vegetación circundante, humedad, evotranspiración, etc.), sobre la vainilla, en contraste con otros tipos de manejo menos diversificados, como el de malla sombra. Además, acentuaron la importancia de resguardar el género *Vanilla* sp, los agroecosistemas en los que habita y los saberes tradicionales de los totonacas; así como también, fomentar la participación de los campesinos y el respaldo de la tecnología y los científicos. Espinoza-Pérez *et al.*, (2018),

mencionan que en la región del Totonacapan se reconocen dos formas de manejo agrícola, el tradicional (bajo acahual) e intensivo, en este último se incluyen los sistemas bajo naranja, malla sombra y pichoco. Estos autores reconocieron la importancia de caracterizar a los individuos que producen la vainilla en la región, por lo cual desarrollaron un estudio a fin de identificar a aquellos que fomentan a que perdure un tipo de manejo en particular. La información fue recabada mediante la observación directa en campo, evaluación rural participativa, grupos de discusión, entrevista semiestructurada y encuesta; de tales metodologías obtuvieron datos de las variables: distribución, densidad, años de la especie, labores de mantenimiento, polinización, intensidad de selección y actividades de cosecha y postcosecha. Para la caracterización de los productores realizaron un análisis de conglomerados y uno de varianza, con los cuales, determinaron cuatro perfiles de los campesinos: M1 es el que no realiza ningún tipo de manejo, solo colectan esquejes de plantas de vainilla y frutos, la categoría M2 concentra a los campesinos que toleran conservan y protegen a la vainilla y las categorías M3 y M4, incluyen a los que producen la vainilla en sistemas tradicionales y tecnificados.

Lima *et al.*, (2018) realizaron un estudio etnográfico en la región Huasteca de San Luis Potosí, México, a fin de analizar el conocimiento asociado al manejo de la vainilla de esta zona; para lo cual efectuaron 15 entrevistas semiestructuradas a agricultores de vainilla (miembros del Sistema Producto de Vainilla), con cinco años como mínimo de experiencia en el manejo, de estos, identificaron a los actores clave por medio de la técnica bola de nieve. Las entrevistas se diseñaron con base en la intensidad del manejo de las plantas, además de considerar el desarrollo de la especie y la cultura. La información recabada la corroboraron con el método de triangulación y la analizaron con estadística descriptiva. Derivado de los análisis, clasificaron el manejo de la vainilla en cinco etapas: 1: recolección, 2: tolerancia, 3: protección e inducción, 4: trasplante y fomento de esquejes y 5: siembra y plantación; con lo cual, señalaron que la intensidad del manejo en la Huasteca de San Luis Potosí, está relacionada a factores fisiográficos (orografía y fisionomía de la zona), socioculturales, ecológicos y económicos.

## 2.2 Flora y fauna

Actualmente no existen suficientes estudios de biodiversidad en áreas agrícolas y son particularmente escasos en los agroecosistemas de vainilla de la región Totonacapan; sin embargo, en este apartado se mencionan algunos trabajos con características en común al presente estudio, tales como: diversidad en zonas tropicales, sistemas agroforestales o que enfatizan la importancia del impacto por el manejo agrícola en la biodiversidad.

Cruz *et al.*, (2004) analizaron la diversidad de mamíferos en agroecosistemas de café bajo sombra y en selva mediana del municipio Maravilla Tenejapa, Chiapas, con la finalidad de comparar la diversidad, riqueza, abundancia relativa y similitud de especies entre temporada de secas y de lluvias de ambos sistemas. Este estudio se efectuó de febrero a octubre del 2002, utilizando distintos métodos para los diversos tipos de mamíferos (trampas Sherman, Tomahawk y para murciélagos colocaron redes de niebla), para la obtención del número de especies y de individuos por especie. Analizaron, además, la composición arbórea (riqueza, densidad, frecuencia, cobertura arbórea y valor de importancia) de la selva y cafetales, considerando a las especies con un diámetro mayor a 3 cm y con alturas superiores a la planta de café. Los resultados mostraron diferencias significativas en riqueza y número de individuos entre las temporalidades para los mamíferos medianos, también observaron que la diversidad de especies entre cafetal y la selva es semejante; además, tanto para el cafetal como para la selva ocurre mayor diversidad en la temporada seca. En cuanto a la similitud de especies no se encontraron diferencias en la composición de especies, con lo cual concluyeron que los cafetales bajo sombra son una alternativa para mantener la diversidad de mamíferos.

Basáñez *et al.*, (2008) caracterizaron la comunidad florística de selva mediana subperennifolia de la localidad "El remolino" en el municipio de Papantla, Veracruz, a fin de obtener la diversidad bajo distintos grados de altitudes y pendientes. Para ello, seccionaron la zona de estudio en dos áreas de muestreo (delimitadas por la carretera estatal), con una distancia de 1300 m entre ellas, además difieren en altitud y pendiente; en estas áreas delimitaron ocho cuadrantes de 400 m<sup>2</sup> distribuidos aleatoriamente, en los cuales inspeccionaron a individuos arbóreos con diámetros a la altura al pecho mayores de 5 cm,

también registraron datos de densidad, frecuencia y área basal (AB) para la obtención del valor de importancia (VI). Los resultados obtenidos, les permitió realizar análisis de similitudes florísticas con el coeficiente de similitud de Sorensen, un análisis Clúster (UPGMA) para la obtención del porcentaje de similitud entre cuadrantes; además de los índices de Fisher, para valorizar la riqueza de las especies y de Shannon-Wiener para la diversidad. Los autores registraron 30 especies de árboles y 257 ejemplares distribuidas en 20 familias, en cuanto a las especies de mayor importancia resultaron: *Heliocarpus microcarpus*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Aphananthe monoica* y *Myrsine coriácea*. En relación con el área basal, obtuvieron 85.83 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup> para el sitio 1 y para el 2, fue de 67.72 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>. De la estructura vegetal el estrato intermedio fue el de mayor porcentaje (37%) y se obtuvo una similitud de 28% entre áreas, ya que solo 12 especies se registraron en ambos sitios y solo dos agrupamientos de cuadrantes entre las zonas; para los índices de Shannon, observaron diferencias, siendo el área dos la de mayor valor (2.25). No obstante, con base a una prueba de T de Student, se encontró que la diversidad entre áreas es igual; mientras que con el índice de Fisher observaron mayor riqueza en el sitio 1.

González-Valdivia *et al.*, (2012) compararon la estructura, diversidad y composición florística de un paisaje en el municipio de Tenosique, Tabasco, evaluando parches agropecuarios de diferentes edades de vegetación secundaria (acahual joven y maduro), potrero con árboles dispersos, árboles en línea y áreas de selva mediana perennifolia. En dicho estudio muestrearon 96 parcelas de 500 m<sup>2</sup>, de esta superficie delimitaron subparcelas de 100m<sup>2</sup>, para la determinación de árboles y arbustos y para herbáceas, subparcelas de 2 m x 2 m. En estas mismas parcelas, obtuvieron el registro de datos estructurales de la vegetación (área basal, altura y cobertura del dosel, cobertura del suelos y densidad y cantidad de estratos); lo que fue complementado con la revisión bibliográfica de los mecanismos de dispersión de semillas. Para el análisis de la información, efectuaron un análisis de varianza para los datos de estructura de la vegetación. Para determinar la eficacia de muestreo, realizaron curvas de acumulación de especies y finalmente para la similitud entre hábitats, utilizaron un análisis de agrupamientos UPGMA e índices de diversidad. Como resultado, registraron 172 especies, encontrando diferencias estadísticamente

significativas, entre la riqueza de las áreas agropecuarias y las de la selva. Observaron diferencias graduales entre acahual maduro y pastizales; determinando que, en cuanto a la estructura del paisaje, esta difiere entre las unidades de muestreo, debido al grado de manejo ejercido. La composición florística también difiere en los ensamblajes de árboles, no obstante, la selva y los acahuales coinciden en un 40% de ensamble. En cuanto a los mecanismos de dispersión, encontraron mayor relación de dispersión por animales en los sitios de selva y en los acahuales, especialmente de aves y mamíferos; mientras que, en las áreas agropecuarias con mayor perturbación, la dispersión por animales es poco recurrente. Con estos resultados, se demostró que el grado de manejo en un sistema influye en la diversidad, funciones ecológicas y estructura del paisaje.

Jiménez-García *et al.*, (2014), realizaron un estudio en cinco sistemas de manejo agrícola: tradicional, agricultura activa e inactiva y agricultura de riego (activa e inactiva) y vegetación natural, en el valle de Libres-Oriental, Puebla, con el propósito de determinar los diferentes ensamblajes de estos mamíferos en agroecosistemas de esta región. En cada sistema delimitaron al azar cinco unidades de muestreo, y en cada una de estas unidades efectuaron cuatro réplicas durante dos temporadas (secas y lluvias), en las cuales colocaron 1640 trampas durante todo el periodo de muestreo. De estas actividades registraron un total de 126 mamíferos pequeños de 10 especies, seis géneros y dos familias, siendo la vegetación natural la de mayor registro de individuos, seguido de las áreas agrícolas activas, zonas de riego activo y riego inactivo. Para el análisis de los datos, realizaron una valoración del esfuerzo de captura mediante una curva de acumulación de especies, utilizando el programa SPADE para la obtención de la cobertura de la muestra. La diversidad se evaluó con el análisis de diversidad verdadera mediante curvas de acumulación de especie de cada sistema y vegetación natural. Realizaron, además, un análisis de U de Mann-Witney, para determinar las diferencias entre temporadas; así como análisis factoriales de correspondencia para asociar las especies de roedores con los cultivos, y finalmente, una prueba de Kruskal Wallis y Dunn, para encontrar diferencias significativas en los sistemas de estudio. El estudio mostró diferentes ensamblajes de la especie *Peromyscus maniculatus*, resaltando que la intensificación agrícola para este grupo de mamíferos no es importante, pero si

la intervención. Este antecedente, sustenta la importancia del manejo agrícola tradicional para conservar la diversidad de mamíferos en los agroecosistemas. Rodríguez-Macedo *et al.*, (2014), analizaron la diversidad de mamíferos en el municipio de Misantla, Veracruz, con la finalidad de obtener un inventario de este grupo; así como la abundancia relativa estacional de los mamíferos pequeños y diversidad. Para lo cual, muestrearon ocho zonas de Misantla, abarcando durante un año las temporadas de secas y de lluvias. En los sitios de muestreo, colectaron especies de mamíferos voladores, medianos y roedores por medio de redes niebla, trampas Sherman, pitfall y Tomahawk, además de recorridos para la obtención de excrementos y huellas; así como también consideraron los testimonios de los locatarios. Los autores estimaron el esfuerzo de captura de los mamíferos muestreados en redes niebla y trampas Sherman. Analizaron los registros conforme a la estación (seca y lluvias) y estimaron la riqueza por medio de curvas de acumulación de especies y del modelo no paramétrico Chao 1. Para la evaluación de la diversidad, usaron el índice de Shannon-Wiener y los datos se analizaron con una prueba de t de Student; mientras que para las abundancias emplearon el índice de abundancia relativa (IAR), con relación al esfuerzo de captura. Los resultados de estos análisis determinaron que el esfuerzo de muestreo fue un poco mayor en la época de lluvias, no obstante, en la temporada seca se registró mayor riqueza y diversidad. En total, registraron 740 individuos con 42 especies, 33 géneros de 7 órdenes y 17 familias; siendo el ecosistema de selva mediana, el que concentró la mayor cantidad de mamíferos, particularmente de murciélagos, ya que en el Bosque de *Quercus-liquidámbar* hubo más registros de especies no voladoras.

Estévez *et al.*, (2015), realizaron un estudio de diversidad de flora y artrópodos asociados a tres tipos de manejo de agroecosistemas de vainilla del Totonocapan, en los municipios de Tenampulco, Puebla, San Rafael, Veracruz y Papantla, Veracruz. Dicho estudio se efectuó en tres parcelas (una en cada municipio), con distintos sistemas de manejo de cada parcela (tradicional, tecnificado y semitecnificado, el cual consistió en identificar en 14 muestreos, las especies de flora (incluyendo los árboles tutores); así como también, la riqueza de poblaciones de artrópodos. Los autores identificaron un total de 34 especies de plantas; de las cuales, 26 se registraron en Papantla, 17 en Tenampulco y 11 en San Rafael. En cuanto, a los artrópodos, se registraron 58 especies en

Papantla, 51 en Tenampulco y 49 en San Rafael. En esta investigación enfatizaron la importancia de los agroecosistemas de vainilla como reservorios de biodiversidad.

De la Cruz *et al.*, (2017), realizaron un inventario florístico, la descripción de la vegetación y su distribución en el municipio de Álamo Temapache, Veracruz, ubicado en la porción norte del estado. Para este trabajo se determinaron las unidades de muestreo con apoyo de fotografías aéreas y herramientas de información geográfica; por lo que, en dichas unidades, obtuvieron muestras botánicas para su identificación, registrando en cada sitio, datos de comunidad vegetal, plantas asociadas, formas de vida, altitud y coordenadas. Para determinar los nombres científicos de las especies, se guiaron en los datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden y Plant List del Real Jardín Botánico de Kew, (2015). Los tipos de vegetación del municipio fueron caracterizados con base en las cartas de uso de suelo y vegetación de INEGI y el listado florístico de Rzedowski. Como resultado de los muestreos, se registraron 753 especies, 491 géneros y 124 familias de 1450 ejemplares colectados; por otra parte, el estrato de crecimiento más abundante está representado por las plantas herbáceas, seguidas de las arbustivas y arbóreas. En cuanto a la distribución por tipo de vegetación, registraron a la comunidad de plantas arvenses como la de mayor riqueza de especies, seguida por el bosque tropical subcaducifolio, bosque secundario, bosque tropical perennifolio, palmar, vegetación acuática y subacuática, bosque de encino y pastizal. Este estudio reveló el estado actual de perturbación de las comunidades vegetales del municipio; en donde predomina el pastizal inducido y bosques secundarios en asociación con zonas agrícolas. De tal forma que el bosque tropical perennifolio, es uno de los tipos de vegetación con mayor grado de alteración.

Espinoza-Pérez *et al.*, (2019), analizaron la riqueza florística de los agroecosistemas de vainilla en la región del Totonacapan (19 municipios en el Estado de Puebla y 19 en Veracruz), en diferentes sistemas de cultivo: vegetación secundaria, cafetales, acahual, bajo la sombra de *Erythrina* sp., naranjales y malla sombra, registrando 25 familias de especies de soporte. En cuanto a la diversidad, los cafetales predominaron, seguido de las plantaciones en acahual; mientras que la menor diversidad se observó en el sistema de malla sombra. Con esta investigación, se demostró que la biodiversidad florística

disminuye con relación al incremento en la tecnificación en el manejo de los vainillales.

Castro *et al.*, (2021), efectuaron una comparación de los cambios en la composición, estructura, riqueza y diversidad de árboles de sistemas de manejo agroforestal, silvopastoril y en un bosque en sucesión secundaria en la comunidad de Palgmatitán del municipio de Hueytamalco de la Sierra Norte del Estado de Puebla. Delimitaron 11 unidades de muestreo (UM), tres en el sistema agroforestal (cafetal diversificado) con 15 años de manejo, seis unidades en el sistema silvopastoril con más de 25 años de manejo y dos UM en el bosque en sucesión secundaria con más de 20 años de abandono. Para la determinación de la estructura, midieron en cada zona de muestreo el diámetro a la altura al pecho (DAP) mayor de 2.5 cm, la altura del árbol y el diámetro menor y mayor de la copa. De los datos registrados generaron curvas de acumulación de especies con los estimadores ACE, chao 1, Jack 1 u Bootstrap. Para la distribución vertical y horizontal, se establecieron tres categorías para cada atributo (altura, número de individuos y diámetros). Por medio de un análisis de varianza (ANOVA), estimaron la variación de las características estructurales, realizando comparaciones múltiples con el método DGC. En forma complementaria, evaluaron la riqueza de especies con el índice de Margalef, la diversidad con el índice de Shannon, alfa de Fisher, la equidad y números de Hill; así como la similitud florística con el coeficiente de Sorensen y la importancia relativa (IV).

En total obtuvieron 44 especies; en cuanto la composición florística, el sistema de bosque en sucesión secundaria fue el que resultó con mayor presencia de especies arbóreas; el sistema silvopastoril presentó diferencias significativas en la riqueza; mientras que el sistema agroforestal es el que registró mayor diversidad; en cuanto a la similitud de especies entre los agroecosistemas, fue observada entre el bosque en sucesión secundaria y los sistemas agroforestales.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Importancia del cultivo de vainilla

México resalta por ser un país con vastos centros de domesticación y de diversificación de cultivos; además de contar con numerosos parientes silvestres con lo cual incrementa la diversidad genética (Sarukhán *et al.*, 2009). Esta nación es uno de los centros de origen de la vainilla y ha sido cultivada por los totonacos, quienes en época de la conquista utilizaban la vainilla con fines medicinales y como saborizante de bebidas (Bruman, 1948; Soto, 2006). Este grupo indígena se desarrolló en la región del Totonacapan, ubicado en los límites de Puebla y Veracruz; siendo considerada como la zona con el mayor potencial productivo de vainilla en México, y donde históricamente se ha producido la vainilla de mejor calidad, debido a los factores ambientales y características geográficas en las que se desarrolla (Lubinsky *et al.*, 2008, Barrera-Rodríguez *et al.*, 2009, IMPI, 2009). Se desconoce con exactitud el comienzo de su cultivo (Bruman, 1948); sin embargo, las primeras observaciones de plantaciones de vainilla se registraron en los municipios de Papantlay Misantla en el estado de Veracruz en 1767. Se estima que antes de esa fecha pudo haber sido extraída de ejemplares silvestres en el sur de Veracruz y norte de Oaxaca (Bruman, 1948; Soto, 2006; Bory *et al.*, 2008; Lubinsky *et al.*, 2008).

Actualmente la vainilla figura en el mercado como principal aromatizante de la industria alimenticia y es una de las especies comerciales más importantes a nivel nacional e internacional; sin embargo, a pesar de que México es centro de origen y posee una gran diversidad de especies de vainilla, no encabeza la exportación a nivel mundial ya que solo se produce el 1% (Soto, 2006). Anualmente nuestro país, genera entre 20 y 30 toneladas, en comparación con otras regiones como la República de Malgache (800 a 1200 toneladas), que a la fecha lideran en la producción (Soto, 2006; Soto & Solano, 2007; Hernández, 2019). También es destacable mencionar que en México no se registra un consumo importante de vainilla cultivada en el país, debido a que es preferido el uso del saborizante sintético (Soto, 2006).

### *3.2 Importancia de los sistemas tradicionales*

Los sistemas tradicionales se distribuyen en diversos ecosistemas en los cuales residen grupos indígenas o campesinos que establecen sus áreas de producción y hacen uso de los recursos naturales (Toledo & Barrera-Bassols, 2008). Estos sistemas tienen las características de contar con una amplia variedad de cultivos del nulo o casi nulo uso de insumos externos, debido a que la principal fuente de energía proviene del sol y de las labores de los agricultores y animales y de practicar métodos locales con fines de conservación de los recursos naturales (Moro, 2005; Toledo & Barrera-Bassols, 2008; Sarandón & Flores, 2014). Algunas de las actividades de manejo que se aplican en los sistemas tradicionales incluyen el barbecho, la siembra de plantas leguminosas para el mejoramiento de los suelos por la fijación de nitrógeno y el uso del excremento del ganado para aportar nutrientes al suelo (Moro, 2005). Es importante mencionar que el conocimiento o sabiduría de las comunidades indígenas se concibe como integral, debido a que está fuertemente ligada a las necesidades prácticas de uso y al manejo de los ecosistemas en los que habitan, ya que conocen los rasgos estructurales de la naturaleza, sus procesos e interacciones (Toledo & Barrera-Bassols, 2008). De esta forma, el campesino o indígena opera diversas unidades ecogeográficas, en las cuales realizan actividades complementarias a la agricultura: por lo que regularmente su producción es diversificada y no especializada, con lo cual fortalece a las familias ante alguna perturbación y favorece las interacciones bióticas; así como los procesos de regulación de las poblaciones, el reciclaje de nutrientes, las redes tróficas y se incrementa la biodiversidad de flora y fauna; aunado a esto, los sistemas tradicionales también son valiosos debido a que mantienen una alta estabilidad en los ecosistemas por la variedad de actividades en el sistema, fomentando los procesos de restauración ambiental de las unidades productivas y la resiliencia (Toledo & Barrera-Bassols, 2008).

Por otra parte, los sistemas agroforestales tradicionales se caracterizan por mantener heterogeneidad ambiental al integrar la combinación del ganado y distintos cultivos con el área forestal, confiriéndole mayor diversidad, y a su vez, esto permite incrementar el flujo entre interacciones de tipo bióticas socioculturales y económicas entre todos los componentes del sistema, lo cual

denota su complejidad (Nair, 1997). La importancia de estos sistemas radica en que funcionan como resguardo o refugio para las especies silvestres (Bhagwat *et al.*, 2008; Sarandón y Flores, 2014). Razón por la cual, albergan una vasta cantidad de organismos nativos y también se reconoce que pueden ser claves en la conservación al aminorar impactos negativos por el mal uso de suelo (Bhagwat *et al.*, 2008). A pesar del gran valor biocultural que tienen los agroecosistemas forestales tradicionales, han sido perturbados por diversos factores socio ecológicos como lo son: aminoramiento de la riqueza, variaciones en la biodiversidad, y la disminución y pérdida de conocimientos tradicionales (Moreno-Calles *et al.*, 2013).

El manejo en los sistemas tradicionales de la vainilla del Totonacapan ha sido clave en la conservación del acervo genético de este cultivo (Herrera *et al.*, 2012).

### 3.3 Tipos de manejo

En la región del Totonacapan se ejercen diferentes tipos de manejo caracterizados por las actividades prácticas y nivel de tecnificación (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011; Juárez *et al.*, 2019); sin embargo, hay variaciones en la estandarización del manejo, ya que diversos autores han clasificado estos sistemas de diferente forma. Sánchez *et al.*, (2001), señalaron tres sistemas: Intensivo de riego, (SIR), sistema de cultivo asociado de temporal (SCAT) y sistema tradicional. Hernández, (2009) menciona que los sistemas de manejo se constituyen en función de los tipos de tutores, tales sistemas los clasifica como: sistema tradicional o de acahual, sistema de monocultivo, sistema de casa-sombra, sistema de asociación con frutales, y sistema intercalado con frutales. Reyes *et al.*, (2009) mencionan que la modificación del sistema agroecológico ha generado que la plantación de la vainilla en acahuales sea sustituida por plantaciones en monocultivos de naranja. Barrera-Rodríguez *et al.*, (2011), Jaramillo *et al.*, (2012) y Juárez *et al.*, (2019) clasificaron cuatro sistemas de producción: bajo naranja, en acahual o tradicional, en pichoco (*Erythrina* sp.) y el invernadero de malla sombra. Por otra parte, Castro *et al.*, (2011), señalaron tres tipos de manejo: tecnificado, semi tecnificado y manejo tradicional.

A pesar de que actualmente se considera de manera generalizada la tipificación del manejo de la vainilla; aún no se establece una caracterización cuantificada Castro *et al.*, (2011). Por lo que aún resultan insuficientes, los conocimientos sobre la vainilla y los tipos de producción; no obstante, se enlista la tipificación más común de estos sistemas:

Sistema tradicional. Se realiza con el sistema agrícola roza-tumba-quema, permitiendo el desarrollo de acahuales o vegetación secundaria. En este tipo de vegetación se efectúa la limpieza de la zona (aclareo), manteniendo únicamente árboles y arbustos nativos, los cuales fungirán como soporte para la vainilla; la distancia entre estos es variada ya que depende de la ubicación natural de las especies. En terrenos deforestados los residuos de hierba (resultado del aclareo), no se queman, sino que se dejan sobre el suelo a fin de aprovecharlos como materia orgánica; mientras que en terrenos planos susceptibles a encharcamientos, se elaboran drenes para el desvío de agua y en superficies con pronunciadas pendientes se trazan curvas a nivel para retener el arrastre del suelo, materia orgánica, evitar su erosión y retener la humedad (Hernández, 2009). Las prácticas tradicionales son las que menos impactan a los ecosistemas, debido a que se mantiene la vegetación natural resguardando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Bautista, 2014; Espinoza-Pérez *et al.*, 2019).

Sistema bajo sombra de naranjo. La vainilla se cultiva utilizando como soporte o tutor a los árboles frutales de los cítricos, tales como los naranjos (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus grandis*) y mandarina (*Citrus reticulata*) (Hernández, 2009). Por lo regular, se utilizan las huertas de naranja para fijar los esquejes de vainilla; por lo que a causa del cambio de uso de suelo, este manejo es una de las modificaciones modernas en la región del Totonacapan, en donde los productores aprovechan dos cultivos alternativos (Sánchez-Morales *et al.*, 1997 citado en Hipólito, 2011).

Barrera-Rodríguez *et al.*, (2009), mencionan que este sistema en la región del Totonacapan es empleado en un 44% de las plantaciones, está práctica es la que genera mayores rendimientos productivos, considerándola idónea para los productores.

Sistema intensivo de cultivo bajo sombra de pichoco y/o cocuite. Este sistema se caracteriza por ocupar áreas deforestadas que han sido utilizados para la

siembra de otros cultivos (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011). Las especies forestales más utilizadas como tutores son: *Erythrina* sp. (pichoco), *Gliricida sepium* (cocuite), estas especies son caducifolias, por lo que en temporada de secas los esquejes de vainilla carecen de sombra, además, es frecuente el uso de sistemas de riego y de fertilización para proporcionar nutrientes a la orquídea. Este manejo es experimental, por lo que aún no se solventan problemas como el control de plagas, enfermedades y el exceso de luz sobre las plantas (Hipólito, 2011).

Sistema de cultivo tecnificado bajo malla sombra. Este sistema es de reciente aplicación y se implementó con el propósito de acrecentar la producción de vainilla (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011). Regularmente este sistema se construye en áreas pequeñas, consiste en la utilización de tutores inertes como postes de concreto, de madera, bambú, entre otros, y se utiliza la malla sombra al 50% para reducir la luminosidad. Uno de los principales problemas de este sistema es la falta de ventilación, ya que las plantas al crecer saturan el espacio reduciendo la aireación, lo cual, propicia el desarrollo de plagas y enfermedades (Hernández, 2009). La producción de vainilla bajo malla sombra es dependiente de insumos externos, debido al uso de sistemas de riego (goteo y micro aspersión), agroquímicos para el control de plagas y requiere de la regulación de la temperatura (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011).

### 3.4 Biodiversidad

La diversidad de especies en los ecosistemas naturales, deriva de un proceso evolutivo que se refleja en la variedad de distintos modos de vida (Halffter, 1992), presentes en una escala específica (localidad, paisaje, región) y nivel jerárquico que va de desde moléculas hasta ecosistemas (Halffter, 1992; Cultid y Escobar, 2019). También funge como parámetro para el estudio de las comunidades ecológicas; en este sentido, estimar la diversidad “es equivalente a evaluar cómo se distribuye la abundancia (número de individuos, biomasa, cobertura), entre las especies presentes en una muestra, lo que equivale a evaluar la estructura de la comunidad” (Cultid y Escobar, 2019).

### 3.4.1 Mamíferos de México

Nuestro país ocupa uno de los cinco países con mayor diversidad de mamíferos (Ceballos & Arroyo, 2012; Sosa *et al.*, 2016). En el territorio nacional se cuenta con un registro de 496 especies, 881 subespecies y 168 géneros (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). El Orden Carnívora se configura con 42 especies (tres son endémicas), 27 géneros y 8 familias (Ceballos *et al.*, 2002).

Por otra parte, el estado de Veracruz es muy importante por su alto grado de diversidad, ya que cuenta con una riqueza de mamíferos de 195 especies, 119 géneros, 30 familias y 11 órdenes (González & Delfín, 2016). Este es uno de los estados con mayor diversidad de mamíferos situándose para este grupo en el segundo lugar en el país, y a su vez, es una de las regiones con mayor cantidad de estudios en mastofauna (González-Valdivia *et al.*, 2012; Briones *et al.*, 2014; Sosa *et al.*, 2016). Sin embargo, se considera que el conocimiento para este grupo sigue siendo insuficiente para el estado, inclusive la región norte (Planicie Costera del Norte del estado, porción montañosa de la Sierra Madre Oriental), resulta ser la porción del territorio menos estudiada, (González-Valdivia *et al.*, 2012).

El estado de Puebla cuenta con un registro de 161 especies de mamíferos, de los cuales 31 son endémicas del estado (CONABIO, 2011). El Orden Carnívora tiene un registro de 18 especies, 23 subespecies, 18 géneros y cinco familias; siendo la porción norte del estado, la que tiene mayor riqueza. No obstante, no se cuenta con suficientes registros, particularmente los estudios en mamíferos carnívoros son infrecuentes (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Ramírez-Bravo *et al.*, 2010; CONABIO, 2011).

### 3.4.2 Mamíferos carnívoros

La amplia diversidad a nivel de especie y de géneros de los mamíferos, sitúan a este grupo como indicador de diversidad ecotípica (Ceballos *et al.*, 2002). Algunos tipos de mamíferos destacan por su rol ecológico en los ecosistemas como polinizadores, depredadores, dispersores de granos, etc., (Vaughan *et al.*, 2000 *citado en* Rumiz, 2010; CONABIO, 2011). Además de sus interacciones entre depredadores y presas (CONABIO, 2011), en donde los mamíferos

herbívoros y depredadores desempeñan un papel importante en las cascadas tróficas, así como también con otros grupos de organismos (Berger *et al.*, 2001). Los carnívoros controlan poblaciones y algunas especies se ubican en la cima de las cadenas tróficas, mientras que otras funcionan como mesodepredadores (carnívoros medianos) e inclusive algunos carnívoros son dispersores de semillas en selvas tropicales (Stoner *et al.*, 2007). Estas características, sitúan a las especies del Orden Carnívora como claves e indicadoras; ya que el papel ecológico que desempeñan en los ecosistemas es determinante (Van de Kerk *et al.*, 2013). De esta forma, si se llegará a perder una especie de carnívoro, generaría un efecto negativo en la abundancia relativa de las especies de herbívoros y por ende cambios en la vegetación; con lo cual resalta la importancia de la conservación de este grupo de mamíferos (Berger *et al.*, 2001; Morrison *et al.*, 2007). La ausencia de mamíferos medianos y grandes, produce cambios en la dispersión y depredación de semillas, la mortalidad de plántulas y el control de herbívoros; procesos que resultarán en una diferente configuración de la vegetación en el futuro (Rumiz, 2010).

### 3.4.3 Comunidad vegetal

Los bosques son de vital importancia para la humanidad por su función en el ciclo de carbono y por los servicios ecosistémicos que proveen (Pan *et al.*, 2011). De los bosques destacan los tropicales, los cuales son comunidades florísticas de gran importancia ecológica por mantener alto grado de endemismos, riqueza florística y de una alta diversidad faunística (Basáñez *et al.*, 2008; Estrada & Coates, 2011; Reyes *et al.*, 2018). A pesar de la importancia de los bosques o selvas tropicales, no se conoce con precisión la totalidad de las especies de árboles; en general, se tiene poco conocimiento de la diversidad de flora y fauna en estos ecosistemas (Estrada & Coates, 2011; Slik *et al.*, 2015).

Las comunidades tropicales son fuertemente presionadas por actividades de deforestación para plantaciones agrícolas, extracción de madera, expansión urbana, afectaciones en los ciclos ecológicos, pérdida de especies, el deterioro de los saberes tradicionales y factores geográficos, los cuales han conllevado a la transformación, fragmentación del paisaje en parches de vegetación

diferentes de la composición original denominados agropaisajes ; Dirzo & Aguirre, 2009).

#### 3.4.4 Grupos indicadores

Los grupos indicadores “pueden reflejar la estructura, funcionamiento del ecosistema y el estado de conservación de algunas otras especies”, el uso de estos grupos ha sido para diagnosticar las condiciones de los hábitats en donde se localizan, o bien sus rasgos resultan complicados para evaluar, por lo que son importantes para su conservación (Dalerum *et al.*, 2008; Fleishman *et al.*, 2001 citado en: Martín, 2019). McGeoch *et al.*, (2002) mencionan que las especies indicadoras son útiles para la conservación y calidad del hábitat y se clasifican en: ambientales, indicadoras de biodiversidad y ecológicos, las indicadoras ambientales son sensibles a la variación climática, las indicadoras de biodiversidad son de interés para diagnosticar zonas con alta riqueza de especies, y las últimas, reflejan los impactos ambientales sobre un hábitat, comunidad o ecosistema.

## IV. JUSTIFICACIÓN

México es centro de diversificación genética y de domesticación de la vainilla, por lo que su cultivo es de gran importancia en términos del patrimonio biocultural de nuestro país; sin embargo, ha sido afectado por la pérdida de biodiversidad y fragmentación de los bosques, la sobreexplotación de las poblaciones silvestres de vainilla y el inadecuado manejo de los cultivos (Soto, 2006; Bory *et al.*, 2008). Esta situación ha motivado cambios importantes en la composición de las comunidades de flora y fauna; los cuales, no han sido documentados en los agroecosistemas de vainilla; por tal, es importante determinar la diversidad florística y faunística (mamíferos carnívoros), debido a que estos grupos son indicadores de calidad de los agroecosistemas, a fin de asociar y conocer el impacto hacia la diversidad, que genera cada tipo de sistema productivo de la vainilla.

## **V. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la diversidad de especies arbóreas y arbustivas de flora en los agroecosistemas de vainilla y revisar listados de especies de mamíferos carnívoros de la zona de estudio.

### *5.1 Objetivos particulares*

1. Caracterizar y describir el tipo de manejo, al cual se tuvo acceso, a fin de poder comparar la diversidad florística en los diferentes sistemas de manejo de vainilla identificados.
2. Caracterizar la diversidad de flora arbórea y arbustiva asociada a los agroecosistemas de vainilla y a la edad sucesional de las parcelas muestreadas.
3. Comparar y evaluar la biodiversidad, riqueza y abundancia de la comunidad florística (árboles y arbustos), bajo los diferentes tipos de manejo y edad sucesional de los agroecosistemas de vainilla en estudio.
4. Identificar, por medio de investigación cualitativa, la diversidad de mamíferos carnívoros en la zona de estudio o aledaña.

## **VI. HIPÓTESIS**

El sistema de producción tradicional de la vainilla en los sitios de estudio favorece la presencia de la biodiversidad (flora y mamíferos carnívoros).

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS**

### *7.1 Área de estudio*

La zona del Totonacapan es la región productora de vainilla más importante de México, está se encuentra ubicada en el centro norte de Veracruz y nortenoriente de Puebla, cuenta con una extensión de 7,551 m<sup>2</sup>, compartida por 39 municipios que cultivan vainilla; de los cuales, 19 se ubican en la Sierra Norte de

Puebla y 20 en la llanura costera del Golfo al Norte de Veracruz (IMPI, 2009; Díaz-Bautista *et al.*, 2018). Los municipios productores de vainilla en Veracruz son los siguientes: Papantla de Olearte, Castillo de Teayo, Cazonces de Herrera, Gutiérrez Zamora, Mecatlán, Poza Rica de Hidalgo, Tecolutla, Coatzintla, Espinal, Coahuilán, Coyutla, Filomeno Mata, Tihuatlán, Zozocolco de Hgo., Coxquihui, Chumatlán, Misantla, Martínez de la Torre y Tuxpan; mientras que para el estado de Puebla se incluyen los municipios de Francisco Z. Mena, Pantepec, Venustiano Carranza, Caxhuacan, Hermenegildo de Galeana, Huehuetlan, Jonotla, Jopala, Olintla, San Felipe Tepatlán, Tuzamapan de Galena, Xicotepec, Zihuateutla, Tenampulco, Cuetzalan, Jalpan, Acateno Ayotoxco de Guerrero y Hueytamalco (IMPI, 2009).

El presente estudio se efectuó en dos de los municipios de la región del Totonacapan; Papantla, en el estado de Veracruz y Tenampulco en el estado de Puebla (Figura 1).

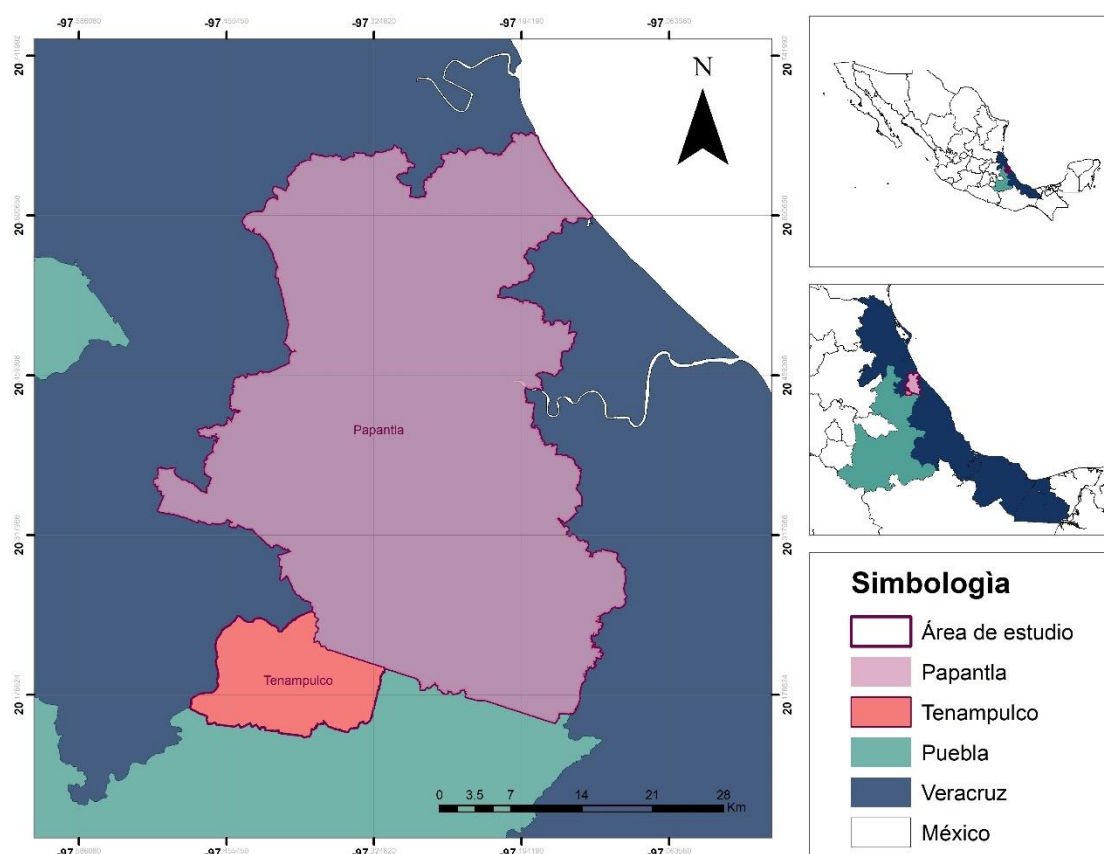


Figura 1. Ubicación de los municipios de Tenampulco, Puebla y Papantla, Veracruz.

Papantla es el municipio con el registro más antiguo de producción, además de ser una de las zonas más importantes para el beneficiado y comercialización (Lubinsky *et al.*, 2008; Díaz-Bautista *et al.*, 2018). Este municipio cuenta con una superficie de 1,456.5 km<sup>2</sup> (INEGI, 2020). Se ubica en la zona norte del estado de Veracruz, entre las coordenadas de latitud norte 20°26'48'' y 97°19'21'' de longitud oeste y la altitud es de 171 msnm (INEGI, 2017). Limita al norte con los municipios de Poza Rica de Hidalgo, Tihuatlán, Cazonces de Herrera y el Golfo de México, al este con Tecolutla, Gutiérrez Zamora, Martínez de la Torre y el Golfo de México, al sur con los municipios de Martínez de la Torre, Espinal y con el estado de Puebla, al oeste con Espinal, Coatzintla y Poza Rica de Hidalgo (INEGI, 2009).

Hidrográficamente pertenece a la región Tuxpan-Nautla (RH27), dentro de la cuenca de Tecolutla, Cazonces y Nautla, que da lugar a diversas corrientes de agua perennes (INEGI, 2009). De acuerdo con su fisiografía se ubica en la Provincia Llanura costera del Golfo Norte y por subprovincias de lomeríos y llanuras (INEGI, 2009).

Los suelos de Papantla cuentan con lomeríos con tenues pendientes y algunas zonas planas compuestas por migajón arcillo humífero, limos pedregosos (Damiron, 1994). Por lo regular, los suelos son de coloraciones negras y grises oscuros, con alto contenido de arcillas y baja conductividad hidráulica (Carrillo-González & González-Chávez, 2018).

El clima de este municipio corresponde a cálido subhúmedo, con lluvias en verano; la temperatura media anual es de 24°C con una mínima de 18°C y una oscilación térmica de 9.8°C y la precipitación es de 1,062.6 mm (García, 2004). En esta zona, circulan vientos húmedos (sures) y ligeros "brizotes" que influyen positivamente en la floración de la vainilla (Damiron, 1994). El clima de este municipio es uno de los más secos en toda la región del Totonacapan debido a la baja concentración en precipitación y humedad relativa (Díaz-Bautista *et al.*, 2018). En el municipio prevalecen los usos de suelo y vegetación de área urbana, pastizales, áreas agrícolas, huertos de cítricos, algunos áreas de monocultivos de frutales y de algunos remantes de vegetación compuestos por selva mediana perennifolia y subperennifolia (INEGI, 2009; Díaz-Bautista *et al.*, 2018).

Por otra parte, el municipio de Tenampulco cuenta con una superficie 140,688 Km<sup>2</sup> y se ubica en las coordenadas 20° 08' y 20° 15' de latitud norte y los

meridianos 97° 19' y 97° 30' de longitud oeste, dentro de la región Sierra Nororiental de Puebla (CONAFOR, 2011). Colinda al norte con el estado de Veracruz; al este con el estado de Veracruz y el municipio de Hueytamalco, Puebla; al sur con los municipios de Hueytamalco, Ayotoxco de Guerrero y Jonotla; al oeste con el municipio de Tuzamapán de Galeana y el estado de Veracruz (Prontuario 2009).

Tenampulco pertenece a la región hidrológica Tuxpan – Nautla que cuenta principalmente con dos ríos, Tecolutla y Apulco (CONABIO, 2011). Fisiográficamente se ubica en la provincia Llanura Costera del Golfo Norte y Eje Neovolcánico, además de llanuras y lomeríos (INEGI, 2009).

Los suelos dominantes del municipio son regosol (74%), Vertisol (14%), Cambisol (9%) y Phaeozem (2%) (INEGI, 2009). En la zona prevalece el clima tropical cálido húmedo con fuertes precipitaciones en los meses de junio a octubre, en donde la precipitación supera los 1200 mm y la temperatura promedio es de 18°C (CONAFOR, 2011). La mayor parte de su superficie está cubierta por pastizal cultivado de la especie estrella africana y grama; también presenta pequeñas áreas dedicadas al cultivo de café, así como zonas reducidas de selva alta perennifolia asociada a la vegetación secundaria arbustiva (INEGI, 2009; SEDESOL, 2014). En el municipio se cuenta con registros de hablantes del Totonaco y náhuatl, dedicados principalmente a la agricultura (Ramos, 2018).

## *7.2 Caracterización del manejo del agroecosistema de vainilla*

Para la caracterización de los sistemas de manejo de vainilla, se utilizaron diferentes estrategias metodológicas, a fin de contar con un adecuado soporte de la información. Siguiendo el esquema de una Matriz de Marco Lógico (ML), se diseñaron y aplicaron diez entrevistas semiestructuradas, compuestas por 31 preguntas abiertas de tipo descriptivo; las preguntas se distribuyeron en seis secciones: 1. Datos generales, 2. Plantación inicial del cultivo de vainilla, 3. Diseño de plantación, 4. Labores culturales, 5. Actividades postcosecha y 6. Biodiversidad (Anexo 1). Las entrevistas se aplicaron a productores clave de cada municipio, los cuales aportaron información valiosa para afinar el contenido de la entrevista y a su vez, para contactar con otros productores de la zona de estudio.

Se realizó la revisión documental sobre el agroecosistema de vainilla y se tipificaron los sistemas de producción, siguiendo los pasos uno y dos del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales, incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

El Marco Lógico (ML) es una metodología que se ocupa para el desarrollo, conceptualización y evaluación de proyectos a partir de la determinación del análisis del problema, sus involucrados y del desarrollo de estrategias (Ortegón *et al.*, 2005). Con base en el ML, los objetivos y la hipótesis del presente estudio, se formuló una matriz con la cual se determinaron las variables (superficie, número de especies de tutores, distribución de tutores, método de riego y biodiversidad) funcionales para la determinación de los sistemas de manejo (Maserá *et al.*, 2000).

Por otra parte, el marco MESMIS es una herramienta que permite evaluar la sustentabilidad de los sistemas de manejo de los recursos naturales, la cual considera el papel del campesino y la escala local, que va desde la parcela hasta la comunidad o cuenca (Maserá *et al.*, 2000). Esta metodología integra las diferentes interacciones que limitan o influyen en la sustentabilidad en los ámbitos sociales, ambientales y económicos; además evalúa mediante la comparación de uno o más sistemas de manejo, o bien, por medio del análisis de los cambios del sistema en el transcurso del tiempo; además, se caracteriza por ser un proceso de evaluación participativo, interdisciplinario, flexible y se sustenta de los cinco atributos de los agroecosistemas sustentables: a) productividad, b) estabilidad, confiabilidad y resiliencia, c) adaptabilidad, d) equidad y e) autogestión (Maserá *et al.*, 2000).

Este marco conlleva un proceso cíclico de seis pasos, no obstante, para los objetivos del presente estudio y dado la flexibilidad de esta herramienta, se efectuaron únicamente los pasos uno y dos, debido a que conllevan a la caracterización del manejo (objetivo particular no. 1).

#### **Paso 1.**

- a) Consiste en establecer los sistemas de producción o manejo, sus rasgos, el contexto socioambiental, y las escalas espacial y temporal.
- b) Determina el sistema de manejo de referencia (tradicional o convencional) que prevalece en el sitio.

- c) Determina el sistema alternativo; es decir, el que consta de cambios tecnológicos o sociales con respecto al sistema de referencia, algunos de estos cambios pueden incluir prácticas agroecológicas.

La caracterización de los agroecosistemas debe contener los siguientes elementos:

- Componentes biofísicos del sistema.
- Las entradas y salidas de insumos y productos del sistema, y las interacciones entre los distintos componentes.
- Las distintas actividades o prácticas inmersas en el sistema (por ejemplo, forestal, agrícola, etc.).
- Las características más representativas socioeconómicamente de los agricultores y su forma de organización.

## **Paso 2.**

Consiste en la identificación de las debilidades y fortalezas (puntos críticos) del sistema de estudio, por lo que posterior a la determinación de los puntos críticos es necesario asociarlos con los atributos de la sustentabilidad (Maserá *et al.*, 2000).

A partir de la información desarrollada en la matriz del marco lógico (MML) se determinaron las preguntas para la elaboración del instrumento, este consistió en una entrevista semiestructurada compuesta por 31 preguntas abiertas (Anexo 1).

Para la determinación de los productores a entrevistar, se recurrió a la metodología de muestreo en cadena o bola de nieve; es decir, se identificaron a algunos manejadores de la vainilla considerados clave para que apoyaran con informar sobre productores de la zona de estudio. Con base en la información proporcionada se aplicó el instrumento a los productores clave y a otros que realizan distintas prácticas de manejo.

Derivado de la información proporcionada en las entrevistas, la literatura y la observación se desarrollaron los pasos uno y dos del marco MESMIS.

Para el análisis estadístico, la información recopilada se dispuso en una base de datos de Excel®, a partir de esta, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, la cual se utilizó para comparar las medianas y asociar entre las variables referentes a las actividades de manejo y las variables de diversidad; mientras que para determinar las diferencias significativas entre muestras independientes

de variables de manejo y de diversidad, se efectuó la prueba U de Mann-Whitney, en ambas pruebas, el intervalo de confianza es de 95%. Estas pruebas se ejecutaron con el programa estadístico STATISTICA 7.

### *7.3 Diseño de muestreo de la comunidad florística arbórea y arbustiva*

Para la toma de datos de árboles y arbustos, en cada unidad se trazaron dos transectos de 50.00 m de largo x 4.00 m de ancho (200.00 m<sup>2</sup>), a fin de tener un total de 400.00 m<sup>2</sup>, entre cada transecto se consideró una distancia de 50.00 metros aproximadamente (Lozano-Zambrano *et al.*, 2009). Cabe mencionar que en cada parcela o unidad de muestreo se consideraron dos transectos, e inclusive uno, debido a que, en la mayoría de las plantaciones de vainilla, la superficie es menor a una hectárea; en estos sitios, se obtuvieron las coordenadas geográficas con ayuda de un GPS.

En los censos se midieron todos los ejemplares arbustivos que tuvieran de diámetro a la altura del pecho (DAP) >1.00 cm, incluyendo todos los tallos secundarios (Lozano-Zambrano *et al.*, 2009). Para los árboles se consideraron a los individuos, a partir de un 1.30 m de alto y DAP >2.50 cm, también, se registró el dato de altura mediante la estimación visual (Godínez *et al.*, 2002). De cada ejemplar censado se obtuvieron y registraron en una libreta de campo, datos dendrológicos, numeración consecutiva, número de individuos por especie de cada transecto y datos de DAP y altura estimada (Ochoa *et al.*, 2019). Para la identificación de las especies se obtuvieron en campo fotografías y muestras botánicas de hojas y flores, las cuales se colocaron en prensas a fin de secar y fijar las estructuras de las plantas, para el caso de los frutos y/o semillas se colocaron en bolsas de papel con sus respectivos datos y se mantuvieron cerradas en un lugar fresco hasta su procesamiento (Manzanilla Quijada *et al.*, 2020).

#### *7.3.1 Actividades en laboratorio*

Para la determinación taxonómica de los ejemplares, se utilizaron claves botánicas de los fascículos de Flora de Veracruz del INECOL, se revisaron listados florísticos de sitios aledaños a los de la zona de estudio, bases de datos

de flora de SNIB-CONABIO y se compararon las muestras botánicas y fotográficas en el herbario y jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Martínez *et al.*, 2007; Basáñez *et al.*, 2008). Se corroboraron los nombres taxonómicos de las plantas, mediante la base de datos de Plants of the World Online.

### 7.3. 2. Análisis de riqueza, abundancia y diversidad de flora

La flora identificada con sus respectivos datos obtenidos en campo se dispuso en una hoja de Excel® para la elaboración del listado florístico; con estos resultados se procedió al análisis estadístico de diversidad con apoyo del programa “EstimateS 9”.

Se estimó la cobertura de la riqueza en el muestreo por medio de curvas de acumulación de especies, debido a que este método asocia al esfuerzo de muestreo; es decir que a mayor esfuerzo, mayor cantidad de especies (Jiménez & Hortal, 2003). Esto provee confiabilidad y posibilita extrapolar el número de especies observadas en un listado para valorar el total de la ocurrencia en el sitio (Jiménez & Hortal, 2003). La riqueza se midió con el estimador no paramétrico Chao 1, en el cual se estiman datos de abundancia e incidencia (presencia o ausencia) e involucran a las especies raras; es decir, cuando en las unidades de muestreo se encuentran uno (*singletons*) o dos individuos (*doubletons*) de una especie, este estimador aumenta la precisión de la heterogeneidad de las abundancias de especies (Pineda, 2019).

El Índice de Abundancia Relativa (IAR) corresponde a un valor acotado entre 0 y 1, que mide la capacidad relativa de cada especie de apropiarse los recursos en una comunidad” (Halffter, 1992). La abundancia relativa consiste la proporción representativa de la cantidad total de individuos de una especie, respecto al total de individuos de todas las especies (López *et al.*, 2015).

Para la comunidad florística el IAR, se estimó calculando la abundancia proporcional (Pi) de cada especie de flora en relación con la cantidad total de individuos del muestreo, multiplicado por 100. Se representa con la siguiente fórmula:

$$P_i\% = \frac{n_i}{\sum N_i} \times 100$$

$$i=1$$

Dónde:

N<sub>i</sub>: Número de individuos de la especie i

N: Número total de individuos en la muestra

La diversidad de la comunidad florística se estimó por medio del análisis de biodiversidad verdadera; este análisis tiene como principio estimar el valor equivalente de las especies, esto se interpreta como: “que el valor de D (diversidad real), es el número equivalente de especies igualmente comunes (equiprobables) de una comunidad o número efectivo de especies con la misma complejidad que la indicada por la medida original” (Jost & González-Oreja, 2012). De esta forma, la diversidad verdadera pondera a todas las especies según su importancia relativa; y se expresa con el exponencial de la entropía del índice de Shannon, siendo la siguiente:

$$D = e^{-\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)}$$

En donde  $p_i$ , es la abundancia relativa de la  $i$ -ésima especie (Cultid y Escobar, 2019).

Para este análisis se agrupó la información en relación con los sistemas de manejo, en donde se obtuvieron cinco repeticiones o tratamientos en cada uno de los sistemas de tipo Tradicional (T) y Acahual semitecnificado (AS) y para los manejos bajo naranjo (BN) y bajo cocuite y pichoco (BCP) solo se realizó una réplica.

#### 7.4 Fauna

Para la obtención de la información referente a la diversidad de especies de mamíferos carnívoros, se utilizaron los siguientes métodos:

- i. Revisión bibliográfica. Consistió en la inspección documental de listados, publicaciones, estudios, tesis y bases de datos (CONABIO, GBIF), que documentan registros de especies de mamíferos carnívoros en la zona de estudio y/o áreas aledañas, con características edafoclimáticas similares.
- ii. Entrevistas semiestructuradas. Consistió en la aplicación de entrevistas semiestructuradas (con preguntas relacionadas al

avistamiento y hábitos de mamíferos carnívoros) a productores de vainilla que realizan distintos sistemas de manejo.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Caracterización del manejo del agroecosistema de vainilla

Durante los meses de junio de 2021 a abril de 2022 se efectuó un total de 10 entrevistas semiestructuradas a productores de vainilla. Tres de los entrevistados, corresponden al municipio de Tenampulco, Pue., de los cuales uno fungió como actor clave de la zona, debido a que es un líder comunitario entre productores; mientras que, para el municipio de Papantla, Ver., se entrevistaron a siete, uno de ellos fue actor clave para este municipio debido a que es un líder empresario en la producción, beneficiado y exportación de vainilla.

Con base en la revisión documental, la información proporcionada en las entrevistas y lo observado en campo, se identificaron cinco sistemas de manejo: 1. Tradicional, 2. Acahual semitecnificado, 3. Bajo cocuite (*Gliricidia sepium*) y pichoco (*Erythrina* sp.) (intensivo), 4. Bajo naranjo o cítricos (semi intensivo) y 5. Bajo malla sombra (intensivo); así como también, se reconocieron las características generales biofísicas, escala espacial y temporal, componentes, insumos o productos de entradas y salidas y las actividades de manejo de cada sistema (Cuadro 1).

En relación con la tipología identificada, se describen los resultados observados de cada sistema, siendo los siguientes:

- a) Sistema tradicional. Aunado a lo descrito en el apartado III (Hernández, 2009; Bautista, 2014; Espinoza-Pérez *et al.*, 2019) se observó que en este sistema algunos de los productores realizan la polinización manual y otras actividades fenológicas de la vainilla, como la floración, polinización, en función a las fases del ciclo lunar, derivado del conocimiento ancestral; también, el número de personas que apoyan en las actividades de polinización y manejo es bajo y en su mayoría de tipo familiar dedicando pocas horas o pocos días a la semana; ya que no solo cultivan vainilla, sino que también cuentan con diversos cultivos (subsistemas) para

autoconsumo y venta local. Santillán *et al.*, (2019), observaron que la mayoría de los productores, además de producir vainilla, cultivan maíz, café, frijol, pimienta, y cuentan con ganado, siendo la vainilla un producto secundario. Un factor clave en este sistema, es el arreglo espacial florístico y la distribución del sistema, en el cual, la remoción vegetal es mínima (roza de herbáceas y de algunos arbustos) o casi nula; por tal se mantiene la vegetación nativa misma que es aprovechada como tutores. Otro factor importante es el riego, en donde algunos campesinos no lo realizan (lluvias de temporal) y algunos otros productores lo realizan de forma manual (cubetadas de agua provenientes de arroyos o fuentes de agua cercanas); además, se caracterizaron por el nulo proceso de beneficiado.

- b) Acahual semitecnificado (AS). Este sistema de manejo se realiza en acahuales y se maneja de forma muy similar al manejo tradicional; ya que al igual que al tradicional, se mantiene gran parte de la vegetación nativa, se realizan actividades de manejo agroecológicas y en algunos casos hacen uso de fertilizantes y agroquímicos; no obstante, se diferencia del tradicional por la distribución o arreglo del paisaje en donde la mayoría de los productores, modifican la distribución natural del acahual, debido a que plantan algunos árboles nativos de su preferencia como tutores, en forma de hileras, a determinadas distancias y delimitando caminos, manteniendo solo algunos ejemplares forestales nativos, algunos productores delimitan cada tutor formando cajetes a fin de proteger las raíces, facilitar el riego y la disposición de compostas. En este sistema, si se realiza el riego, en el que se emplean variados métodos que van desde el riego manual hasta semitecnificado.
- c) Sistema bajo naranjo-cítricos (BN). Para este sistema, solo se realizó una entrevista. Este en particular, se diferencia de otras parcelas BN, por la diversificación florística presente en la plantación de vainilla; es decir que se utilizan algunos árboles nativos y también plantaron otros nativos o exóticos de tipo ornamental, maderable o frutal, con el fin de generar sombra (1era y 2da), humedad relativa para la vainilla, obtención de algún uso y también se aprovecharon algunos de estos árboles como tutores,

aunque la huerta naranjas y cítricos dominan en abundancia como tutores.

- d) Bajo cocuite y pichoco (BCP), al igual que en el sistema BN, solo se entrevistó a un productor. En esta parcela, además de los tutores vivos de cocuite y pichoco ocupa algunos inertes con fines productivos, mientras que la distribución de los tutores es en hileras bien delimitadas, además de árboles de caoba (*Swietenia macrophylla*) los cuales se encuentran alternados en la parcela para generar sombra y mantener nutrientes en el suelo. Previo a este sistema de manejo, el productor cultivaba en un sistema BN; sin embargo, prefirió cambiar de modelo hacia un manejo de tipo intensivo, reemplazando los naranjales por los tutores de cocuite y pichoco.
- e) Malla sombra (MS). Algunos productores utilizan tutores inertes y otros, vivos con malla sombra; la distribución de los tutores es en hileras delimitadas a pocos metros de distancia entre cada tutor. Para la nutrición de las plantas, el control de plagas y enfermedades realizan actividades agroecológicas con productos orgánicos y también hacen uso de agroquímicos, el riego es de tipo semitecnificado o tecnificado y en este sistema además de producir vainas en verde, también la benefician. Es importante destacar que algunos de los entrevistados de este tipo de manejo cuentan con vegetación nativa aledaña (parches de acahuales) dentro de su parcela de producción.

Con la caracterización descrita, se observó que todos los productores, en diferente medida realizan actividades culturales con conocimiento ancestral (Barrera *et al.*, 2009; Espinoza *et al.*, 2018); además van modificando y adaptando las actividades de manejo, con base a su experiencia, intercambio de ideas con otros productores u otros y con base en sus necesidades (Espinoza *et al.*, 2018). De forma general, se observó que están en constante cambio buscando alternativas para mantener (a pesar de las limitantes) el cultivo y a su vez tener rendimientos productivos. En este sentido, se observa que, a pesar de las tipologías descritas por diversos autores en la caracterización del manejo, hay una considerable diversidad dentro de estas mismas en las actividades productivas, lo cual enriquece culturalmente el manejo, pero a su vez, dificulta su clasificación (Borbolla *et al.*, 2017).

Esto fue corroborado con la prueba de Kruskal-Wallis, resultando diferencias significativas, al comparar la variable “parcela” (referente a cada productor) con las variables: No. de especies (H=158.7, N= 210, p=.000), especie (H=50.6, N= 210, p=.000), superficie (H=126.8, N= 210, p=.000), años cultivando (H=209, N= 210, p=.000), kg anuales (H=209, N= 210, p=.000), días a la semana (H=209, N= 210, p=.000) y MESMIS (H=168.61, N= 210, p=.000).

También, se observó que hay una tendencia de los productores hacia la semitecnificación o tecnificación con prácticas que implican riego, control de sombra artificial (a fin de evitar pérdidas productivas) y cambios en la distribución natural del paisaje a causa de la limpieza y delimitación de caminos para facilitar las actividades de manejo y evitar lastimar las raíces de las orquídeas, además de la plantación de tutores en forma secuencial, la sustitución de algunas especies nativas por algunas ornamentales o frutales (nativas o exóticas).

Los entrevistados mantienen una importante biodiversidad de especies, especialmente los que manejan los sistemas de manejo tradicional y acahual semitecnificado. Por otra parte, los productores que tienen como principal cultivo un sistema tecnificado o bien producen en sistemas de BCP y MS, mantienen vegetación nativa delimitando o, a los alrededores de su parcela.

**Cuadro 1.** Caracterización de los sistemas de manejo del agroecosistema vainilla en la zona de estudio

Determinantes del agroecosistema	Tradicional (T)	Acahual semi tecnificado (AS)	Bajo naranjo (BN)	Bajo cocuite y pichoco (BCP)	Malla sombra (MS)
Características biofísicas	Vegetación original: Selva mediana subperennifolia, clima cálido subhúmedo, precipitación de 1500 a 3000mm y altitud de hasta los 600m.				
Escalas	Espacial: La parcela del sistema agroforestal, escala temporal: un año. Sistema de referencia: AS y sistema alternativo: T				
Componentes	Sistema agroforestal (SA). Tutores y flora nativa.	SA: Tutores y flora nativa, alguna inducida. Monte bajo a medio.	Sistema huerta de naranja. Subsistema: árboles para sombra.	SA (tutores, árboles para sombra), subsistemas tutores inertes.	Sistemas: agrícola, módulos de malla sombra. Poca o nula flora asociada.
Entradas	Prácticas agroecológicas, poco tiempo empleado en el manejo, riego manual, o temporal, apoyo familiar.	Actividades culturales. Nutrición y control de plagas orgánico o con agroquímicos, riego, apoyo familiar, plantación de algunas especies para tutores.	Prácticas de manejo, nutrición y control de plagas orgánico, riego, plantación de algunas especies para sombra, personal contratado.	Prácticas de manejo, nutrición orgánica y control de plagas mixto, riego, personal contratado e introducción de postes.	Prácticas de manejo, nutrición y control de plagas orgánico, agroquímicos, personal fijo y contratado por temporada, introducción postes y malla sombra, energía para el riego (Kw/h).
Salidas	Venta de frutos verdes y de otros productos agrícolas.	Venta de frutos verdes o vainas beneficiadas, subproductos y otros productos agrícolas.	Venta de verde o beneficiado y subproductos. Venta de naranjas.	Venta de beneficiado, subproductos y otros, apoyo o capacitación a productores.	Venta de beneficiado a acopiadores o mercado extranjero, venta de subproductos y otros,

						apoyo o capacitación a productores.
Actividades de manejo	Todos los entrevistados realizan acomodo de guías y poda de bejucos.					
	Riego	Temporal o manual	Goteo, manual, manguera, aspersores	Manguera y aspersores	Manguera	Manguera y aspersores
	Poda	La mayoría si poda	Si	Si	Si	Varía en función al tutor.
		Nutrición y control de plagas y enfermedades				
		Algunos	Si			
		Control de malezas con actividades culturales				
		Algunos	Si, la actividad la realizan de forma manual			
	Todos polinizan de forma manual las flores					
	Beneficiado	No	Varía, algunos benefician.		Si (sin embargo, esta actividad también varía).	
Socioculturales	Etnia totonaca					
	Productores	Tres productores de Tenampulco, dos de Papantla.	Dos productores de Tenampulco y cuatro de Papantla.	Dos productores de Papantla.	Un productor de Papantla.	Dos de Papantla y dos de Gutiérrez, Zamora, Veracruz.

Derivado de la caracterización (Cuadro 1), se observaron nueve debilidades y tres fortalezas de tipo ambiental, económico y social, los cuales varían en función del tipo de manejo (Cuadro 2 y Figura 2). Estos puntos críticos se asociaron a los atributos de la sustentabilidad, de las cuales se describen las siguientes:

### Debilidades

a) “Poca mano de obra”. Esto representa una debilidad para los productores, particularmente los que manejan el sistema tradicional, debido a que, por lo regular, las actividades la realizan algunos miembros de la familia e inclusive únicamente el productor, y dado a que el cultivo de vainilla demanda muchas actividades culturales y la mano de obra es poca el productor no se da abasto, lo cual se refleja en los bajos rendimientos productivos.

b) “Variación del precio en el mercado de la vaina verde”. Esta debilidad es considerada como uno de los problemas más significativos en el cultivo de la vainilla (Hernández, 2011; Santillán *et al.*, 2018; Hernández, 2019); particularmente afecta a los productores que no realizan el beneficiado de las vainas, por lo regular los que manejan agroecosistemas tradicionales o algunos del manejo acahual semitecnificado; debido a que los precios de la vainilla en verde, varían en función de la dinámica económica del mercado internacional, en donde los beneficiadores y/o exportadores determinan los costos en verde,

con base en lo establecido por los precios internacionales (Hernández, 2019). Esta inestabilidad de los precios genera incertidumbre entre los productores en verde, ya que la mayoría autofinancian la producción, lo cual ha conllevado a que algunos campesinos cambien o abandonen el cultivo de la vainilla (Santillán *et al.*, 2019).

c) “Variaciones climáticas”. Este factor adverso para los agroecosistemas de vainilla ha sido descrito por diversos autores (Hipólito, 2011; Herrera *et al.*, 2012; Carrillo & González, 2018; Santillán *et al.*, 2018; Hernández, 2019; López *et al.*, 2019). Además, la frecuencia de eventos extremos como sequías y huracanes, son cada vez más frecuentes (Herrera *et al.*, 2012); como lo sucedido el pasado 21 de agosto de 2021 por el huracán Grace de categoría 3 el cual impactó en la zona de estudio, generando diversas pérdidas en las plantaciones de vainilla al derribar árboles, bejucos, estructuras, etc., en uno de los casos, un productor expresó que tuvo pérdidas de hasta un 80%.

d) “Daños por plagas y enfermedades”. Este punto crítico es también una de las debilidades con mayores afectaciones al cultivo (Hipólito, 2011; Herrera *et al.*, 2012; Carrillo & González, 2018; Hernández, 2019; López *et al.*, 2019; Santillán *et al.*, 2019). Derivado de las entrevistas se contabilizó un máximo de seis tipos de plagas diferentes y un mínimo de cero, siendo frecuente y recurrente en todos los sistemas de manejo y para el 80% de los productores, las enfermedades por hongos; en relación con las plagas fúngicas, Hernández, (2019) y González *et al.*, (2020) mencionan que los daños por *Fusarium oxysporum* f. sp *vanillae* merman la producción, lo cual impacta en la estabilidad resiliencia y confiabilidad de los agroecosistemas.

La chinche roja consume la sabia de los tejidos del bejuco, por lo que de no controlarse adecuadamente puede llegar a fenecer la plantación, siendo esta la principal plaga en el país; además de la chinche roja, también son frecuentes los daños por gusanos, grillos, babosas y ratones (Hernández, 2019).

e) “Modificación del sistema natural”. Este factor se observó en todos los sistemas de manejo, pero con mayor impacto, en los de tipo más intensivos como malla sombra y bajo cocuite y pichoco, en menor medida y siguiendo ese orden en bajo naranjo, acahual semitecnificado y tradicional. Se considera una debilidad de los agroecosistemas de vainilla de tipo ambiental, que impacta en la sustentabilidad, debido a que a que se generan cambios en la composición

florística, que a su vez modifica la dinámica de sucesión ecológica, servicios ecosistémicos, dinámicas poblacionales, reclutamiento de especies y dinámicas con la fauna nativa. Es importante mencionar, que dichas evaluaciones no se han evaluado en los agroecosistemas de vainilla del Totonacapan.

f) Daños en tejidos por fauna (mamíferos y aves). El 50% de los entrevistados, correspondientes al manejo AS, T, MS y BN externo que unos de los problemas en el cultivo, además de las plagas y enfermedades, son los daños por chachalacas que en temporada de floración, previo a la abertura de las flores, se comen los botones florales; también los mamíferos como armadillos, mapaches y tuzas generan daños, ya que son atraídos por las compostas que se colocan en la base de los tutores, los cuales al rasgar dañan las raíces. Cabe aclarar, que las especies de fauna que han llegado a dañar a la planta no son el problema, si no las actividades de manejo empleadas, ya que, en el caso de los mamíferos, son atraídos por las compostas.

g) Baja diversidad de especies nativas. Es una debilidad que impacta a los agroecosistemas de vainilla que se encuentran en monocultivos como son los sistemas bajo naranjo, bajo cocuite y pichoco y del manejo intensivo de malla sombra, en donde se reemplaza la diversidad de especies nativas por una o dos especies o bien por tutores inertes, con lo cual se homogeniza el paisaje resultado de la pérdida forestal.

h) Desconocimiento del beneficiado. Al realizar el beneficiado de las vainas, se le da un valor agregado, lo cual resulta benéfico ya que se incrementan las ganancias (Soto & Solano, 2007; Santillán *et al.*, 2018). Sin embargo, la mayoría no beneficia (Jaramillo *et al.*, 2012; Hernández, 2019), algunos productores no realizan esta actividad debido al desconocimiento; además, realizar el beneficiado implica mayor inversión monetaria, de espacio y tiempo, aunado al autofinanciamiento de la producción en verde, por lo que algunos productores prefieren solo cultivar vainas verdes y no darle valor agregado.

i) Dependencia de insumos externos. Esta debilidad es característica de los sistemas de tipo intensivo, como el manejo bajo pichoco y cocuite y malla sombra. En particular, los costos de inversión y cultivo para el sistema de MS son mayores que en el resto de los sistemas (Hernández, 2009) debido a la utilización de malla sombra, la cual en determinado tiempo debe de ser reemplazada y en muchos de los casos, los tutores son inertes con lo cual se

incrementan los costos, además de la práctica de uso de algunos agroquímicos, fertilizantes y sistemas de riego tecnificados (mayor gasto de energía, combustibles fósiles para suministrar las motobombas, aspersores, entre otros).

### Fortalezas

j) Diversidad de cultivos. El 100% de los productores cuentan con uno o más cultivos diferentes a la vainilla, algunos de estos como la pimienta, café, naranja, cítricos y anona se ubican en los vainillales y son aprovechados como tutores; además de los mencionados, también cuentan con maíz, zanahorias, litchi, jitomate, canela, cocos, cacao, mango, plátano, café, mandarinas, frijol, zapote, cedro y uno de los productores tiene porcinos. No obstante, para el 50% de los productores la vainilla es el cultivo principal; mientras que la otra mitad cuentan con diversos cultivos los cuales aprovechan para autoconsumo y venta local con lo cual se diversifica el agroecosistema, fortaleciendo la sustentabilidad de este.

k) Prácticas agroecológicas. El 100% de los productores realizan en algunas de sus actividades prácticas agroecológicas en distinta proporción. En específico el 100% de productores tradicionales realizan en las actividades culturales de manejo (control de plagas, nutrición, control de malezas, riego, podas) actividades agroecológicas como la preparación de bocachi, compostas, viales para problemas fúngicos, captación de agua de lluvia, deshierbe manual o con machete de malezas); a excepción de un productor, que no realiza actividades de control de plagas, nutrición y riego. En cuanto al control de plagas, dos de los cinco que cuentan con sistema tradicional, alternan el uso de orgánicos y químicos. Para el resto de los sistemas de manejo, todos realizan prácticas agroecológicas para la nutrición del cultivo; sin embargo, dos productores del sistema AS (además de las prácticas orgánicas), también aplican fertilizantes químicos. En cuanto al control de plagas, solo el 20% del total de encuestados no aplican químicos, el 70% lo usa como alternativo al control orgánico y el 10% no aplica nada.

l) Diseño de estrategias. El 100% de los productores se han adaptado a los distintos retos y limitantes que se presentan en el proceso productivo, por lo cual, han diseñado distintas estrategias acordes a las necesidades, observándose de

forma general optimismo. Por ejemplo, derivado del impacto recibido por el Huracán Grace en el 2021, muchos de los árboles que apoyaban en mantener la sombra alterna fueron derribados, por lo que para contrarrestar los efectos de la pérdida de sombra y sequedad ambiental, algunos han colocado fragmentos de malla sombra en algunas áreas, o bien, en el caso del sistema bajo naranjo, plantaron ejemplares de *Gliricidia sepium* rodeando al naranjo o a la especie de tutor. Otra de las estrategias es hacia el robo, en donde en uno de los casos (10%), el propio productor dificulta las actividades de polinización, al no podar las guías de la vainilla y dejar que crezcan muy alto a fin de complicar y evitar los robos. Estas estrategias, también han conllevado a modificar el manejo, hacia sistemas con mayor monitoreo y control de condiciones ambientales como es el riego en ciertas temporadas.

**Cuadro 2** Puntos críticos (D, F) identificados en el agroecosistema vainilla.

Atributos	Área de evaluación	Fortaleza (F), Debilidad (D)	Puntos críticos	Sistema de Manejo
<b>Productividad.</b>	E	D	Poca mano de obra.	T
	E	D	Variación del precio en el mercado de la vaina verde.	T, AS
<b>Estabilidad, resiliencia y confiabilidad.</b>	A	D	Variaciones climáticas (sequías, huracanes).	T, AS, BN, BCP, MS
	A	D	Daños por plagas y enfermedades.	T, AS, BN, BCP, MS
	A	D	Modificación del sistema natural.	AS, BN, BCP, MS
	E, A	D	Daños en tejidos por fauna (mamíferos, aves).	T, AS, BN, MS
	A	D	Baja diversidad de especies.	BCP, MS
	E	F	Diversidad de cultivos.	T, AS, BN, BCP, MS
<b>Adaptabilidad</b>	E, A, S	F	Prácticas agroecológicas	T, AS, BN, BCP, MS
	S	F	Diseño de estrategias	T, AS, BN, BCP, MS
<b>Autogestión</b>	S	D	Desconocimiento del beneficiado	T, AS
	E	D	Dependencia de insumos externos.	BCP, MS

Fortaleza: F, Debilidad: D.

E: económico, A: ambiental, S: social.

T: tradicional, AS: Acahual semitecnificado, BN: Bajo naranjo, BCP: Bajo cocuite y pichoco, MS: Malla sombra.



**a. Datos socioeconómicos:** Nueve de los entrevistados son varones y solo una mujer. La edad promedio de los participantes es de 58.5 años, todos ellos son jefes de familia y su origen étnico es totonaca y en algunos casos náhuatl y totonaca; en cuanto al número de habitantes por familia se obtuvo una media de 4.3 habitantes. El grado máximo de estudios fue el de licenciatura, con un valor del 40%, mientras que el mínimo fue de primaria representado por el 30% de los participantes.

**b. Plantación inicial:** El 100% de los encuestados tiene más de 10 años cultivando la vainilla, con una media de 39.2 años; todos ellos aprendieron a cultivar la vainilla por herencia cultural de sus padres, además de estos conocimientos heredados, el 30% de los entrevistados han obtenido capacitación específica (diplomados sobre la vainilla en la Universidad Veracruzana y programa del INIFAP).

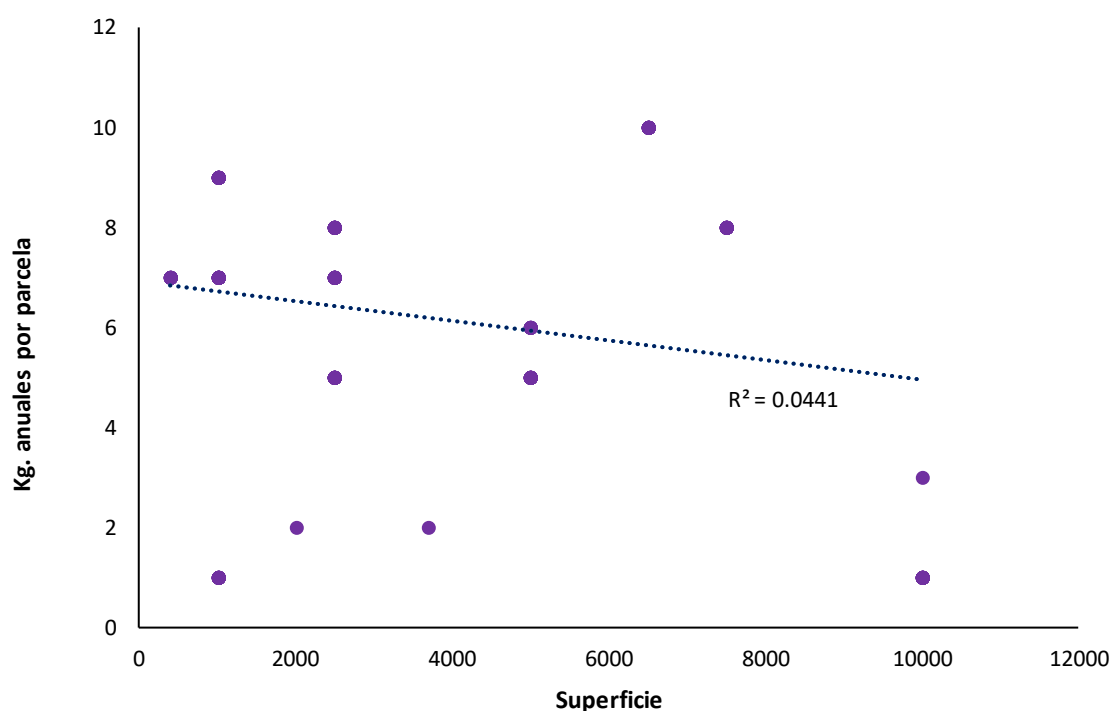
En cuanto al tipo de ambiente o sistemas de cultivo, seis de diez entrevistados (60%), por diversas causas, cuentan con más de un sistema de manejo y el 40% manejan únicamente un sistema. Por estas razones, en este estudio se citan 18 áreas productivas, únicamente para la interpretación del manejo,

Los años de cultivo que tienen produciendo vainilla es variado, ya que va desde los diez años como mínimo hasta un máximo de 65, con lo cual se revela la amplia experiencia y conocimiento sobre el cultivo.

Por otra parte, la edad de manejo de las parcelas o edad sucesional de las mismas es variada, por tal, el 8.3% de los productores (uno), cuenta con una parcela con 10 años de manejo de un sistema bajo cocuite y pichoco, otro 8.3% tiene una parcela de 15 años de tipo de manejo tradicional, el 16.6% cuentan parcelas de 20 años, uno de ellos corresponde a un sistema de manejo bajo naranjo y la otra parcela es de acahual semitecnificado; mientras que las unidades de manejo de 30 años cuentan con el 25%, de las cuales dos áreas de producción pertenecen a acahual semitecnificado y una a manejo tradicional; la parcela de 35 años en la cual se produce AS, representa 8.3% y la de 37 años también 8.3% bajo un sistema tradicional y las parcelas con estadio sucesional tardío de 40 años representaron el 25%, de las cuales, dos parcelas de manejo tradicional y la otra unidad de manejo de acahual semitecnificado.

En cuanto a la superficie de las parcelas, se registró una media de 4,058.30 m<sup>2</sup>, en donde el 88% de las unidades de manejo se produce en menos de una

hectárea y el 12% en una hectárea (dos productores), esto concuerda con lo descrito por Barrera *et al.*, (2009); Jaramillo *et al.*, (2013); y Hernández, (2019). Sin embargo, de este resultado hay que considerar que el 60% de los productores, realizan en sus parcelas más de un tipo de manejo diferente de vainilla, de los cuales tres de ellos con sus diferentes sistemas suman una hectárea o un poco más. Por otro lado, al comparar la superficie con la producción (expresada en kg anuales) mediante una regresión, no resultó significativa ( $R^2= 0.044$ ), (Figura 3) posiblemente se deba al manejo de los productores, ya que los que producen en T y AS, además de cultivar en superficies pequeñas, plantan los bejucos en los tutores separados a distancias de 2 x 2 m o un poco más, y en el caso de algunos tradicionales la distancia de los tutores es azarosa; mientras que los manejos intensivos sin importar el tamaño de la superficie, la distancia de los tutores es corta y la cantidad de bejucos va de tres a cuatro por tutor, en comparación con los sistemas no intensivos (de dos a tres).



**Figura 3.** Regresión entre la superficie ( $m^2$ ) y la producción anual de  $kg^*$  de vainilla en verde.

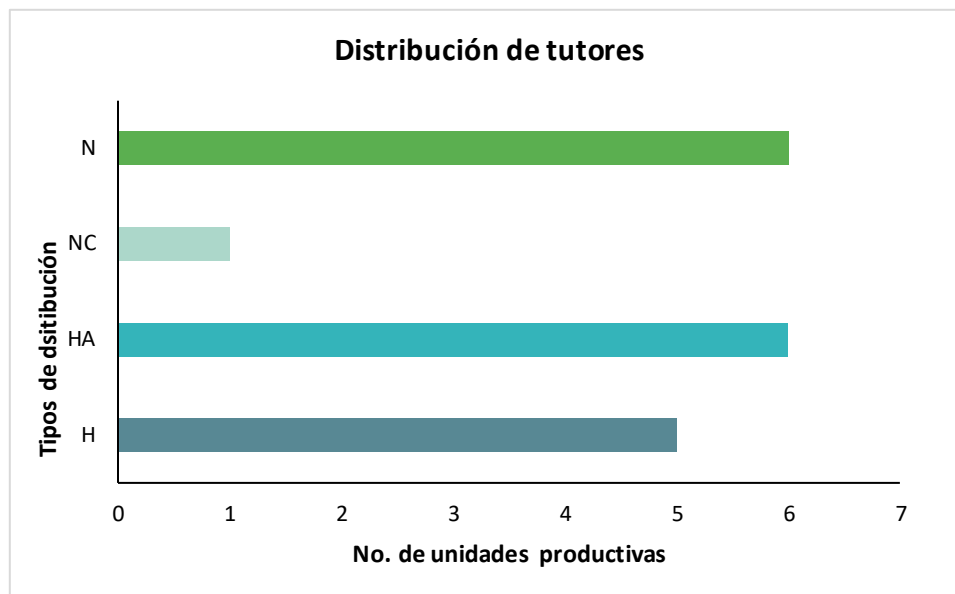
\* La variable kg., anuales, está representada en una escala que va de 1 a 9 (1: dato desconocido, 2: 600 a 1200 kg, 3: 300 a 500 kg, 4: 300 a 350 kg, 5: 200 kg, 6: 150 a 200 Kg, 7: 15 a 20 kg, 8: 6 a 30 kg y 9: 5 a 10 kg).

c. Diseño de plantación. Se cuentan con cinco unidades de producción del manejo tradicional, seis de acahual semitecnificado, dos unidades del sistema bajo naranjo o cítricos, una parcela con el sistema de bajo cocuite y pichoco y cuatro unidades con el sistema de bajo malla sombra.

En esta etapa cronológica del manejo, se analizaron las variables relacionadas con el tipo de sombra empleada en el sistema y su alineación espacial, como lo son: distribución de los tutores, tipos de tutores (inertes o vivos), y en el caso de los tutores vivos, número de especies, las cuales se utilizaron como criterios para clasificar el manejo de la vainilla.

La variable distribución de los tutores, está relacionada con el tipo de manejo y la productividad de este (tradicional o intensiva), siendo observados los siguientes diseños de alineación: Distribución de tutores vivos de forma natural (N), disposición de tutores de forma natural con caminos trazados (NC) en hileras (H) y en hileras con la utilización de árboles a la periferia para proteger y generar sombra (HA).

Por tal, de las 18 unidades de producción, cinco se registraron en H correspondientes a cuatro unidades de manejo bajo malla sombra y uno de bajo naranjo. La distribución HA, se observó en seis unidades de producción (cuatro parcelas del sistema AS, una BN y otra BCP), mientras que, una sola parcela de acahual semitecnificado presentó una distribución relativamente natural con caminos (NC) derivado de la roza de herbáceas y arbustos. La distribución forestal de forma Natural (N) es característica de los manejos no intensivos, ya que este patrón se observó en seis áreas productivas, de las cuales cinco son de parcelas tradicionales (todas las unidades estudiadas de este manejo) y una de AS (Figura 4).



**Figura 4** Distribución espacial de los tutores de las unidades productivas.  
 . “La distribución N (natural), NC: (natural con caminos), HA: (distribución en hileras con árboles periféricos) y H (hileras)”.

Esta variable, además de ser indicadora para identificar los sistemas de manejo, también es clave para asociar la diversidad ya que la distribución florística depende del manejo y preferencia de los productores, en donde tanto la plantación de especies (tutores preferidos o árboles para proveer algún uso), como la eliminación y la decisión de dejar algún árbol o arbusto nativo, influye en la composición y la estructura florística de los acahuales, esto se relaciona a lo observado en cafetales, en donde el manejo ha generado la modificación del arreglo espacial de la flora (López y Williams, 2006).

Esto también coincide con los resultados obtenidos de la prueba por U Mann-Whitney, en donde la variable “Distribución Tutores Natural”, fue la única que mostró diferencias significativas en las variables de diversidad florística (“No. Sp (manejo\_producto)” y “No. Spp. de tutores”) y manejo (“superficie m<sup>2</sup>” y “MESMIS” paso 1) (Cuadro 3).

Cuadro 3 Prueba de U Mann-Whitney

Mann-Whitney U Test (Spreadsheet760) By variable D. Tutores (DT) Natural Marked tests are significant at p <.05000										
	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N	2*1 sided
No. Sp(manejo_productor)	28.00	27.00	0.00	-2.39	0.01	-3.00	<b>0.002700</b>	7	3	<b>0.01</b>
No. Individuos	37.00	18.00	9.00	-0.34	0.73	-0.35	0.72	7	3	0.83
DAP (cm)	43.00	12.00	6.00	1.02	0.30	1.02	0.30	7	3	0.38
Altura (m)	39.00	16.00	10.00	0.11	0.90	0.11	0.90	7	3	1.00
Superficie (m2)	49.00	6.000	0.00	2.39	0.01	3.00	<b>0.00</b>	7	3	<b>0.01</b>
MESMIS (paso 1)	28.00	27.00	0.00	-2.39	0.01	-3.00	<b>0.00</b>	7	3	<b>0.01</b>
Años cultivando	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Motivos para cultivar	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Edad Parcela	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
No. de subsistemas (extra a vainilla)	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Distancia de siembra (m)	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Razones de distribución Tutores	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
No. Tutores_Entrevista	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
No. Spp de tutores	28.00	27.00	0.00	-2.39	0.01	-3.00	<b>0.00</b>	7	3	<b>0.01</b>
Obtención de agua para riego	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Método de riego	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
No. Plagas	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
No. Personas que polinizan	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Motivos de la cosecha en esa época	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	
Kg anuales por parcela	38.50	16.50	10.50	0.00	1.00			7	3	

Días a la semana	38.50	16.50	10.5	0.0	1.00	7	3
			0	0			

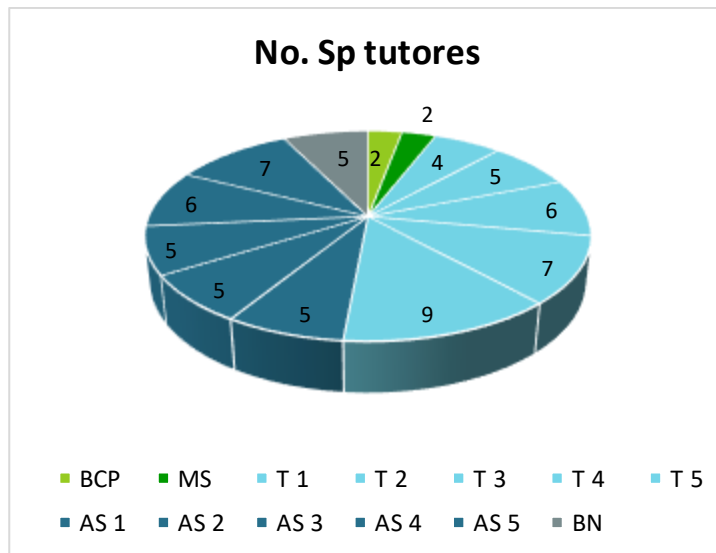
En relación con el tipo de tutores, la mayoría de los productores utilizan vivos (70%), mientras que el 30%, ocupan vivos e inertes (postes de madera, tarro), estos últimos en porcentaje corresponden a productores con sistemas de manejo BCP y BMS. Solo dos de las cuatro unidades de manejo con el sistema bajo malla sombra utilizan material inerte; mientras que el productor del sistema bajo cocuite y pichoco, hace uso de árboles y postes de madera.

En cuanto al número de especies de tutores, se obtuvo un total de 32, de los cuales el 93.75% corresponde a especies nativas, el 6.25% a introducidas y solo una especie (3.125 %), se encuentra bajo Protección especial (Pr) por la NOM 059-SEMARNAT-2010 (Cuadro No. 4).

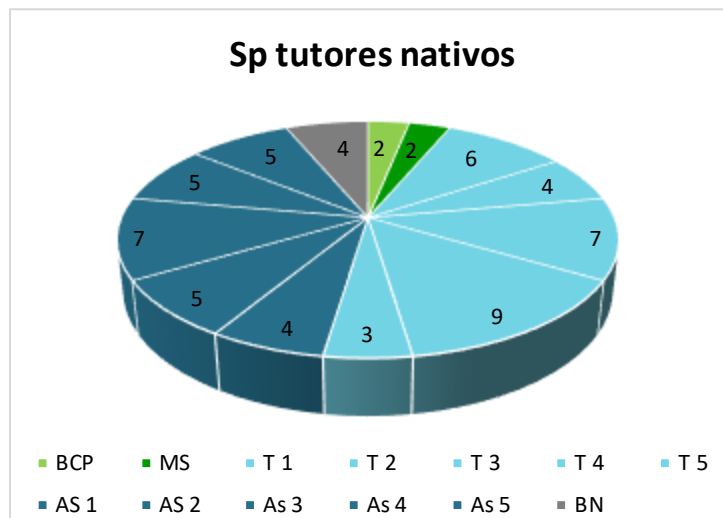
En la Figura 5, se observa el número de especies registradas de cada parcela censada por tipo de manejo, en donde los sistemas Tradicional T y Acahual semitecnificado AS, ambos con cinco repeticiones, BN (1), BPC (1) y MS (2).

La Figura 6, muestra el número de especies de tutores únicamente nativos en las distintas unidades de muestreo de casa sistema de manejo, en donde se observa de manera generalizada una menor cantidad de especies de tutores en T, AS y BN.

Con estos resultados, se destaca la cuantiosa diversidad de tutores utilizados por los campesinos, particularmente en los manejos T y AS. También es importante denotar que, sin importar el sistema productivo, en todos los sistemas estudiados prevalecen y dominancia las especies nativas.



**Figura 5** Número de especies de tutores de cada censo de diversidad en los sistemas de manejo. T: tradicional, AS: Acahual semitecnificado, BN: Bajo naranjo, BCP: Bajo cocuite y pichoco, MS: Malla sombra.



**Figura 6** Número de especies de tutores nativos de cada censo de diversidad en los sistemas de manejo.

Cuadro 4 Listado de las especies de tutores de vainilla.

No. De especie	Nombre científico	Nombre común	*Manejo	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	T, AS, BCP, MS	N
2	<i>Bahuinia divaricata</i>	pata de vaca	T, AS	N
3	<i>Citrus x aurantium</i>	Naranja	AS, BN	I
4	<i>Tabernaemontana alba</i>	cojón de gato	T, AS, BN	N
5	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	T, AS	N
6	<i>Casearia laetioides</i>	Palo volador	T, AS	N
7	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta	T, AS, BN	N
8	<i>Piscidia piscipula</i>	Chijol	T, AS	N
9	<i>Erythrina</i> sp.	Pichoco	AS, M, MS	N
10	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	T, AS	N
11	<i>Brosimum alicastrum</i>	Palo Ramón	As	N
12	<i>Croton</i> sp.	----	AS	N
	<i>Cupania dentata</i>			
13		Garrocho	T,	N
14	<i>Eugenia capulí</i>	Capulín agarroso	AS	N
15	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	T	N
16	<i>Nectandra</i> sp.	Laurel	T	N
17	<i>Coffea arabica</i>	Café	AS	I
18	<i>Trichilia havanensis</i>	Estribillo	T	N
19	<i>Pleuranthodendron lindenii</i>	Maicillo	AS	N
20	<i>Protium copal</i>	Copalillo	T	N
21	<i>Xylosma</i> sp.	Chatai	AS	N
22	<i>Pithecellobium dulce</i>	Humo	AS	N
23	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Árbol manzano	AS	N
24	<i>Cestrum</i> sp.	Huele de noche	T	N
25	<i>Carpodiptera cubensis</i>	Alzaprima	T	N
26	<i>Leucaena</i> sp.	Guaje	T	N
		Capulincillo		
27	<i>Trema micrantha</i>	cimarrón	T	N
28	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	BN, T	Pr
29	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora de clavo	BN	N
30	<i>Annona muricata</i>	Anona	As	N
31	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	As, T	N
32	<i>Wimmeria concolor</i>		As	N

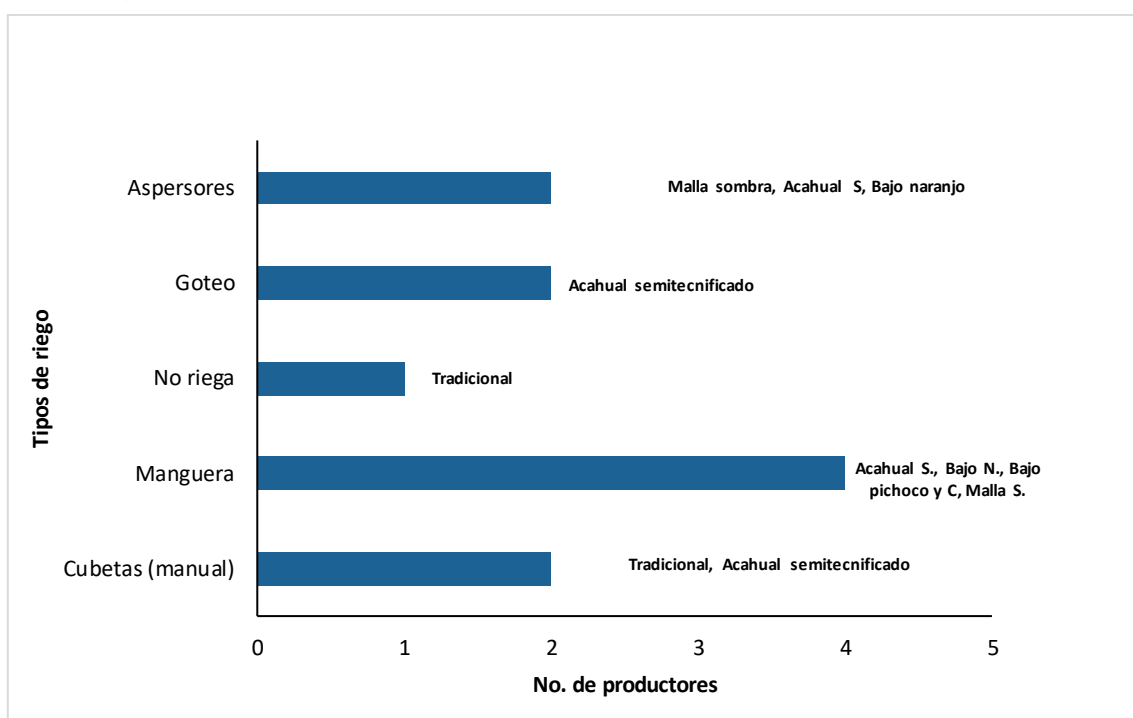
\*T (tradicional), AS (acahual Semitecnificado), BN (bajo naranjo), Bajo cocuete y pichoco (BCP), y MS (malla sombra).

\*\* N (nativo), I (Introducción), E (endémica), Pr (Sujeto a Protección Especial).

**d. Labores culturales.** En los cinco diferentes sistemas de manejo, el 90% de los productores realizan de forma regular las labores culturales de poda de bejucos, nutrición de las plantas, y control de plagas de enfermedades (de este porcentaje el 44% ocupa productos orgánicos y el 56% aplica orgánicos y químicos), el 10% que no realiza estas actividades corresponde al manejo tradicional. Por otra parte, el 100% de los productores efectúa el acomodo de guías de las vainillas y la polinización de las flores; mientras que, para las actividades de control de malezas, el 80% las controla con prácticas culturales. La variable de poda de tutores varía en función al tipo de tutor y de sistema de

manejo; por tal, se registró que el 67% de los sistemas realiza podas y el 33 % no, debido a que el pichoco y cocuite son plantas caducifolias, y dos sistemas de manejo bajo malla sombra ocupan tutores inertes.

La variable de método de riego fue de utilidad para caracterizar el manejo, en este sentido se registró que el 90% de los productores riegan sus vainillas, particularmente en los meses secos y en función a la variación climática, solo el 10% (un productor con manejo tradicional), no riega. En cuanto a los métodos o tipos de riego, se identificaron los siguientes: manual (cubetas), lo efectuó el 20%, riego con manguera el 40%, goteo o doble goteo 20%, y con aspersores el 20% (Figura 7).



**Figura 7.** Número de productores que ejercen los diferentes métodos de riego en los agroecosistemas de vainilla de la zona de estudio.

**e). Actividades post cosecha**

La mitad de los productores entrevistados vende la producción de vainilla verde, mientras que el otro 50% si realiza el beneficiado de la vainilla. De este 50% que no beneficia se ubica el 100% de los productores tradicionales y el 50% de los que manejan Acahual semitecnificado. Este último valor se debe, a que los que manejan en AS son productores que tienen como principal cultivo sistemas intensivos, por tal, aprovechan la producción de vainas en verde de todos sus sistemas de manejo para beneficiar.

## Diversidad

El “estrato” de las especies forestales, de acuerdo con las pruebas de Kruskal-Wallis, se encontraron diferencias significativas en DAP ( $H= 16.99$ ,  $N= 210$ ,  $p=.0044$ ) y altura ( $H= 17.13$ ,  $N= 210$ ,  $p=.003$ ), estas diferencias se esperan debido a la diversidad en la composición de especies y a las diferencias de crecimiento y regeneración de cada ejemplar. El patrón observado en la estructura también es resultado del recambio natural (Báez *et al.*, 2017). En este sentido, se obtuvo una mayor proporción de individuos de estrato arbóreo (75.30%) que arbustivos; además, la mayoría de los agroecosistemas de vainilla estudiados mantienen una estructura baja, llamada por algunos de los productores como monte bajo, en donde las alturas varían desde 1.30 m hasta los 26 m, siendo las alturas altas de (10 a 26 m), las de menor representación (55 individuos de 826 censados). La mayoría de los ejemplares presentó alturas que van desde 1.30 m hasta los 6 m (600 individuos) representado por arbustos y en su mayoría individuos juveniles de especies de crecimiento arbóreo, los de talla media de 6.5 a 9.5 m cuentan con 171 ejemplares, con lo cual, se argumenta el reconocimiento de tres estratos forestales, esto se asemeja a lo observado por Godínez *et al.*, (2002) y Burgos *et al.*, (2018). En cuanto al DAP, no se obtuvieron todos los registros de cada árbol censado, debido a que son tutores, por tal, se recurrió a no registrar ese dato a fin de no sobreestimarlos, ni dañar a la orquídea tras la manipulación de medir el DAP; no obstante, se obtuvieron registros que van desde 0.7 hasta 280 cm, siendo la mayor representación los diámetros menores de 5 cm y hasta los 10 cm (596 individuos), los DAP mayores de 10 cm y hasta 20 cm está representado por 178, y la menor representación (43) se tiene en los DAPS más grandes, que va de los 20 cm hasta 37.7 cm, también se incluyen en este conteo los datos de 56.7 cm (un ejemplar de la especie *Maclura tinctoria*) y 280 cm (representado por un solo individuo de la especie *Sideroxylon* sp.). Esta distribución de abundancias en el DAP (“J” invertida) es similar a lo observado por Godínez *et al.*, (2002), Báez *et al.*, (2017); Castro *et al.*, (2021). Por tal, las diferencias observadas en los componentes estructurales de altura y diámetro podrían deberse al manejo de selección (roza) que los productores de vainilla realizan al cortar en etapa de crecimiento a algunos juveniles, o bien

quitar arbustos y mantener y seleccionar algunas especies que son de su interés, no solo como tutores, sino también para el manejo de sombra, o por algún servicio o utilidad (apícola, comestible, medicinal, etc.) esto ha sido observado de forma similar por Rosales *et al.*, (2014) y Báez *et al.*, (2017).

Mientras que el factor “manejo” (sistema de manejo de la vainilla) es la variable clave para asociar la diversidad de las especies de flora en los agroecosistemas, con el análisis de Kruskal-Wallis se observaron diferencias significativas en: “No. De Sp., por parcela” (H= 61.40, N= 210, p=.000), “superficie” (H= 63.49, N= 210, p=.000), “No. De subsistemas agrícolas en la parcela del productor” (H= 56.75, N= 210, p=.000), “No. De especies de tutores” (H= 34.8, N= 210, p=.000), “No. de especies de fauna (entrevistas)” (H= 46.54, N= 210, p=.000), “edad de la parcela” (H= 49.61, N= 210, p=.000), “años cultivando” (H= 52.80, N= 210, p=.0004). Además de otras variables relacionadas con las actividades productivas como: “distancia de siembra” (H= 63.8, N= 210, p=.000), “método de riego” (H= 12.46, N= 210, p=.0038), “No. De plagas” (H=103.89, N= 210, p=.000), “No. De personas que polinizan” (H= 10.12, N= 210, p=.000), “días a la semana” (H= 16.018, N= 210, p=.000) y “Kg anuales” (H= 78.37, N= 210, p= .000), con las cuales se corrobora y evidencia que las actividades culturales productivas difieren con base al tipo de manejo que ejercen (INIFAP, 2011); también con este resultado, se confirma que el tipo de manejo que realizan los productores de vainilla, si influye en la composición y diversidad florística asociada a los agroecosistemas (González *et al.*, 2012). En relación con esto, Espinoza *et al.*, 2009, destacan diferentes valores de diversidad y similitud de especies en función al tipo de manejo, en donde el sistema tradicional (bajo cultivo de café), presentó los valores más altos de diversidad. Otras evaluaciones, sustentan que la composición florística varía en función al manejo (González *et al.*, 2012; Valencia *et al.*, 2016; Báez *et al.*, 2017; Castro *et al.*, 2021). Valencia *et al.*, (2016), mencionan que la selección de especies (en el caso del presente estudio la selección se da por las especies de tutores, u otros servicios) por parte de los productores conlleva a cambios estructurales en la composición florística, en donde, además, la edad sucesional desempeña un papel ecológico sobre la diversidad (Báez *et al.*, 2017).

En respuesta a la variable “No. De subsistemas agrícolas en la parcela del productor”, el 100% de los entrevistados mantiene al menos un sistema

productivo aparte de la vainilla, además este número es variado entre productores y sistemas de manejo, a pesar de que el 50% de los productores tiene como cultivo principal a la vainilla.

En los agroecosistemas de vainilla, regularmente la “superficie” del cultivo es pequeña; sin embargo, este factor también varía con base al productor y sistema de manejo, en donde los cultivos no intensivos (T y AS) producen en áreas menores a una hectárea (Barrera *et al.*, 2009; Jaramillo *et al.*, 2013; Hernández, 2019). En el presente estudio, el manejo bajo naranjo fue uno de los sistemas que tuvo la mayor superficie de producción (10, 000 m<sup>2</sup>), debido al monocultivo de cítricos, en donde la distancia de siembra entre cada cítrico va de los 4 hasta los 7.00 m (Hernández, 2019). En los sistemas de manejo de tipo intensivo como el de bajo malla sombra y bajo cocuite y pichoco, se registró variedad en las superficies, ya que van desde pequeñas hasta una hectárea (un productor de manejo MS), en donde los tutores tienen distancias cortas entre ellos, que van desde 0.50-1.00 m x 1.00 m hasta 1.00 m x 1.50 m; a fin de tener mayores rendimientos de vainilla (Hernández, 2019). En cuanto a las variables relacionados con las actividades de manejo como lo son: “método de riego”, “distancia de siembra”, “días de la semana” y “No. de personas que polinizan” varían en función al sistema de producción empleado, lo cual coincide con lo observado por Soto & Solano (2007); Barrera *et al.*, (2009); Barrera *et al.*, (2011); Jaramillo *et al.*, (2013); Hernández, (2019), para el caso de polinización manual (No. de personas que polinizan), varía conforme al conocimiento tradicional y al tiempo empleado en el manejo (Barrera *et al.*, 2009) esto a su vez se ve reflejado en la productividad (Kg anuales) y la experiencia de cada productor (Años cultivando).

En cuanto a la relación del número de plagas con el manejo, Hernández, (2011) menciona que los sistemas de cultivo bajo naranjo cuentan con baja incidencia de plagas y enfermedades; no obstante, la productora de este sistema de manejo comentó que ha observado hasta seis diferentes plagas y enfermedades, siendo este dato el más alto mencionado en las entrevistas, mientras que el número mínimo es de “cero”, derivado de un productor (10%) que maneja el sistema tradicional y que no realiza ninguna actividad para el control de plagas y enfermedades. Soto y Gómez, (2007) argumentan que prácticas inadecuadas de manejo generan vulnerabilidad hacia plagas y enfermedades en las plantaciones

de vainilla, particularmente de hongos en raíz (*Fusarium oxysporum*) y antracnosis. En relación con esto, en el presente estudio, faltó entrevistar mayor número de productores que realizan manejo bajo naranjo y bajo cocuite y pichoco, a fin de robustecer la información; por otra parte, no se encontró en la literatura, relación entre el tipo y número de plagas y enfermedades con el sistema de producción.

El rendimiento productivo “kg anuales” se obtiene como resultado del tipo de manejo (no intensivo e intensivo), por lo tanto, se observó variación y diferencias significativas. Los datos obtenidos en este estudio concuerdan con lo descrito por Hernández, (2019), en donde las producciones tradicionales (T y de AS), regularmente cosechan menos de 100 Kg de vainas; mientras que en los sistemas BCP y MS, los entrevistados comentaron una producción de 300 kg hasta 1,200 kg.

No se observaron diferencias en las variables familia (posiblemente por ser una variable de tipo nominal), número de individuos, DAP y altura.

En “edad de la parcela” o estadio sucesional de la misma, se obtuvieron diferencias significativas en: “No. De sp por parcela” ( $H= 148.1$ ,  $N= 210$ ,  $p=.000$ ), “especie” ( $H= 34.64$ ,  $N= 210$ ,  $p=.0010$ ), “MESMIS” ( $H= 157.06$ ,  $N= 210$ ,  $p=.000$ ), “No. de spp de fauna” ( $H= 191.8$ ,  $N= 210$ ,  $p=.000$ ) y “No. de sp de tutores” ( $H= 166.76$ ,  $N= 210$ ,  $p=.000$ ).

Las variables de diversidad florística (“No. de sp por parcela”, “especie” y “No., de especies de tutores”), mostraron diferencias, debido a que la diversidad florística es un indicador de los estadios sucesionales (Ochoa *et al.*, 2019); sin embargo, la composición florística no es el único elemento asociado a la sucesión, ya que también influye la estructura (diámetro, altura, área basal, densidad, frecuencia y valor de importancia relativa), a su vez estos componentes se asocian y dependen de diversos fenómenos ecológicos, y ambientales (Granados-Victorino *et al.*, 2017). Cabe aclarar que debido a los objetivos de este estudio y a la falta de completitud en la medición del DAP de todos los individuos censados, no se evaluaron la mayoría de los valores de la estructura (área basal, densidad, frecuencia y valor de importancia relativa). Por otro lado, no se encontraron diferencias en las variables, “DAP” y “altura”, siendo estos caracteres indicativos para referenciar la sucesión secundaria (De Walt *et al.*, 2003); en donde generalmente, se asocia que los organismos de mayor altura

y diámetro corresponden a edades sucesionales maduras (Martínez Ramos & García Orth, 2007; Valencia *et al.*, 2016); en este sentido, el presente estudio difiere de esta correlación (a mayor DAP y Altura mayor etapa sucesional), observada en los trabajos de Granados-Victorino *et al.*, (2017) y Ochoa *et al.*, (2019), posiblemente se deba a las actividades de selección de especies, en donde los productores, rozan algunos arbustos y juveniles y van manteniendo ciertas especies de sucesión temprana (*Malvaviscus arboreus*, *Heliocarpus donnellesmithii*), intermedia (*Bursera simaruba*, *Casearia corimbosa*, *Cupania dentata*, *Eugenia capulí*, *Nectandra sp* , *Trichillia havanensis*) y tardía (*Aphananthe monoica*, *Trophis mexicana*) (Valencia *et al.*, 2016) con lo cual, ellos establecen los rasgos estructurales y de composición de la matriz agroforestal (Guevara *et al.*, 2005); es por esto, que se obtuvieron diferencias significativas en la variable “MESMIS” derivado del manejo, además, como se mencionó anteriormente los factores ambientales, climáticos influyen en la diversidad generando cambios en la dinámica sucesional.

En relación con la variable cualitativa de “motivos para cultivar” se encontraron diferencias en: “superficie” (H= 49.62, N= 210, P= .000) y “kg anuales” (H= 49.62, N= 210, P= .000). El 100% de los entrevistados mencionó que cultivan la vainilla por gusto, a este factor, algunos de los productores sumaban en sus respuestas por tradición, este carácter de motivación en el cultivo ha sido señalado por ASERCA *et al.*, (2002); Santillán *et al.*, (2019), aunado al gusto y a la tradición, también cultivan porque es redituable, este patrón fue expresado por el 20% de los productores, ya que para los totonacas significa un aliciente, con una base cultural implícita (Herrera *et al.*, 2012).

En cuanto a la superficie, Santillán *et al.*, (2018) consideran que es un factor limitante en la producción, debido a las superficies pequeñas de plantación que caracterizan a los agroecosistemas de la vainilla; sin embargo, como ya se describió anteriormente, no hay una correlación positiva entre la superficie y los Kg. Anuales de producción, particularmente para los sistemas tecnificados e intensivos que pueden llegar a producir volúmenes grandes de vainas en áreas pequeñas.

En la variable “preferencia de tutores” se registraron diferencias en “No. Sp (parcela)” (H= 132.74, N= 210, P= .000), “MESMIS” (H= 154.7, N= 210, P= .000) y “No. Sp de tutores” (H= 108.03, N= 210, P= .000).

Esta actividad es vital en la plantación debido a que, con la elección de la especie o tutor inerte, es con lo que se inicia un cultivo (Hernández, 2009). Esta preferencia de los tutores depende del conocimiento tradicional, saberes adquiridos, contexto social y de los retos actuales del cultivo de cada productor o manejador de la vainilla; con lo cual, algunos de ellos desempeñan un papel vital en la conservación de los parches de selva o acahuales.

De esta variable, cada entrevistado dio una respuesta diferente, siendo las siguientes: 1. Sombra, 2. Resistencia al peso, 3. Árboles que no son caducifolios, 4. Rápido crecimiento, 5. Nula competencia de raíces con las raíces de las vainillas, 6. Economía, 7. Los tutores naturales son funcionales y se les da aprovechamiento, 8. Herencia cultural, 9. Resistencia al peso y rápido crecimiento y 10. Sombra y resistencia al peso.

## 8.2. Flora

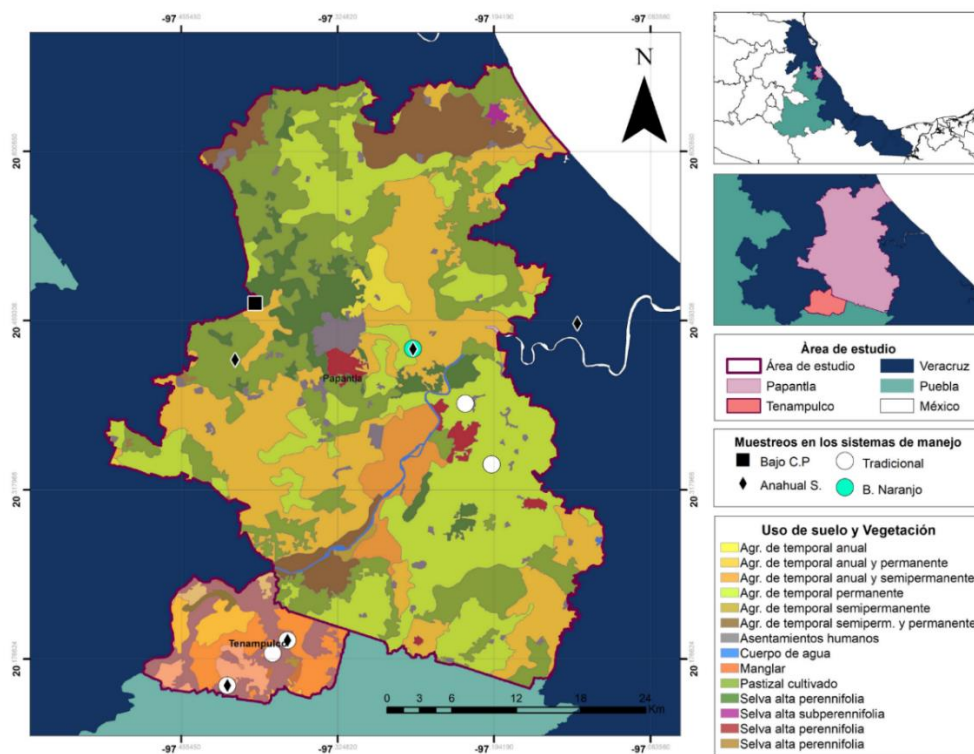
De las 18 unidades de producción de los diez productores, únicamente se realizaron los censos de diversidad florística en 12 parcelas o unidades de manejo; de estas, cinco se obtuvieron en el sistema tradicional, cinco en Acahual semitecnificado, una Bajo Naranja y otra más en el sistema bajo cocuite y pichoco (Cuadro 4 y Figura 8). Cabe mencionar, que en los sistemas de manejo de Malla sombra y Bajo naranja, no se realizaron muestreos, debido a la escasa presencia forestal en estos sistemas de manejo.

Por tal, se abarco una superficie total de muestreo de 3,700 metros cuadrados, en 18.5 transectos.

**Cuadro 4** Listado de las unidades de manejo censadas para análisis de diversidad florística

No. de unidades	Sistemas de manejo	Superficie de censo	Coordenadas geográficas		Municipio
			Latitud	Longitud	
5	Tradicional	1500	20.19703	-97.36855	Tenampulco
			20.153955	-97.417623	Tenampulco
			20.187126	-97.383641	Tenampulco
			20.20175	-97.12.176	Papantla
			20.38674	-97.22311	Papantla
5	Acahual S.	1400	20.197586	-97.368491	Tenampulco
			20.153268	-97.417385	Tenampulco

			20.459329	-97.131579	Gutiérrez Zamora
			20.42505	-97.40864	Papantla
			20.434017	-97.265995	Papantla
1	Bajo naranjo	400	20.433644	-97.266345	Papantla
1	Bajo cocuite y pichoco	400	20.473414	-97.392932	Papantla
<b>Total: 3700 m</b>					



**Figura 8** Puntos de ubicación de los muestreos en los diferentes sistemas de manejo y usos de suelo y vegetación en la zona de estudio.

### Composición Florística (flora arbórea y arbustiva)

Se obtuvo un resultado de 33 familias, 72 géneros y 81 especies de flora (cinco organismos solo fue posible identificarlos hasta el nivel taxonómico de familia), de las cuales 60 son de crecimiento arbóreo, 18 arbustivo, dos herbáceas gigantes y una especie sub arbustiva, de este registro se incluyen las 32 especies de tutores. El 90.1% (73) de la flora corresponden a especies nativas, 8.64% (siete) introducidas y una especie (*Cedrela odorata*) se encuentra Sujeta a Protección Especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en estado vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación (IUCN) (Anexo 2).

Este resultado cuenta con un mayor número de registros en comparación con otros estudios de diversidad en la región Totonaca y zonas aledañas, como lo registrado por Espinoza *et al.*, (2019), los cuales identificaron 38 especies y 25 familias de árboles y arbustos (principalmente de tutores) de los sistemas de manejo de vainilla: Tradicional, café, bajo sombra de *Erythrina* sp., bajo malla sombra, bajo naranjo y vegetación secundaria. Basáñez *et al.*, (2008) reportaron un total de 30 especies y 20 familias de árboles en el ejido “el remolino” en Papantla, Veracruz; otro listado florístico para la misma comunidad de Remolinos es el de Alarcón *et al.*, (2019), los cuales registraron 11 especies arbóreas y Castro *et al.*, 2021 en Palmagtitan, Hueytamalco, Puebla, reportaron 44 especies y 24 familias. Estas diferencias posiblemente se deban a la técnica de muestreo, debido que se consideró a ejemplares arbustivos de  $\geq 1$  cm de DAP y arbóreos de  $\geq 2.5$  cm en adelante, por tal, el número de especies aumenta. Otros estudios de diversidad florística arbórea en selva mediana subperennifolia registraron mayor número de especies, tales como lo observado por Godínez y López (2002), los cuales registraron para manchones de selva mediana subperennifolia en Vega de la Torre, Veracruz 131 especies; González *et al.*, (2012) reportaron 172 especies en manchones de selva y matriz agrícola en el municipio de Tenosique, Tabasco; Báez *et al.*, (2017) identificaron para Calakmul, Campeche 101 especies de árboles y 35 familias, estos resultados con mayor número de especies, posiblemente se deben a que se realizaron censos en manchones de selva; además el esfuerzo de muestreo fue mucho mayor con lo cual se incrementa la diversidad.

En los censos se registró una cantidad de 826 individuos, siendo el tipo de manejo tradicional el sistema con mayor cantidad de ejemplares con 458, seguido del acahual semitecnificado con 291, bajo naranjo con 55 individuos y bajo pichoco con 22.

En cuanto a la abundancia relativa (AR), la especie *Bauhinia divaricata* perteneciente a la familia Fabaceae, fue la de mayor representación con 10.16%; observándose en los cuatro sistemas de manejo; seguida en AR continúan *Nectandra* sp., de 9.32%, *Bursera simaruba* 6.17%, *Cupania dentata* 5.08%, *Pithecellobium dulce* con 4.47%, *Eugenia capulí*, *Pimenta dioica* ambas con 4.11 % y *Gliricidia sepium* con 3.9% (Figura 9); mientras que los organismos con la AR más baja fueron *Litchi* sp., *Heliconia schiedeana*, *Piper umbellatum*,

*Cnidocolus multilobus*, Fabaceae sp. 1, *Mangifera indica*, *Faramaea occidentalis*, Fabaceae sp. 2, *Ficus* sp 2., *Parmentiera aculeata*, *Senna* sp., *Ehretia anacua*, *Persea americana*, *Persea* sp., *Neea* sp., *Pisonia aculeata* y *Sideroxylon* sp., con un valor de 0.12%. La representatividad de las especies más abundantes en los agroecosistemas de vainilla posiblemente se debe a que estas en la mayoría de los sistemas de manejo son utilizadas como tutores; en donde *Bauhinia divaricata* (pata de vaca) es considerada una de las especies más comunes en su uso como tutor (Curti, 1995 en Hernández, 2019), además de esta, *Nectandra* sp. y *Gliricidia sepium* son de los árboles más utilizados, ya que ocupan una considerable extensión en las parcelas y regularmente, muchos de los individuos son plantados en hileras, remplazando algunos distribuidas naturalmente.

En cuanto a la representación de diversidad por familias, la familia Fabaceae cuenta con 13 especies, en secuencia Malvaceae, Salicaceae con seis especies, Lauraceae y Rubiaceae cuentan con cinco y Euphorbiaceae, Meliaceae y Sapindaceae con tres; estos resultados para Fabaceae, y Malvaceae corresponden a lo observado por de la Cruz *et al.*, (2017), Alarcón *et al.*, (2019) como importantes representantes de diversidad para selvas tropicales. Por otra parte, el resto de las familias, solo cuentan con una o dos especies (16 familias cuentan con una especie y ocho familias con dos). Este patrón ha sido documentado en otras áreas con selvas neotropicales (Palacios *et al.*, 2014; Espinoza *et al.*, 2019), en donde solo unas pocas familias contienen una alta diversidad de especies y el resto cuenta con una o dos.

Con respecto a la abundancia por familias, Fabaceae, encabeza con un valor de AR de 24.9%, seguido de Lauraceae 10.04%, Myrtaceae 8.23%, Burseraceae con el 6.53% y Rubiaceae con 5.44%, las familias con menor abundancia, representada por solo un individuo (0.12%) se registró en Boraginaceae, Bignoniaceae, Anacardiaceae y Heliconiaceae, con respecto a este resultado, Castro *et al.*, (2021) en su listado de diversidad florística para Palmagtitán, Puebla, reportaron en sistemas agroforestales de café a Rubiaceae como una de las familia con mayor abundancia, sin embargo, en la zona estudiada, Fabaceae es una de las familias más importantes en número de especies; Basáñez *et al.*, (2008), reportaron para el ejido de Remolino, Papantla, Veracruz a la familia Tiliaceae (sinónimo de Malvaceae), como la de mayor abundancia y diversidad de especies. Espinoza *et al.*, (2019), al igual que en el presente

estudio, observó que la familia más abundante y con el número más alto de especies en los agroecosistemas de vainilla es Fabaceae debido a la utilidad de especies como tutores.

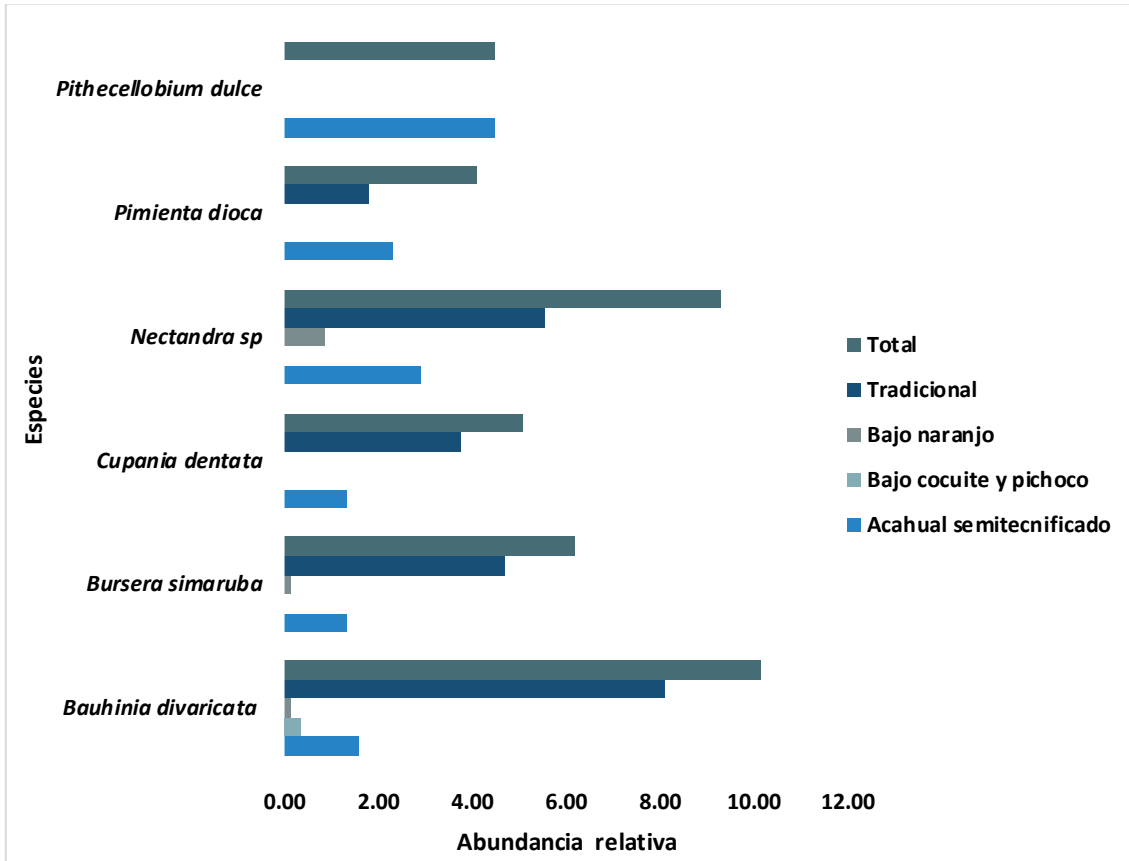
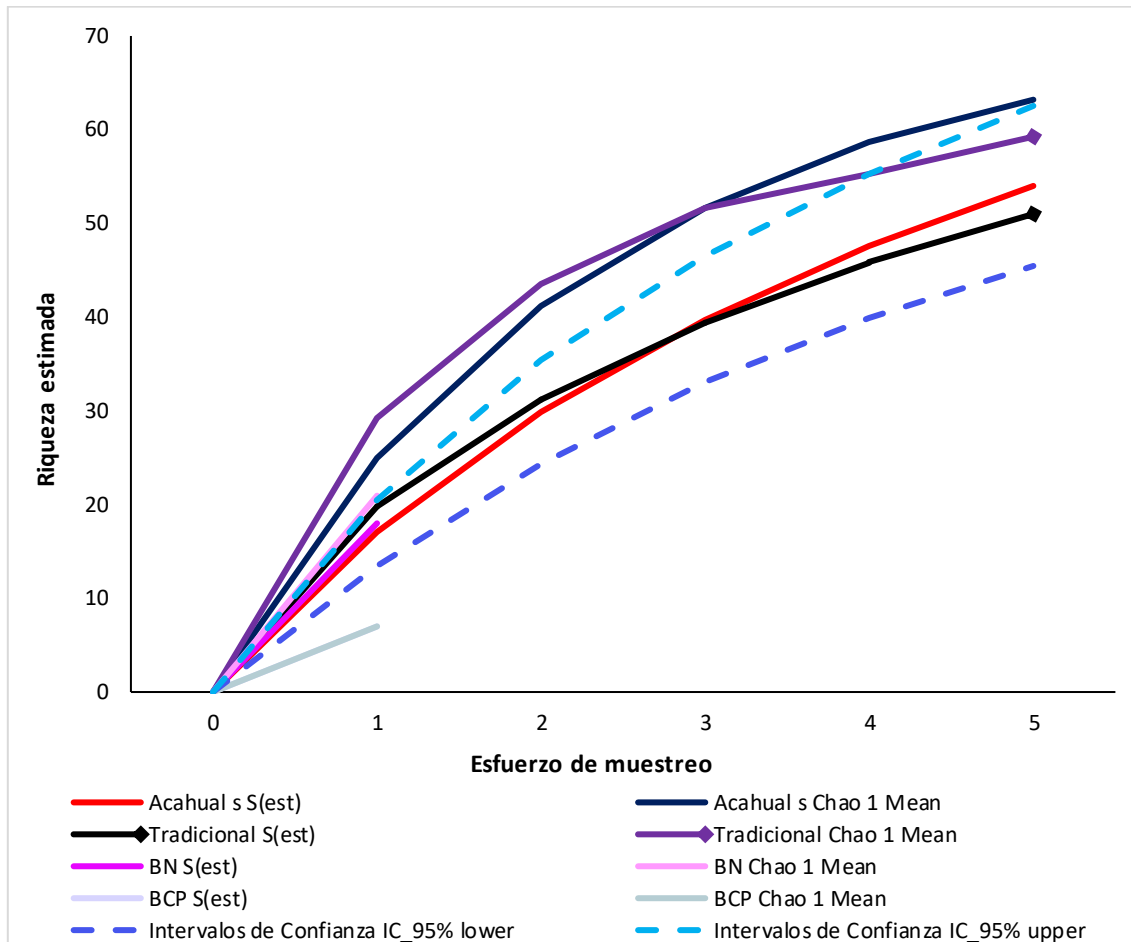


Figura 9 Abundancia relativa de las especies con mayor representación en los sistemas de manejo.

### Diversidad

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo del 87.33% del total de los tratamientos, con lo cual significa que es representativo para estimar la diversidad. En la Figura 10, se muestra la curva de acumulación de las especies en relación a los tratamientos (esfuerzo de muestreo) de los sistemas de manejo: Acahual semitecnificado (As), Tradicional, (T), Bajo naranjo (BN) y Bajo Cocuite y Pichoco (BCP), en esta curva se muestra el valor de riqueza S (est), la riqueza estimada por Chao 1 y el intervalo de confianza mínimo (lower) y máximo (upper) de 95%; en donde el AS, cuenta con el valor más alto de S (est) (54 especies) y de riqueza estimada por Chao 1 (63.2), lo cual resulta que faltaron para este tipo de manejo de 9.2 especies, mientras que en el sistema tradicional el valor de S(est) fue de

51 especies y la riqueza estimada por Chao 1 de 59.25, por lo que faltaron 8.2 para la completitud del muestreo, sin embargo, estos resultados son representativos. En cuanto los manejos BN y BCP, este último, resultó con los datos más bajos (S (est) y Chao 1 con un valor de 7), aunado a que debido a sus características de manejo y por falta de mayor esfuerzo de muestreo, los resultados son muy homogéneos y se ubican muy por debajo del valor mínimo (45.46) y máximo (62.54) de los intervalos de confianza (IC 95%).



**Figura 10.** Estimación total de la riqueza en función de los sistemas de manejo Acahual semitecnificado (As), Tradicional, Bajo Naranjo (BN) y bajo cocuite y pichoco (BCP).

En cuanto a la estimación del manejo As, se contempló en la curva de acumulación de especies la riqueza estimada por Chao 1, los valores de singletons (abundancia de las especies que cuentan con un individuo), doubletons (abundancias de especies que cuentan con dos individuos) (Pineda, 2019) y los intervalos de confianza mínimo y máximo.

En este sistema de manejo se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 85.44%. La riqueza estimada por Chao 1 es de: 63.2, la se encuentra dentro del IC al 95% mínimo (45.46) pero rebasa al IC máximo (upper) de 62.54, mientras que el valor de singletons de 16 y para doubletons 12. Estos últimos resultados indican que faltó un esfuerzo de muestreo mayor para la completitud de la estimación de riqueza (9.2 especies); sin embargo, al observar la tendencia de las curvas de singletons y doubletons, se nota una poca diferencia (cuatro) para que se sobrepongan entre ellas, con lo cual al cruzarse indica que se llegó a un esfuerzo de muestreo ideal; por tal, a pesar de que faltó mayor esfuerzo de muestreo, los resultados obtenidos son representativos (Figura 11).

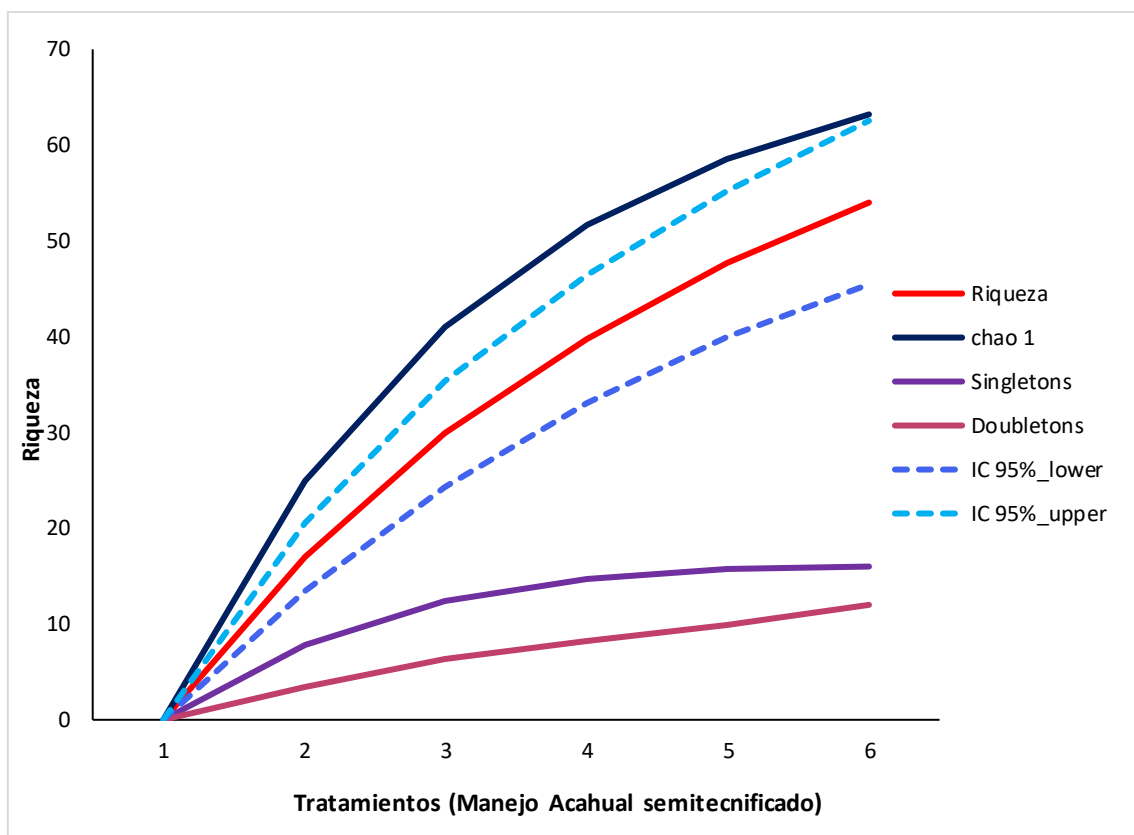


Figura 11 Estimación de la riqueza del manejo acahual semitecnificado.

En el sistema tradicional se obtuvo un esfuerzo de muestreo del 86.075%. La estimación de la riqueza de Chao 1 es de 59.25, superando por 0.5 el IC del 95% máximo (upper) de 58.75; mientras que el valor para singletons es de 14 y para doubletons de 10, a pesar de que las curvas entre estos no se sobreponen, la diferencia entre ellos es poca. En este sistema se necesitó un mayor esfuerzo

de muestreo, faltando un registro de 8.25 especies; además la diferencia entre singlents y doubletons es de 4 (Figura 12).

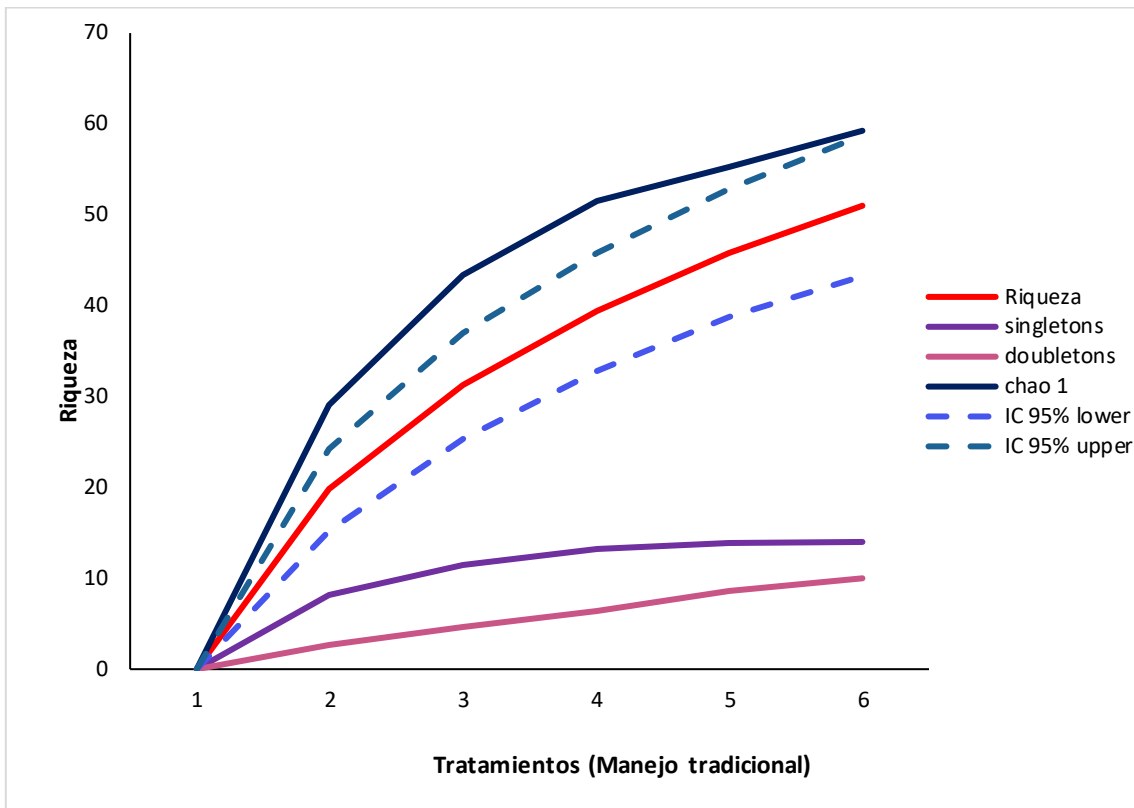


Figura 12. Estimación de la riqueza del manejo Tradicional.

Por otra parte, el análisis de la diversidad verdadera determina el número de especies efectivas, por lo que el manejo que cuenta con una mayor diversidad de especies, al igual que la riqueza es el acahual semitecnificado, con un valor de especies efectivas de 31.42, representando el 73.6% de la flora, secundado por el manejo tradicional con un resultado de 24.7 especies efectivas que corresponde al 56.80%, con lo cual, se da una diferencia de diversidad entre estos sistemas de manejo de 6.72. En contraste, los sistemas de manejo que presentaron los menores valores de diversidad son BN con 13.16 (30.84%) y BCP de 4.56 (10.68%). La diferencia entre el sistema con mayor número de especies efectivas y el menor es de 26.86. (Figura13).

Estos resultados difieren de la hipótesis planteada para este estudio, ya que además del sistema tradicional, el AS, también favorece la presencia de la diversidad, inclusive supera al sistema T, esto posiblemente se deba a que, en el AS, hay una tendencia hacia incrementar la plantación al introducir individuos

y especies que son de interés para los productores, en los que se incluyen también especies introducidas. Un estudio análogo a este es el realizado por Castro y colaboradores (2021), los cuales esperaban obtener mayores valores de diversidad en un área de bosque en sucesión secundaria en contraste con un sistema agroforestal, el cual fue el que obtuvo los mayores valores de diversidad, argumentando que la perturbación varía en los estados sucesionales, interviniendo en la riqueza y diversidad.

La diversidad de los agroecosistemas varía en función del tipo de manejo, esto se asemeja a lo observado en otros estudios por Deheuvels *et al.*, (2012), González *et al.*, (2012), Castro *et al.*, (2021). Los sistemas T y AS destacan por presentar una diversidad considerable e inclusive mayor que en algunos estudios; ya que se cuenta con un valor general de especies efectivas de 37.27 y un registro de 81 especies en total y de estas 60 son árboles, en comparación con los resultados de diversidad florística, en Papantla Veracruz, de 30 especies arbóreas (Basáñez *et al.*, 2008), cabe aclarar que a diferencia del presente trabajo, estos autores censaron únicamente árboles; de igual forma, los resultados de Espinoza *et al.*, 2019, demostraron menor riqueza los cuales reportaron para una plantación de vainilla en café (considerada como sistema tradicional) 20 especies y para acahual 17; también Castro *et al.*, 2021 observó para Palmagtitan un total de 44 especies forestales, siendo el acahual el más diverso; cabe mencionar, que en estos estudios no analizaron la diversidad con el mismo método de medición.

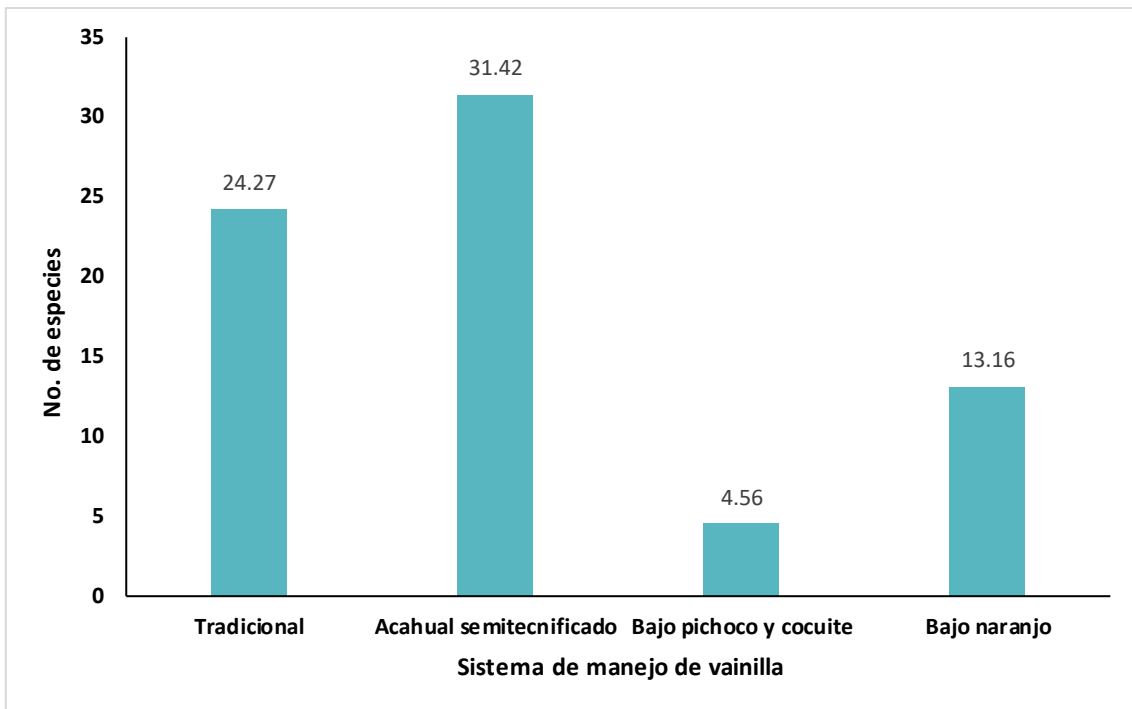


Figura 13 Diversidad verdadera de cada uno de los sistemas de manejo de la vainilla.

### 8.3 Fauna (mamíferos carnívoros)

Con base en las observaciones que reportaron los productores sobre el avistamiento de mamíferos carnívoros en sus parcelas y alrededores, se identificaron cinco especies: coyote (*Canis latrans*), mapache (*Procyon lotor*), zorrillo, tejón o coatí (*Nasua narica*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*); estas, se revisaron en las bases de datos de GBIF y de CONABIO, a fin corroborar su presencia en la zona de estudio; también, estas bases se utilizaron para obtener el registro de más mamíferos carnívoros; derivado de esta inspección se obtuvo un registro total de diez incidencias de tres especies y una subespecie, de las cuales, ninguna se encontró en el municipio de Tenampulco, Puebla (Cuadro 5 y Figura 14).

**Cuadro 5** Listado de especies de mamíferos carnívoros registrados en las bases de datos de CONABIO y GBIF.

Espece	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010/IUCN red list of threatened species 2021	Latitud	Longitud	Municipio	Base de datos
<i>Eira barbara</i>	Tayra hurón	En Peligro de extinción (P)/ Preocupación menor (LC)	20.4333	-97.3833	Papantla, Veracruz	CONABIO
<i>Nasua narica subsp.narica</i>	Coatí	N, LC	20.5916667	-97.2583333		
			20.5916667	-97.2583333		
<i>Nasua narica</i>			20.5870677	-97.3760955		
<i>Nasua narica</i>			20.4333	-97.3833		
<i>Nasua narica</i>			20.587237	-97.376177		GBIF
<i>Nasua narica</i>			20.591667	-97.2583333		GBIF
<i>Conepatus sp.</i>	Zorrillo		20.4333	-97.3833		CONABIO
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		20.39552	-97.189307		GBIF
			20.396712	-97.231984		GBIF

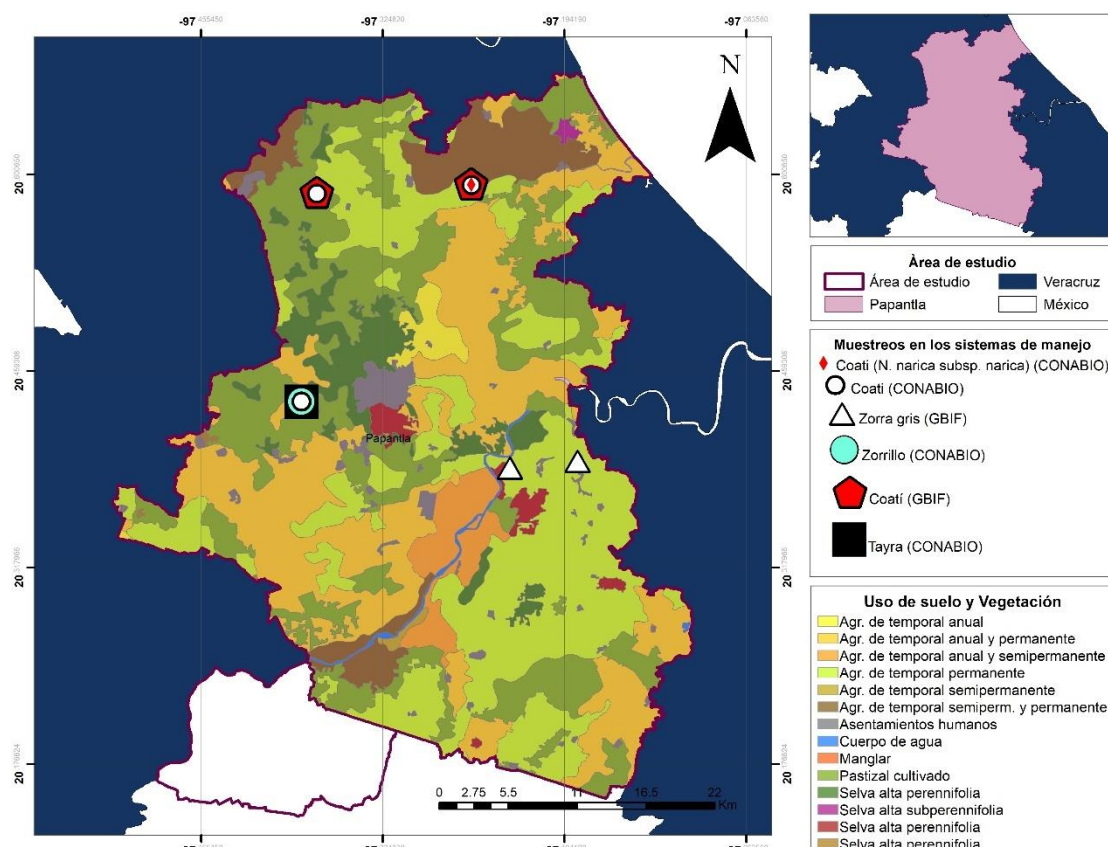


Figura 14 Mapa de los registros por CONABIO y GBIF de mamíferos carnívoros y de los usos de suelo y vegetación en el municipio de Papantla, Veracruz.

En lo que respecta a la revisión documental, se encontraron tres estudios con registros de mamíferos carnívoros, uno de los listados se realizó en Papantla, Veracruz y el resto de los documentos enlistan mamíferos carnívoros en la sierra norte de Puebla (el municipio de Tenampulco pertenece a dicha región) (Cuadro 6).

Cuadro 6 Listado de los estudios que registran especies de mamíferos carnívoros en la zona de estudio y áreas aledañas.

Cita	Municipio, Estado	Especie	Nombre común
Ramírez-Pulido <i>et al.</i> , 2005.	Olintla, *Puebla	<i>Leopardus wiedii subsp. Oaxacensis</i>	Ocelote
	*Hueytamalco	<i>Herpailurus yagouaroundi subsp cacomitli</i>	Jaguarundi (subespecie del golfo)
Revista: Mastozoología Neotropical	•*Santiago Yancuictlalpan	<i>Urocyon cinereoargenteus subsp scottii</i>	Zorra gris de Arizona
	•*Ocotlán		
	•*Santiago Y.	<i>Mustela frenata subsp.</i>	Comadreja
	•*Zacatlán	<i>Tropicalis</i>	

• *Teziutlán		
• *Zihuateutla	<i>Galictis vittata</i> subsp.	Grisón canaster <i>Canaster</i>
• *Zacapoaxtla	<i>Mephitis macroura</i> subsp.	Zorrillo listado sureño <i>Macroura</i>
• *Hueytamalco	<i>Conepatus leuconotus</i>	Mofeta nariz del cerdo
• *Ayotoxco	subsp. <i>leuconotus</i>	del este
• *Ocotál	<i>Potos flavus</i> subsp	Mico de noche
• *Hueytamalco	<i>prehensilis</i>	
• *Galeana	<i>Nasua narica</i> subsp <i>narica</i>	Coatí
• *Olintla		
• *Ocotál		
• *Amixtlán		
• *Hueytlalpan		
• *Ocotál	<i>Procyon lotor hernandezii</i>	Mapache
• *Venustiano Carranza (María Andrea)		
• *Tepango de Rodríguez		

**Total: 11 subespecies**

<b>Peralta, 2011.</b>  <b>Tesis de licenciatura</b>	Sierra norte de Puebla.	• <i>Lynx Rufus</i>	Lince americano
		• <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundí
		• <i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote
		• <i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo
		• <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
		• <i>Canis latrans</i>	Coyote
		• <i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga
		• <i>Galictis vittata</i>	Grisón
		• <i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño
		• <i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteña
		• <i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle
		• <i>Potos flavus</i>	Mico de noche
		• <i>Nasua narica</i>	Coatí
		• <i>Procyon lotor</i>	Mapache

**Total: 14 especies**

<b>Cruz-Basan et al., 2017.</b> <b>Revista: Ecosistemas y</b>	Papantla, Veracruz (área privada) de	• <b>**Canis latrans</b>	Coyote
		• <b>**Conepatus leuconotus</b>	Zorrillo
		• <b>**Nasua narica</b>	Coatí
		• <b>**Potos flavus</b>	Mico de noche

<b>Recursos</b>	conservación	• <b>**<i>Procyon lotor</i></b>	Mapache
<b>Agropecuarios</b>	Talhpan)	• <b>**<i>Urocyon cinereoargenteus</i></b>	Zorra gris
<b>Total: seis especies</b>			

Al comparar los resultados de las bases de datos con lo mencionado por las entrevistas, se observa coincidencia en tres posibles especies: zorrillo (*Conepatus* sp.), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) y tejón (*Nasua narica*); mientras que en las bases no se encuentran registros de especies mencionadas por los productores como: coyote (*Canis latrans*), y mapache (*Procyon lotor*). Por otro lado, los registros observados por Cruz-Basan *et al.*, 2017 concuerdan con lo mencionado en las entrevistas. Los datos registrados por Ramírez-Pulido *et al.*, (2005) y Peralta, (2011) no incluyen a ninguno de los municipios de la zona de estudio; sin embargo, algunos comparten la región Totonaca y condiciones ambientales similares; no obstante, son referencia de la fauna potencial en la zona.

Con estos resultados, se subraya la importancia en la zona de estudio de analizar la biodiversidad, ya que es carente y como en el caso de Tenampulco, es nula al igual que en la mayoría de los municipios que conforman la región del Totonacapan; si bien, los entrevistados reportaron información no registrada en las bases de datos, es necesario corroborarla realizando inventarios, además de análisis de la diversidad de fauna, estudios de dinámicas ecológicas de grupos funcionales e indicadores como lo son los mamíferos carnívoros, los cuales además de su papel clave en los ecosistemas, son vulnerables a la cacería y perturbación antropogénica.

## **IX. CONCLUSIONES**

Se entrevistaron a diez productores y/o manejadores de la vainilla, de los cuales con la metodología del Marco Lógico y MESMIS se identificaron y caracterizaron cinco sistemas de producción de la vainilla: Tradicional (T), Acahual semitecnificado (AS), Bajo naranjo (BN), Bajo cocuite y pichoco (BCP) y Malla sombra (MS); no obstante, entre los productores y/o manejadores de la vainilla

de estos sistemas, se observó una considerable variación en el manejo, derivado del conocimiento tradicional y particular de cada entrevistado.

Se detectaron nueve debilidades y tres fortalezas de tipo ambiental, económico y social, asociados a los atributos de la sostenibilidad, observándose que los productores están en constante evolución, de tal forma que se han adaptado a los retos y limitaciones del cultivo, adoptando nuevas prácticas y con una tendencia hacia la semitecnificación o tecnificación del cultivo; a pesar de esta tendencia, se observó el arraigo cultural en el cultivo, ya que independientemente del sistema de manejo trabajado, mantienen especies arbóreas y en varios de los casos, productores no tradicionales conservan de manera representativa parches pequeños de acahual (AS).

Al asociar los resultados de la diversidad florística con el sistema de manejo y la producción, se obtuvo asociación y diferencias significativas entre estas variables; en donde el tipo de cultivo influye en la diversidad florística de las parcelas (número de especies por parcela, número de especies de tutores, superficie, edad sucesional de la parcela); además, influyen en la producción anual. La edad sucesional también se asocia a la diversidad (No. de especie por parcela), pero no se encontró relación entre el DAP y altura, posiblemente por las actividades de selección de especies de los productores de vainilla, aunado a los efectos de las perturbaciones naturales como los del huracán Grace.

De las 81 especies de flora, las familias con mayor representatividad en número de especies son: Fabaceae, Malvaceae y Salicaceae. La especie *Bauhinia divaricata* es la que cuenta con mayor AR. De los cinco sistemas de manejo, el acahual semitecnificado (AS), es el que cuenta con mayor riqueza y diversidad verdadera, posiblemente por la introducción de ejemplares y especies para interés de cada productor. Para robustecer estos resultados y obtener la completitud de la composición florística, se recomienda estudiar la diversidad de herbáceas, enredaderas y epífitas; además de medir la estructura vegetal (área basal, frecuencia, densidad y valor de importancia); así como también, comparar la diversidad de los agroecosistemas con los manchones de selva mediana subperenifolia.

La información sobre la biodiversidad de los agroecosistemas de vainilla es limitada o casi nula, particularmente de grupos de especies indicadoras como lo son los mamíferos carnívoros, mismos que controlan poblaciones de otras especies, como las tuzas y armadillos.

Lo datos registrados, demuestran que los agroecosistemas de la vainilla en estudio, que se producen en acahuales, fungen como reservorios de diversidad de distintos grupos taxonómicos, al preservar y determinar las especies florísticas que componen estos sitios, permitiendo la dinámica ecológica, sucesional de las mismas, con lo cual se asocian diversas especies. Además, en zonas en donde los parches de vegetación primaria de selva mediana subperenifolia son escasos y han sido fragmentados por diversas actividades antropogénicas, estos sistemas agroforestales sirven como corredores de fauna, reclutamiento de especies y flujo genético de las mismas; por lo cual, es esencial conocer la biodiversidad de estos sistemas tan importantes desde los puntos de vista social, económico y ambiental, para poder conservarlos en conjunto del cultivo de la vainilla.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, D. A., Raya-Cruz, B. E., & Pech-Canché, J. M. (2019). Composición florística y estructura de los árboles en el ejido Solteros de Juan de Rosas, Papantla, Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 7(2), 61-69.
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, DF. Red de Formación ambiental para América Latina y el Caribe.
- Báez-Vargas, A. M., Esparza-Olguín, L., Martínez-Romero, E., Ochoa-Gaona, S., Ramírez-Marcial, N., & González-Valdivia, N. A. (2017). Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en vegetación secundaria en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 65(1), 41-53.
- Barrera-Rodríguez, Herrera-Cabrera, B. E., Escobedo-Garrido, J. S., Jaramillo-Villanueva, J. L., Escobedo-Garrido, J., & Bustamante-González, Á. (2009). Caracterización de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia*) bajo naranjo y en malla sombra en el Totonacapan. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 10(2), 199-212.
- Barrera-Rodríguez, A. I., Jaramillo-Villanueva, J. L., Escobedo-Garrido, J. S., & Herrera-Cabrera, B. E. (2011). Rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* J.) en la región del Totonacapan, México. *Agrociencia*, 45(5), 625-638.
- Basáñez, J. A., & Badillo, E. (2008). Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido "El Remolino", Papantla, Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 12(2), 3-22.
- Bautista-Santiago, J. (2014). *Caracterización de la polinización y fitosanidad en tres sistemas de cultivo de vainilla, en Papantla y Coatzintla, Veracruz* (Tesis de maestría en ecología tropical de la Universidad Veracruzana Centro de Investigaciones Tropicales).
- Benítez-Díaz, H., & Bellot-Rojas, M. (2003). Biodiversidad: uso, amenazas y conservación. *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*, 93-105.

- Berger, J., Stacey, P. B., Bellis, L., & Johnson, M. P. (2001). A mammalian predator–prey imbalance: grizzly bear and wolf extinction affect avian neotropical migrants. *Ecological Applications*, 11(4), 947-960.
- Berger, R. G. (2007). *Flavours and Fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability*. Springer Science & Business Media.
- Bhagwat, S. A., Willis, K. J., Birks, H. J. B., & Whittaker, R. J. (2008). Agroforestry: A refuge for tropical biodiversity?. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(5), 261-267.
- Borbolla-Pérez, V., Iglesias-Andreu, L. G., Luna-Rodríguez, M., & Octavio-Aguilar, P. (2017). Perceptions regarding the challenges and constraints faced by smallholder farmers of vanilla in Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 19(6), 2421-2441.
- Bory, S., Grisoni, M., Duval, M. F., & Besse, P. (2008). Biodiversity and preservation of vanilla: present state of knowledge. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(4), 551-571.
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V., & González, G. (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, 2, 335-354.
- Bouetard, A., Lefeuvre, P., Gigant, R., Bory, S., Pignal, M., Besse, P., & Grisoni, M. (2010). Evidence of transoceanic dispersion of the genus *Vanilla* based on plastid DNA phylogenetic analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55(2), 621-630.
- Briones-Salas, M., Ramos, D., & Santiago, Y. (2014). Análisis de los trabajos presentados en los Congresos Nacionales organizados por la Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC). *Therya*, 5(2), 461-480.
- Bruman, H. (1948). The Culture History of Mexican Vanilla. *The Hispanic American Historical Review*, 28(3), 360-376.
- Carrillo-González, R., & González-Chávez, M. C. A. (2018). Relación capacidad-intensidad de potasio en suelos no fertilizados cultivados con vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews). *Agroproductividad* 11(3), 37-44.
- Casas, A., & Caballero, J. (1995). Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias*, (040)36-44.
- Castañeda-Guerrero, I., Aliphath-Fernández, M. M., Caso-Barrera, L., Lira Saade, R., Martínez Carrera, D. C., Caso-Barrera, L., Lira Saade, R., & Martínez

- Carrera, D. C. (2020). Conocimiento tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacan, Puebla, México. *Polibotánica*, (49),185-217.
- Castro-Bobadilla, G., Martínez, A. J., Martínez, M. L., & García-Franco, J. G. (2011). Aplicación de riego localizado para aumentar la retención de frutos de *Vanilla planifolia* en el Totonacapan, Veracruz, México. *Agrociencia*, 45(3), 281-291.
- Castro, R. E. D., Valdéz, H. J. I., Pérez, G. Á., & Valverde, G. R. (2021). Stand structure and tree diversity in three land management systems in Palmagtitan, Sierra Norte de Puebla. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(3).
- Ceballos, G., Arrollo-Cabral, J., & Medellín, R. (2002). Mamíferos de México. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales, 377-413.
- Ceballos, G. G., & Arroyo-Cabral, J. (2012). Lista Actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 2(1), 27-80.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Sierra Madre, México, D.F. 846p.
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2011). *La Biodiversidad en Puebla. Estudio del Estado*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 35p.
- CONABIO, (2021). Portal de Geoinformación 2021, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), consultado el 18 de noviembre de 2021. Disponible en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/>.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2011). Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal Teziutlán, Puebla. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Asociación Regional de Silvicultores de Teziutlán A.C. 16-79-80pp.

- Cruz-Bazán, E. J., Pech-Canché, J. M., & Cimé-Pool, J. A. (2017). Diversidad de mamíferos terrestres en un área privada de conservación en México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(10), 123-133.
- Cruz-Lara, L. E., Lorenzo, C., Soto, L., Naranjo, E., & Ramírez-Marcial, N. (2004). Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(1), 63-81.
- Cultid-Medina C, Escobar F (2019) Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (qD). En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Libermex, Ciudad de México, pp. 175-202.
- Damiron, R. (1994). La vainilla y su cultivo. *Dirección General de Agricultura y Fitosanitaria*.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408.
- Dalerum, F., Somers, M., Kunkel, K., & Cameron, E. (2008). The potential for large carnivores to act as biodiversity surrogates in southern Africa. *Biodiversity and Conservation*, 17(12), 2939-2949.
- De la Cruz, A. F., Villarreal-Quintanilla, J. A., Estrada-Castillón, A. E., & Jasso-Cantú, D. (2017). Flora y vegetación del municipio Álamo Temapache, Veracruz, México. *Acta botánica mexicana*, (121), 83-124.
- Del Ángel-Pérez, A. L. del, & Mendoza-Briseño, M. A. (2021). Familia totonaca, expresión cultural y sobrevivencia. *Papeles de Población*, 8(32), Art. 32.
- Deheuvels, O., Avelino, J., Somarriba, E., & Malezieux, E. (2012). Vegetation structure and productivity in cocoa-based agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 149, 181-188.
- Díaz-Bautista, M., Herrera-Cabrera, B., Castillo-González, F., Soto-Hernández, R. M., Delgado-Alvarado, A., & Zavaleta-Mancera, H. (2018). Caracterización de Agroecosistemas con *Vanilla* spp., (Orchidaceae) en el Totonacapan, México. *Agroproductividad*, 11(3), 64-69.

- Dirzo, R., Aguirre, A., & López, J. C. (2009). Diversidad florística de las selvas húmedas en paisajes antropizados. *Investigación ambiental ciencia y política pública*, 1(1).
- Engemann, K., Enquist, B. J., Sandel, B., Boyle, B., Jørgensen, P. M., Morueta-Holme, N., Peet, R. K., Violle, C., & Svenning, J. C. (2015). Limited sampling hampers “big data” estimation of species richness in a tropical biodiversity hotspot. *Ecology and Evolution*, 5(3), 807-820.
- Espinoza-Pérez, J., Herrera-Cabrera, B. E., Zizumbo-Villarreal, D., Delgado-Alvarado, A., & Salazar-Rojas, V. M. (2018). Perfil de productor por intensidad de manejo sobre vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en la región Totonacapan, México. *Agroproductividad* 11(39), 59-63.
- Espinoza-Pérez, J., Díaz-Bautista, M., Barrales-Cureño, H. J., Herrera-Cabrera, B. E., Sandoval-Quintero, M. A., Juárez-Bernabe, Y., & Reyes, C. (2019). Floristic biodiversity in *Vanilla planifolia* agroecosystems in the Totonacapan region of México. *Biocell*, 43 (7-1), 440-452.
- Estévez Hernández, D., & Huerta Lara, M. (2015). *Diversidad de artrópodos asociados al agroecosistema vainilla (Vanilla sp.), en el “Totonacapan”*. (tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- Estrada, A., & Caotes, E., R. (2011). *Las selvas tropicales húmedas en México*. La ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica, México. 194.
- Fleishman, E., Murphy, D. D., & Blair, R. B. (2001). Selecting Effective Umbrella Species. *Conservation in Practice*, 2(2), 17-23.
- Flynn, D. F. B., Gogol-Prokurat, M., Nogeire, T., Molinari, N., Richers, B. T., Lin, B. B., Simpson, N., Mayfield, M. M., & DeClerck, F. (2009). Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters*, 12(1), 22-33.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/1372>
- Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (2004). *Biodiversity: an introduction*. Oxford: Blackwell Publishing. 191 p.
- GBIF.org. Consultado el 18 noviembre de 2021. Descarga de Registros de GBIF [DOI10.15468/dl.f49tjx](https://doi.org/10.15468/dl.f49tjx), [DOI10.15468/dl.knb78k](https://doi.org/10.15468/dl.knb78k).

- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W., Emmerson, M., Morales, M., Ceryngier, P., Liira, J., Tschamtker, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J. J., ... & Inchausti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 97-105.
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 52(2), 143.
- Guevara, S., Laborde, J., & Sánchez-Ríos, G. (2005). Los árboles que la selva dejó atrás. *Interciencia*, 30(10), 595-601.
- Godínez, I. O., & López, M. L. (2002). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 73(2), 283-314.
- González-Christen, A., & Delfín-Alfonso, C. A. (2016). Los mamíferos terrestres de Veracruz, México y su protección. *Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal*, 499-534.
- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Pozo, C., Kampichler, C., & Pérez-Hernández, I. (2012). Análisis comparativo de la estructura, diversidad y composición de comunidades arbóreas de un paisaje agropecuario en Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(1), 83-99.
- Granados-Victorino, R. L., Sánchez-González, A., Martínez-Cabrera, D., & Octavio-Aguilar, P. (2017). Estructura y composición arbórea de tres estadios sucesionales de selva mediana subperennifolia del municipio de Huautla, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(1), 122-135.
- Halffter, G. (1992). *La Diversidad biológica de Iberoamérica*. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A.C., Secretaría de Desarrollo Social.
- Hernández, J. (2009). El cultivo: La vainilla. *Revista Agroentorno*, 101, 15-23.
- Hernández, H. J. (2011). Mexican vainilla production. *Handbook of Vanilla science and technology*, 1, 3-25

- Hernández, P. E. (2013). La conservación de la biodiversidad en los sistemas. *Revista Ecosistemas*, 22(1), 1-4.
- Hernández-Reyes, E., Ramírez-Bravo, O. E., Hernández-Talancón, G., (2017). Patrones de cacería de mamíferos en la Sierra Norte de Puebla. *Acta zoológica mexicana*, 33(3), 421-430.
- Hernández, H. J. (2019). Mexican Vanilla Production. En Handbook of Vanilla Science and Technology (segunda edición, Vol. 1, pp. 3-26). WILEY.
- Hipólito, R. E. (2011). Modelo de Intervención con enfoque ecosistémico para el desarrollo empresarial rural de pequeños productores: Estudio de Caso en la Región Totonaca del Estado de Veracruz, México. *Universidad Veracruzana: Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO)*.
- IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual) (2009). Declaratoria General de la Denominación de Origen Vainilla Papantla. DIARIO OFICIAL. En <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/OD/SE/Declaratorias/2009/05032009%281%29.pdf>. Consultado en: noviembre, 2020.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Papantla, Veracruz, 3p. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825293192>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tenampulco, Puebla, 3p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Panorama sociodemográfico de México. Panorama sociodemográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave. Censo de Población y Vivienda 2020, 281p.
- Jaramillo, J. L., Escobedo, J. S., & Barrera, A. (2012). Competitividad de Sistemas de Beneficiado de Vainilla (*Vanilla Planifolia* J.) en la Región del Totonacapan, México. *Panorama Socioeconómico*, 30(45), 80-93.
- Jaramillo, V. J. L., Escobedo, G. S. J., Barrera, R. A., & Herrera, C. E. B. (2013). *Eficiencia económica en el beneficiado de vainilla (Vanilla planifolia J.) en la región del Totonacapan, México | Revista Mexicana de Ciencias*

*Agrícolas*.4(3).<http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1208>.

- Jarvis, D. I., Padoch, C., & Cooper, H. D. (2010). *Manejo de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas*. Biodiversity International.
- Jiménez, V. A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los sistemas biológicos. *Revista Ibérica de arcnología*, 8, 151-161.
- Jiménez-García, L., Sánchez-Rojas, G., Villarreal Espino-Barros, O., Bernal, H., & Jiménez-García, D. (2014). Agroecosystems Management and Biodiversity Loss in an Intensification Gradient in Traditional Agriculture in Mexico. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science*, 14(5), 407-420.
- Jost, L., & González-Oreja, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: Más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 3-14.
- Juárez, S. A. L., Romero, E. H., Cabrera, C. R. C., Ceballos, G. C. O., & López, D. R. (2019). Association between cocoa (*Theobroma cacao* L.) and vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) crops in an agroforestry system in comalcalco, Tabasco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(3).
- Landeros-Sánchez, C., Moreno-Seceña, J. C., Gavrillov, L. N., & Egorova, O. B. (2011). Impacto de la agricultura sobre la biodiversidad. En Cruz Angón, A. (ed.) *La biodiversidad en Veracruz: estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, AC Ciudad de México, México, 477-491.
- Lima-Morales, M., Herrera-Cabrera, B. E., Delgado-Alvarado, A., Salazar-Rojas, V. M., & Campos-Contreras, J. E. (2018). Conocimiento tradicional del manejo de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews (Orchidaceae) en la región huasteca de San Luis Potosí, México. *Agroproductividad*, 11(3).
- López-Gómez, A. M., & Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Botanical Sciences*, (78), 7-15.
- López, A. S., Rodríguez, A. G., Álvarez, L. B., & Quintana, L. O. A. (2015). Abundancia y diversidad de plantas leñosas en áreas de bosques

- semidecíduos micrófilos, sometidos a diferentes niveles de perturbaciones antrópicas. *Foresta Veracruzana*, 17(2), 11-20.
- Lorenzo, C., Espinoza, E., & Ortega, J. (2008). Avances en el estudio de los mamíferos de México II (SIBE). Asociación Mexicana de Mastozoología: El Colegio de la Frontera Sur. SIBE.
- Lozano-Zambrano, F., Mendoza, J. E., Franco, A., Renjifo, L., Jiménez, E., Caycedo, P., Vargas, W., Aristizábal, S., & Ramírez, D. (2009). Oportunidades de conservación en el paisaje rural (Fase I). En: Lozano ZF (Ed) *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, pp. 39-84.
- Lubinsky, P., Bory, S., Hernández-Hernández, J., Kim, S. C., & Gómez-Pompa, A. (2008). Origins and Dispersal of Cultivated Vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. Orchidaceae). *Economic Botany*, 62(2), 127.
- Manzanilla Quijada, G. E., Mata Balderas, J. M., Treviño Garza, E., Aguirre Calderón, Ó. A., Alanís Rodríguez, E., & Yeren Yamaell, J. I. (2020). Diversidad, estructura y composición florística de bosques templados del sur de Nuevo.
- Marasas, M., & Blandi, M. L. (2014). Transición agroecológica: de sistemas convencionales de producción a sistemas de producción de base ecológica. Características, criterios y estrategias. En Sarandón, SJ & Flores CC *Agroecología Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP): La Plata, 411-436.
- Masera, O., Astier, M., & López, R., S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. Mundi-Prensa. México. MX.
- Martín-Regalado, C. N. (2019). Detección de especies indicadoras de condiciones de hábitats. En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 223-235.
- Martínez, R. M., & Orth, X. G. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la sociedad Botánica de México*, (80), 69-84.

- McGeoch, M. A., Rensburg, B. J., & Botes, A. (2002). The verification and application of bioindicators: A case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39(4), 661-672.
- Menchaca, G., R. (2009). La vainilla. La Ciencia y el hombre.
- Moreno, C., Sánchez, R. G., Verdú, J., Numa, C., Marcos, G. M., Martínez-Falcón, A., Galante, E., & G., H. (2007). Biodiversidad en ambientes agropecuarios áridos en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, México. *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*, 6, 97-107.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Moro Vanilla, M. (2005). La agricultura campesina. (Vol. 1).
- Morrison, J. C., Sechrest, W., Dinerstein, E., Wilcove, D. S., & Lamoreux, J. F. (2007). Persistence of Large Mammal Faunas as Indicators of Global Human Impacts. *Journal of Mammalogy*, 88(6), 1363-1380.
- Nair, P. K. R. (1997). Directions in tropical agroforestry research: Past, present, and future. *Agroforestry Systems*, 38(1), 223-246.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72.
- Ochoa-Franco, A. D. P., Valdez-Lazalde, J. R., Santos-Posadas, H. M. D. L., Hernández-Stefanoni, J. L., Valdez-Hernández, J. I., & Ángeles-Pérez, G. (2019). La densidad, riqueza y composición arbóreas definen parches detectados remotamente en una selva subperennifolia. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 692-707.
- Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Naciones Unidas, CEPAL, Inst. Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., ... & Hayes, D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988-993.

- Peralta, M. J. V. (2011). Estado actual de los mamíferos silvestres de la sierra norte de Puebla. *Tesis de licenciatura*, 71pp.
- Pineda-López, R. (2019). Estimadores de la riqueza de especies. En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 159-174.
- Ramírez-Bravo, O. E., Schinkel-Brault, S., & Hernández Santín, C. (2010). Nuevo registro del Ocelote (*Leopardus pardalis*) para el estado de Puebla. *Therya*, 1(1), 91-94.
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., & Genoways, H. H. (2005). Carnivores from the mexican state of Puebla: distribution, taxonomy, and conservation. *Mastozoología neotropical*, 12(1), 37-52.
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A., & Arroyo-Cabrales, J. (2014). List of recent land mammals of Mexico, 2014. *Special publications Museum of Texas Tech University*, 63, 1-69.
- Ramos, H. R. (2018). *Degradación fotoelectrocatalítica de glifosato en muestras de agua de la localidad de Tenampulco, Puebla*. (Tesis de Maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), 22p.
- Reyes, L. D., de la Cruz, T. E., Martínez, A. I., Arrazate, C. H. A., Medina, J. F. A., Íñiguez, J. C., & González, R. B. (2009). Sistema Agroecológico y diversidad genética de la vainilla en México. *En Manejo agroecológico de sistemas* (pp. 19-35). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Reyes, H. H., de Nova, V. J. A., & Durán, F. A. (2018). *Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa: biodiversidad y acciones para su conservación*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Rivera Hernández, J. E. R., Alcántara-Salinas, G., Muñoz-Márquez-Trujillo, R. A., & Pérez-Sato, J. A. (2020). Estado actual del conocimiento florístico de México y su importancia para el desarrollo sustentable. *Revista Environment & Technology*, 1(2), Art. 2. <https://doi.org/10.56205/ret.1-2.8>.
- Rocha-Flores, R. G., Herrera-Cabrera, B. E., Velasco-Velasco, J., Salazar-Rojas, V. M., Delgado-Alvarado, A., & Mendoza-Castillo, M. C. (2018). Determinación preliminar de componentes de rendimiento para el cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. Ex Andrews) en la región Totonacapan, México. *Agroproductividad*, 11(3), 9-15.

- Rodríguez-Macedo, M., González-Christen, A., & León-Paniagua, L. S. (2014). Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 262-275.
- Rosales Adame, J. J., Cuevas Guzmán, R., Gliessman, S. R., & Benz, B. F. (2014). Tree diversity and structure in shaded pineapple agroforestry system in western México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(1), 1-18.
- Rumiz, D. (2010). Roles ecológicos de mamíferos medianos y grandes. En: Wallace RB (Ed) *Distribución, ecología y consideración de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia*. Centro de Ecología Difusión, Fundación Simón I. Patiño, pp. 53-73.
- Sánchez, M. S., Becerril, R. E., Santizo, R. J. A., & Tijerina, C. L. (1997). *Caracterización de los principales sistemas de producción comercial de vainilla Vanilla planifolia A. en México*. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad Especialidad en Fruticultura.
- Sánchez, M. S., Román, A. E. B., Chávez, L. T., & Rincón, J. A. S. (2001). Crecimiento y desarrollo de vainilla en tres sistemas de producción en Papantla, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24(1), 49-56.
- Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Revista Ecosistemas*, 16(1).
- Santiago, M. A. L. (2019). La valoración de los servicios ecosistémicos desde la cosmovisión indígena totonaca. *Madera y bosques*, 25(3).
- Santillán-Fernández, A., Trejo Cabrera, M., Martínez Sánchez, A., Martínez Ángel, L., Vásquez Bautista, N., Mejía, S. L. (2019). Potencial productivo de *Vanilla planifolia* Jacks en el Totonacapan, México, mediante técnicas geográficas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 789-802.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., & Mohar, A. (2009). *Capital Natural de México: Síntesis*. CONABIO, México.
- Schlüter, P. M., Soto, A. M., & Harris, S. A. (2007). Genetic Variation in *Vanilla planifolia* (Orchidaceae). *Economic Botany*, 61(4), 328-336.

- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2014. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), para el ejercicio fiscal 2014, publicado en el Diario Oficial de la Federación. Consultado en septiembre de 2021. Disponible en: [http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO\\_PDZP2014\\_DOI.pdf](http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO_PDZP2014_DOI.pdf).
- Slik, J. W. F., Arroyo-Rodríguez, V., Aiba, S.-I., Alvarez-Loayza, P., Alves, L. F., Ashton, P., Balvanera, P., Bastian, M. L., Bellingham, P. J., Berg, E. van den, Bernacci, L., Bispo, P. da C., Blanc, L., Böhning-Gaese, K., Boeckx, P., Bongers, F., Boyle, B., Bradford, M., Brearley, F. Q., ... Venticinque, E. M. (2015). An estimate of the number of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7472-7477.
- Sosa-Escalante, J. E., Sánchez-Rojas, G., Briones-Salas, M., & Hortelano, Y. (2016). Riqueza y conservación de los mamíferos mexicanos con una visión estatal. *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel estatal*, 23-38.
- Soto, A. M. (2006). La Vainilla: Retos y Perspectivas de su Cultivo. *Biodiversitas*, 66(2).
- Soto, A., M., & Solano, G., A., R. (2007). Ficha técnica de Vanilla planifolia. En: Soto-Arenas, M.A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto Chinoín A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México. D.F.
- Stoner, K. E., Riba-Hernández, P., Vulinec, K., & Lambert, J. E. (2007). The Role of Mammals in Creating and Modifying Seedshadows in Tropical Forests and Some Possible Consequences of Their Elimination. *Biotropica*, 39(3), 316-327.
- Thompson, I. (2011). Biodiversity, ecosystem thresholds, resilience and forest degradation. *Unasylva*, 238(62), 25-30
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial.
- Urquiza-Haas, T., Tobón, W., & Koleff, P. (2011). Sitios prioritarios para la conservación de mamíferos terrestres: evaluación de los criterios de selección de indicadores. En Koleff P & Urquiza TH (coords) *Planeación*

*para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso.* CONABIO-CONANP, DF, México, 131-149.

- Valencia, V., Naeem, S., García-Barrios, L., West, P., & Sterling, E. J. (2016). Conservation of tree species of late succession and conservation concern in coffee agroforestry systems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 219, 32-41.
- Van de Kerk, M., de Kroon, H., Conde, D. A., Jongejans, E. (2013) Carnivora Population Dynamics Are as Slow and as Fast as Those of Other Mammals: Implications for Their Conservation. *PLoS ONE* 8(8).
- Vaughan, T., Ryan, J., & Czaplewski, N. (2000). *Mammalogy*, Stamford, CT: Thomson Learning.

## **ANEXO 1.**

### **Guía de entrevista semiestructurada del manejo del agroecosistema de vainilla**

#### **Datos generales**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Estado civil: \_\_\_\_\_

Idiomas o lenguas que habla: \_\_\_\_\_

Grado máximo de estudios: \_\_\_\_\_

Número de integrantes en su hogar: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Número telefónico: \_\_\_\_\_

**Introducción.** Los datos obtenidos a través de esta entrevista son exclusivamente para fines de investigación, derivados de la maestría: Manejo Sostenible de Agroecosistemas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). El objetivo, es conocer el manejo y los factores que influyen en la producción de vainilla de la región Totonacapan. La información otorgada por el productor es estrictamente confidencial.

#### **Preguntas**

##### **Plantación inicial del cultivo de vainilla**

1. ¿Desde hace cuánto (años) tiempo cultiva vainilla?, ¿cómo aprendió a cultivarla?
2. ¿En qué tipo de ambiente se cultiva la vainilla? Si es en un acahual, ¿cuáles especies de árboles ocupa como tutores?, o si es en un ambiente de cítricos, ¿qué especies de tutores utiliza?, o si es de tipo mixto mencione las especies de tutores. En el caso de cultivar la vainilla en otro tipo de ambiente, mencione cuál es e indique los tutores que utiliza.
3. ¿Cuántos años de cultivo tiene su parcela de vainilla?

4. ¿Cuánto tiene de superficie su parcela?, ¿podría dibujar un croquis de la ubicación de su parcela de vainilla?, en caso de tener WhatsApp, ¿podría tomar unas fotos de su parcela y/o enviar su ubicación?

5. Además del cultivo de vainilla en su parcela ¿produce otro (s)?, si es que sí, mencione las especies. Estos cultivos los rota o alterna con la vainilla, mencione ¿cuáles son las ventajas y desventajas de estos cultivos?

### **Diseño de plantación**

6. ¿Cómo están distribuidas los tutores de vainilla en la parcela?, ¿por qué se ubicaron o se encuentran ahí? ¿qué distancia de siembra hay entre sus tutores?

7. Mencione los tipos de tutores que utiliza, ¿por qué utiliza este tipo de tutores y no otros?

8. ¿Cuántos tutores tiene su parcela?

9. ¿Cuántos metros de distancia hay entre cada tutor?

10. ¿De dónde obtuvo usted los bejucos para la plantación de la vainilla?

11. Después de haber elegido los bejucos, ¿realiza alguna actividad de preparación del bejuco?, en caso de que sí, mencione cual es.

12. ¿Cuántos bejucos siembra en cada tutor?

### **Labores culturales**

13. ¿Realiza actividades de acomodo de guías y poda de bejucos?, ¿cuántas veces al año realiza estas actividades?, en caso de que no las realice, explique los motivos de no hacerlo.

14. ¿Usted riega su cultivo de vainilla?, en caso de que si, ¿en cuáles meses del año riega?, ¿cuántas veces a la semana realiza el riego?

15. ¿Cómo riega su cultivo de vainilla?

16. ¿Usted aplica algún tipo de abono a su vainilla?, en caso de que sí, mencione el tipo de abono, ¿en cuál época aplica su abono?, ¿cuántas veces al mes aplica abono a su cultivo?, en caso de que no coloque el abono, mencione por qué no lo hace.

17. Explique por qué utiliza unos abonos y no otros.

18. ¿Realiza poda de los tutores y saneamiento de las plantas?, en caso de que sí, ¿cada cuánto realiza estas actividades?, en el caso de no hacer estas labores, explique porque no.
19. ¿Realiza el control de las malezas?, en caso de que sí, mencione como las controla, en caso de no realizar el control, explique por qué no.
20. En su parcela de vainilla ¿ha detectado plagas y enfermedades? en caso de que sí, mencione cuáles.
21. ¿Ha recibido alguna capacitación técnica para controlar las plagas y enfermedades?
22. ¿Cómo controla las plagas y enfermedades?, en el caso de aplicar algún producto natural o químico mencione cuál, ¿cuántas veces al mes aplica estos productos?
23. ¿En cuáles meses del año florecen las vainillas?, ¿cuántas flores por bejuco son polinizadas?, ¿cuántas personas realizan las labores de polinización manual?, ¿participan miembros de la familia en estas actividades o contrata personas?
24. ¿Ha observado polinizadores naturales en su parcela?
25. ¿En cuáles meses del año se realiza la cosecha de frutos de vainilla?, ¿Por qué lo realiza en esa fecha?, ¿qué criterios utiliza para cosechar la vainilla?
26. ¿Cuántos kilos de vainas de vainilla produce en su parcela?, ¿cada año obtiene la misma producción?, ¿Qué utilidad le da a su producción?

### **Actividades postcosecha**

27. ¿Realiza el beneficiado o curado de la vainilla?, ¿qué uso le da a la vainilla beneficiada? en caso de no realizar el beneficiado, explique el por qué no
28. ¿Qué tiempo, en porcentaje aproximado, le dedica usted al vainillal al día?

### **Biodiversidad**

29. ¿Qué otras plantas crecen en su vainillal de forma natural que usted aproveche?
30. ¿Usted ha visto animales silvestres asociados en su vainillal? En caso de que si, mencione cuáles ha visto, ¿cuántas veces al mes los ha visto?,

¿por qué cree que los animales pasen por su parcela?, ¿los ha visto en el día o en la noche?, ¿cazan a los animales, o los capturan para darles algún aprovechamiento o utilidad?, ¿sabe de qué se alimentan estos animales?, ¿los ha visto en manadas, o ha visto crías de los animales? ¿qué opina usted de los animales que pasan por su parcela de vainilla?

- 31.** ¿En su experiencia, usted ha observado que la presencia de plantas y animales silvestres depende del tipo de ambiente o tipo de producción que se utiliza para el cultivo de la vainilla?.

**Muchas gracias por su valiosa participación**

## ANEXO No. 2

Número de especie	Especie	Familia	Estatus	Estrato	Sistema de manejo				
					Tradicional	Acahual semitecnificado	Bajo Naranja	Bajo Cocuite y pichoco	Malla sombra
1	<i>Adelia barbinervis</i>	Euphorbiaceae	Nativa	arbórea	X				
2	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Nativa	arbórea		X			
3	<i>Aphananthe monoica</i>	Cannabaceae	Nativa	arbórea		X			
4	<i>Ardisia compressa</i>	Primulaceae	Nativa	arbustiva		X			
5	<i>Bahuinia divaricata</i>	Fabaceae	Nativa	arbustiva	X	X	X	X	
6	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	Nativa	arbórea	X	X			
7	<i>Buddleja sp.</i>	Scrophulariaceae	Nativa	arbórea			X		
8	<i>Bunchosia biocellata</i>	Malpighiaceae	Nativa	arbórea	X				
9	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Nativa	arbórea	X	X	X		
10	<i>Carica Papaya</i>	Caricaceae	Nativa	arbustiva		X	X		
11	<i>Carpodiptera cubensis</i>	Malvaceae	Nativa	arbórea	X				
12	<i>Casearia corymbosa</i>	Salicaceae	Nativa	arbórea		X			
13	<i>Casearia sp.</i>	Salicaceae	Nativa	arbustivo		X			
14	<i>Casearia laetioides</i>	Salicaceae	Nativa	arbórea	X				
15	<i>Castilla elastica</i>	Moraceae	Nativa	arbórea	X	X			
16	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Sujeta a Protección especial (Pr)	arbórea	X	X	X		
17	<i>Cestrum sp.</i>	Solanaceae	Nativa	arbórea	X				
18	<i>Chamaedorea oblongata</i>	Arecaceae	Nativa	arbustiva	X	X			
19	<i>Chamaedorea sp.</i>	Arecaceae	Nativa	arbustiva	X	X			
20	<i>Cinnamomum verum</i>	Lauraceae	Introducida	arbórea		X			
21	<i>Citrus x sinensis</i>	Rutaceae	Nativa	arbórea	X	X	X	X	
22	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Euphorbiaceae	Nativa	arbustiva		X			
23	<i>Coccoloba barbadensi</i>	Polygonaceae	Nativa	arbórea	X	X			
24	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	Introducida	arbustiva		X			
25	<i>Cojoba arborea</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea		X			
26	<i>Croton sp.</i>	Euphorbiaceae	Nativa	arbórea	X				
27	<i>Cupania dentata</i>	Sapindaceae	Nativa	arbórea	X	X			
28	<i>Erethia anacua</i>	Boraginaceae	Nativa	arbórea		X			
29	<i>Erythrina sp. 1</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea		X		X	
30	<i>Erythrina sp. 2</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea	X				
31	<i>Eugenia capuli</i>	Myrtaceae	Nativa	arbórea	X	X			
32	<i>Fabaceae sp. 1</i>	Fabaceae	Nativa	arbustiva		X			X
33	<i>Fabaceae sp. 2</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea	X				
34	<i>Faramea occidentalis</i>	Rubiaceae	Nativa	arbórea	X				
35	<i>Ficus sp. 1</i>	Moraceae	Nativa	arbórea	X	X			
36	<i>Ficus sp. 2</i>	Moraceae	Nativa	arbórea	X				

37	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea	X	X	X	X	X
38	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	Nativa	arbórea	X	X			
39	<i>Hamelia patens</i>	Rubiaceae	Nativa	arbustivo	X	X	X		
40	<i>Heliconia schiedeana</i>	Heliconiaceae	Nativa	Herbácea gigante	X				
41	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Malvaceae	Nativa	arbórea	X				
42	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Malvaceae	Nativa	arbórea		X			
43	<i>Leucaena</i> sp.	Fabaceae	Nativa	arbórea	X	X			
44	<i>Licaria capitata</i>	Lauraceae	Nativa	arbórea	X				
45	<i>Litchi</i> sp.	Sapindaceae	Introducida	arbórea		X			
46	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Fabaceae	Nativa	arbórea	X				
47	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	Nativa	arbórea	X		X		
48	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	Nativa	arbórea	X	X			
49	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Nativa	arbórea		X			
50	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	Nativa	arbórea	X	X			
51	<i>Murraya paniculata</i>	Introducida	Nativa	arbórea			X		
52	<i>Musa</i> sp.	Musaceae	Nativa	arbórea		X	X		
53	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	Nativa	arbórea	X	X	X		
54	<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae	Nativa	arbórea	X				
55	<i>Parmenteria aculeata</i>	Bignoniaceae	Nativa	arbórea	X				
56	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Nativa	arbórea			X		
57	<i>Persea</i> sp.	Lauraceae	Nativa	arbórea					
58	<i>Pimenta dioca</i>	Myrtaceae	Nativa	arbórea	X	X			
59	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	Nativa	arbustiva	X	X	X		
60	<i>Piper umbellatum</i>	Piperaceae	Nativa	subarbustiva		X			
61	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea	X	X	X		
62	<i>Pisonia aculeata</i>	Nyctaginaceae	Nativa	arbustiva	X				
63	<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea		X			
64	<i>Pleuranthodendron lindenii</i>	Salicaceae	Nativa	arbórea	X	X			
65	<i>Protium copal</i>	Burseraceae	Nativa	arbórea	X	X			
66	<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae	Nativa	arbustivo	X	X			
67	<i>Rinorea</i> sp.	Violaceae	Nativa	arbórea	X				
68	Rubiaceae sp. 1	Rubiaceae	Nativa	arbórea		X			
69	Salicaceae sp.	Salicaceae	Nativa	arbórea	X				
70	Sapindaceae sp.	Sapindaceae	Nativa	arbórea		X			
71	<i>Senna</i> sp.	Fabaceae	Nativa	arbustivo	X				
72	<i>Sideroxylon</i> sp.	Sapotaceae	Nativa	arbórea	X				
73	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	Nativa	arbórea			X		
74	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	Nativa	arbórea	X	X		X	
75	<i>Tabernaemontana alba</i>	Apocynaceae	Nativa	arbórea	X	X	X		
76	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	Nativa	arbórea		X		X	
77	<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	Nativa	arbórea	X				
78	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae	Nativa	arbustiva	X	X			
79	<i>Vachellia cornigera</i>	Fabaceae	Nativa	arbórea		X			
80	<i>Wimmeria concolor</i>	Celastraceae	Nativa	arbórea		X			
81	<i>Xilosma</i> sp.	Salicaceae	Nativa	arbórea	X	X			

