



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral
Regional-Unidad Oaxaca**

**Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos
Naturales**

(Patrones y Procesos de la Biodiversidad del Neotrópico)

Ecología poblacional de mamíferos pequeños de un policultivo tradicional cafetalero de la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

Biól. Elder Ruiz Velásquez

Director de tesis:

Dr. José Antonio Santos Moreno

Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca, México. Diciembre de 2019



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca siendo las 11:17 horas del día 19 del mes de noviembre del 2019 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR OAXACA para examinar la tesis titulada:
Ecología poblacional de mamíferos pequeños de un policultivo tradicional cafetalero de la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México.

Presentada por el alumno:

Ruiz
Apellido paterno
Nombre(s): Elder

Velásquez
Apellido materno

Con registro:

B	1	7	0	2	2	8
---	---	---	---	---	---	---

Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis

Dr. José Antonio Santos Moreno

Dra. Demetria Martha Mondragón Chaparro

Dr. Emilio Martínez Ramírez

Dr. Matthias Rös

Dr. Marcelo Ulises García Guerrero

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca el día 19 del mes de noviembre el año 2019, el (la) que suscribe Elder Ruiz Velásquez alumno(a) del Programa de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales con número de registro B170228, adscrito a Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. José Antonio Santos Moreno y cede los derechos del trabajo titulado: Ecología poblacional de mamíferos pequeños de un policultivo tradicional cafetalero de la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección elder.rv@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Elder Ruiz Velásquez

Nombre y firma



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
IPN

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Antonio Santos Moreno por aceptar dirigir mi tesis, por sus consejos y comprensión para mejorar como persona y como profesionalista.

Al Centro Interdisciplinaria de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional por contribuir a mi formación profesional.

Al Instituto Politécnico Nacional por los apoyos económicos al proyecto SIP20196209 otorgados al Dr. José Antonio Santos Moreno.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para relizar mis estudios de posgrado.

A la Dra. Demetria Mondragón Chaparro por sus comentarios que mejoraron la tesis.

Al comité revisor, el Dr. Matthias Rös, Dr. Marcelo Ulises García Guerrero, Dra. Demetria Mondragón Chaparro y al Dr. Emilio Martínez Ramírez por las observaciones al documento final.

Al Ing. Armando Villegas propietario de la Finca Cruz Grande y al C. Porfirio Cruz Santos propietario de la Finca Las Flores, por el permiso otorgado en el trabajo de campo.

Al municipio de Pluma Hidalgo por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo de campo.

A Faviola, Karen y Daniel por su empeño y dedicación en el trabajo de campo permitieron el desarrollo del presente trabajo.

A Wiliam y Estefania por su amistad y sus charlas amenas que me ayudaron a olvidarme de los momentos de estrés.

Finalmente quiero dar un agradecimiento especial a Erika por su amistad y el tiempo compartido.

DEDICATORIA

A mi esposa Julia, a mis hijos Regina y Elder, a mi madre Conchita y mis hermanos por su respaldo y amor.

I. INTRODUCCIÓN	6
II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Sistemas cafetaleros	9
2.2 La vegetación y diversidad de fauna asociada a cafetales.....	10
2.3 Los mamíferos.....	12
2.4 Métodos de captura de mamíferos pequeños	13
2.5 Conceptos asociados a la ecología de poblaciones	14
2.6 Demografía y modelos de captura-recaptura	15
2.7 Parámetros demográficos	16
III. MÉTODOS	17
3.1 Área de estudio.....	17
3.2 Captura y caracterización de individuos	18
3.3 Descripción del hábitat	19
3.4 Análisis de datos.....	21
IV. RESULTADOS.....	23
4.1 Diversidad y abundancia.	23
4.2 Relación del hábitat	25
4.2.1 Ambiente lumínico	25
4.2.2 Vegetación y cobertura del suelo.....	26
4.3 Dinámica poblacional.....	27
4.3.1 Prueba de cierre para datos de captura-recaptura específicos de tiempo.....	27
4.3.2 Tamaño poblacional y densidad.	28
4.3.3 Tasa de sobrevivencia, Migración y probabilidad de captura-recaptura	34
4.4 Estado de la población.....	38
4.4.1 Proporción de sexos.....	38
4.4.2 Estado reproductivo.....	39
4.4.3 Estructura de edades	40
4.5 Estado de conservación	42
4.6 Factor de condición	43
V. DISCUSIÓN	44
5.1 Diversidad y abundancia.	44
5.2 Relación del hábitat	45

5.3 Dinámica poblacional.....	46
5.4 Factor de condición	47
VI. CONCLUSIONES	47
VII. LITERATURA CITADA	49

Índice de Figuras

Figura 1. Los cinco sistemas agrocafetaleros en México. Se ilustra un gradiente en la intensificación del cultivo que propone una relación negativa entre la estructura del cafetal-biodiversidad y la productividad-intensidad de manejo (Tomado de Moguel y Toledo, 1999).....	11
Figura 2. Relación de los parámetros clave con la estructura de muestreo básica del diseño robusto de Pollock (Modificado de Cooch y White, 2002).....	16
Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo en el municipio de Pluma Hidalgo, Oaxaca.....	18
Figura 4. Arreglo espacial de las trampas Sherman.....	19
Figura 5. Riqueza y abundancia de especies en el Bosque Mesófilo de Montaña....	24
Figura 6. Riqueza y abundancia de especies en el Policultivo Tradicional Cafetalero.....	24
Figura 7. Tamaño de población estimada con la desviación estándar correspondiente. Las líneas continuas corresponden al Bosque Mesófilo de Montaña; las líneas punteadas corresponden al policultivo tradicional cafetalero. HD: <i>Heteromys desmarestianus</i> , OF: <i>Oligoryzomys fulvescens</i> , PB: <i>Peromyscus beatae</i> , PL: <i>P. levipes</i> , PMG: <i>P. megalops</i> , PMN: <i>P. melanurus</i> y PMC: <i>P. melanocarpus</i> , BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.....	31
Figura 8. Parámetros Probabilidad de sobrevivencia. HD: <i>Heteromys desmarestianus</i> , OF: <i>Oligoryzomys fulvescens</i> , PB: <i>Peromyscus beatae</i> , PL: <i>P. levipes</i> , PMG: <i>Peromyscus megalops</i> , PMN: <i>Peromyscus melanurus</i> y PMC: <i>Peromyscus melanocarpus</i> , BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.....	35

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos registrados de vegetación y cobertura del suelo (área de 4.91 m ²).....	21
Tabla 2. Pruebas realizadas para comparar la abundancia entre el PTC y el BMM.....	25
Tabla 3. Prueba de cierre.....	27
Tabla 4. Prueba Razón de Verosimilitud para los dos mejores modelos candidatos. Las siglas indican Hd: <i>Heteromys desmarestianus</i> , Of : <i>Oligoryzomys fulvescens</i> , Pb: <i>Peromyscus beatae</i> , Pl: <i>Peromyscus levipes</i> , Pmg : <i>Peromyscus megalops</i> , Pmn: <i>Peromyscus melanurus</i> y Pmc: <i>Peromyscus melanocarpus</i>	28
Tabla 5. Modelos candidatos para la obtención de parámetros demográficos. Las siglas indican Hd: <i>Heteromys desmarestianus</i> , Of : <i>Oligoryzomys fulvescens</i> , Pb: <i>Peromyscus beatae</i> , Pl: <i>Peromyscus levipes</i> , Pmg : <i>Peromyscus megalops</i> , Pmn: <i>Peromyscus melanurus</i> y Pmc: <i>Peromyscus melanocarpus</i> . Bmm: Bosque Mesófilo de montaña, Ptc: Policultivo tradicional cafetalero.....	29
Tabla 6. Densidad observada de especies registradas en forma ocasional (<i>ni</i> = número de individuos de la especie).....	34
Tabla 7. Parámetros calculados, ϕ : Probabilidad de sobrevivencia, γ'' : emigración, γ' : inmigración, p : probabilidad de captura, c : probabilidad de recaptura. Hd: <i>Heteromys desmarestianus</i> , Of: <i>Oligoryzomys fulvescens</i> , Pb: <i>Peromyscus beatae</i> , Pl: <i>Peromyscus levipes</i> , Pmg: <i>Peromyscus megalops</i> , Pmn: <i>Peromyscus melanurus</i> y Pmc: <i>Peromyscus melanocarpus</i>	37
Tabla 8. Proporción de sexos. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; * significancia estadística $p < 0.05$	38
Tabla 9. Estado reproductivo. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; * significancia estadística $p < 0.05$	39
Tabla 10. Estructura de edades. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; * significancia estadística $p < 0.05$	41
Tabla 11. Factor de condición (k) promedio por especie y resultados de la prueba de U-Mann Whitn. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña.....	44

RESUMEN

Los cafetales bajo sombra se consideran similares a los bosques nativos en su estructura compleja y la alta diversidad de plantas, muchos estudios sugieren que tienen un potencial para la conservación de la biodiversidad, aunque algunos consideran tomar esto con cautela. Los mamíferos de talla pequeña pueden ser indicadores de la calidad del hábitat, ya que son sensibles a disturbios. En este sentido, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del policultivo tradicional cafetalero (PTC) sobre la estructura poblacional y parámetros demográficos de pequeños mamíferos en la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca, en el sureste de México. Se realizaron 12 visitas mensuales al área de estudio y se emplearon 196 trampas Sherman, repartidas en cuatro cuadrantes de 7x7 trampas. Se estimó el tamaño de la población (N), la tasa de supervivencia (ϕ), emigración (γ'') e inmigración (γ'), con el Modelo Robusto. Se estudió la correlación entre diversidad y abundancia con el ambiente lumínico y la cobertura vegetal, y se valoró el estado nutricional de los individuos con el factor de condición. Se registraron 10 especies y 187 individuos en el PTC y 14 especies y 586 individuos en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), el índice de Shannon para PTC fue 1.56 y en el BMM de 1.86 esta diferencia fue significativa ($t = -3.4333$; $p = 0.000684$). En el BMM seis especies se asociaron al ambiente lumínico vs PTC donde solo fue una. Para el BMM y el PTC se asociaron seis y tres especies, respectivamente con la vegetación y cobertura del suelo. En siete especies se modelaron los parámetros demográficos. En general, los valores máximos en el tamaño de la población fueron a finales de la temporada lluviosa. Las tasas de sobrevivencia, de emigración, la probabilidad de captura y la probabilidad de recaptura fueron en general mayores para el PTC. La proporción de sexos promedio en el BMM fue de 1:0.5 y en el PTC de 1:0.8. En el BMM hubo más individuos reproductivamente activos y en el PTC hubo más inactivos. La estructura de edades fue dominada por los adultos en ambos tipos de vegetación. El estado nutricional no mostro diferencias significativas entre los tipos de vegetación estudiados. El impacto de los cafetales no es homogéneo, ya que depende del parámetro y la población analizada. Los datos muestran la importancia de mantener los manchones de vegetación nativa que permitan la permanencia de las poblaciones que no pueden establecerse en el PTC.

ABSTRAC

Shaded coffee plantations are considered similar to native forests in their complex structure and high plant diversity, many studies suggest that they have a potential for biodiversity conservation, although some consider taking this with caution. Small mammals can be indicators of habitat quality, as they are sensitive to disturbance. In this sense, the objective of the study was to evaluate the effect of traditional coffee polyculture (PTC) on the population structure and demographic parameters of small mammals in the region of Pluma Hidalgo, Oaxaca, in southeastern Mexico. Twelve monthly visits to the study area were made and 196 Sherman traps were used, divided into four quadrants of 7x7 traps. Population size (N), survival rate (ϕ), emigration (γ'') and immigration (γ') were estimated, using the Robust Model. The correlation between diversity and abundance with the light environment and plant cover was studied, and the nutritional status of individuals with the condition factor was assessed. 10 species and 187 individuals were registered in the PTC and 14 species and 586 individuals in the Mountain Mesophilic Forest (BMM), the Shannon index for PTC was 1.56 and in the BMM of 1.86 this difference was significant ($t = -3.4333$; $p = 0.000684$). In the BMM six species were associated to the light environment vs. PTC where it was only one. Six and three species were associated for BMM and PTC, respectively, with vegetation and soil cover. In seven species the demographic parameters were modeled. In general, the maximum values in the population size were at the end of the rainy season. Survival rates, emigration rates, the probability of capture and the probability of recapture were generally higher for the PTC. The average sex ratio in the BMM was 1: 0.5 and in the PTC 1: 0.8. In the BMM there were more reproductively active individuals and in the PTC there were more inactive. The age structure was dominated by adults in both types of vegetation. The nutritional status did not show significant differences between the types of vegetation studied. The impact of coffee plantations is not homogeneous, since it depends on the parameter and the population analyzed. The data show the importance of maintaining the patches of native vegetation that allow the permanence of populations that cannot be established in the PTC.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de los mamíferos de talla pequeña radica en su elevado número, tanto en especies como en individuos. Son un grupo extremadamente exitoso y se pueden encontrar en la tierra, desde las latitudes altas del norte hasta las latitudes altas del sur (Stoddart, 1979). Debido a que los pequeños mamíferos viven en áreas espaciales relativamente pequeñas, tienen vidas cortas, por lo general se dispersan de sus áreas natales al llegar a la edad adulta, y con frecuencia muestran una respuesta de comportamiento a los cambios estacionales. Los datos sobre los procesos de colonización, extinción, dispersión y persistencia son vitales para lograr una mejor comprensión de los procesos y relaciones de los ecosistemas y paisajes (Barrett y Peles, 1999). Es importante mencionar que los mamíferos pequeños pueden ser indicadores de la calidad del hábitat, ya que son susceptibles a los disturbios y la magnitud de estos, por lo que puede afectar la dinámica poblacional, la estructura y la abundancia de las especies que coexisten e interactúan en el espacio y tiempo (Sánchez-Cordero y Fleming 1993).

Los cafetales bajo sombra han sido considerados similares a los bosques nativos y de bajo impacto en los ecosistemas, debido a que conservan la estructura compleja y la alta diversidad de especies de plantas típicas de la comunidad observada en los bosques de la misma región, manteniendo el hábitat y albergando muchas especies (Perfecto *et al.* 1996; Moguel y Toledo, 1999; Moguel y Toledo, 2004; Schroth *et al.* 2004, Palacios Romo *et al.*, 2012; Cruz-Lara *et al.*, 2004); muchos estudios sugieren que los cafetales tienen un potencial para la conservación de la biodiversidad y la oferta de servicios ambientales. Esto emana del gran parecido a los bosques de los cuales derivan, espacios con distintas condiciones de luz, humedad y temperatura que propician el albergue de una importante biodiversidad (Soto-Pino, 2008). Sin embargo, hay quienes consideran que lo más prudente es señalar que únicamente funcionan como refugios para la biodiversidad (Macip Ríos y Casas-Andreu, 2008) y por ello no pueden reemplazar a los ecosistemas naturales (Cordero-Rivera, 2011), esto debido a que al albergar especies tolerantes a la perturbación, y por lo tanto promueven la desaparición de especies dependientes en su totalidad de la vegetación primaria y por ello debe tomarse con cautela este argumento (Perfecto *et al.*, 1996).

Aunque los esfuerzos por conservar y manejar la biodiversidad dependen del entendimiento de la ecología, la evolución, los servicios ambientales y la vulnerabilidad de

los ecosistemas, en los cafetales, los estudios que sustentan su papel para la conservación de la biodiversidad, presenta sesgos que limitan la comparación y generalización de los estudios. En general el enfoque de los estudios es hacia su biodiversidad y servicios ambientales que ofrecen (Mason *et.al.*, 2008), y poco se conoce de cómo funcionan las poblaciones que viven dentro de ellos. Por lo tanto, el entendimiento de la ecología de los mamíferos pequeños es deseable porque enfoca la atención de la población general sobre asuntos que afectan su entorno natural (Stoddart, 1979), en este sentido es importante, ya el desarrollo de las actividades humanas (simples o complejas) se han ido incrementando y ocasionan en su desarrollo algún tipo de degradación de los recursos naturales.

Actualmente las áreas agrícolas adquieren cada vez más importancia para la conservación de estos recursos, función que antes era exclusiva de las reservas biológicas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008). La agricultura del estado de Oaxaca incluye 12 tipos de cultivos perenes, de estos, la producción de café ocupa el primer lugar y se siembran bajo la modalidad bajo sombra (SAGARPA 2016), que consiste en un policultivo comercial y un monocultivo semisombreado (Moguel y Toledo 2004). El incremento de las superficies agrícolas conduce a cambios en los hábitats naturales, alterando la diversidad de especies y los patrones de abundancia (Zamora-Martínez, 2016), estos procesos tiene varios efectos sobre la demografía, la estructura genética de las poblaciones y la distribución geográfica de una especie, lo que lleva a cambios en la estructura de las comunidades y puede acelerar el proceso de extinción de las especies, la biodiversidad puede reducirse o la composición de especies de la comunidad puede verse alterada por la introducción de especies (Gentile *et al.*, 2018). Aspectos demográficos como la estructura de edades, proporción de sexos, probabilidad de supervivencia, tasas de emigración e inmigración y actividad reproductiva pueden variar a lo largo del espectro de hábitats (Zalapa *et al.*, 2005). En este sentido, la demografía es esencial para comprender y predecir la dinámica de la población (Salguero Gómez *et. al.*, 2015), que se ve influenciada por factores extrínsecos e intrínsecos. Los primeros actúan en forma denso-independiente y pueden conducir a fluctuaciones irregulares en el tamaño de las poblaciones. Los factores intrínsecos se caracterizan por mecanismos de retroalimentación debidos a interacciones intra e interespecíficas, y suelen conducir a denso-dependencias instantáneas o con retraso y a dinámicas cíclicas (Royama 1992, citado en Guidobono, 2013).

En México, aunque existen estudios de diversidad en este tipo de ambientes, pocos son los estudios que se enfocan en el conocimiento la ecología de las poblaciones y de los parámetros demográficos de mamíferos pequeños (Santos-Moreno *et al.*, 2007) que contrasten el efecto de agroecosistemas cafetaleros con los bosques nativos en las poblaciones de mamíferos pequeños.

Objetivos e hipótesis

General

- Evaluar el efecto del policultivo tradicional cafetalero sobre la estructura poblacional y parámetros demográficos de pequeños mamíferos en la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca.

Específicos

1. Determinar la estructura poblacional de pequeños mamíferos en un policultivo tradicional cafetalero y un relicto de bosque mesófilo de montaña en la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca.
2. Estimar parámetros poblacionales de pequeños mamíferos en un policultivo tradicional cafetalero y un relicto de bosque mesófilo de montaña en la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca.
3. Conocer la influencia del ambiente lumínico y el hábitat en las poblaciones de mamíferos pequeños en un policultivo tradicional cafetalero y un relicto de bosque mesófilo de montaña en la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca.

Hipótesis

El proceso continuo de cambio de uso de suelo y expansión de las actividades humanas en las áreas forestales conduce a cambios en los hábitats naturales, alterando la diversidad de especies y los patrones de abundancia (Ewers y Didham, 2006). En ecosistemas perturbados, las especies generalistas y oportunistas pueden ser favorecidas, aumentando su densidad y dispersión a áreas rurales o peridomiciles (Umetsu y Pardini 2007). La fragmentación tiene varios efectos sobre la demografía, la estructura genética de las poblaciones y la distribución geográfica de una especie, lo que lleva a cambios en la

estructura de las comunidades (Gentile *et al.*, 2018). Por lo antes dicho, se espera que los agroecosistemas cafetaleros presenten cambios significativos en la estructura de la comunidad y en los parámetros demográficos de los pequeños mamíferos nativos respecto a la vegetación circundante.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas cafetaleros

Los cafetales han sido el centro de interés de muchos estudios ecológicos porque algunos conservan en gran medida la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que reemplazan (Perfecto *et al.*, 1996; Gascon *et al.*, 2004; Schroth *et al.*, 2004). La variación en estos sistemas es debida a condiciones ambientales, y prácticas culturales resultantes de políticas gubernamentales, fluctuaciones del mercado, tecnología y cultura de los productores en diferentes regiones y países (Hernández-Martínez, 2008).

De acuerdo con Moguel y Toledo (1999) los sistemas cafetaleros pueden dividirse con datos cualitativos en cinco categorías (Figura 1): a) Rustico: Semejante a un bosque aclarado para intercalar el café. El manejo incluye control manual de arvenses y poda ocasional de los cafetos. Se asocia con pequeños productores campesinos en zonas montañosas. b) Policultivo tradicional: Utiliza diferentes combinaciones de árboles del bosque y especies frutales introducidas. El manejo incluye control de arvenses, poda selectiva del café, se puede presentar una fertilización por ciclo y no presenta control fitosanitario. Se asocia a pequeños y medianos productores. c) Policultivo comercial: Se remueve el dosel natural y se siembran árboles para dar sombra que tienen un uso comercial, por lo regular de dos a tres especies. El manejo se realiza con labores generales y particulares para cada cultivo, se utilizan cantidades considerable de agroquímicos. Se asocia a pequeños y medianos productores. d) Monocultivo con sombra: Se plantan árboles, muchas veces de una sola especie. El manejo incluye control de arvenses, poda selectiva y sistemática, regulación de sombra, control fitosanitario y es indispensable el uso de agroquímicos. Se asocia principalmente con medianos y grandes productores. e) Monocultivo sin sombra: Sin árboles y con alta dependencia de insumos agrícolas.

En el estado de Oaxaca, la producción del café, es el más importante de los cultivos perennes y en municipio de Pluma Hidalgo, es la principal actividad económica (PDM, 2017). Retomado el papel de los agroecosistemas cafetaleros en la conservación de la biodiversidad, en este municipio se han destinado 26 fincas con agroecosistemas cafetaleros como áreas naturales protegidas con categoría de Áreas Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC; CONANP, 2018), aunado a esto el Plan Nacional Agrícola 2017-2030, pretende intensificar programas de replantación y recepa de cafetales, que a nivel nacional pretende alcanzar un crecimiento acumulado de 471.46 % de la producción nacional (SAGARPA, 2017).

2.2 La vegetación y diversidad de fauna asociada a cafetales

En los sistemas cafetaleros de Oaxaca se pueden encontrar, sobre el gradiente altitudinal en el cual se distribuyen, cuatro tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña (Selva Mediana o Baja Perennifolia), bosque de encino, selva mediana subperennifolia y selva mediana subcaducifolia (CONABIO, 1998).

En las cañadas y laderas húmedas de la vertiente del pacífico, entre un gradiente altitudinal que va de los 1000-2500 m se localiza la Selva Mediana o Baja Perennifolia *sensu* Miranda y Hernández X. (1963). Este tipo de vegetación es más conocido como Bosque Mesófilo de Montaña, clasificación asignada por Rzedowski (1978) y acuñada por Miranda en 1947 para referirse a una comunidad vegetal presente en la cuenca del Río Balsas, distribuida en una franja altitudinal similar a la del encinar, pero donde predominan elementos tropicales de montaña entremezclados con otros típicamente boreales y donde las condiciones de humedad son muy favorables, lo que resulta en una gran riqueza de especies, con abundancia de plantas trepadoras y epífitas (Villaseñor, 2010). Se desarrolla en clima fresco (temperatura media anual inferior a 18 °C), con escasa oscilación térmica, muy húmedo (precipitación media por encima de los 1500 mm), de temporada seca corta o nula y con nieblas muy frecuente (Rzedowski, 1978). En cuanto a la composición de fauna de este tipo de vegetación, se estima que ocupa el segundo lugar en riqueza de especies de vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica que ocurren en México. El 23.2% de los vertebrados mesoamericanos habitan este tipo de vegetación y 22% de estos se encuentran solo en este ecosistema (Flores-Villela y Gerez, 1994). En lo que respecta al grupo de

mamíferos para México se han reportado 257 especies, que pertenecen a 121 géneros, 29 familias y 11 ordenes, además de que es rica en endemismos y especies raras (González–Ruiz *et al.*, 2014). Esto es de las 165 especies endémicas de México, 85 habitan en este tipo de vegetación y 50 están restringidas a él. Para el estado de Oaxaca se reportan 68 especies para este tipo de vegetación (Briones Salas y Sánchez Cordero, 2004) de las 209 especies de mamíferos terrestres reportadas para el Estado (Santos-Moreno, 2014).

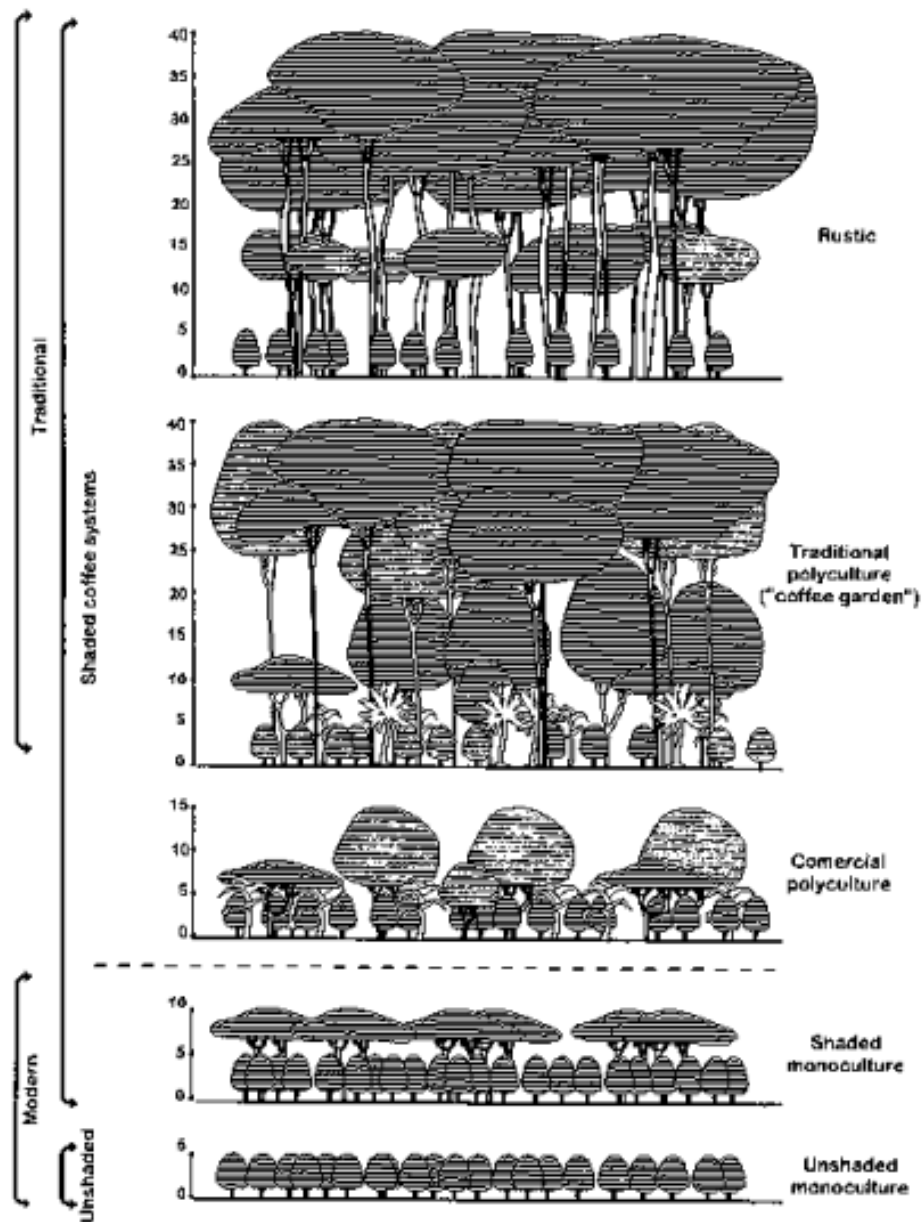


Figura 1. Los cinco sistemas agrocafetaleros en México. Se ilustra un gradiente en la intensificación del cultivo que propone una relación negativa entre la estructura del cafetal-biodiversidad y la productividad-intensidad de manejo (Tomado de Moguel y Toledo, 1999).

2.3 Los mamíferos

Sin duda alguna, de los vertebrados terrestres las aves y los mamíferos son de los representantes más conspicuos (Ralph *et al.*, 1996; Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Este último grupo representa 19% del total de los vertebrados terrestres de México (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008), y la lista más reciente indica que nuestro país ocupa el tercer lugar mundial en riqueza de este grupo con 564 especies, siendo Oaxaca es el estado con mayor número de especies en México, con 209 (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014; Santos-Moreno, 2014).

Los mamíferos se han clasificado de acuerdo con su tamaño en pequeños, medianos y grandes. Los mamíferos pequeños son aquellos que pesan menos de 5 kg (Romero-Almaraz *et al.*, 2007) y cuya longitud es igual o inferior a 20 cm. Esto es relevante ya que este grupo representa el 85% de la diversidad nacional y mundial de la clase Mammalia. Dentro de este grupo podemos mencionar a los roedores (Orden Rodentia), musarañas (Orden Soricomorpha) y algunos marsupiales como el ratón tlacuache o el Tlacuatzin (*Marmosa mexicana*, *Tlacuatzin canescens*: Orden Didelphimorphia) y carnívoros como el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*) o la comadreja (*Mustela frenata*).

Los mamíferos pequeños son versátiles y están adaptados a todos los habitats, su éxito biológico está dada por a) su elevada capacidad de reproducirse, b) su reducido tamaño, que les permite encontrar una amplia gama de refugios; y su 3) capacidad de explotar una gran cantidad de recursos alimenticios (Tzab- Hernández y MacSwiney-González, 2014). De acuerdo con sus hábitos alimenticios se pueden dividir en granívoros, herbívoros e insectívoros (Hansson, 1971). Las funciones ecológicas de este grupo de mamíferos se relacionan con los proceso de regeneración y sucesión de la vegetación, además que son controladores de poblaciones vegetales (DeMattia *et al.*, 2006).

Con la dinámica del suelo se ha demostrado que los sustratos que depositan en las cavidades que forman, alterar fuertemente las características del suelo en cuanto a textura, cantidad de nutrientes y capacidad de retención de agua, por lo que promueve la diversidad edáfica de la que dependen las comunidades vegetales (Thorn, 1978).

Uno de los papeles que ha tenido poca atención es la que se da en el proceso polinización (Letten y Midgley, 2009; Wester *et al.*, 2009; Turner *et al.*, 2011), por lo menos 10 trabajos hablan de la adaptación de plantas para ser polinizados por roedores (Johnson y

Pauw, 2014; Lumer y Schoer, 1986). También se ha documentado el traslado de esporas de hongos por roedores, lo que permite la dispersión de estas en hábitats terrestres (Mangan y Adler, 2000).

Los mamíferos al igual que otros grupos de vertebrados se han registrado en cafetales sin embargo, para el caso particular de los mamíferos los estudios se han enfocado a inventarios de especies (*e.g.* August, 1983; Palacios Romo *et al.*, 2012; Pérez-Lustre *et al.*, 2006) y a evaluar el paisaje circúndate, con la riqueza de especies (*e.g.* Gallina *et al.*, 2008). En Oaxaca en cafetales de la región Chinantla Alta se reportaron 23 especies, mientras que para la región cafetalera de Huatulco 52 (Palacios Romo *et al.*, 2012; Pérez-Lustre *et al.*, 2006). En este sentido los estudios de demografía en cafetales son importantes ya que permite entender la estructura de la población y dinámica demográfica (Kunz, 2003) misma que es imposible conocer con simples listados.

2.4 Métodos de captura de mamíferos pequeños

En la actualidad existen numerosos tipos de trampas que pueden ser usadas en la captura de pequeños mamíferos terrestres. El tipo depende del tamaño y del propósito de captura. Las trampas de golpe, matan al animal (lo remueven de la población) y las trampas de caja capturan al animal sin dañarlo, para después, si se desea poder liberarlo (captura-recaptura). Las tramas de caja son el medio más efectivo para capturar mamíferos pequeños terrestres sin dañarlos, mismos que pueden ser liberados posteriormente. La forma del arreglo espacial de la ubicación de las trampas depende del objetivo, ya sea un listado (inventario) o estimación de la abundancia. Para el caso de un inventario se pueden colocar trampas a lo largo de un Transecto, sin embargo, si se quieren otros parámetros como la abundancia (número total de animales) o la densidad (número de animales por unidad de área) es necesario el arreglo de las trampas con forma de cuadrante (Jones *et al.*, 1996).

Para la captura de mamíferos pequeños se han empleado diferentes tipos de cebos, los más utilizados para la captura de roedores comprenden a la avena en hojuelas, que con frecuencia se mezcla con plátano, crema de cacahuete o extracto de vainilla y semillas de trigo, girasol o maíz molido, entre otros. Para el grupo de los insectívoros se ha recomendado emplear avena mezclada con un poco de pescado (sardina o atún) o tocino (Romero-Alamaraz *et al.*, 2007).

2.5 Conceptos asociados a la ecología de poblaciones

2.5.1 Concepto de población

De acuerdo con Krebs (1999), una población a menudo se define como un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un momento particular, con la posibilidad de reproducirse entre ellos. Debido a que tienden a preferir los mismos hábitats y utilizar los mismos recursos, los individuos en una población pueden interactuar entre sí directamente. Los límites espaciales que definen poblaciones a veces se identifican fácilmente, pero más típicamente son vagos y difíciles de determinar. Los límites espacial y temporal son definidos por el investigador; sin embargo, esta arbitrariedad no resta valor a la utilidad del concepto de población (William *et al.*, 2002). Para propósitos prácticos, su definición general permite enfocarse en la amplia gama de interacciones y dinámicas poblacionales que forman la base del manejo y la conservación de la vida silvestre (Mills y Johnson, 2013).

La dinámica de poblaciones se refiere al estudio de los cambios de los componentes de una población (evaluación del estado y vitalidad) y las causas que lo promueven. El estado de la población se refiere al estado actual de la población y considera factores como la abundancia, la edad y la estructura sexual, y la salud. En contraste, la vitalidad de la población, que comúnmente se expresa como el cambio relativo en el tamaño de la población de un año a otro, se refiere a la salud demográfica de la población y la capacidad de la población para ser autosuficiente (Skalski *et al.*, 2005). Fundamentalmente, toda la dinámica de la población puede determinarse a través de nacimientos, inmigración, muertes e inmigraciones (Mills y Johnson, 2013).

2.5.2 Concepto de demografía

La demografía es el estudio de individuos como miembros de una población. Aunque tradicionalmente se concibió como el estudio de las poblaciones humanas, hoy el campo de la demografía abarca cualquier estudio -humano, vegetal o animal- en el que los patrones individuales de fertilidad, crecimiento, reclutamiento, dispersión y mortalidad se analizan colectivamente. Los estudios demográficos a menudo se centran en dos temas interrelacionados: la estructura de la población y su dinámica. La estructura de la población

se define por la organización de la población por sexo y clases de edad, así como por la organización espacial de la población en grupos sociales y otras unidades. La dinámica de la población se centra en la importancia de los parámetros del nivel de la población a lo largo del tiempo; ejemplos de estos parámetros incluyen las tasas de fertilidad, dispersión y mortalidad, así como la tasa de crecimiento de la población en sí misma. La estructura de la población es realmente una "instantánea" o un "corte de tiempo" de la población a medida que evoluciona y cambia a través del tiempo. El objetivo principal de la demografía es analizar una población en términos de su estructura y estudiar los factores que determinan su dinámica (Lawler, 2011).

La ecología y la evolución están profundamente arraigadas en la demografía y la biología de la población. De hecho, los factores que determinan las tasas de crecimiento o disminución de la población y las contribuciones diferenciales de los individuos son fundamentales para la evolución mediante la selección natural. Este vínculo entre la variación individual y las diferencias en la supervivencia y la reproducción es también la base de las poblaciones estructuradas, un tema que reside en el corazón mismo de la demografía (Griffith *et al.*, 2016).

2.6 Demografía y modelos de captura-recaptura

Las consecuencias de la pérdida de hábitat y de la fragmentación han sido documentadas y aplican no solo a las medidas directas de la diversidad (abundancia, riqueza, diversidad genética), sino también a las medidas indirectas de la diversidad biológica y los factores que la afectan (Fahring, 2003), entre estos, también se incluyen los parámetros demográficos.

El tamaño de una población puede ser estimado mediante la captura y marcaje de individuos que son posteriormente liberados. Las técnicas de captura-recaptura pueden proveer información adicional a la abundancia, como las tasas de nacimiento, muerte y de migración. Dentro de las diferentes técnicas para estimar el tamaño de la población se pueden clasificar en dos categorías. Las que se basan en poblaciones demográficamente cerradas, como el método de Petersen que incluye un único marcaje (Nichols, 1992) o el método de Shnabel que incluye marcajes múltiples (Amstrup *et al.*, 2005). Sin embargo, para situaciones biológicas y más realistas son las diseñadas para poblaciones demográficamente abiertas,

esto es, considera los factores que afectan al tamaño de la población (inmigración, emigración, nacimientos, muertes) podemos mencionar el método de Cormack-Jolly-Seber (Krebs, 1999) y el Diseño Robusto, que tiene como ventaja la adición de co-variables (variables asociadas con historiales de captura individuales), además que puede estimar el tamaño de la población (n), tasa de supervivencia (ϕ) y tasa de natalidad (B) desde el primer periodo de monitoreo ($i = 1, \dots, K$; Pollock, 1982). Además de que se puede estimar la emigración e inmigración temporal (γ'_i, γ''_i ; Kendall, 2019).

El modelo de diseño robusto es una combinación del modelo de recaptura en vivo de Cormack-Jolly-Seber (CJS) y los modelos de captura cerrada, denominados periodo primario y periodo secundario respectivamente, y se representa esquemáticamente en forma estándar (clásica) en la figura 2 (*op.cit.*).

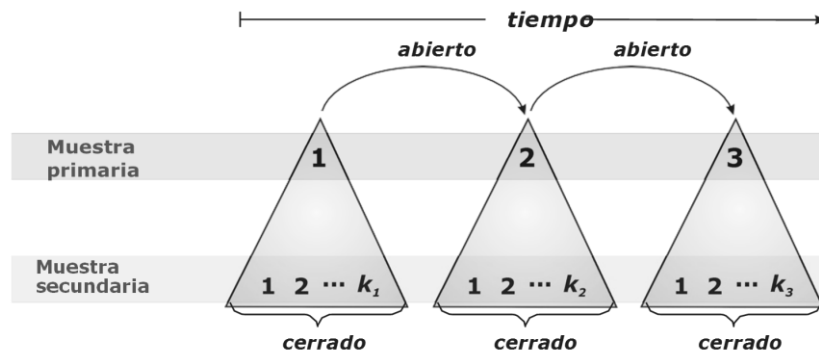


Figura 2. Relación de los parámetros clave con la estructura de muestreo básica del diseño robusto de Pollock (Modificado de Cooch y White, 2002).

2.7 Parámetros demográficos

Las poblaciones como unidad de estudio han recibido interés por parte de los ecólogos y genetistas. Entre los principios de la teoría moderna de la evolución, está la idea que la selección natural actúa sobre el organismo individuo y que a través de la selección natural en las poblaciones evoluciona. Los campos de la ecología y genética de poblaciones tienen mucho en común. La población tiene características grupales, medidas estadísticas, que no pueden aplicarse a los individuos. La característica básica de una población es su densidad (esto es, el número de individuos por unidad de área o unidad de volumen). Los cuatro parámetros poblacionales que cambian la densidad son la natalidad (nacimientos), la mortalidad (muertes), la inmigración (el movimiento de individuos hacia un área ocupada

por la población) y la emigración (el movimiento de individuos fuera de un área ocupada por la población; Krebs, 2014).

III. MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El área de estudio está incluida el municipio de Pluma Hidalgo, ubicada en el distrito de Pochutla, en la porción de la Sierra Madre del Sur del estado de Oaxaca (Figura 3). La topografía es muy accidentada, presentando fuertes pendientes (Acosta-Castellanos, 1997). Los principales suelos que registra INEGI (1981) son asociaciones de Feozem háplico, Regosol eútrico, Litosol y Cambisol eútrico. El clima es semicálido húmedo con lluvias de verano, precipitación del mes más seco < 60 mm, lluvia invernal < 5 %, el verano es fresco y largo (temperatura del mes más cálido < 22 °C), isotermal (oscilación térmica anual de 1.1 °C), el mes más cálido se presenta antes de junio, cuya fórmula climática de acuerdo al sistema de Köppen modificado por García (1981) es: (A) C m (w) (temperatura media anual de 19.8 °C y una precipitación media anual de 3,074 mm). En el municipio de Pluma Hidalgo ocurren dos tipos de vegetación el Bosque Mesófilo de Montaña y le Selva Mediana Subperennifolia.

El bosque mesófilo de montaña de Pluma Hidalgo ocupa alrededor del 1.02% del municipio (INEGI, 2009), se han reportado 125 géneros, se caracteriza por presentar en su afinidad geográfica géneros neotropicales principalmente, seguido de géneros pantropicales. Los géneros *Quercus*, *Ulmus* y *Pinus* son escasos, además que están ausentes géneros de afinidad boreal como *Carpinus*, *Cornus*, *Ostrya*, *Prunus*, comunes en otros bosques. Géneros de amplia distribución son comunes en Pluma Hidalgo, la sustitución del estrato arbustivo y arbóreo bajo y la tala de muchos árboles para el cultivo del café son un indicativo del grado de disturbio al que está sometido este tipo de vegetación (Acosta-castellanos,1997).

Por su parte los agroecosistemas cafetaleros ocupan alrededor de 92 % del territorio municipal (INEGI, 2009), están inmersos en amplias zonas del municipio incluido el bosque mesófilo de montaña y la selva mediana. Se caracterizan por la presencia de la especie de café *Coffea arabica* de la variedad Pluma, que se caracteriza por su forma cónica con cinco o más ramificaciones y una altura que va de 1.5 a 5 m, una característica de esta variedad es las hojas nuevas presentan una coloración bronceada (Avendaño-Zarate *et al.*, 2012).

3.2 Captura y caracterización de individuos

Se realizaron 12 visitas mensuales (mayo de 2018 a abril de 2019) al área de estudio de cuatro noches de trampero. Para la captura de pequeños mamíferos se emplearon 196 trampas Sherman, repartidas en cuadrantes de 7x7 trampas separadas entre sí por 5 metros a lo ancho y 10 m a lo largo (figura 4), las trampas se cebaron con una mezcla de avena-vainilla y revisadas diariamente por la mañana. Este arreglo se estableció en un fragmento de bosque mesófilo de montaña y en un policultivo tradicional cafetalero derivado del bosque mesófilo de montaña, cada una con su réplica, lo que dio un total de cuatro cuadrantes, de 49 trampas cada una. Los sitios ubicados en el bosque mesófilo se ubican en la mayor altura dentro del municipio (entre los 1600 y 1660 msnm) en el cerro de la Pluma. En Pluma Hidalgo, existen diversas fincas cafetaleras, sin embargo, se seleccionó la finca Las Flores debido a que el manejo en el cultivo del café es homogéneo (manejo heterogéneo en otras fincas) y se ubica a 1500 m del Bosque Mesófilo de Montaña, lo que permite trasladarse en un tiempo relativamente corto y evita el solapamiento de datos.

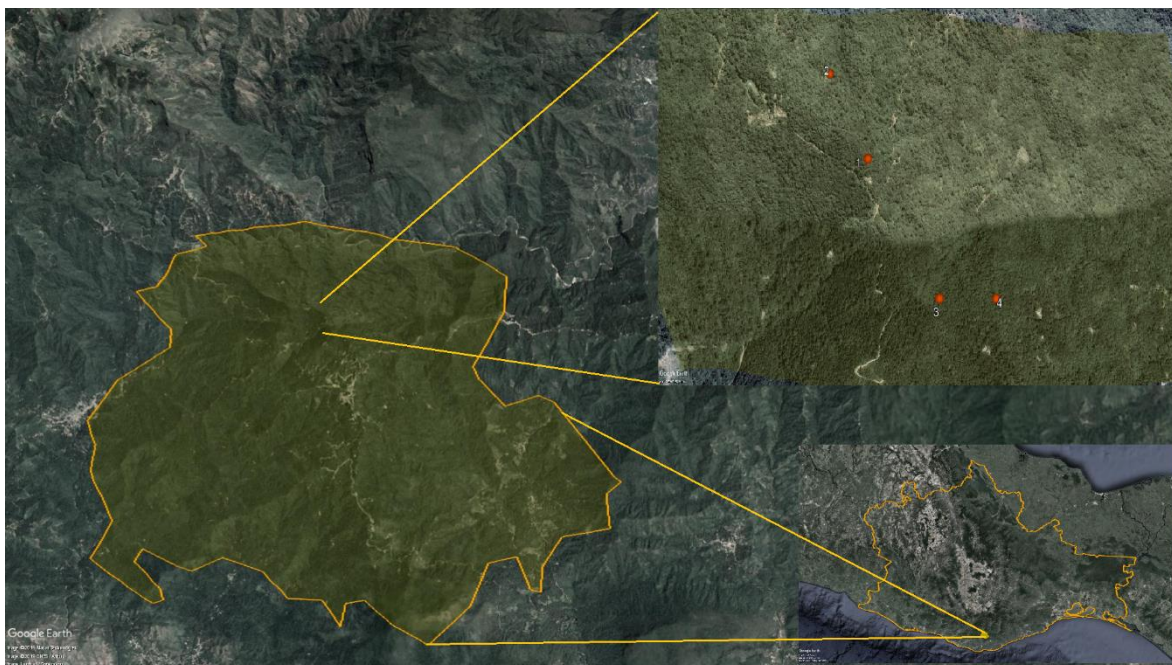


Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo en el municipio de Pluma Hidalgo, Oaxaca.

Los individuos capturados se identificaron con la clave especializada de Álvarez-Castañeda *et al.* (2015) y Goodwin (1969). Cada individuo se marcó con grapas numeradas para su identificación individual y se registró la siguiente información: sexo, condición reproductiva (se consideró como individuos activos en el caso de los machos, a aquellos individuos con testículos escrotados, y en el de las hembras, cuando estaban preñadas o mostraban pezones con leche o con el área periférica carente de pelo. Cuando no se observó ninguna de estas características se registró al individuo como inactivo), edad (jóvenes aquellos individuos de pelaje poco denso y de color oscuro, sin evidencias de actividad reproductiva) y las medidas corporales convencionales para mamíferos: longitudes máxima corporal, de la cola vertebral, de la pata derecha, de la oreja y el peso. Cuando se trató de ejemplares recapturados se registraron la fecha, el número asignado al ejemplar y la condición reproductiva (Santos-Moreno *et al.*, 2007).

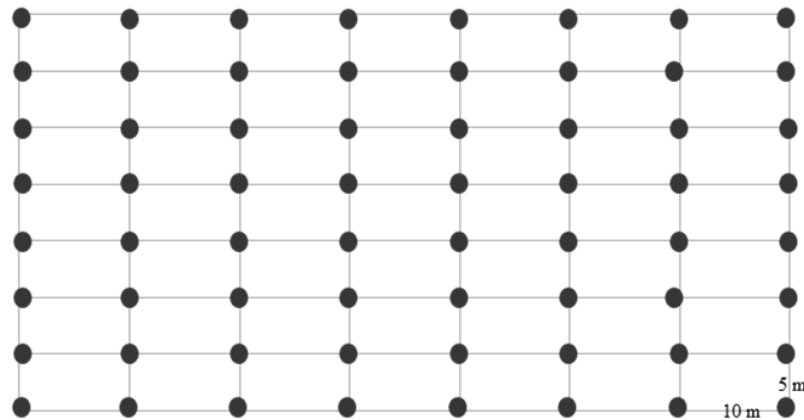


Figura 4. Arreglo espacial de las trampas Sherman.

3.3 Descripción del hábitat

Existen muchos factores que influyen en la respuesta y distribución de las especies a su ambiente (Leigh, 1982). Para el caso de los mamíferos pequeños se consideró la estructura del hábitat ya que influye en el microclima, alimento, disponibilidad y distribución espacial de sitios de anidación y la arquitectura de la cubierta protectora (Bell *et al.*, 1990; Cody, 1985 citado en Galindo-Leal y Krebs, 1997). Por lo anterior se estableció un área circular de 4.91 m² (2.5 m de diámetro) tomando como el centro, cada trampa Sherman. En cada área se tomaran las siguientes características: a) ambiente lumínico, b) presencia y número de

oquedades en troncos o rocas, c) grado de pendiente, cobertura del suelo y d) cobertura de vegetación menor.

Para determinar el ambiente lumínico se empleó la fotografía hemisférica (ojo pez), las fotografías se tomaron sobre cada punto donde se ubicó cada trampa Sherman con un cámara Nikon D7200, enfocando hacia el dosel con un lente Fisheye Nikkor 10.5mm 1:2.8 GED. El programa Gap Light Analyzer ver.2.0 (Frazer *et al.*, 1999) se usó para analizar la apertura del dosel (%), la transmisión de la radiación solar bajo-encima del dosel (Promis *et al.*, 2009). Las variables estimadas con este programa son:

- % Área del cielo: es el área porcentual del hemisferio del cielo que se encuentra sobre el horizonte efectivo. Si el horizonte efectivo está a 90° (es decir, sin máscara topográfica), entonces el porcentaje del área del cielo será igual al 100 por ciento. Sin embargo, si el horizonte efectivo es inferior a 90° , el área del cielo visible será inferior al 100 por ciento.
- % Área enmascarada: es el área porcentual del hemisferio del cielo que está obstruida por la topografía circundante.
- % Apertura del dosel: es el porcentaje de cielo abierto visto desde debajo del dosel del bosque. Esta medida se calcula únicamente a partir de la fotografía hemisférica, y no tiene en cuenta la influencia de la topografía circundante.
- % Apertura del sitio: es el porcentaje de cielo abierto visto desde debajo del dosel del bosque debido a la influencia de un horizonte efectivo que es inferior a 90° (sombreado topográfico).

Así mismo se contó el número de oquedades en troncos y rocas. El porcentaje de pendiente se calculó con el clinómetro Suunto modelo Tandem. Para la cobertura del suelo se emplearon cinco categorías tomadas en porcentajes: roca, suelo desnudo, hojarasca, grava-piedras y otros (INF, 2012).

Para la cobertura vegetal se contó en porcentajes las plantas herbáceas, helechos, gramíneas presentes en el sustrato, así como la cubierta del suelo tales como hojarasca, gravas y piedras, suelo desnudo y troncos presentes en el suelo (Tabla 1; INF, 2012).

Tabla 1. Datos registrados de vegetación y cobertura del suelo (área de 4.91 m²).

Vegetación y/o cubierta del suelo	Cobertura %
Gramíneas	%
Helechos	%
Hierbas	%
Hojarasca	%
Gravas y piedras	%
Suelo desnudo	%
Troncos	%

3.4 Análisis de datos

El esfuerzo de muestreo se calculó multiplicando el número de trampas por el total de noches de muestreo. Debido a que hubo pillaje de trampas, el esfuerzo de colecta no fue homogéneo durante todos los periodos de muestreo. Para evaluar si existen diferencias significativas en el esfuerzo de colecta, se empleó la prueba U Mann-Whitney con un valor de significancia $P > 0.05$ probando previamente que cumplieran los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, los datos se analizaron con el software Statistica (StatSoft, Inc., 2004).

Para comparar la diversidad entre Policultivo Tradicional Cafetalero (PTC) y en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) se estimó la diversidad verdadera (Jost, 2006) obteniendo a partir del exponencial de índice de entropía de Shannon (*op. cit.*):

$${}^lD = \exp(H') = \exp\left[-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right]$$

Para probar la hipótesis nula de que la diversidad de las dos muestras son iguales, se siguió el procedimiento modificado por Hutcheson (citado por Zar, 1996):

Para conocer el grado de asociación entre la vegetación/cobertura del suelo y el ambiente lumínico con la abundancia de los mamíferos pequeños se empleó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman (ρ) el estadístico ρ está dado por:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde D es la diferencia entre los correspondientes estadísticos de orden de x - y. N es el número de parejas de datos.

Para probar la hipótesis de que la abundancia y el tamaño de la población estimada entre el PTC y el BMM son diferentes se empleó un análisis de varianza (ANOVA), cuando

los datos fueron menores a 30 se empleó una prueba de t para dos muestras, con ayuda del programa PAST 3.23 (Hammer *et al.*, 2001).

La proporción de sexos se expresó como el número de machos por cada hembra y se utilizó para evaluar una prueba para proporción basada en coeficientes binomiales para determinar si hay diferencias significativas con respecto a la proporción esperada 1 a 1. La estructura se comparó con la prueba Exacta de Fisher (Fisher, 1922). La estructura de edad y estructura reproductiva se compara por medio de pruebas de X^2 . Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia del 0.05.

Los periodos secundarios y primarios se evaluaron para conocer si se comportaban como poblaciones cerradas, para esto se empleó la prueba de Stanley y Burnham (1999) con ayuda del programa CloseTest (Stanley y Richards, 2011).

El tamaño de la población (N), la tasa de supervivencia (ϕ), emigración (γ'') e inmigración (γ'), se estimó con el Modelo Robusto (Pollock, 1982), este modelo tiene como supuestos *ad hoc*, al modelo abierto de datos del período primario: (1) la probabilidad condicional de sobrevivir del período primario i a $i + 1$ es la misma para todos los animales, (2) la probabilidad condicional de ser capturado en cada período primario es el mismo para cada animal marcado en la población en ese momento, y (3) los destinos de los animales con respecto a la supervivencia y la captura son independientes. Los supuestos para modelar muestras secundarias dentro de cada período primario son que (1) la población está cerrada a las ganancias y pérdidas durante el período, (2) las marcas no se pierden ni se registran incorrectamente, (3) la probabilidad de captura en los períodos secundarios varía según las especificaciones dictadas por la estructura del modelo seleccionado, y (4) el destino de cada animal es independiente con respecto a la probabilidad de captura (Kendall, 2019). Este modelo, al igual que el de Cormack-Jolly-Sever, permite calcular los parámetros poblacionales a través del tiempo (Cooch y White, 2007), para este estudio se crearon tres modelos candidatos (mensual, por temporadas y anual). Los parámetros y los modelos se calcularon con ayuda del programa MARK 8.1 (Cooch y White, 2002).

Cuando el mejor modelo candidato presentó valores que no concuerdan, al menos, con la abundancia de la especie tratada, se empleó la prueba Razón de Verosimilitud (Likelihood ratio Test); ya que evalúa el ajuste de los datos del modelo en términos estadísticos (Cooch y White, 2007).

Para conocer el estado de conservación de las especies registradas se cotejo con la lista roja de la UICN-Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2019), con el apéndice de la CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, 2019) y con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).

Se valoró el estado nutricional de los individuos por medio del factor de condición, que expresa la relación volumétrica existente en función del peso, según la expresión matemática (Lagler, 1956):

$$K = \frac{P(g) \times 100}{L(cm)^3}$$

Donde

K= factor de condición

P= peso expresado en gramos

L= longitud expresado en centímetros

Los datos se analizaron con la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para dos muestras independientes.

IV. RESULTADOS

Se realizaron 45 noches de muestreo, un total de 8543 trampas/muestreo y un promedio de 189.84 trampas noche. Se realizaron 789 capturas y 736 recapturas. La prueba de Shapiro-Wilk indica que los datos no cumplieron con normalidad ($W = 0.62$; $p = 0.0067$). La prueba de Mann-Whitney no mostraron diferencias significativas ($U = 0.0$, $p = 1.00$) en el esfuerzo de colecta entre los periodos de muestreo.

4.1 Diversidad y abundancia.

La diversidad del Policultivo Tradicional Cafetalero (PTC) y el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), presentan una riqueza de 10 y 14 especies respectivamente, cuatro especies se registraron de modo exclusivo en el BMM (*Mustela frenta*, *Tlacuatzin canescens*, *Reithrontomys fulvescens* y *R. mexicanus*). El número de individuos capturados en el PTC es de 187 y para el BMM de 586 (figura 5 y 6). La diversidad medida con el índice de

Shannon muestra valores para PTC 1.56 y el BMM de 1.86 y de acuerdo a Hutcheson existen diferencias significativas ($t= -3.4333$; $p= 0.000684$) entre el PTC y el BMM. La mayor diversidad se observó en el BMM un valor de 6.40 especies efectivas, mientras que en el PTC fue de 4.77.

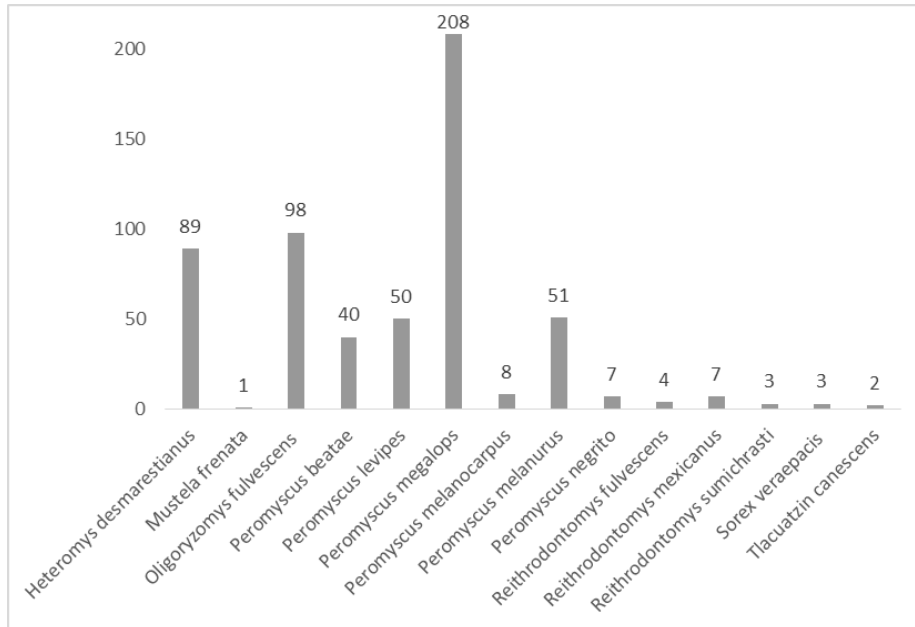


Figura 5. Riqueza y abundancia de especies en el Bosque Mesófilo de Montaña.

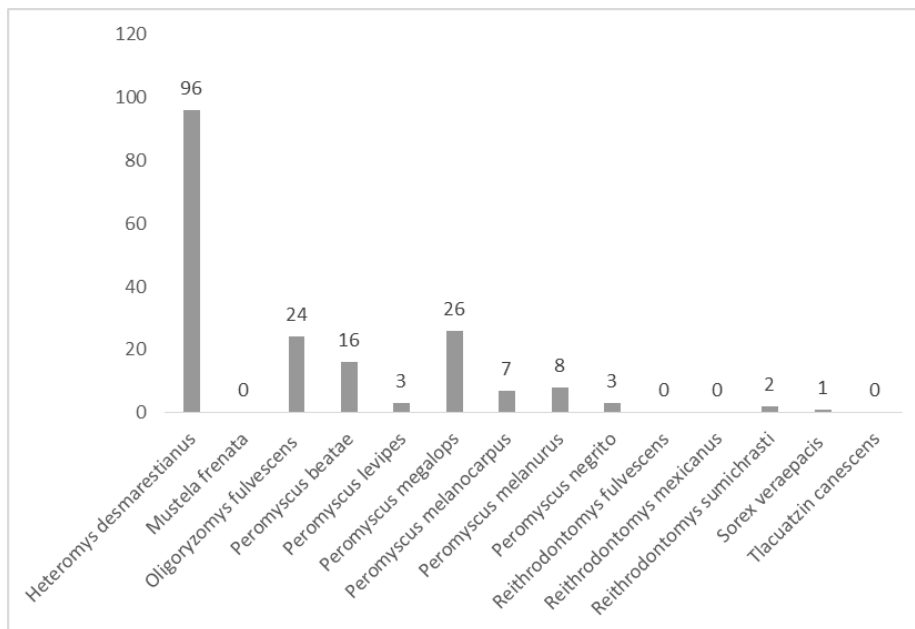


Figura 6. Riqueza y abundancia de especies en el Policultivo Tradicional Cafetalero.

De las 14 especies registradas en todo el muestreo, solamente en 10 se pudieron realizar análisis, siete presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el número de individuos entre el PTC y el BMM (Tabla 2). Las especies que no mostraron diferencias significativas son comunes en ambientes perturbados y naturales como *Heteromys desmarestianus*; mientras que *Reithrodontomys sumichrasti*, *Sorex veraepacis* y *Tlacuatzin canescens* presentaron valores de abundancia iguales o menores a tres en todo el periodo de muestreo.

Tabla 2. Pruebas realizadas para comparar la abundancia entre el PTC y el BMM.

ESPECIE	BMM	PTC	Prueba	Estadístico	<i>p</i>
<i>Heteromys desmarestianus</i>	89	96	<i>F</i>	1.3373	0.15415
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	98	24	<i>F</i>	5.1531	1.84E-14
<i>Peromyscus beatae</i>	40	16	<i>F</i>	11.3746	0.0001
<i>Peromyscus levipes</i>	50	3	<i>F</i>	31.0316	0.0001
<i>Peromyscus megalops</i>	208	26	<i>F</i>	13.105	3.78E-30
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	8	7	<i>t</i>	-0.2233	0.8237
<i>Peromyscus melanurus</i>	51	8	<i>F</i>	19.4421	0.0001
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	4	0	<i>t</i>	-2.0317	0.0448
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	7	0	<i>t</i>	-2.7316	0.0074
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	3	2	<i>t</i>	-0.4509	0.6528
<i>Sorex veraepacis</i>	3	1	-	-	-
<i>Tlacuatzin canescens</i>	2	0	-	-	-
<i>Mustela frenata</i>	1	0	-	-	-

4.2 Relación del hábitat

4.2.1 Ambiente lumínico

En el PTC solo una especie tuvo asociación con las variables del ambiente lumínico. *Peromyscus melanocarpus* se asoció de modo inversamente proporcional y significativo ($\rho = -0.235714$; $p = 0.019463$) con el área del cielo y directamente proporcional y significativa ($\rho = 0.235714$; $p = 0.019463$) con el área enmascarada. Esto indica que esta especie prefiere las vertientes o laderas de umbría, donde la cantidad de radiación es baja.

Para el BMM seis de las 14 especies mostraron algún grado de asociación. *Heteromys desmarestianus* se asoció de modo inversamente proporcional y significativo ($\rho = -0.204596$; $p = 0.043296$) con el área del cielo y con el área enmascarada ($\rho = 0.204596$; $p = 0.043296$);

Peromyscus melanurus, también se asoció con estas dos variables, directamente proporcional y significativo ($\rho = 0.419225$; $p = 0.000017$) con el área del cielo, e inversamente proporcional y significativo ($\rho = -0.419225$; $p = 0.000017$) con el área enmascarada. *Reithrodontomys sumichrasti*, presenta un mismo patrón de asociación que *P. melanurus*, se asoció de modo directamente proporcional y significativo ($\rho = 0.201745$; $p = 0.046362$) con el área del cielo, e inversamente proporcional y significativo ($\rho = -0.201745$; $p = 0.046362$) con el área enmascarada. *Reithrodontomys fulvescens*, presenta el mismo patrón de asociación que las dos especies anteriores, se asoció de modo directamente proporcional y significativo ($\rho = 0.234191$; $p = 0.020287$) con el área del cielo, e inversamente proporcional y significativo ($\rho = -0.234191$; $p = 0.020287$) con el área enmascarada. *Oligoryzomys fulvescens*, se asoció en forma inversamente proporcional y significativa con la apertura del dosel ($\rho = -0.199777$; $p = 0.048581$) y con la apertura del sitio ($\rho = -0.199706$; $p = 0.048664$). Esto indica que *H. desmarestianus* prefiere las vertientes o laderas de umbría, donde la cantidad de radiación es baja. Mientras que *P. melanurus*, *R. sumichrasti* y *R. fulvescens* prefieren zonas de solana, donde la radiación solar incide más. Mientras que *Oligoryzomys fulvescens* prefiere sitios con dosel cerrado.

4.2.2 Vegetación y cobertura del suelo

En el PTC tres especies mostraron asociación estadísticamente significativa y positiva con la vegetación y cobertura del suelo: *Heteromys desmarestianus* directamente proporcional ($\rho = 0.347562$; $p = 0.014407$) con las oquedades. *Peromyscus beatae* ($\rho = 0.325079$; $p = 0.022661$) y *Peromyscus melanocarpus* ($\rho = 0.410321$; $p = 0.003409$) con el ángulo de la pendiente, esta última especie también con árboles con DAP mayor a 10 cm ($\rho = -0.360997$; $p = 0.010825$).

Para el BMM, seis especies de las 14 registradas mostraron algún tipo de asociación. *Heteromys desmarestianus*, muestra una asociación inversamente proporcional y significativa ($\rho = -0.304717$; $p = 0.033265$) con árboles con DAP mayor a 10 cm, y con el ángulo de inclinación del relieve muestra una asociación directamente proporcional y significativa ($\rho = 0.290875$; $p = 0.042598$). *Peromyscus beatae*, muestra una asociación inversamente proporcional y significativa ($\rho = -0.328604$; $p = 0.021151$) con el número de oquedades. *Peromyscus levipes*, muestra una asociación directamente proporcional y

significativa ($\rho= 0.380239$; $p= 0.007039$) con la presencia de gramíneas, así mismo muestra asociación inversamente proporcional y significativa ($\rho= -0.286567$; $p= 0.045905$) con árboles con DAP mayor a 10 cm. *Peromyscus megalops* y *P. melanurus*, muestra asociación inversamente proporcional y significativa (valores $\rho= -0.442122$; $p= 0.001470$ y $\rho= -0.325285$; $p= 0.022571$ para cada especie respectivamente) con árboles con DAP mayor a 10 cm. *Sorex veraepacis*, muestra una asociación directamente proporcional y significativa ($\rho= 0.427540$; $p= 0.002183$) con la presencia de helechos.

4.3 Dinámica poblacional

4.3.1 Prueba de cierre para datos de captura-recaptura específicos de tiempo

La prueba de cierre de Stanley y Burnham (1999), se pudo aplicar en ocho especies para el BMM, de estas *P. melanocarpus* se comportó como una población demográficamente cerrada. Para el PTC a cinco especies se les pudo aplicar esta prueba, tres especies se comportaron como poblaciones demográficamente cerradas (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de cierre.

Especie	BMM		PTC	
	X^2	p	X^2	p
<i>Heteromys desmarestianus</i>	95.7	0.000*	143.87	0.000*
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	94.97	0.000*	14.06	0.229
<i>Peromyscus beatae</i>	75.45	0.000*	25.36	0.002*
<i>Peromyscus levipes</i>	82.65	0.000*	-	-
<i>Peromyscus megalops</i>	354	0.000*	18.31	0.305
<i>Peromyscus melanurus</i>	72.96	0.000*	12.19	0.43
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	5.314	0.256	-	-
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	-	-	-	-
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	-	-	-	-
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	-	-	-	-
<i>Sorex veraepacis</i>	-	-	-	-
<i>Tlacuatzin canescens</i>	-	-	-	-
<i>Mustela frenata</i>	-	-	-	-

4.3.2 Tamaño poblacional y densidad.

La prueba de Razón de Verosimilitud (Likelihood Ratio Test), se aplicó en 12 de los 14 especies/sitios modelados. *Peromyscus melanurus* en el BMM, se observa que la diferencia en las desviaciones del modelo es 10.539, con una diferencia en el número de parámetros de 4. Según una distribución χ^2 , esta diferencia es significativa en el nivel nominal de 0.05 (P= 0. 0.0323). Para las demás especies no se observó diferencia estadísticamente significativa. En otras palabras, ambos modelos se ajustan bien a los datos (no podemos diferenciarlos estadísticamente; Tabla 4 y 5).

Tabla 4 Prueba Razón de Verosimilitud para los dos mejores modelos candidatos. Las siglas indican Hd: *Heteromys desmarestianus*, Of : *Oligoryzomys fulvescens*, Pb: *Peromyscus beatae*, Pl: *Peromyscus levipes*, Pmg: *Peromyscus megalops*, Pmn: *Peromyscus melanurus* y Pmc: *Peromyscus melanocarpus*.

Especie/sitio	Modelo 1	Modelo 2	Chi ²	g.l.	Prob.
Hd_Bmm	Anual	Temporadas	4.605	3	0.2031
Hd_Ptc	Anual	Temporadas	11.052	5	0.0504
Of_Bmm	Anual	Temporadas	3.659	3	0.3007
Of_Ptc	Anual	Temporadas	2.314	4	0.6782
Pb_Bmm	Anual	Temporadas	1.099	4	0.8944
Pb_Ptc	Mensual	Anual	25.026	33	0.8389
Pl_Bmm	Anual	Temporadas	5.809	5	0.3253
Pl_Ptc	-	-	-	-	-
Pmg_Bmm	Anual	Temporadas	5.386	5	0.3707
Pmg_Ptc	Mensual	Anual	36.328	27	0.1083
Pmn_Bmm	Anual	Temporal	10.539	4	0.0323*
Pmn_Ptc	Mensual	Anual	21.082	20	0.3923
Pmc_Bmm	Mensual	Anual	4.042	6	0.6709
Pmc_Ptc	-	-	-	-	-

Tabla 5. Modelos candidatos para la obtención de parámetros demográficos. Las siglas indican Hd: *Heteromys desmarestianus*, Of : *Oligoryzomys fulvescens*, Pb: *Peromyscus beatae*, Pl: *Peromyscus levipes*, Pmg: *Peromyscus megalops*, Pmn: *Peromyscus melanurus* y Pmc: *Peromyscus melanocarpus*. Bmm: Bosque Mesófilo de montaña, Ptc: Policultivo tradicional cafetalero.

Especie	Modelo	AICc	Delta AICc	Peso AIC	Verosimilitud	No. Parámetros
Hd_Bmm	Anual	287.3467	0.000	0.76179	1.000	4
	Temporadas	289.6717	2.3250	0.23821	0.3127	7
	Mensual	340.1678	52.8211	0.000	0.000	28
Hd_Ptc	Anual	352.1969	0.000	0.63440	1.000	5
	Temporadas	353.2992	1.1023	0.36560	0.5763	10
	Mensual	501.5954	143.3985	0.000	0.000	46
Of_Bmm	Anual	294.0032	0.000	0.84497	1.000	5
	Temporadas	297.3946	3.3914	0.15503	0.1835	8
	Mensual	322.1076	28.1044	0.000	0.000	25
Of_Ptc	Anual	81.6564	0.000	0.99926	1.000	4
	Temporadas	96.0662	14.4098	0.00074	0.0007	8
	Mensual	166.5118	84.8554	0.000	0.000	15
Pb_Bmm	Anual	150.6406	0.000	0.99675	1.000	5
	Temporadas	162.0950	11.4544	0.00325	0.0033	9
	Mensual	422.5512	271.9106	0.000	0.000	30
Pb_Ptc	Mensual	-293879	0.000	1.000	1.000	38
	Anual	64.5078	93.8957	0.000	0.000	5
	Temporadas	107.5343	136.9222	0.000	0.000	10
Pl_Bmm	Anual	171.7779	0.000	0.98731	1.000	5
	Temporadas	180.4867	8.7088	0.01269	0.0129	10
	Mensual	367.9686	196.1907	0.000	0.000	34
Pl_Ptc	....	....	....	....	....	....
Pmg_Bmm	Anual	712.7917	0.000	0.93891	1.000	5
	Temporadas	718.2563	5.4646	0.06109	0.0651	10
	Mensual	771.3315	58.5398	0.000	0.000	55
Pmg_Ptc	Mensual	-170.2340	0.000	1.000	1.000	32
	Anual	116.8086	287.0426	0.000	0.000	5
	Temporadas	124.6491	294.8831	0.000	0.000	10
Pmn_Bmm	Anual	175.0393	0.000	0.50254	1.000	4
	Temporadas	175.0596	0.0203	0.49746	0.9899	8
	Mensual	268.4760	93.4367	0.000	0.000	28

Especie	Modelo	AICc	Delta AICc	Peso AIC	Verosimilitud	No. Parámetros
Pmn_Ptc	Mensual	-44.6638	0.000	1.000	1.000	24
	Anual	49.9537	94.6175	0.000	0.000	4
	Temporadas	78.4153	123	0.000	0.000	8
Pmc_Bmm	Mensual	-34.4698	0.000	1.000	1.000	10
	Temporadas	44.2393	78.7091	0.000	0.000	4
	Anual	44.2393	78.7091	0.0001	0.000	4
Pmc_Ptc	....	....	....	....	....	....

Heteromys desmarestianus

Entre el BMM y el PTC, las poblaciones de *Heteromys desmarestianus* no mostraron diferencia estadísticamente significativa ($t= 0.336$; $p= 0.740$) en el número de capturas. Para el BMM en el mes de agosto se estimó el mayor tamaño de la población ($N= 17.647$; $E.E= 3.254$), para este mismo mes en el PTC se estimó un total de 6.903 y un error estándar de 2.146; para el PTC en el mes de junio se estimó la mayor población ($N= 12.633$; $E.E= 5.287$; figura 7). Para el final de la temporada lluviosa (mayo-octubre) se observa un incremento en el tamaño de la población del PTC y una reducción en el BMM.

La densidad estimada para el BMM varía entre 36 ind/ha y 7.7 ind/ha. Mientras que la densidad observada varían entre 40.82 ind/ha y 8.16 ind/ha. Para el PTC la densidad estimada varío entre 25.78 ind/ha y 3.29 ind/ha. Mientras que la densidad observada fluctuó entre 28.57 ind/ha y 4.08 ind/ha (Anexo III, IV y V), los valores máximos, se presentaron en la temporada húmeda para el BMM y para el PTC a inicios de la temporada seca.

Oligoryzomys fulvescens

Para *Oligoryzomys fulvescens* entre el BMM y el PTC se observó diferencia estadísticamente significativa ($t= 2.454$; $p= 0.023$). En el BMM, en el mes de junio se estimó el mayor tamaño de la población ($N= 21.626$; $E.E= 8.320$), en cambio para el PTC en el mes de agosto se estimó el valor más elevado en la población con 6.179 ($E.E= 0.486$; figura 7).

La densidad estimada varío de 5.74 ind/ha a 44.13 ind/ha en el BMM y para el PTC la densidad varío de 2.1 ind/ha a 12.61 ind/ha. La densidad observada varío de 40.82 ind/ha y 4.08 ind/ha para el BMM y de 16.33 ind/ha a 2.04 ind/ha (Anexo III, IV y V), los valores máximos se presentaron a mediados de la temporada lluviosa para el BMM y el PTC.

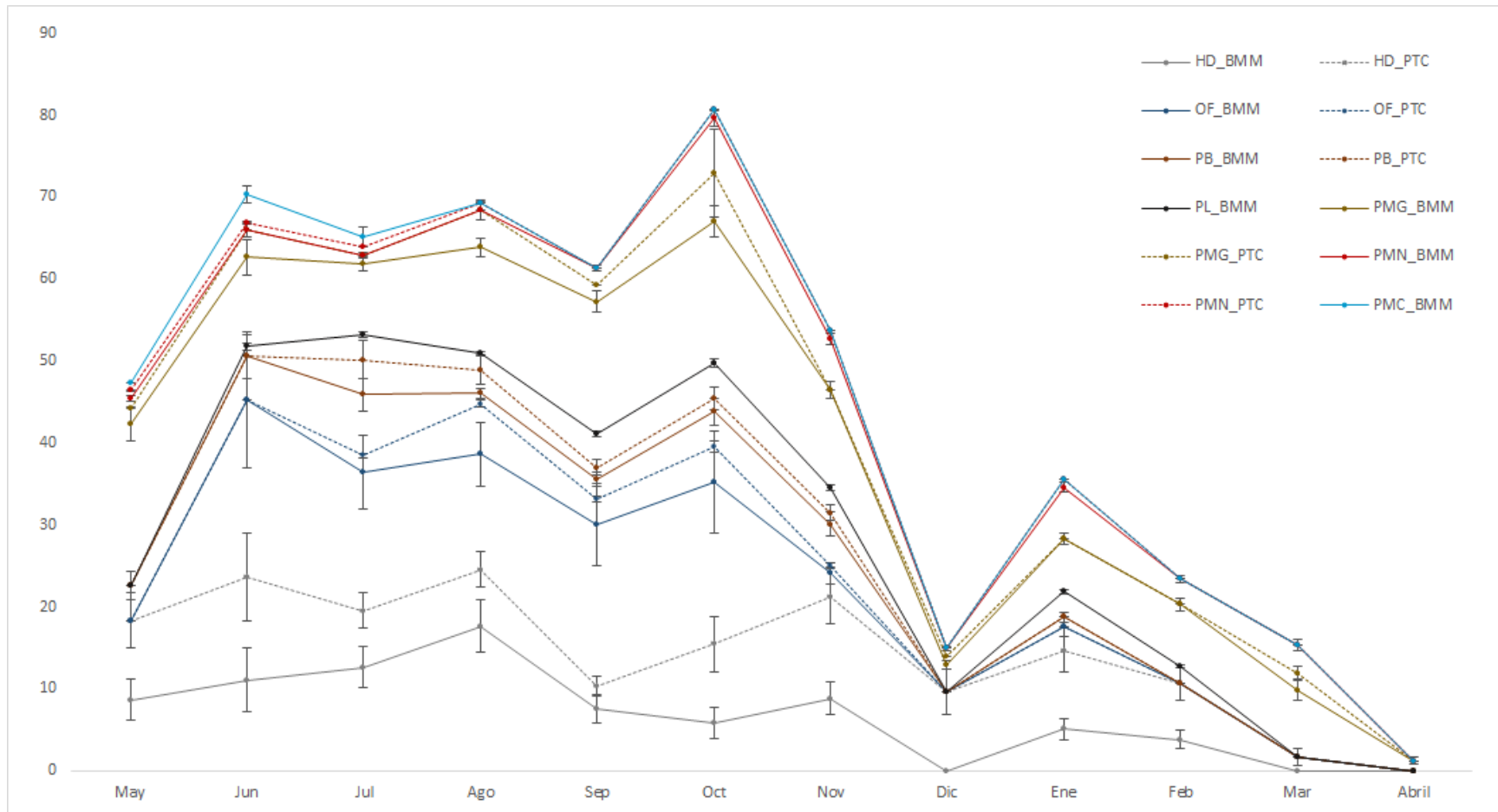


Figura 7. Tamaño de población estimado con la desviación estándar correspondiente. Las líneas continuas corresponden al Bosque Mesófilo de Montaña; las líneas punteadas corresponden al policultivo tradicional cafetalero. HD: *Heteromys desmarestianus*, OF: *Oligoryzomys fulvescens*, PB: *Peromyscus beatae*, PL: *P. levipes*, PMG: *P. megalops*, PMN: *P. melanurus* y PMC: *P. melanocarpus*, BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Peromyscus beatae

Las poblaciones del BMM y el PTC no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($t= 1.9165$; $p= 0.068$). Para el BMM en el mes de julio se estimó el mayor tamaño de la población ($N= 7.424$; $E.E= 1.979$), para este mismo mes en el PTC se estimó el valor máximo en el tamaño de la población ($N= 4.280$; $E.E= 2.287$; figura 7).

La densidad estimada para el BMM vario de 15.15 ind/ha a 2.52 ind/ha, en el PTC 8.73 ind/ha a 2.91 ind/ha. Por su parte la densidad observada vario de 22.45 ind/ha a 2.04 ind/ha para el BMM, en el PTC la densidad vario de 2.04 ind/ha a 16.33 ind/ha (Anexo III, IV y V).

Peromyscus levipes

En el PTC no se pudo estimar el tamaño de la población. Para el BMM, el mayor tamaño de la población se registró en el mes de octubre ($N= 4.23$, $E.E= 0.53$), en junio se estimó 1.16 individuos ($E.E. = 0.45$; figura 7). La densidad estimada para esta especie fue de 8.63 ind/ha a 2.38 ind/ha en los meses de octubre y junio respectivamente, mientras que la densidad observada fue de 20.41 ind/ha a 4.08 ind/ha para los meses de enero y junio respectivamente (Anexo III, IV y V).

Peromyscus megalops

Las poblaciones *P. megalops*, del BMM y el PTC mostraron diferencias estadísticamente significativas en el nivel nominal de 0.05 ($t= 4.975$; $p= 0.00$). En el BMM en el mes de mayo al inicio de la temporada de lluvia se presentó el valor más elevados ($N=17.72$; $E.E.= 2.068$), para el PTC en octubre se dio el pico en el tamaño de la población ($N=5.84$; $E.E= 5.39$; figura 7).

La densidad estimada vario de 40.24 ind/ha a 2.36 ind/ha para el BMM, en el PTC vario de 11.93 ind/ha a 2.04 ind/ha. La densidad observada vario entre 59.18 ind/ha y 2.04 ind/ha en el BMM con dos picos una en mayo y otra en noviembre. Para el PTC la densidad vario 12.24 ind/ha a 2.04 ind/ha (Anexo III, IV y V).

Peromyscus melanurus

Las poblaciones de esta especie del BMM y el PTC mostraron diferencia estadísticamente significativa ($t= 2.471$; $p= 0.0216$). El tamaño más elevador de la población se dio en el mes de Octubre ($N=6.69$; $E.E.=1.01$) del BMM, en el PTC el mes de junio presento los valores máximos estimados ($N=1.01$; $E.E.=0.13$; figura 7). La densidad estimada vario de 40.24 ind/ha a 6.59 ind/ha para el BMM y en el PTC de 11.93 ind/ha a 2.04 ind/ha (Anexo III, IV y V).

Peromyscus melanocarpus

El tamaño de la población de *P. melanocarpus* solo se pudo estimar para el BMM, ya que en el PTC solo se colecto un individuo, la población estimada solo se registró en los tres primeros meses de lluvia, con un pico en junio de 3.37 ($E.E.= 1.02$; figura 7). La densidad estimada máxima fue de 6.88 ind/ha en junio y la mínima de 2.04 ind/ha en mayo. La densidad observada vario de 8.16 ind/ha a 4.08 ind/ha, para el PTC la densidad observada vario de 6.12 ind/ha a 4.08 ind/ha (Anexo III, IV y V).

Especies registradas en forma ocasional

En siete especies no se pudieron estimar su tamaño de la poblacional, debido a lo poco representados en las muestras. La densidad observada de estas especies en algunos casos fue homogénea (*e.g. Sorex veaeapacis* y *Tlacuatzin canescens*) 2.04 ind/ha en todos los casos; *Reithrodontomys fulvescens*, *R. mexicanus* y *Mustela frenata* tuvieron presencia en un solo mes y densidades que variaron de 8.16 ind/ha, 14.29 ind/ha y 2.04 ind/ha respectivamente (tabla 6).

Tabla 6. Densidad observada de especies registradas en forma ocasional (ni = número de individuos de la especie).

Especie	MES	BMM ni	PTC ni	BMM Ind/ha	PTC Ind/ha
<i>Mustela frenata</i>	Sep	1	0	2.04	0
<i>Peromyscus sp.</i>	May	5	3	10.20	6.12
	Oct	2	0	4.08	0
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	May	4	0	8.16	0
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	May	7	0	14.29	0
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	May	2	1	4.08	2.04
	Jun	1	0	2.04	0
	Ago	0	1	0	2.04
<i>Sorex veraepacis</i>	Jun	0	1	0	2.04
	Nov	1	0	2.04	0
	Dic	1	0	2.04	0
	Mar	1	0	2.04	0
<i>Tlacuatzin canescens</i>	May	1	0	2.04	0
	Oct	1	0	2.04	0

4.3.3 Tasa de sobrevivencia, Migración y probabilidad de captura-recaptura

Las tasas de sobrevivencia, la emigración, la probabilidad de captura y la probabilidad de recaptura fue mayor para el PTC, *O. fulvescens* fue la excepción en los dos primeros parámetros y en la probabilidad de recaptura, mientras que *H. desmarestianus* y *P. beatae* fueron la excepción en la probabilidad de captura (tabla 8; figura 8).

Heteromys desmarestianus

La población de esta especie en el BMM presento una emigración baja y una inmigración alta (γ'' : 0.002; γ' : 1.000). En términos generales la probabilidad de captura y la probabilidad recaptura se ubican en un término medio, con una tendencia a la baja, en la probabilidad de recaptura (p : 0.326; c : 0.262; tabla 12). Para la población ubicada en el PTC, la emigración-inmigración fueron altas (γ'' : 0.705; γ' : 0.875; tabla 8; figura 8).

En el BMM la salida de individuos es baja, y la llegada de individuos es alta. Lo que provocaría *per se*, que la población tuviera número elevados en el tamaño de su población, sin embargo, esto no ocurre así, el promedio de la población es mayor en el PTC.

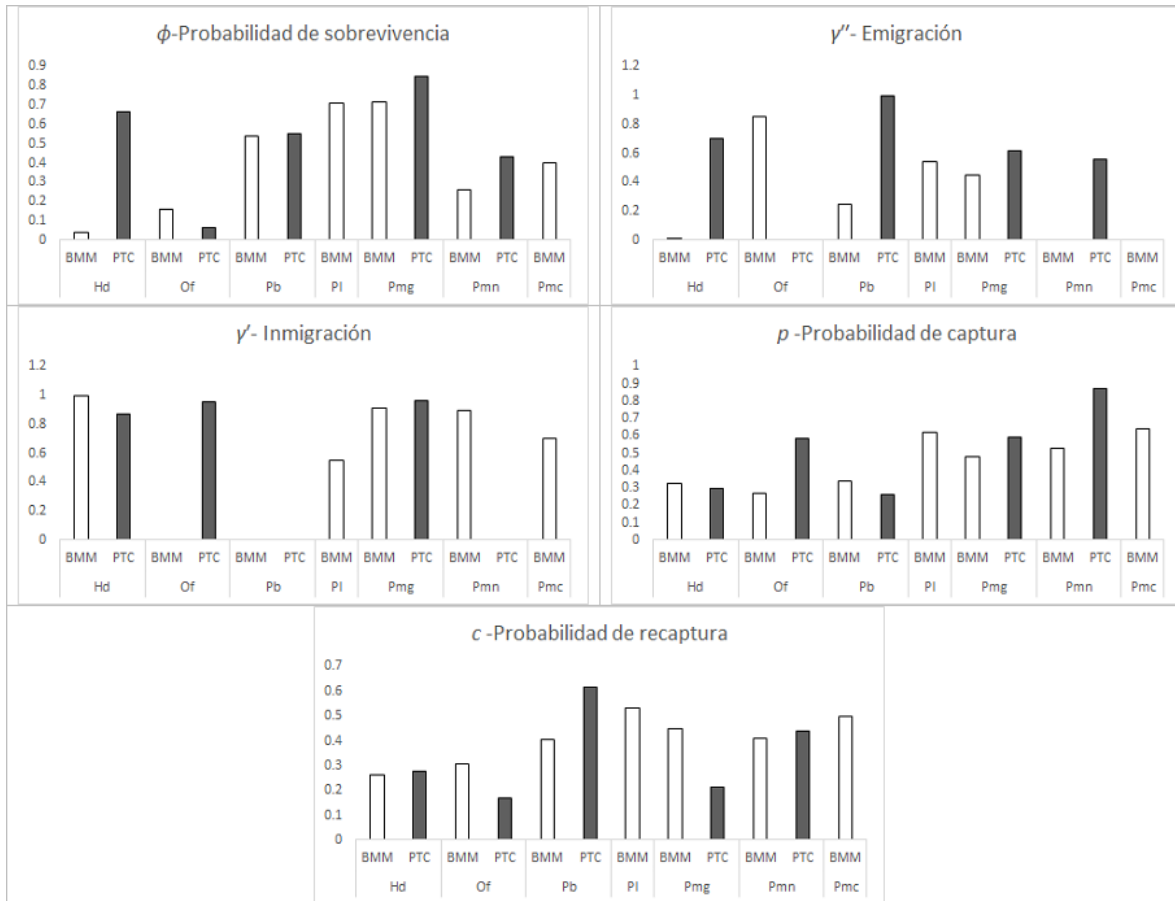


Figura 8. Parámetros Probabilidad de sobrevivencia. HD: *Heteromys desmarestianus*, OF: *Oligoryzomys fulvescens*, PB: *Peromyscus beatae*, PL: *P. levipes*, PMG: *Peromyscus megalops*, PMN: *Peromyscus melanurus* y PMC: *Peromyscus melanocarpus*, BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Oligoryzomys fulvescens

La población del BMM presenta una emigración alta y sin inmigración (γ'' : 0.857; γ' : 0). Mientras que la probabilidad de captura y la probabilidad recaptura, tuvieron un aumento, debido probablemente al síndrome de trampofilia (Tabla 12; Menkens y Anderson, 1988). En la población ubicada en el PTC, no se estimó emigración y la inmigración fue elevada (γ'' : 0; γ' : 0.955), la probabilidad de captura tuvo valores altos respecto a la probabilidad recaptura (tabla 8; figura 8).

En el BMM, la emigración alta, se compensa con una sobrevivencia mucho mayor que en el PTC. Mientras que en el PTC la inmigración es elevada, lo que podría sugerir que

el tamaño de la población fuera elevada, sin embargo, la probabilidad de sobrevivencia es muy baja.

Peromyscus beatae

Las poblaciones de esta especie en el BMM y en el PTC presentan una probabilidad de sobrevivencia muy semejante (ϕ : 0.538 y ϕ : 0.554 respectivamente), la inmigración en ambos casos es nula. Para el caso de la emigración, en el PTC se presenta un valor de γ'' : 1, mientras que para el BMM presenta un valor intermedio (γ'' : 0.245). Los valores de la probabilidad de captura y la probabilidad de recaptura del BMM muestran valores que tienden al incremento, lo que sugiere, que se presenta el síndrome de trampofilia (tabla 8; figura 8; Menkens y Anderson, 1988) para el PTC también se observa un incremento. Aunque se presentan valores elevados en la emigración y con una inmigración nula, se compensa con una elevada probabilidad de sobrevivencia.

Peromyscus levipes

La población de esta especie solo se registró en el BMM, la probabilidad de sobrevivencia es elevado (ϕ : 0.712). Los valores de las tasas de emigración y migración se encuentran en un término medio (γ'' : 0.540 y γ' : 0.552 respectivamente), la probabilidad de captura fue mayor que la probabilidad de recaptura (p : 0.619; c : 0.531), estos valores sugieren que se presenta el síndrome de trampofobia (tabla 8; figura 8; Menkens y Anderson, 1988).

Peromyscus megalops

La probabilidad de sobrevivencia fue mayor en el PTC (ϕ : 0.846) que el BMM (ϕ : 0.716), la inmigración en ambas poblaciones fue mayor que la emigración. Los valores inferiores en la probabilidad de recaptura, infieren que se presenta el síndrome de trampofobia (tabla 8; figura 8; Menkens y Anderson, 1988).

Peromyscus melanurus

La población en el BMM presento valores por debajo de la media (ϕ : 0.262) y mucho menor que en el PTC (ϕ : 0.429). La emigración en el BMM fue nula y la inmigración presento valores altos, mientras que para el PTC le emigración presento valores intermedios, mientras

que la inmigración fue nula. La probabilidad de captura en ambos casos fue mayor que la probabilidad de recaptura (tabla 8; figura 8).

Tabla 7. Parámetros calculados, ϕ : Probabilidad de sobrevivencia, γ'' : emigración, γ' : inmigración, p : probabilidad de captura, c : probabilidad de recaptura. Hd: *Heteromys desmarestianus*, Of: *Oligoryzomys fulvescens*, Pb: *Peromyscus beatae*, Pl: *Peromyscus levipes*, Pmg: *Peromyscus megalops*, Pmn: *Peromyscus melanurus* y Pmc: *Peromyscus melanocarpus*.

Especie	Sitio	ϕ	γ''	γ'	p	c
Hd	BMM	0.043	0.002	1.000	0.326	0.262
	PTC	0.665	0.705	0.875	0.295	0.276
Of	BMM	0.162	0.857	0.000	0.267	0.305
	PTC	0.064	0.000	0.955	0.587	0.171
Pb	BMM	0.538	0.245	0.000	0.338	0.405
	PTC	0.554	1.000	0.000	0.260	0.615
Pl	BMM	0.712	0.540	0.552	0.619	0.531
	PTC	-	-	-	-	-
Pmg	BMM	0.716	0.453	0.917	0.483	0.450
	PTC	0.846	0.618	0.962	0.589	0.212
Pmn	BMM	0.262	0.000	0.899	0.529	0.411
	PTC	0.429	0.562	0.000	0.873	0.438
Pmc	BMM	0.402	0.000	0.704	0.638	0.500
	PTC	-	-	-	-	-

Peromyscus melanocarpus

En el BMM la probabilidad de sobrevivencia (ϕ : 0.402) fue media. La emigración fue nula y la inmigración fue alta. La probabilidad de captura fue mayor que la probabilidad de recaptura, por lo que se asume que se presenta el síndrome de trampofobia (tabla 8; figura 8; Menkens y Anderson, 1988).

La mayoría de las especies han sido poco documentadas, los datos aquí aportados son los primeros. La probabilidad de sobrevivencia fue mayor en cuatro de las cinco especies modeladas para ambas poblaciones (BMM y PTC), esta mayor sobrevivencia se puede asumir a la menor cantidad de depredadores. La emigración es mayor en los mismos casos que la probabilidad de sobrevivencia.

4.4 Estado de la población

4.4.1 Proporción de sexos

Para *Sorex veraepacis* y *Tlacuatzin canescens*, solo se capturaron hembras (cuatro y dos capturas respectivamente) por lo que no se pudo aplicar la prueba exacta de Fisher. Esta prueba mostro diferencias estadísticas significativas en la proporción de sexos de *Peromyscus melanocarpus* ($F=0.0002$; $p=0.0002$) en el PTC no se capturaron machos y en el BMM no se capturaron hembras; *P. melanurus* también mostro diferencias estadísticamente significativas ($F= 0.005$; $p= 0.005$), la proporción de hembras por cada macho fue de 1:1 para el PTC, y de 1:0.6 para el BMM. Para el resto de las especies la proporción de sexos no mostro diferencias significativas (tabla 9).

En *Heteromys desmarestianus*, *Peromyscus beatae*, *P. levipes* y *P. megalops* los machos superaron en número a las hembras, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas para ambos tipos de vegetación. *Oligoryzomys fulvescens* registro más hembras en PTC, mientras que en el BMM se registró casi el doble de machos que hembras. *Peromyscus sp* registro más hembras en ambos tipos de vegetación y *Reithrodontomys sumichrasti* registró solo machos en el PTC y solo hembras en el BMM. *R. fulvescens* y *R. mexicanus* solo presentaron registros en el BMM, en ambas especies la proporción de machos fue mayor que las hembras (tabla 8).

Tabla 8. Proporción de sexos. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; * significancia estadística $p < 0.05$.

Especie	Sitio	Macho	Hembra	Proporción M:H		F	p
<i>Heteromys desmarestianus</i>	PTC	49	38	1	0.77	0.35	0.648
	BMM	45	41	1	0.91		
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	PTC	9	11	1	1.22	0.07	0.126
	BMM	61	32	1	0.52		
<i>Peromyscus beatae</i>	PTC	9	7	1	0.77	0.51	1.000
	BMM	24	16	1	0.66		
<i>Peromyscus levipes</i>	PTC	3	0	1	0	0.84	1.000
	BMM	47	3	1	0.06		
<i>Peromyscus megalops</i>	PTC	15	9	1	0.6	0.27	0.4803
	BMM	146	60	1	0.41		

Especie	Sitio	Macho	Hembra	Proporción M:H		F	p
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	PTC	0	7	0	1	0.0002	0.0002*
	BMM	8	0	1	0		
<i>Peromyscus melanurus</i>	PTC	4	4	1	1	0.005	0.005*
	BMM	45	3	1	0.06		
<i>Peromyscus sp</i>	PTC	0	3	0	1	0.47	0.533
	BMM	2	5	1	2.5		
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	PTC	0	0	0	0	1.000	1.000
	BMM	3	1	1	0.33		
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	PTC	0	0	0	0	1.000	1.000
	BMM	4	3	1	0.75		
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	PTC	2	0	1	0	0.17	0.3333
	BMM	0	2	0	1		
<i>Sorex veraepacis</i>	PTC	0	1	0	1	-	-
	BMM	0	3	0	1		
<i>Tlacuatzin canescens</i>	PTC	0	0	0	0	-	-
	BMM	0	2	0	1		

4.4.2 Estado reproductivo

La prueba Exacta de Fisher mostro diferencias estadísticas significativas en el estado reproductivo de *Peromyscus beatae* (F= 0.003; p= 0.01), *P. levipes* (F= 0.029; p= 0.03) y *P. megalops* (F= 0.005; p= 0.01), entre ambos tipos de vegetación (Tabla 9).

Tabla 9. Estado reproductivo. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; * significancia estadística $p < 0.05$.

Especie	Sitio	Activo	Inactivo	F	p
<i>Heteromys desmarestianus</i>	PTC	42	45	0.2	0.36
	BMM	48	38		
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	PTC	8	12	0.24	0.43
	BMM	27	66		
<i>Peromyscus beatae</i>	PTC	0	16	0.003	0.01*
	BMM	14	25		
<i>Peromyscus levipes</i>	PTC	0	3	0.029	0.03*
	BMM	36	14		
<i>Peromyscus megalops</i>	PTC	8	16	0.005	0.01*
	BMM	129	77		

Especie	Sitio	Activo	Inactivo	F	p
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	PTC	0	7	0.266	0.47
	BMM	2	6		
<i>Peromyscus melanurus</i>	PTC	4	4	0.427	0.7
	BMM	29	19		
<i>Peromyscus sp</i>	PTC	2	1	0.183	0.18
	BMM	1	6		
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	PTC	0	0	1.000	1.000
	BMM	3	1		
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	PTC	0	0	1.000	1.000
	BMM	4	3		
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	PTC	2	0	0.05	1.000
	BMM	0	2		
<i>Sorex veraepacis</i>	PTC	0	1	-	-
	BMM	0	3		
<i>Tlacuatzin canescens</i>	PTC	0	0	-	-
	BMM	0	2		

En *Peromyscus beatae*, *P. levipes* y *P. megalops* mostraron diferencias estadísticamente significativas para el estado reproductivo (tabla 10). Los individuos inactivos que tuvieron un número mayor sobre los individuos activos en el PTC son *Heteromys desmarestianus*, *Peromyscus levipes* y *P. megalops*; aunque los individuos inactivos representaron una menor cantidad para estas especies en el BMM. Los individuos inactivos que tuvieron un número mayor sobre los activos en ambos tipos de vegetación, pertenecen a las especies *Oligoryzomys fulvescens*, *Peromyscus beatae*, *P. melanocarpus* y *Sorex veraepacis*. *Reithrodontomys fulvescens* y *R. mexicanus* solo tuvieron presencia en el BMM, los individuos activos fueron más que los inactivos y *Tlacuatzin canescens* también solo se registraron dos individuos inactivos en el BMM (tabla 10).

4.4.3 Estructura de edades

Dos especies mostraron una diferencia estadísticamente significativa en la estructura de edades, *Peromyscus beatae* (F= 0.000; p= 0.000) y *Peromyscus megalops* (F= 0.005; p= 0.005). *P. beatae* en el PTC solo se presentaron individuos juveniles, mientras que en el BMM, se registraron 30 adultos y nueve juveniles. *P. megalops* en el PTC tuvieron la misma

proporción los juveniles y adultos, mientras que en el BMM hubo 160 adultos y 46 juveniles (tabla 10).

Tabla 10. Estructura de edades. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; * significancia estadística $p < 0.05$.

Especie	Sitio	Joven	Adulto	F	p
<i>Heteromys desmarestianus</i>	PTC	28	59	0.244	0.428
	BMM	33	53		
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	PTC	8	12	0.517	1.000
	BMM	35	58		
<i>Peromyscus beatae</i>	PTC	16	0	0.000	0.000*
	BMM	9	30		
<i>Peromyscus levipes</i>	PTC	0	3	0.565	1.000
	BMM	9	41		
<i>Peromyscus megalops</i>	PTC	12	12	0.005	0.005*
	BMM	46	160		
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	PTC	7	0	0.533	1.000
	BMM	7	1		
<i>Peromyscus melanurus</i>	PTC	4	4	0.531	1.000
	BMM	29	19		
<i>Peromyscus sp</i>	PTC	3	0	0.7	1.000
	BMM	6	1		
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	PTC	0	0	1.000	1.000
	BMM	3	1		
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	PTC	0	0	1.000	1.000
	BMM	4	3		
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	PTC	2	0	0.05	1.000
	BMM	0	2		
<i>Sorex veraepacis</i>	PTC	0	1	-	-
	BMM	0	3		
<i>Tlacuatzin canescens</i>	PTC	0	0	-	-
	BMM	0	2		

Para *Sorex veraepacis* solo se registró individuos adultos en ambos tipos de vegetación. *Reithrodontomys fulvescens*, *R. mexicanus* y *Tlacuatzin canescens* no registraron individuos en el PTC. *Heteromys desmarestianus*, *Oligoryzomys fulvescens* y *Peromyscus*

levipes tuvieron un mayor registro de adultos sobre jóvenes. *P. megalops* y *P. melanurus* presentaron la misma cantidad de juveniles y adultos en el PTC, mientras que en el BMM tuvieron proporciones diferentes (tabla 11).

4.5 Estado de conservación

Mustela frenata: Ceballos y Oliva (2005), reportan que esta especie no se encuentra en ningún riesgo, ya que es abundante, con una amplia distribución y una gran tolerancia a las perturbaciones antropogénicas.

Heteromys desmarestianus: esta especie es muy abundante en ambientes naturales y perturbados, y no se ubica en ninguna categoría de riesgo de extinción (Castro-Arellano y Santo-G. 2005a).

Oligoryzomys fulvescens: Castro-Arellano y Santo-G. (2005b) indican que esta especie no presenta problemas de conservación por su amplia distribución y su alta abundancia en algunos ambientes incluyendo zonas perturbadas.

Peromyscus beatae: Rojas-Martínez (2005) señala que no presenta problemas de conservación, por lo que no está incluida en ninguna categoría de riesgo de extinción.

Peromyscus levipes: Chávez-Tovar (2005) mencionan que es indeterminada la situación de esta especie. No se ubica en ninguna categoría de riesgo de extinción dentro de las normas nacionales e internacionales, debido a que se asume es abundante en algunas regiones.

Peromyscus megalops: Zarza y Ceballos (2005), mencionan que a pesar de su distribución restringida, es probable que no se encuentren en riesgo inmediato de extinción, ya que son tolerantes a las modificaciones antropogénicas a su hábitat. Esta especie no se ubica en ninguna categoría de riesgo de extinción dentro de las normas nacionales e internacionales.

Peromyscus melanocarpus: en la actualidad se desconoce el estado de sus poblaciones, pero por su área de distribución restringida es vulnerable a perturbaciones antrópicas (Castro-Arellano, 2005b). No se ubica dentro de ninguna categoría de riesgo de extinción dentro de las normas nacionales e internacionales.

Peromyscus melanurus: Castro Arellano (2005a) mencionan que se desconoce el estado de conservación, pero debido a su estado endémico y distribución restringida, asume que es vulnerable. Sin embargo, solo se ubica como vulnerable en la IUNC.

Reithrodontomys fulvescens: debido a su amplia distribución esta especie no presenta problemas de conservación, salvo sus subespecies microendémicas (*R. f. amoenus*, *R. f. infernatis*, *R. f. difficilis* y *R. f. nelsoni*), no se ha incluido en ninguna lista nacional o internacionales de conservación (Sánchez y Oliva, 2005a).

Reithrodontomys mexicanus: Sánchez y Oliva (2005b), indican que esta especie no se encuentra protegida, ni se ha encontrado evidencias de que exista alguna amenaza inminente sobre sus poblaciones en México.

Reithrodontomys sumichrasti: Ramírez-Pulido *et al.* (2005) mencionan que a pesar de que mucha de su área de distribución ha sido impactada, no se considera en riesgo de extinción debido a su tolerancia a perturbaciones antrópicas.

Sorex veraepacis: estas especies se han catalogado como raras dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la han reportado como una especie común del bosque mesófilo (Castro-Arellano, 2005c).

Tlacuatzin canescens: Ceballos (2005) menciona que es una especie abundante, que sobrevive inclusive en ambientes severamente perturbados como cultivos, no se encuentra en riesgo de extinción.

4.6 Factor de condición

El factor de condición se pudo calcular a ocho especies para ambos tipos de vegetación, y los restantes tres solo se calcularon para el BMM. La prueba no paramétrica de U-Mann Whitn se pudo realizar para cuatro especies, ninguna de ellas mostro diferencias estadísticamente significativas en el estado nutricional medido por el factor de condición. Las especies *Heteromys desmarestianus*, *Oligoryzomys fulvescens* y *Peromyscus beatae* mostraron un factor de condición mayor en el PTC sobre el BMM, sin embargo, ninguna mostro diferencias estadísticamente significativas. Mientras que *P. levipes*, *P. megalops*, *P. melanocarpus* y *P. melanurus* su factor de condición fue mayor en el BMM sobre el PTC (tabla 11).

Tabla 11. Factor de condición (k) promedio por especie y resultados de la prueba de U-Mann Whitn. PTC: Policultivo Tradicional Cafetalero, BMM: Bosque Mesófilo de Montaña.

Especie	Sitio	k	z	p
<i>Heteromys desmarestianus</i>	PTC	4.0122084	0.92651	0.35418
	BMM	3.6515615		
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	PTC	5.7745532	1.0591	0.28957
	BMM	5.3271497		
<i>Peromyscus beatae</i>	PTC	4.623172	0.69029	0.49001
	BMM	4.2847143		
<i>Peromyscus levipes</i>	PTC	2.3451412	-	-
	BMM	3.8849727		
<i>Peromyscus megalops</i>	PTC	3.9285173	0.50344	0.61465
	BMM	4.0486251		
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	PTC	3.9986287	-	-
	BMM	4.9146036		
<i>Peromyscus melanurus</i>	PTC	3.5583513	-	-
	BMM	4.319188		
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	PTC	-	-	-
	BMM	3.5575269		
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	PTC	-	-	-
	BMM	5.07793		
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	PTC	4.7407407	-	-
	BMM	5.0812278		
<i>Tlacuatzin canescens</i>	PTC	-	-	-
	BMM	2.6041667		

V. DISCUSIÓN

5.1 Diversidad y abundancia.

Los patrones de riqueza observada fueron semejantes a lo observado por Muñoz *et al.* (2000) en un BMM y un cafetal en el Triunfo, Chiapas, donde encontraron diferencias significativas, el BMM presento mayor riqueza, cuatro especies contra 12 especies del PTC y las diferencias se asumieron al manejo del cafetal muy tecnificado. Para este estudio, el manejo no es tecnificado, pero si es constante el control del estrato herbáceo. Lo observado en cambio, difiere con lo observado con Cruz-Lara *et al.* (2004) en la Selva Lacandona en Chiapas y con Contreras-Díaz (2010) en la Sierra Norte de Oaxaca donde no se observó

diferencias significativas entre los cafetales y la vegetación nativa, la riqueza observada fue de 40 especies para la selva mediana y 31 especies para el cafetal en Chiapas y de nueve especies para el BMM y 12 especies en la sierra norte de Oaxaca, en estos casos, el tipo de manejo explica la nula significancia estadística. Este mismo patrón fue observado por Gallina *et al.* (2008) donde los cafetales presentaron una mayor riqueza de especies para los cafetales (seis especies) que para un relicto de BMM (dos especies) en Veracruz, aunque es importante señalar que el esfuerzo de muestreo fue mayor en los cafetales, en este estudio el esfuerzo de colecta fue mayor (aunque la diferencia no fue estadística) en el policultivo tradicional cafetalero.

5.2 Relación del hábitat

Los datos sugieren que las poblaciones del BMM, parecen ser más específicas al microambiente lumínico sobre las poblaciones presentes en el PTC donde esta variable al parecer no es tan importante. La vegetación en el BMM la presencia de árboles de porte grande, sumado a pendientes pronunciadas son un factor que condiciona el establecimiento de las poblaciones en este tipo de vegetación, mientras que en el PTC no son factores de importancia. Püttker *et al.* (2008) mencionan que, los huecos en el dosel alteran las condiciones microclimáticas, como la radiación, los flujos de calor, el viento y los niveles de humedad. Estos factores determinan el establecimiento de muchas plantas (Cook, 1979) y condiciona la dispersión y establecimiento de pequeños mamíferos (Ludicker y Stenseth, 1992). En este sentido se observa que muchas especies presentan una correlación positiva o negativa y estadísticamente significativa con la vegetación y cobertura del suelo, esto es interesante debido a que la destrucción futura de la vegetación nativa puede favorecer a las especies invasoras o generalistas que podrían dominar los paisajes altamente perturbados y que tienden a perjudicar a los pequeños mamíferos endémicos que ocupan vegetación nativa (Ludicker y Stenseth, 1992). Los parches de la vegetación nativa y la regeneración de las mismas, deben ser manejados para aumentar la conectividad entre las poblaciones endémicas (Umetsu y Pardini, 2007).

5.3 Dinámica poblacional

Para todas las especies del género *Peromyscus* para las que se contó con datos suficientes y la especie *Oligoryzomys fulvescens* mostraron un mayor tamaño poblacional en el BMM sobre el PTC, algunos autores (e.g. Kotler, 1985; Price, 1984) sugieren que el riesgo de depredación en espacios abiertos sobre aquellos donde abunda la vegetación, condiciona a que prefieran estas áreas sobre las abiertas, además que contienen diferentes tipos de recursos de suelo y semillas (Price, 1984). La especie *Heteromys desmarestianus* fue más abundante en el PTC, las adaptaciones morfológicas (agrandamiento de bulas auditivas, adaptación al salto) hace que usen mejor espacios abiertos sobre sitios estructuralmente más complejos y por lo tanto hacen que sean más exitosos en este tipo de ambientes (Reichman y Price, 1993, Lay, 1993).

Las tasas de sobrevivencia fue mayor para el PTC, excepto en *Oligoryzomys fulvescens* y en las especies donde solo se pudo aplicar el modelo robusto para el BMM. De acuerdo con Krebs (1999), la sobrevivencia se refiere a que un individuo se mantenga vivo en el área de estudio, en este sentido, Batzli (1981) encontró que los ciclos de abundancia y la presencia de una especie, se pueden explicar por la influencia de los depredadores. En este sentido lo datos sugieren que existe una mayor presencia de depredadores en el BMM que influye de manera negativa en la tasa de sobrevivencia, trabajos como el de Gallina *et al.* (2008) reportan una mayor cantidad de depredadores en un relicto de bosque mesófilo de montaña, que en ocho fincas cafetaleras del estado de Veracruz. Por su parte *O. fulvescens* es una especie de talla más pequeña que el resto de las especies modeladas, esto puede explicar la mayor sobrevivencia en el BMM.

La probabilidad de captura se refiere a que un individuo sea capturado en una primera ocasión, mientras que la probabilidad de recaptura se refiere a que el mismo individuo siga capturándose en ocasiones sucesivas. El PTC presento más valores elevados en la probabilidad de captura y probabilidad de recaptura, esto indica que a las poblaciones de este tipo de vegetación se ven influenciados por el síndrome de trampofobia (Menkens y Anderson, 1988). Las poblaciones de *O. fulvescens* en el BMM y *P. beatae* en ambos tipos de vegetación se observa el síndrome de trampofilia (*op. cit.*),

5.4 Factor de condición

Las especies *Heteromys desmarestianus*, *Oligoryzomys fulvescens* y *Peromyscus beatae* presentaron un mayor factor de condición en el PTC sobre el BMM, aunque no fue estadísticamente significativa. La mayor condición de *H. desmarestianus* se debe a que es una especie que prefiere espacios abiertos, sus características morfológicas como la capacidad de salto les permiten evitar depredadores y usar mejor los recursos del suelo y semillas, sobre sitios estructuralmente más complejos (Reichman y Price, 1993). Para este estudio *Oligoryzomys fulvescens* y *Peromyscus beatae* presentaron una mayor factor de condición en el PTC, probablemente se deba a que en este sitio los individuos capturados presentaban una proporción homogénea en cuanto a la estructura de edad (y por ende su talla), respecto al BMM donde dicha proporción fue más heterogénea y por lo tanto influye en los valores promedio por especie.

En el BMM el factor de condición más elevado lo presentaron *P. levipes*, *P. megalops*, *P. melanocarpus* y *P. melanurus*. En general las especies del genero *Peromyscus* aunque no se limitan a una vegetación densa y elevada, a menudo suelen moverse en espacios abiertos. Sin embargo, varían su alimento que incluye granos, semillas, frutas e insectos que les permite tener una dieta completa (Baker, 1968), situación que se presenta en el BMM.

VI. CONCLUSIONES

Al menos catorce poblaciones de mamíferos pequeños no voladores, se encuentran en el BMM y diez en el PTC del área de estudio. Las especies *Mustela frenata*, *Reithrodontomys fulvescens*, *R. mexicanus* y *Tlacuatzin canescens* fueron exclusivas del BMM. En siete especies, existen diferencias significativas en la abundancia entre el BMM y el PTC, estas diferencias se deben a una mayor abundancia en las poblaciones del BMM respecto al PTC. En *Heteromys desmarestianus*, *Peromyscus melanocarpus* y *Reithrodontomys sumichrasti* no existió diferencia estadísticamente significativa. La cantidad de capturas fue mayor en el BMM y menor en el PTC.

Peromyscus melanocarpus fue la única especie en el PTC que se asoció con el ambiente lumínico, esta prefiere zonas donde la cantidad de radiación solar es baja, de ahí su preferencia a las vertientes o laderas de umbría, *Heteromys desmarestianus* en el BMM,

también asocio a zonas donde la cantidad de radiación solar es baja. En el BMM, la cantidad de especies con algún grado de asociación con el ambiente lumínico fue de seis: *Peromyscus melanurus*, *Reithrodontomys sumichrasti* y *R. fulvescens* prefieren zonas de solana, donde la radiación solar incide más, mientras que *Oligoryzomys fulvescens* prefiere zonas donde el dosel es cerrado.

En lo que respecta a la vegetación y cobertura del suelo *Heteromys desmarestianus* se asocia directamente proporcional y significativa con la cantidad de oquedades en el PTC, en esta misma zona *Peromyscus beatae* y *P. melanocarpus* se asocian de modo directamente proporcional y significativa con la pendiente, a mayor pendiente, mayor abundancia de estas especies.

En el BMM seis de ocho poblaciones modeladas se comportaron como poblaciones abiertas, mientras que en el PTC solo dos, de cinco poblaciones modeladas. *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus melanocarpus* no mostraron diferencia estadísticamente significativa de la población estimada del BMM y el PTC. Mientras que las poblaciones de *Oligoryzomys fulvescens*, *P. beatae*, *P. levipes*, *P. megalops* y *P. melanurus* mostraron diferencia estadísticamente significativa entre la población estimada del BMM y el PTC, esta diferencia se debió a la mayor población estimada en el BMM. Para el BMM se registraron las especies *Reithrodontomys fulvescens*, *R. mexicanus* y *Tlacuatzin canescens* de modo exclusivo. La densidad estimada y observada fue mayor en el BMM para todas las especies, salvo *Heteromys desmarestianus* cuya densidad fue mayor en el PTC

La probabilidad de sobrevivencia y la emigración fue mayor en el PTC (excepto en *Oligoryzomys fulvescens*), la mayor sobrevivencia se asume que es debido a la menor cantidad de depredadores. Mientras que la mayor emigración se asume es debido a la menor cantidad de recursos alimenticios y de refugio en el PTC vs BMM.

La probabilidad de captura de *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus beatae* fue mayor en el BMM. Para *Oligoryzomys fulvescens*, *P. megalops* y *P. melanurus* la probabilidad de captura fue mayor en el PTC. La probabilidad de recaptura de las especies *O. fulvescens* y *P. megalops* fue mayor en el BMM. *H. desmarestianus*, *P. beatae* y *P. melanurus* su probabilidad de recaptura fue mayor en el PTC. Las especies *P. levipes* y *P. melanocarpus* solo se modelaron para el BMM.

La proporción de sexos solo fue diferente estadísticamente en *Peromyscus melanocarpus* y *Peromyscus melanurus*. Mientras que el estado reproductivo las especies *P. beatae*, *P. levipes* y *P. megalops* solo presentaron diferencia significativa.

Los datos aportados siguieron que el impacto de los cafetales en las poblaciones de mamíferos pequeños no es homogénea, ya que depende parámetro estudiado y la población analizada. Es importante mantener los manchones de vegetación nativa que permitan la permanencia de las poblaciones que no pueden establecerse en el PTC.

VII. LITERATURA CITADA

- Acosta-castellanos, S. 1997. Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de pluma hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica* 6:25-39.
- Anderson, D. S. 1982. Comparative population ecology of *Peromyscus mexicanus* in a Costa Rican wet forest. Thesis de Ph.D. University of Southern California, Los Angeles. 254 p.
- Adler, G. H. 1998. Impacts of resource abundances of populations of a tropical forest rodent. *Ecology* 79:242–254.
- Adler, G. H. y Wilson. 1987. Demography of a habitat generalist, the White-footed Mouse in a heterogeneous environment. *Ecology* 68:1785-1796.
- Aldhebiani, A.Y. 2017. Species concept and speciation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25 (3): 437-440.
- Álvarez-Castañeda, S.T., T. Álvarez y N. González-Ruiz. 2015. Guía para identificar los mamíferos de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana. Guadalajara, México. 522 p.
- Amstrup, S.C. T.L. McDonald y B. F. J. Manly. 2005. Handbook of capture-recapture analysis. Princeton University Press. United States of America, 313 p.
- Aragón-Martínez, M. 2004. Estructura y composición florística de la asociación selva mediana con pino encino en Santa María Magdalena, Pluma Hidalgo, Oaxaca. Informe Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana. México, 52 p.
- Ares, R. 2007. Aves: vida y conducta. Ed. Vazquez Mazzini Editores. Buenos Aires, Argentina. 271 p.

- August, P.V. 1983. The Role of Habitat Complexity and Heterogeneity in Structuring Tropical Mammal Communities. *Ecology* 6: 1495-1507.
- Avendaño-Zarate, C.H., A. Mendoza-Lopez y I. Mende-Lopez. 2012. Manual para la identificación de la variedad de café Pluma Hidalgo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, 25 p.
- Ayres, M., M. Ayres-Jr., D. Lima-Ayres & A. De Assis Santos Do Santos. 2007. BioEstat. Aplicações estadísticas nasa reas das ciências bio-medica. Recuperado de <https://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/> el día 20 de septiembre de 2018.
- Baker, R.H. 1968. Habitats and distribution. Pp: 98-126. En: J.A. King (Ed.). *Biology of Peromyscus (Rodentia)*. Special publication no. 2 The American Society of Mammalogists. 593 p.
- Batzli, G. O. 1981. Population and energetics of small mammals in the tundra ecosystem. Pp. 377– 396. En: L.C. Bliss, O.W. Heal y J.J. Moore (eds.). *Tundra Ecosystems: a Comparative Analysis*. Cambridge University Press. 852 p.
- Barrett G.W. y J.D. Peles. 1999. *Landscape Ecology of Small Mammals*. Springer Science+Business Media, LLC. USA, 347 p.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 423-447.
- Buckland, S. T., K. P. Burnham & N. H. Augustin. 1997. Model selection: An integral part of inference. *Biometrics*, 53: 603-618.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson, G. C. White, C. Brownie y K. H. Pollock. 1987. Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. *American Fisheries Society Monographs* 5:1-437.
- Castro-Arellano, I. 2005a. *Heteromys desmarestianus* Gray, 1868. Pp: 624-625. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.

- Castro-Arellano, I. 2005b. *Peromyscus melanocarpus* Osgood, 1904. Pp: 703-704. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Castro-Arellano, I. 2005c. *Sorex veraepacis* Alston, 1877. Pp: 153-154. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Castro-Arellano, I. y M. Santos-G. 2005a. *Oligoryzomys fulvescens* (Saussure, 1860). Pp: 752-753. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Castro-Arellano, I. y M. Santos-G. 2005b. *Oligoryzomys fulvescens* (Saussure, 1860). Pp: 752-753. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Ceballos, G. 2005. *Tlacuatzin canescens* (J.A. Allen, 1893). Pp: 100-101 En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Mustela frenata* Lichtenstein, 1831. Pp: 380-381. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:256-270.
- Chávez-Tovar, J.C. 2005. *Peromyscus levipes* Merriam, 1898. Pp: 745-746. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- CITES. 2019. Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora- Recuperado de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php> el día 08 de Julio de 2019.
- Cooch, E.G. y G.C. White. 2007. Program MARK: A Gentle Introduction. Available at www.phidot.org/software/mark/docs/book/. Recuperado el día 09 de enero de 2019.
- Cook, R.R. 1979. Patterns of juvenile mortality and recruitment in plants. In: O.T. Solbrig, S. Jain, G. B. Johnson, P. H. Raven (Eds.). *Topics in plant population biology*. Columbia University Press. London, Pp: 207-231.

- Colwell, R. K. 2000. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 8.2, User's guide and application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Uso de suelo y vegetación de INEGI agrupado por CONABIO. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Uso de suelo y vegetación de INEGI agrupado por CONABIO. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONAFOR. 2012. Inventario nacional forestal y de suelos, informe 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 173 p.
- CONANP. 2018. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas- Áreas Destinada Voluntariamente a la Conservación. Recuperado de: https://advc.conanp.gob.mx/archivos/advc/niveles/certificacion_adv_c_2018.pdf el día 06 de marzo de 2019.
- Contreras-Díaz. R.G. 2010. Diversidad de pequeños mamíferos no voladores en los agrosistemas cafetaleros de sombra en la chinantla alta, Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario para la Investigación y el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. IPN. Oaxaca, México. 57 p.
- Cooch, E. y G. White. 2002. Program MARK. Analysis of Data from Marked Individuals. A Gentle Introduction. 2d. ed. Ithaca, New York. 284 p
- Cordero-Rivera, A. 2011. Cuando los árboles no dejan ver el bosque: efectos de los monocultivos forestales en la conservación de la biodiversidad. *Acta biol. Colomb.* 16 (2): 247 – 268.
- Cruz-Lara, L., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo, y N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:63-81.
- DeMattia, E. A., L. M. Curran, Y B. J. Rathcke. 2004. Effects of small rodents and large mammals on Neotropical seeds. *Ecology* 85:2161–2170

- DeMattia, E.A., B.J. Rathcke, L.M. Curra, R. Aguilar y O. Vargas. 2006. Effect of small rodent and large mammals exclusion on seedling recruitment in Costa Rica. *Biotropica* 38: 196–202.
- DOF, Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Segunda sección, jueves 30 de diciembre de 2010.
- Ewers, R.M. y R.K. Didham. 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Review* 81: 117–142.
- Fahring, L. 2003. Effects of habitat loss and fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*. 34: 487-515.
- Farfán Valencia, F. 2015. Instrumentos para estimar el porcentaje de sombra en el cafetal. *Boletín Técnico CENICAFE* 39: 1-27.
- FIRA. 2016. Panorama agroalimentario- café 2016. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. México, 36 p.
- Fisher, R. A. 1922. On the interpretation of χ^2 from contingency tables, and the calculation of P. *Journal of the Royal Statistical Society* 85 (1): 87-94.
- Fleming, T. H. 1974. The population of two species of Costa Rican Heteromyid rodents. *Ecology*, 55:493-510.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO-UNAM. México, 439 p.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., and Lertzman, K.P. 1999. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British.
- Galindo-Leal, C. y C.J. Krebs. 1997. Habitat structure and demographic variability of a habitat specialist: the rock mouse (*Peromyscus difficilis*). *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:72-89.
- Gallina, S. 2014. Características y evaluación del hábitat del venado. Pp: 45-71. En: Gallina, S., S. Mandujano y O. A. Villarreal Espino-Barros. (Editores). 2014. Monitoreo y

- manejo del venado cola blanca: conceptos y métodos. Instituto de Ecología A.C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Ver. México. 220 p.
- Gallina, S., A. González-Romero y R.H. Manson. 2008. Mamíferos pequeños y medianos. Pp: 161- 180. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehltreter K. (editores). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMAR-NAT), México, 348 p.
- García-Estrada, C., Romero-Almaraz, M. L y Sánchez-Hernández, C. 2002. Comparison of rodent communities in sites with different degrees of disturbance in deciduous forest of southeastern Morelos, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*. 85:153-168.
- García-García, J.L. 2007. Estructura poblacional del murciélago *Dermanura tolteca* (Saussure, 1860) en el Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario De Investigación Para El Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca-Instituto Politécnico Nacional, 74 p.
- Gascon, C., G. A. B. da Fonseca, W. Sechrest, K A. Billmark y J. Sanderson. 2004. Biodiversity Conservation in Deforested and Fragmented Tropical Landscapes: An Overview. Pp: 15-32. En: G. Schroth, G A. B. da Fonseca, C A. Harvey, C. Gascon, H. L. Vasconcelos y N.I. Anne-Marie (Eds.). *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, 523 p.
- Gentile, R., T. S. Cardoso, S. F. Costa-Neto, B. R. Teixeira y P. S. D'Andrea. 2018. Community structure and population dynamics of small mammals in an urban-sylvatic interface area in Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 35: 1-12.
- González-Ruiz, N., J. Ramírez-Pulido y M. Gual-Díaz. 2014. Mamíferos del bosque mesófilo de montaña en México. Pp: 305-326. En: M. Gual-Díaz y A. Rendón-Correa (comps.). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352
- Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 141: 1-269.
- Griffith, A.B., R. Salguero-Gomez, C. Merow y S. McMahon. 2016. Demography beyond the population. *Journal of Ecology*, 104: 271–280.

- Guidobono, J.S. 2013. Dinámica poblacional de roedores en agroecosistemas y su relación con variables ambientales. Tesis doctoral -Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina, 140 p.
- Hammer, Ø. Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Hansson, L. 1971. Small rodent food, feeding and population dynamics. A comparison between granivorous and herbivorous species in Scandinavia. *Oikos* 22: 183-198.
- Hansson, L. 1971. Small rodent food, feeding and population dynamics. A comparison between granivorous and herbivorous species in Scandinavia. *Oikos* 22: 183-198.
- Hausdorf, B. 2011. Progress toward a general species concept. *Evolution*, 65(4): 923–931.
- Hernández, Betancourt. S., López-W. R., Cimé, P. J y Medina, P. S. 2003. Área de actividad, movimiento y organización social de *Heteromys gaumeri* Allen y Chapman, 1897 (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 90:77-91.
- Hernández-Martínez, G. 2008. Clasificación Agroecológica. Pp: 15-34. En: R.H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (Eds.). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, 348 p.
- IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. <https://www.iucnredlist.org> consultado el día 08 de julio de 2019.
- INEGI. 1996. La agricultura en Oaxaca VII censo agropecuario 1991. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 80 p.
- INEGI. 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal, geografía municipal, municipio, prontuario 20071. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 9 p.
- INEGI. 2015. Encuesta Intercensal 2015. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/> el día 08 de mayo de 2018.
- INF. 2012. Inventario nacional forestal y de suelos 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. México, 173 p.

- Johnson, C. M. y A. Pauw. 2014. Adaptation for rodent pollination in *Leucospermum arenarium* (Proteaceae) despite rapid pollen loss during grooming. *Annals of botany*, 113(6), 931-8.
- Johnson, J. B. y K. S. Omland. 2004. Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 19:101-108.
- Jolly, G. M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-Stochastic model. *Biometrika*. 52:225-247.
- Jones, C. W., J. McShea, M. J. Conroy y T. H. Kunz. 1996. Capturing mammals. En: D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (eds). *Measuring and monitoring biological diversity. Standar Methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington. D.C. Pp.115-155.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363–375.
- Kalcounis-Rueppell, M.C. y T.R. Spoon, 2009. *Peromyscus boylii* (Rodentia: Cricetidae). *Mammalian Species* 838:1–14.
- Kendall, W. 2019. The robust desing. *In*: Evan G. Cooch and Gary C. White (eds.) Program MARK A gentle introduction. 1191 p. Recuperado de: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>
- Kotler, B. p. 1 985. Owl predation on desert rodents which differ in morphology and behavior. *Journal of Mammalogy*, 66:824-828.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Addison-Wesley Longman. United States America. 620 p.
- Krebs, Ch. J. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. 2ª. ed. Harla, México, 753 p.
- Kunz, T. H. 2003. Censusing Bats: Challenges, Solutions, and Sampling Biases. Pp. 9-19, in: *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories problems and prospects* (O’Shea, T.J. and Bogan, M.A., eds.). U.S. Geological Survey, Biological Resources Discipline, Information and Technology Report, USGS/BRD/ITR--2003--0003, 274 p.
- Lacher, T.E., JR. 1981. The comparative social behavior of *Kerodon rupestris* and *Galea spixii* and the evolution of behavior in the Caviidae. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 17:1-71.

- Lagler, K.F. 1956. Freshwater fishery biology. William C. Brown. Iowa USA, 421 p.
- Lawler, R.R. 2011. Demographic Concepts and Research Pertaining to the Study of Wild Primate Populations. *Yearbook of Physical Anthropology*, 54:63–85.
- Lay, D. 1993. Anatomy of the heteromyid ear. Pp: 270-290. En: H.H. Genoways y J.H. Brown (Eds.). *Biology of Heteroyidae*. Special Publication No. 10 The American Society of Mammalogists. 719 p.
- Lebreton, J., K. P. Burnham, J. Clobert y D. R. Anderson, 1992: Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs*, 62: 67-118.
- León, S.T. 2012. Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá Colombia, 261 p.
- Letten, A.D. y J.J. Midgley. 2009. Rodent pollination in the Cape legume *Liparia parva*. *Australian Ecology* 34: 233 – 236.
- Lindenmayer, D. B., R. C. Lacy y K. L. Viggers. 1998. Modelling survival and capture probabilities of the mountain brushtail possum (*Trichosurus caninus*) in the forests of southeastern Australia using trap-recapture data. *Journal of Zoology* 245:1-13.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.
- Lumer, C. y R.D. Schoer. 1986. Pollination of *Blakea austin-smithii* and *B. penduliflora* (Melastomataceae) by small rodents in Costa Rica. *Biotropica* 18, 363–364.
- Macip Ríos, R. y G. Casas Andreu. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 24 (2):143-159.
- Mallet, J. 2013. Species, Concepts of. Pp: 679-691. En: S. A. Levin. *Encyclopedia of Biodiversity* (Ed.). Elsevier Inc- Academic Press. USA, 5504 p.
- Mangan, S.A. y G.H. Adler. 2000. Consumption of arbuscular mycorrhizal Fungi by terrestrial and arboreal small mammals in a panamanian cloud Forest. *Journal of Mammalogy* 81(2): 563–570.

- Mason, R.H., A. Contreras-Hernández y F. López-Barrera. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales. Pp: 1-14. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehlreter K. (editores). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMAR-NAT), México, 348 p.
- Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.
- Mayr, E., 1942. Systematic and the Origin of Species. Columbia University Press, New York, 372 p.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers y W. Behrens. 1972. Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad. Fondo de cultura económica. México, 116 p.
- Meffe, G.K., L.A. Nielsen, R.L. Knight y D.A. S. 2002. Ecosystem Management: Adaptive, Community-Based Conservation. Island Press. United States of America, 313 p.
- Menkens, G. E., Jr. y S. H. Anderson. 1988. Estimation of small mammal population size. Ecology 69: 1952-1959
- Mills, L.S. y H. E. Johnson. 2013. Wildlife population dynamics. Pp: 84-111. En: P.R. Krausman y J.W. Cain III (Eds.). Wildlife management and conservation. Contemporary principles and practices. The Johns Hopkins University Press. United States of America, 342 p.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México –V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. Revista de la sociedad Mexicana de Historia Natural 8: 95-113.
- Miranda, F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179.
- Moguel P. y Toledo VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology 13(1):11-21.
- Moguel, P. y V.M. Toledo. 2004. Conservar produciendo: biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. CONABIO. Biodiversitas 55: 1-7

- Monroy-Gamboa, A.G. 2007. Uso de hábitat y ámbito hogareño del coyote *Canis latrans cagottis* en un área comunal protegida de la sierra mare del sur, Oaxaca, México. Tesis de maestría. CIIDIR-OAXACA IPN. 55 P.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Muñoz, A., A. Horvath, R. Vidal, R. Percino, E. González y V. Zárraga. 2000. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Informe Final. ECOSUR-SIBEJ-TNC. San Cristóbal de Las Casas. México. 77 p.
- Nichols, J.D. 1992. Capture-Recapture Models. *BioScience* 42(2): 94-102
- Oliver, I. y A. Beattie. 1993. A posible method for the rapid assessment of biodiversity. *Concervation Biology* 7: 562-568.
- Pacheco, J., G. Ceballos, G. C. Daily, P. R. Ehrlich, G. Suzán, B. Rodríguez-Herrera y E. Marcé. Diversidad, historia natural y conservación de los mamíferos de San Vito de Coto Brus, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54 (1): 219-240.
- Palacios-Romo, T.M. A. Sánchez Vázquez, R.G. Contreras-Díaz y M. Pérez-Lustre. 2012. Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra asociados a la cuenca del río Copalita, Oaxaca, México. *THERYA* 3(3):303-310.
- PDM. 2017. Plan de Desarrollo Municipal de Pluma Hidalgo, Oaxaca. Municipio de Pluma Hidalgo, 118 p.
- Pérez-Lustre, M., R.G. Contreras-Díaz y A. Santos-Moreno. 2006. Mamíferos del bosque mesófilo de montaña del municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:29-40.
- Perfecto I, Rice RA, Greenburg R, Van der Voort ME. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46(8):598-608.
- Pledger, S., K. H. Pollock y J. L. Norris. 2003. Open Capture-Recapture Models with Heterogeneity: I. Cormack-Jolly-Seber Model. *Biometrics* 59 (4): 786-794.
- Pollock, K.H. 1982. A Capture-Recapture Design Robust to Unequal Probability of Capture. *The Journal of Wildlife Management*, 46 (3): 752-757.
- Price, M. V. 1984. Microhabitat use in rodent commu nities: predator avoidance or foraging economics? *Netherlands Journal of Zoology*, 34:63-80.

- Promis, A., D.Schindler, A. Reif y G. Cruz. 2009. Solar radiation transmission in and around canopy gaps in an uneven-aged *Nothofagus betuloides* forest. *International Journal of Biometeorology*, 53, 355–367.
- Püttker, T., R. Pardini, Y. Meyer-Lucht and S. Sommer. 2008. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. *BMC Ecology*, 8: 1-10.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, M.E. Thomas, D.F. DeSante, B. y M., Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Ramírez-Pulido, J., R. Quijano-Perez, U. Aguilera y A. Castro-Campillo. 2005. Pp: 789-790. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Reichman, O.J. y M. V. Price. 1993. Ecological aspects of Heteromyid foraging. Pp: 539-574. En: H.H. Genoways y J.H. Brown (Eds.). *Biology of Heteromyidae*. Special Publication No. 10. The American Society of Mammalogists. United State America, 719 p.
- Restrepo M. J., D. I. Ángel S. y M. Prager M. 2000. Agroecología. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. República Dominicana, 120 p.
- Rojas-Martínez, A.E. 2005. *Peromyscus beatae* Thomas, 1903. Pp: 722-723. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Romero-Almaraz, M. de L., C. García-Estrada y C. Sánchez-Hernández. 2004. *Peromyscus levipes* (Rodentia: Muridae) in deciduous forest in southeastern Morelos, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 49(1):125-131.
- Romero-Almaraz, M. de L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Las prensas de ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México. México 201 p.
- Rzedowski, J. 1978. La Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.

- Sánchez, O. y G. Oliva. 2005a. *Reithrodontomys fulvecens* J.A. Allen, 1894. Pp: 780-782. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- Sánchez, O. y G. Oliva. 2005b. *Reithrodontomys mexicanus* (Saussure, 1860). Pp: 785-786. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.
- SAGARPA. 2016. Cultivos agroindustriales. <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Caf%C3%A9.pdf> consultado el 26 de junio de 2016
- SAGARPA. 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Café Nacional. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, 13 p.
- Salguero Gómez, R., O. Jones, R. Archer, C. Bein, H. de Burh, C. Farack, F. Gottschalk, A. Hartmann, A. Henning, G. Hoppe, G. Roemer, T. Ruoff, V. Sommer, J. Wille, J. Voigt, S. Zeh, D. Vieregg, Y. Buckley, J. Che-Castaldo, D. Hodgson, A. Scheuerlein, H. Caswell, J. Vaupel. 2015. COMADRE: a global database of animal demography. BioRxiv: 1-41. Recuperado de <https://www.biorxiv.org/content/early/2015/09/29/027821> el día 19 de septiembre de 2018.
- Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R. A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:496-504.
- Sánchez-Cordero, V., y T. H. Fleming. 1993. Ecology of tropical Heteromyids. Pp. 596- 617 *in* *Biology of the Heteromyidae* (Genoways, H. H., y J. H. Brown, eds.). Special publications No. 10, American Society of Mammalogists. Lawrence, EE.UU.
- Sánchez-Cordero, V. 1993. Estudio poblacional de la rata espinosa *Heteromys desmarestianus* en la selva húmeda en Veracruz, México. Pp: 301-316. En: Medellín, R. A Y G. Ceballos (Eds.) *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.*
- Santos Moreno, A. 2014. Los mamíferos del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época* 2: 18-32.

- Santos-Moreno, A. y A. Santiago-Marcial. 2012. Área de actividad y movimiento de *Liomys irroratus* (Gray, 1868) en una selva mediana de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:496-502
- Santos-Moreno, A., M. Á. Briones-Salas y R. López-Wilchis. 2007. Diferencias en algunos parámetros demográficos de *Oryzomys chapmani* (Rodentia: Muridae) asociadas a tres estados sucesionales de bosque mesófilo de montaña en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 23:123-137
- Santos-Moreno, J.A. 2008. Ecología de comunidades y poblaciones de pequeños mamíferos terrestres en tres estados sucesionales de bosque mesófilo de montaña en la sierra norte de Oaxaca, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, 201 p.
- Schmidly, D., R. Bradley y P. Cato. 1988. Morphometric differentiation and taxonomy of three chromosomally characterized groups of *Peromyscus boylii* from east-central Mexico. *Journal of Mammalogy*, 69: 462-480.
- Schroth, G., C.A. Harvey y G. Vincent. 2004. Complex Agroforests: Their Structure, Diversity, and Potential Role in Landscape Conservation. Pp: 227-260. En: G. Schroth, G A. B. da Fonseca, C A. Harvey, C. Gascon, H. L. Vasconcelos y N.I. Anne-Marie (Eds.). *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, 575 p.
- Seamon, J. O., y G. H. Adler. 1996. Population performance of generalist and specialist rodents along habitat gradients. *Canadian Journal of Zoology*, 74:1130-1139.
- Seber, G.E.F. 1986. A Review of Estimating Animal Abundance. *Biometrics* 42 (2): 267-292.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2008). *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal, 56 p.
- Skalski, J., K.E. Ryding y J. Millsaugh. 2005. *Wildlife Demography: Analysis of Sex, Age, and Count Data*. Elsevier-Academic Press. United States of America, 637 p.
- Soto-Pino, L. 2008. Presentación. Pp: VII-VIII. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehlreter K. (editores). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz*:

- biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMAR-NAT), México, 348 p.
- Stanley, T.R., and J.D. Richards. 2011. CloseTest. USGS Fort Collins Science Center.
- Stanley, T.R., and K.P. Burnham (1999). A closure test for time-specific capture-recapture data. *Environmental and Ecological Statistics* 6: 197-209.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Stoddart, D.M. 1979. *Ecology of small mammals*. Chapman and Hall. London, UK, 386 p.
- Templeton, A.R., 1994. In and out of breeding problems. *Conservation Biology*. 8, 608–610.
- Terborgh, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forest. Pp: 371–384 En: A. Estrada and T. H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W. Junk, Dordrecht, The Netherlands, 392 p.
- Thorn, C. E. 1978. A Preliminary Assessment of the Geomorphic Role of Pocket Gophers in the Alpine Zone of the Colorado Front Range. *Geografiska Annaler*. 60: 181-187.
- Tomblin, D. C. y G. H. Adler. 1998. Differences in habitat use between two morphologically similar tropical forest rodents. *Journal Mammalogy*. 79(3):953-961.
- Turner, R.C., J.J. Midgley y J.D. Johnson. 2011. Evidence for rodent pollination in *Erica hanekomii* (Ericaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 166: 163 – 170.
- Tzab Hernández, L. A. y M. C. Macswiney-González. 2014. Roedores ¿plagas indeseables o animales útiles? *Biodiversitas*. 115: 12-16.
- Umetsu, F, y R. Pardini. 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats – evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landscape Ecology* 22: 517–530.
- Villaseñor, J.L. 2010. *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico taxonómico*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 38 p.
- Ville, C. 2003. *Biología*. McGraw-Hill. México, 944 p.
- Wester, P., R. Stanway y A. Pauw. 2009. Mice pollinate the Pagoda lily, *Whiteheadia bifolia* (Hyacinthaceae): first field observations with photo-graphic documentation of rodent pollination in South Africa. *South African Journal of Botany* 75: 713 – 719.

- Williams, B. K., J. D. Nichols y M. J. Conroy. 2002. Analysis and management of animal population. Modeling, estimation, and decisión making. Academia Press. United States of America, 817 p.
- Zalapa, S.S., M. H. Badii, F. A. Cervantes y S. Guerrero.2005. Ecología poblacional de *Liomys pictus* en tres áreas de bosque tropical subcaducifolio con diferente tiempo de regeneración, en la costa norte de Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 21(2): 1-14.
- Zamora Martínez, M.C. 2016. Editorial. Revista mexicana de ciencias forestales. 7: 4-5.
- Zarza, H. y G. Ceballos. 2005. *Peromyscus megalops* Merriam, 1898. Pp: 750. En: G. Ceballos y O. Gisselle (Coord.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, 986 p.

Anexo I a. Valores resultantes del coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman para el Ambiente Lumínico para el Bosque Mesófilo de Montaña.

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Heteromys desmarestianus</i>	% Área del cielo	-0.204596	-2.04794	0.043296
	% Área enmascarada	0.204596	2.04794	0.043296
	% Apertura del dosel	-0.166619	-1.65567	0.101055
	% Apertura del sitio	-0.166700	-1.65650	0.100887
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	% Área del cielo	-0.039614	-0.38845	0.698546
	% Área enmascarada	0.039614	0.38845	0.698546
	% Apertura del dosel	-0.199777	-1.99768	0.048581
	% Apertura del sitio	-0.199706	-1.99693	0.048664
<i>Peromyscus beatae</i>	% Área del cielo	0.047176	0.46274	0.644596
	% Área enmascarada	-0.047176	-0.46274	0.644596
	% Apertura del dosel	0.161099	1.59933	0.113033
	% Apertura del sitio	0.161454	1.60295	0.112231
<i>Peromyscus levipes</i>	% Área del cielo	0.120795	1.19228	0.236091
	% Área enmascarada	-0.120795	-1.19228	0.236091
	% Apertura del dosel	0.220311	2.21297	0.029269
	% Apertura del sitio	0.221021	2.22047	0.028739
<i>Peromyscus megalops</i>	% Área del cielo	0.191850	1.91532	0.058428
	% Área enmascarada	-0.191850	-1.91532	0.058428
	% Apertura del dosel	0.098283	0.96766	0.335648
	% Apertura del sitio	0.097970	0.96455	0.337193
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	% Área del cielo	0.130059	1.28523	0.201805
	% Área enmascarada	-0.130059	-1.28523	0.201805
	% Apertura del dosel	-0.148466	-1.47097	0.144570
	% Apertura del sitio	-0.149159	-1.47798	0.142685
<i>Peromyscus melanurus</i>	% Área del cielo	0.419225	4.52431	0.000017
	% Área enmascarada	-0.419225	-4.52431	0.000017
	% Apertura del dosel	0.176343	1.75530	0.082397
	% Apertura del sitio	0.177147	1.76357	0.080985
<i>Peromyscus sp.</i>	% Área del cielo	-0.096710	-0.95203	0.343474
	% Área enmascarada	0.096710	0.95203	0.343474
	% Apertura del dosel	0.074933	0.73626	0.463365
	% Apertura del sitio	0.074233	0.72934	0.467568
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	% Área del cielo	0.234191	2.36023	0.020287
	% Área enmascarada	-0.234191	-2.36023	0.020287
	% Apertura del dosel	-0.010027	-0.09825	0.921941
	% Apertura del sitio	-0.009115	-0.08931	0.929018
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	% Área del cielo	-0.096710	-0.95203	0.343474
	% Área enmascarada	0.096710	0.95203	0.343474
	% Apertura del dosel	-0.121154	-1.19587	0.234692
	% Apertura del sitio	-0.121154	-1.19587	0.234694

Continuación anexo I a...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	% Área del cielo	0.201745	2.01819	0.046362
	% Área enmascarada	-0.201745	-2.01819	0.046362
	% Apertura del dosel	0.013611	0.13337	0.894180
	% Apertura del sitio	0.013611	0.13337	0.894180
<i>Sorex veraepacis</i>	% Área del cielo	0.136612	1.35118	0.179813
	% Área enmascarada	-0.136612	-1.35118	0.179813
	% Apertura del dosel	-0.002735	-0.02679	0.978680
	% Apertura del sitio	-0.001823	-0.01786	0.985786
<i>Tlacuatzin canescens</i>	% Área del cielo	0.163864	1.62753	0.106902
	% Área enmascarada	-0.163864	-1.62753	0.106902
	% Apertura del dosel	-0.108425	-1.06864	0.287910
	% Apertura del sitio	-0.108425	-1.06864	0.287911
Para todas las especies	% Área del cielo	0.255813	2.59272	0.011010
	% Área enmascarada	-0.255813	-2.59272	0.011010
	% Apertura del dosel	0.018288	0.17922	0.858143
	% Apertura del sitio	0.018674	0.18300	0.855181

Anexo I b. Valores resultantes del coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman para el Ambiente Lumínico para el Policultivo Tradicional Cafetalero.

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Heteromys desmarestianus</i>	% Área del cielo	-0.039929	-0.39154	0.696267
	% Área enmascarada	0.039929	0.39154	0.696267
	% Apertura del dosel	0.060626	0.59510	0.553174
	% Apertura del sitio	0.060687	0.59570	0.552776
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	% Área del cielo	-0.127533	-1.25985	0.210777
	% Área enmascarada	0.127533	1.25985	0.210777
	% Apertura del dosel	0.046050	0.45167	0.652523
	% Apertura del sitio	0.043938	0.43092	0.667495
<i>Peromyscus beatae</i>	% Área del cielo	0.003403	0.03334	0.973474
	% Área enmascarada	-0.003403	-0.03334	0.973474
	% Apertura del dosel	-0.008514	-0.08343	0.933686
	% Apertura del sitio	-0.007920	-0.07760	0.938304
<i>Peromyscus levipes</i>	% Área del cielo	-0.021581	-0.21150	0.832947
	% Área enmascarada	0.021581	0.21150	0.832947
	% Apertura del dosel	-0.007329	-0.07181	0.942901
	% Apertura del sitio	-0.006282	-0.06155	0.951048
<i>Peromyscus megalops</i>	% Área del cielo	-0.055432	-0.54396	0.587730
	% Área enmascarada	0.055432	0.54396	0.587730
	% Apertura del dosel	0.002169	0.02125	0.983089
	% Apertura del sitio	0.002574	0.02522	0.979933
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	% Área del cielo	-0.235714	-2.37648	0.019463
	% Área enmascarada	0.235714	2.37648	0.019463
	% Apertura del dosel	-0.137084	-1.35594	0.178298
	% Apertura del sitio	-0.137083	-1.35593	0.178302
<i>Peromyscus melanurus</i>	% Área del cielo	0.172436	1.71521	0.089532
	% Área enmascarada	-0.172436	-1.71521	0.089532
	% Apertura del dosel	0.073777	0.72484	0.470312
	% Apertura del sitio	0.075094	0.73785	0.462404
<i>Peromyscus sp.</i>	% Área del cielo	-0.041004	-0.40209	0.688512
	% Área enmascarada	0.041004	0.40209	0.688512
	% Apertura del dosel	0.154957	1.53682	0.127626
	% Apertura del sitio	0.154955	1.53681	0.127630
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	% Área del cielo	-0.097284	-0.95773	0.340606
	% Área enmascarada	0.097284	0.95773	0.340606
	% Apertura del dosel	0.028064	0.27507	0.783850
	% Apertura del sitio	0.028063	0.27507	0.783852

Continuación Anexo I b.

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Sorex veraepacis</i>	% Área del cielo	-0.049939	-0.48991	0.625315
	% Área enmascarada	0.049939	0.48991	0.625315
	% Apertura del dosel	-0.005384	-0.05275	0.958038
	% Apertura del sitio	-0.007179	-0.07034	0.944071
Para todas las especies	% Área del cielo	-0.132649	-1.31128	0.192891
	% Área enmascarada	0.132649	1.31128	0.192891
	% Apertura del dosel	0.044711	0.43852	0.661997
	% Apertura del sitio	0.044437	0.43583	0.663942

Anexo II a. Valores resultantes del coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman para la vegetación y cobertura del suelo en el Bosque mesófilo de montaña.

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Heteromys desmarestianus</i>	Gramíneas	-0.017398	-0.11929	0.905554
	Helechos	0.154645	1.07311	0.288703
	Hierbas	-0.084135	-0.57886	0.565451
	Hojarasca	0.139677	0.96706	0.338464
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.161466	-1.12167	0.267700
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.208421	-1.46094	0.150685
	DAP < 10 CM	-0.304717	-2.19335	0.033265
	Angulo	0.290875	2.08426	0.042598
	%	0.108153	0.74584	0.459480
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Oquedades	-0.225655	-1.58797	0.118998
	Gramíneas	0.117716	0.81267	0.420504
	Helechos	0.204141	1.42962	0.159439
	Hierbas	-0.045938	-0.31527	0.753953
	Hojarasca	0.034759	0.23844	0.812578
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.015669	-0.10743	0.914901
	Troncos			
	DAP >10 CM	0.002408	0.01651	0.986897
	DAP < 10 CM	0.000054	0.00037	0.999704
	Angulo	0.145299	1.00680	0.319185
%	-0.168834	-1.17433	0.246180	
Oquedades	-0.039225	-0.26912	0.789015	
<i>Peromyscus beatae</i>	Gramíneas	0.055019	0.37777	0.707305
	Helechos	0.060112	0.41286	0.681589
	Hierbas	0.144811	1.00335	0.320831
	Hojarasca	-0.084757	-0.58316	0.562571
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.257438	-1.82647	0.074135
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.170727	-1.18789	0.240847
	DAP < 10 CM	-0.138479	-0.95860	0.342667
	Angulo	0.241480	1.70599	0.094611
	%	0.035857	0.24598	0.806769
Oquedades	-0.328604	-2.38525	0.021151	

Continuación Anexo II a...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Peromyscus levipes</i>	Gramíneas	0.380239	2.81849	0.007039
	Helechos	-0.044393	-0.30464	0.761984
	Hierbas	0.157861	1.09598	0.278670
	Hojarasca	-0.256910	-1.82246	0.074751
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.130129	-0.89977	0.372830
	Troncos			
	DAP >10 CM	0.197169	1.37879	0.174486
	DAP < 10 CM	-0.286567	-2.05060	0.045905
	Angulo	0.012970	0.08893	0.929516
	%	-0.028371	-0.19458	0.846558
	Oquedades	-0.279522	-1.99586	0.051762
<i>Peromyscus megalops</i>	Gramíneas	0.004485	0.03075	0.975602
	Helechos	-0.152481	-1.05773	0.295586
	Hierbas	0.181297	1.26385	0.212516
	Hojarasca	-0.210731	-1.47788	0.146109
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.042262	-0.28999	0.773098
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.442122	-3.37925	0.001470
	DAP < 10 CM	0.101212	0.69745	0.488955
	Angulo	0.250005	1.77016	0.083187
	%	0.154849	1.07455	0.288061
	Oquedades	0.224800	1.58163	0.120440
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	Gramíneas	-0.072510	-0.49842	0.620516
	Helechos	-0.048584	-0.33347	0.740263
	Hierbas	-0.066640	-0.45788	0.649148
	Hojarasca	0.144094	0.99828	0.323257
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.140961	-0.97613	0.334000
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.015872	-0.10882	0.913806
	DAP < 10 CM	-0.154410	-1.07143	0.289445
	Angulo	0.036747	0.25209	0.802069
	%	0.145644	1.00925	0.318025
	Oquedades	-0.119430	-0.82468	0.413722

Continuación Anexo II a...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level	
<i>Peromyscus melanurus</i>	Gramíneas	-0.009945	-0.06819	0.945927	
	Helechos	-0.125586	-0.86785	0.389888	
	Hierbas	0.051380	0.35271	0.725881	
	Hojarasca	-0.001629	-0.01117	0.991137	
	Gravas y piedras				
	Suelo desnudo	-0.275138	-1.96198	0.055702	
	Troncos				
	DAP >10 CM	0.150710	1.04515	0.301297	
	DAP < 10 CM	-0.325285	-2.35829	0.022571	
	Angulo	0.027139	0.18613	0.853148	
	%	-0.238180	-1.68126	0.099346	
	Oquedades	0.176110	1.22652	0.226112	
	<i>Peromyscus negrito</i>	Gramíneas	0.041188	0.28261	0.778714
		Helechos	0.165586	1.15109	0.255518
Hierbas		0.164123	1.14064	0.259800	
Hojarasca		-0.236517	-1.66883	0.101801	
Gravas y piedras					
Suelo desnudo		0.195978	1.37013	0.177157	
Troncos					
DAP >10 CM		0.095620	0.65856	0.513393	
DAP < 10 CM		0.029237	0.20052	0.841936	
Angulo		-0.170783	-1.18828	0.240692	
%		-0.056408	-0.38733	0.700262	
Oquedades		0.008811	0.06040	0.952090	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>		Gramíneas	0.165960	1.15376	0.254431
		Helechos	-0.113468	-0.78295	0.437581
	Hierbas	-0.105355	-0.72632	0.471245	
	Hojarasca	-0.007211	-0.04944	0.960778	
	Gravas y piedras				
	Suelo desnudo	0.063310	0.43491	0.665621	
	Troncos				
	DAP >10 CM	-0.012356	-0.08471	0.932848	
	DAP < 10 CM	0.000000	0.00000	1.000000	
	Angulo	0.120150	0.82972	0.410893	
	%	-0.068030	-0.46747	0.642321	
	Oquedades	-0.143449	-0.99372	0.325450	

Continuación Anexo II a...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Sorex veraepacis</i>	Gramíneas	0.224781	1.58149	0.120473
	Helechos	0.427540	3.24235	0.002183
	Hierbas	0.123028	0.84989	0.399692
	Hojarasca	-0.216141	-1.51766	0.135798
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	0.070480	0.48439	0.630356
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.015872	-0.10882	0.913806
	DAP < 10 CM	-0.020588	-0.14117	0.888335
	Angulo	0.220479	1.54966	0.127930
	%	-0.218466	-1.53480	0.131538
	Oquedades	-0.119430	-0.82468	0.413722
Para todas las especies	Gramíneas	0.061180	0.42022	0.676243
	Helechos	0.004921	0.03374	0.973229
	Hierbas	0.111842	0.77159	0.444219
	Hojarasca	-0.109777	-0.75717	0.452727
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.267217	-1.90107	0.063434
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.433309	-3.29612	0.001871
	DAP < 10 CM	-0.275320	-1.96338	0.055534
	Angulo	0.454835	3.50132	0.001026
	%	-0.054215	-0.37222	0.711400
	Oquedades	-0.077940	-0.53596	0.594515

Anexo II b. Valores resultantes del coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman para la vegetación y cobertura del suelo en el Policultivo tradicional cafetalero.

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Heteromys desmarestianus</i>	Gramíneas			
	Helechos	-0.145800	-1.01035	0.317501
	Hierbas			
	Hojarasca	-0.140028	-0.96954	0.337241
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	0.146381	1.01446	0.315556
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.155332	-1.07799	0.286542
	DAP < 10 CM	-0.094971	-0.65405	0.516269
	Angulo	0.172611	1.20139	0.235618
	%			
	Oquedades	0.347562	2.54119	0.014407
	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Gramíneas		
Helechos		-0.068326	-0.46952	0.640871
Hierbas				
Hojarasca		-0.186020	-1.29794	0.200641
Gravas y piedras				
Suelo desnudo		0.189495	1.32309	0.192208
Troncos				
DAP >10 CM		0.057558	0.39525	0.694445
DAP < 10 CM		-0.167337	-1.16361	0.250455
Angulo		-0.036073	-0.24746	0.805628
%				
Oquedades		0.148789	1.03153	0.307572
<i>Peromyscus beatae</i>		Gramíneas		
	Helechos	-0.036860	-0.25287	0.801468
	Hierbas			
	Hojarasca	-0.052774	-0.36231	0.718746
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	0.055796	0.38311	0.703364
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.050298	-0.34526	0.731438
	DAP < 10 CM	0.130013	0.89896	0.373259
	Angulo	0.325079	2.35662	0.022661
	%			
	Oquedades	-0.066973	-0.46018	0.647509

Continuación Anexo II b...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Peromyscus levipes</i>	Gramíneas			
	Helechos	-0.036860	-0.25287	0.801468
	Hierbas			
	Hojarasca	-0.096236	-0.66284	0.510673
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	0.099192	0.68340	0.497711
	Troncos			
	DAP >10 CM	0.138319	0.95747	0.343228
	DAP < 10 CM	-0.163272	-1.13456	0.262312
	Angulo	0.108360	0.74728	0.458619
	%			
	Oquedades	0.197876	1.38393	0.172916
<i>Peromyscus megalops</i>	Gramíneas			
	Helechos	-0.090655	-0.62407	0.535600
	Hierbas			
	Hojarasca	0.032821	0.22513	0.822852
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.028072	-0.19253	0.848160
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.086522	-0.59540	0.554433
	DAP < 10 CM	-0.148160	-1.02707	0.309646
	Angulo	-0.009790	-0.06712	0.946772
	%			
	Oquedades	0.042859	0.29410	0.769976
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	Gramíneas			
	Helechos	-0.048589	-0.33350	0.740240
	Hierbas			
	Hojarasca	-0.191161	-1.33515	0.188257
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	0.195829	1.36904	0.177493
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.161356	-1.12089	0.268029
	DAP < 10 CM	-0.360997	-2.65382	0.010825
	Angulo	0.410321	3.08465	0.003409
	%			
	Oquedades	0.093360	0.64285	0.523443

Continuación Anexo II b...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Peromyscus melanurus</i>	Gramíneas			
	Helechos	-0.020833	-0.14286	0.887014
	Hierbas			
	Hojarasca	-0.152648	-1.05891	0.295051
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	0.152421	1.05730	0.295779
	Troncos			
	DAP >10 CM	-0.191890	-1.34044	0.186547
	DAP < 10 CM	0.179434	1.25044	0.217330
	Angulo	0.220479	1.54966	0.127930
	%			
	Oquedades	0.216794	1.52248	0.134590
	<i>Peromyscus negrito</i>	Gramíneas		
Helechos		-0.029775	-0.20421	0.839067
Hierbas				
Hojarasca		-0.116604	-0.80489	0.424939
Gravas y piedras				
Suelo desnudo		0.116430	0.80367	0.425634
Troncos				
DAP >10 CM		0.182830	1.27491	0.208609
DAP < 10 CM		-0.223473	-1.57180	0.122705
Angulo		0.131293	0.90796	0.368530
%				
Oquedades		0.136476	0.94447	0.349759
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>		Gramíneas		
	Helechos	-0.020833	-0.14286	0.887014
	Hierbas			
	Hojarasca	0.168440	1.17150	0.247302
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.168189	-1.16971	0.248017
	Troncos			
	DAP >10 CM	0.255853	1.81443	0.075997
	DAP < 10 CM	0.235828	1.66368	0.102831
	Angulo	-0.146986	-1.01875	0.313537
	%			
	Oquedades	-0.067103	-0.46107	0.646872

Continuación Anexo II b...

Especie	Variable	Spearman R	t(N-2)	p-level
<i>Sorex veraepacis</i>	Gramíneas			
	Helechos	-0.020833	-0.14286	0.887014
	Hierbas			
	Hojarasca	0.168440	1.17150	0.247302
	Gravas y piedras			
	Suelo desnudo	-0.168189	-1.16971	0.248017
	Troncos			
	DAP >10 CM	0.127926	0.88428	0.381044
	DAP < 10 CM	0.158928	1.10358	0.275394
	Angulo	-0.220479	-1.54966	0.127930
	%			
	Oquedades	0.015485	0.10617	0.915896
	Para todas las especies	Gramíneas		
Helechos		-0.202786	-1.41973	0.162286
Hierbas				
Hojarasca		-0.185156	-1.29170	0.202776
Gravas y piedras				
Suelo desnudo		0.194277	1.35777	0.181021
Troncos				
DAP >10 CM		-0.173677	-1.20905	0.232692
DAP < 10 CM		-0.150123	-1.04099	0.303205
Angulo		0.255673	1.81307	0.076210
%				
Oquedades		0.380281	2.81886	0.007032

Anexo III a. Valores de densidad estimada. Las siglas indican HD: *Heteromys desmarestianus*, OF: *Oligoryzomys fulvescens*, PB: *Peromyscus beatae*, PL: *Peromyscus levipes*, PMG: *Peromyscus megalops*, PMN: *Peromyscus melanurus* y PMC: *Peromyscus melanocarpus*, BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Mes	HD_BMM		HD_PTC		OF_BMM		OF_PTC		PB_BMM		PB_PTC	
	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha
May	8.652	17.657	9.677	19.748	0.000	0.000	0.000	0.000	4.224	8.621	0.000	0.000
Jun	11.001	22.451	12.633	25.782	21.626	44.135	0.000	0.000	5.338	10.893	0.000	0.000
Jul	12.605	25.724	6.903	14.088	16.878	34.445	2.060	4.203	7.424	15.151	4.280	8.735
Ago	17.647	36.014	6.903	14.088	14.065	28.704	6.179	12.610	1.237	2.525	2.854	5.824
Sep	7.563	15.434	2.761	5.635	19.691	40.186	3.089	6.305	2.475	5.050	1.427	2.912
Oct	5.768	11.771	9.685	19.765	19.808	40.424	4.302	8.780	4.224	8.621	1.679	3.427
Nov	8.823	18.007	12.426	25.358	2.813	5.741	1.030	2.102	4.949	10.101	1.427	2.912
Dic	0.000	0.000	9.664	19.723	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ene	5.042	10.290	9.664	19.723	2.813	5.741	0.000	0.000	1.237	2.525	0.000	0.000
Feb	3.781	7.717	6.903	14.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	1.614	3.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Abr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Media	6.740	13.755	7.403	15.108	8.141	16.615	1.388	2.833	2.592	5.291	0.972	1.984

Anexo III b. Valores de densidad estimada. Las siglas indican HD: *Heteromys desmarestianus*, OF: *Oligoryzomys fulvescens*, PB: *Peromyscus beatae*, PL: *Peromyscus levipes*, PMG: *Peromyscus megalops*, PMN: *Peromyscus melanurus* y PMC: *Peromyscus melanocarpus*, BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Mes	PL_BMM		PMG_BMM		PMG_PTC		PMN_BMM		PMN_PTC		PMC_BMM	
	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha	N	n/ha
May	0.000	0.000	19.722	40.249	2.000	4.082	1.117	2.279	1.002	2.045	1.000	2.041
Jun	1.169	2.386	10.915	22.276	3.257	6.646	0.000	0.000	1.016	2.074	3.375	6.888
Jul	3.064	6.254	8.614	17.580	1.069	2.181	0.000	0.000	1.000	2.041	1.229	2.509
Ago	2.043	4.169	12.922	26.371	4.519	9.222	0.000	0.000	1.000	2.041	0.000	0.000
Sep	4.086	8.338	16.152	32.963	2.000	4.082	2.103	4.293	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	4.233	8.639	17.402	35.514	5.847	11.932	6.699	13.672	1.002	2.045	0.000	0.000
Nov	3.064	6.254	11.845	24.173	0.000	0.000	6.310	12.878	1.000	2.041	0.000	0.000
Dic	0.000	0.000	3.230	6.593	1.000	2.041	1.052	2.146	0.000	0.000	0.000	0.000
Ene	3.064	6.254	6.461	13.185	0.000	0.000	6.310	12.878	1.000	2.041	0.000	0.000
Feb	2.043	4.169	7.538	15.383	0.000	0.000	3.155	6.439	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	8.121	16.573	2.178	4.446	3.350	6.836	0.000	0.000	0.000	0.000
Abr	0.000	0.000	1.160	2.368	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Media	1.897	3.872	10.340	21.102	1.822	3.719	2.508	5.118	0.585	1.194	0.467	0.953

Anexo IV. Valores de densidad observada. Las siglas indican HD: *Heteromys desmarestianus*, OF: *Oligoryzomys fulvescens*, PB: *Peromyscus beatae*, PL: *Peromyscus levipes*, PMG: *Peromyscus megalops*, PMN: *Peromyscus melanurus* y PMC: *Peromyscus melanocarpus*, BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Mes	HD_	HD_	OF_	OF_	PB_	PB_	PL_	PL_	PMG_	PMG_	PMN_	PMN_	PMC_	PMC_
	BMM	PTC	BMM	PTC	BMM	PTC	BMM	PTC	BMM	PTC	BMM	PTC	BMM	PTC
	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha
May	18.37	18.37	0	0	8.16	0	0	0	59.18	4.08	2.04	0	4.08	4.08
Jun	12.24	16.33	24.49	0	8.16	0	4.08	0	22.45	8.16	0	0	8.16	4.08
Jul	38.78	22.45	55.10	8.16	22.45	16.33	16.33	0	48.98	4.08	0	0	4.08	6.12
Ago	40.82	14.29	34.69	16.33	2.04	4.08	14.29	0	36.73	12.24	0	8.16	0	0
Sep	18.37	8.16	34.69	10.20	4.08	4.08	10.20	0	59.18	10.20	4.08	0	0	0
Oct	10.20	18.37	40.82	12.24	16.33	2.04	16.33	0	57.14	8.16	14.29	2.04	0	0
Nov	16.33	28.57	4.08	2.04	16.33	6.12	14.29	6.12	59.18	2.04	30.61	4.08	0	0
Dic	0	24.49	0	0	0	0	0	0	8.16	2.04	2.04	0	0	0
Ene	18.37	24.49	6.12	0	4.08	0	20.41	0	18.37	0	26.53	2.04	0	0
Feb	8.16	16.33	0	0	0	0	6.12	0	28.57	0	16.33	0	0	0
Mar	0	4.08	0	0	0	0	0	0	24.49	2.04	8.16	0	0	0
Abr	0	0	0	0	0	0	0	0	2.04	0	0	0	0	0
Media	15.14	16.33	16.67	4.08	6.80	2.72	8.50	0.51	35.37	4.42	8.67	1.36	1.36	1.19

Anexo Va. Tamaño poblacional con su respectivo error estándar. HD: *Heteromys desmarestianus*, OF: *Oligoryzomys fulvescens*, PB: *Peromyscus beatae*. BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Mes	Temp.	HD_BMM		HD_PTC		OF_BMM		OF_PTC		PB_BMM		PB_PTC	
		N	E.E	N	E.E	N	E.E	N	E.E	N	E.E	N	E.E
May	Húmeda	8.652	2.481	9.677	3.408	0	0	0	0	4.224	1.699	0	0
Jun		11.001	3.89	12.633	5.287	21.626	8.32	0	0	5.338	2.676	0	0
Jul		12.605	2.518	6.903	2.146	16.878	4.471	2.06	0.259	7.424	1.979	4.28	2.287
Ago		17.647	3.254	6.903	2.146	14.065	3.852	6.179	0.486	1.237	0.595	2.854	1.652
Sep		7.563	1.752	2.761	1.169	19.691	5.087	3.089	0.324	2.475	0.909	1.427	0.994
Oct		5.768	1.894	9.685	3.413	19.808	6.241	4.302	0.644	4.224	1.699	1.679	1.374
Nov	Seca	8.823	1.949	12.426	3.337	2.813	1.228	1.03	0.179	4.949	1.46	1.427	0.994
Dic		0	0	9.664	2.748	0	0	0	0	0	0	0	0
Ene		5.042	1.343	9.664	2.748	2.813	1.228	0	0	1.237	0.595	0	0
Feb		3.781	1.123	6.903	2.146	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar		0	0	1.614	1.072	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo Vb. Tamaño poblacional con su respectivo error estándar. PL: *Peromyscus levipes*, PMG: *Peromyscus megalops*, PMN: *Peromyscus melanurus* y PMC: *Peromyscus melanocarpus*, BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Mes	Temp.	PL_BMM		PMG_BMM		PMG_PTC		PMN_BMM		PMN_PTC		PMC_BMM	
		N	E.E	N	E.E	N	E.E	N	E.E	N	E.E	N	E.E
May	Húmeda	0	0	19.722	2.068	2	0	1.117	0.37	1.002	0.046	1	0
Jun		1.169	0.459	10.915	2.183	3.257	0.725	0	0	1.016	0.133	3.375	1.027
Jul		3.064	0.267	8.614	0.865	1.069	0.342	0	0	1	0.016	1.229	1.208
Ago		2.043	0.215	12.922	1.09	4.519	1.211	0	0	1	0.016	0	0
Sep		4.086	0.312	16.152	1.244	2	0	2.103	0.343	0	0	0	0
Oct		4.233	0.538	17.402	1.913	5.847	5.398	6.699	1.019	1.002	0.046	0	0
Nov	Seca	3.064	0.267	11.845	1.037	0	0	6.31	0.637	1	0.016	0	0
Dic		0	0	3.23	0.51	1	0	1.052	0.238	0	0	0	0
Ene		3.064	0.267	6.461	0.738	0	0	6.31	0.637	1	0.016	0	0
Feb		2.043	0.215	7.538	0.804	0	0	3.155	0.428	0	0	0	0
Mar		0	0	8.121	1.221	2.178	0.739	3.35	0.674	0	0	0	0
Abril		0	0	1.16	0.435	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo VI. Valores promedio de peso y longitud del cuerpo. BMM: Bosque mesófilo de montaña y PTC: Policultivo tradicional cafetalero.

Especie	BMM		PTC		BMM	PTC
	Peso (g)	Longitud Cuerpo (cm)	Peso (g)	Longitud Cuerpo (cm)	IMC	IMC
<i>Heteromys desmarestianus</i>	45.612	11.246	43.047	10.875	4.056	3.958
<i>Mustela frenata</i>						
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	27.782	8.198	23.136	7.457	3.389	3.103
<i>Peromyscus beatae</i>	39.000	9.705	31.682	8.706	4.019	3.639
<i>Peromyscus levipes</i>	46.895	10.654	35.667	11.500	4.401	3.101
<i>Peromyscus megalops</i>	43.528	10.140	42.521	10.163	4.293	4.184
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	36.125	8.700	37.286	10.029	4.152	3.718
<i>Peromyscus melanurus</i>	50.000	9.661	42.250	10.050	5.176	4.204
<i>Peromyscus sp</i>	39.286	9.643	33.333	9.433	4.074	3.534
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	21.000	59.625			0.352	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	32.857	8.629			3.808	
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	20.000	6.800	20.000	7.500	2.941	2.667
<i>Sorex veraepacis</i>						
<i>Tlacuatzin canescens</i>	39.500	12.000			3.292	