



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

PECARÍ DE COLLAR (*Pecari tajacu* L.) EN LA REGIÓN  
NOPALA-HUALTEPEC, HIDALGO, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN  
BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

P R E S E N T A:

DANTE ALFREDO HERNÁNDEZ SILVA

DIRECTOR DE TESIS

DR. GERARDO SÁNCHEZ ROJAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
DIRECCIÓN

**M. EN A. JULIO CESAR LEINES MEDÉCIPO**  
**DIR. ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**P R E S E N T E**

Por este conducto le comunico que, después de revisar el trabajo titulado "Pecari de collar (*Pecari tajacu* L.) en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo, México" que presenta el alumno de la Maestría en Biodiversidad y Conservación, Ing. Dante Alfredo Hernández Silva, el Comité Revisor de tesis ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

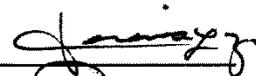
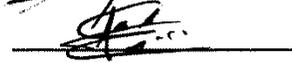
A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Comité Revisor.

**PRESIDENTE:** Dr. Iriana Leticia Zuria Jordan

**SECRETARIO:** Dr. Enrique Cortés Díaz

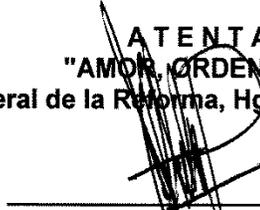
**VOCAL:** Dr. Gerardo Sánchez Rojas

**PRIMER SUPLENTE:** Dra. María Teresa Pulido Silva

  
  
  
María Teresa Pulido

Sin otro particular, reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
Mineral de la Reforma, Hgo. a 30 de Abril del 2013.

  
DR. ORLANDO AVILA POZOS  
DIRECTOR I.C.B. DIRECCION



OAP/cthl



EMPRESA  
SOCIALMENTE  
RESPONSABLE

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,  
Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,  
Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
Tel. +52 771 7172000 exts. 2230 y 2231, Fax 2109  
avilap@uaeh.edu.mx



AAB-UAEH

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios, por darme la oportunidad de cumplir mi segundo objetivo en la vida.**

**Al Laboratorio de Conservación Biológica del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por la formación profesional y académica recibida.**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 253323 otorgada para realizar mis estudio de Maestría.**

**Al Dr. Gerardo Sánchez Rojas, por la confianza, amistad, paciencia y apoyo ofrecido para concluir este objetivo.**

**A mis asesores, Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan, Dr. Enrique Cortés Díaz y Dra. María Teresa Pulido Silva, por sus aportaciones en la elaboración de esta tesis.**

**A los ejidos Mintho, Taxqui, Xothe y la propiedad privada Doguithi, por permitir el acceso a sus predios y realizar el trabajo de campo.**

**A mis amigos María Guadalupe Pérez, Jessica Bravo, Cristian Aguilar, Alejandro García, Carmen García, Sergio Daniel, Jaime Calderón, Fernando Ruíz, Rodrigo García, Nallely Baca, Patricia Reyes, Anahí Bello, Brenda Pérez, Gonzalo Herrera, Iván Montiel, Germán Manzanero, Pamela Islas, Carla López, Gustavo Rivas, Liliana López, Araceli Rodríguez y Paulina de la Cruz.**

**A los proyectos “Adquisición de ejemplares y desarrollo del plan de manejo UMA Gavillero de Mintho” y “UMA Barranca de Doguithi“, correspondientes al Programa Fomento a la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, a través de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) y Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre (PIMVS) en zonas rurales de 2011, de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por el subsidio ofrecido a UMA y poder realizar el trabajo de campo.**

**A mis compañeros de generación de la Maestría Raciél, Abraham, Carlos, Tania y Miguel Ángel, por la convivencia y consejos ofrecidos.**

**A todos aquellos amigos y compañeros que formaron parte de mi estancia durante la realización de estos estudios.**

**Sinceramente  
DANTE ALFREDO**

## DEDICATORIAS

A Carmen Silva Reyes, mi mamá.

A Dante Alfredo Hernández Sedas, mi papá.

A María de Jesús Silva Reyes, mi tía.

A Luis Daniel y Ángel Eduardo, mis hermanos.

Y a toda mi familia.

# CONTENIDO

Página

CONTENIDO .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN .....	vi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Pecarí de collar ( <i>Pecari tajacu</i> Linnaeus 1758) .....	3
2.2 Abundancia relativa de <i>P. tajacu</i> .....	9
2.3 Uso de hábitat.....	10
2.4 Producción de biomasa vegetal por el hábitat .....	12
2.5 Translocaciones.....	13
2.6 Conservación y sustentabilidad de <i>P. tajacu</i> en la región Nopala- Hualtepec.....	15
3. OBJETIVO GENERAL .....	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1 Área de estudio.....	19
4.2 Diseño de muestreo.....	21
4.3 Estimación de la abundancia relativa.....	23
4.4 Estimación de la densidad .....	23
4.5 Caracterización del hábitat .....	24
4.5.1 Análisis de las variables de la caracterización del hábitat .....	25
4.5.2 Producción de biomasa vegetal en el hábitat .....	26

4.6	Uso de hábitat.....	27
5.	RESULTADOS.....	28
5.1	Abundancia relativa promedio .....	28
5.1.1	Abundancia relativa por época de muestreo .....	28
5.1.2	Abundancia relativa por trayecto .....	30
5.1.3	Abundancia relativa por tipo de hábitat .....	32
5.2	Densidad promedio.....	32
5.2.1	Densidad por época de muestreo.....	33
5.2.2	Densidad por trayecto .....	33
5.2.3	Densidad por tipo de hábitat.....	35
5.3	Caracterización del hábitat .....	35
5.3.1	Producción de biomasa vegetal.....	37
5.4	Uso de hábitat.....	39
6.	DISCUSIÓN .....	40
6.1	Abundancia relativa y densidad de <i>P. tajacu</i> .....	40
6.2	Caracterización del hábitat .....	41
6.2.1	Producción de biomasa vegetal.....	42
6.3	Uso de hábitat.....	42
7.	Recomendaciones de manejo y aprovechamiento sustentable de <i>P. tajacu</i> en la región Nopala-Hualtepec .....	47
8.	CONCLUSIONES .....	51
9.	LITERATURA CITADA .....	52
10.	ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Eventos biológico-reproductivos del pecarí de collar .....	7
Cuadro 2. Estudios realizados en México para <i>Pecari tajacu</i> .....	11
Cuadro 3. Predios pertenecientes al área de estudio de la región Nopala- Hualtepec, Hidalgo. ....	19
Cuadro 4. Número y porcentaje de rastros de <i>P. tajacu</i> encontrados durante las épocas de muestreo en los cuatro tipos de hábitat. ....	28
Cuadro 5. Especies vegetales registradas en el hábitat de <i>P. tajacu</i> durante la época de lluvias y época de estiaje en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo. ....	36
Cuadro 6. Uso de hábitat por <i>P. tajacu</i> en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo para la época de lluvias 2011, empleando el método de intervalos de Bonferroni. ....	39
Cuadro 7. Uso de hábitat por <i>P. tajacu</i> en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo para la época de estiaje 2012, empleando el método de intervalos de Bonferroni. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Área de distribución de las tres especies de pecaríes presentes en el continente Americano. ....	4
Figura 2. Individuo de Pecarí de collar macho ( <i>Pecari tajacu</i> L.) liberado en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo. ....	6
Figura 3. Localización de la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo, México, se muestra el área de estudio, los municipios y los ejidos que la integraron. ....	20
Figura 4. a) Diagrama ombrotérmico de la región Nopala-Hualtepec, tomado de valores promedio de 1976-2000; b) Diagrama ombrotérmico promedio para los meses de muestreo. ....	22
Figura 5. Área de estudio, se muestran los tipos de hábitat, trayectos (n=16) y predios. Imagen de satélite tomada de Google Earth® de 2008. ....	29
Figura 6. Comparación de la abundancia relativa estimada (media $\pm$ error estándar) para <i>P. tajacu</i> en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de lluvias. No se muestran diferencias significativas ( $p > 0.194$ ) después de comparaciones múltiples de la prueba Kruskal-Wallis. ....	30
Figura 7. Comparación de la abundancia relativa estimada (media $\pm$ error estándar) para <i>P. tajacu</i> en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de estiaje. No se muestran diferencias significativas ( $p > 0.298$ ) después de comparaciones múltiples de la prueba Kruskal-Wallis. ....	31
Figura 8. Comparación de la abundancia relativa estimada (media $\pm$ error estándar) para <i>P. tajacu</i> entre los tipos de hábitat para cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) después de la prueba post-hoc de Duncan's (D). ....	32

Figura 9. Comparación de la densidad estimada (media $\pm$ error estándar) para <i>P. tajacu</i> en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de lluvias. No se muestran diferencias significativas ( $p>0.194$ ) después de comparaciones múltiples con la prueba Kruskal-Wallis. ....	33
Figura 10. Comparación de la densidad estimada (media $\pm$ error estándar) para <i>P. tajacu</i> en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de estiaje. No se muestran diferencias significativas ( $p>0.275$ ) después de comparaciones múltiples con la prueba Kruskal-Wallis. ....	34
Figura 11. Comparación de la densidad estimada (media $\pm$ error estándar) para <i>P. tajacu</i> entre los tipos de hábitat para cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p<0.05$ ) después de la prueba post-hoc de Duncan's (D). ....	35
Figura 12. Comparación de producción de biomasa vegetal (media $\pm$ error estándar) del hábitat para cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p<0.05$ ) después de la prueba de t de Student.....	38
Figura 13. Comparación de producción de biomasa vegetal (media $\pm$ error estándar) por tipo de hábitat en cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p>0.05$ ) después de la prueba de Tukey. ....	38
Figura 14. Mapa de uso de hábitat de <i>P. tajacu</i> durante las dos épocas de muestreo, en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.....	44
Figura 15. Distribución actual de <i>P. tajacu</i> de acuerdo con la UICN-2012, para México y el estado de Hidalgo. ....	48

## RESUMEN

El conocimiento del estado actual de poblaciones de fauna silvestre introducida ofrece información acerca de su adaptación al hábitat y permite realizar su aprovechamiento sustentable. El objetivo de este estudio fue evaluar la abundancia y densidad relativa, así como caracterizar y conocer el uso de hábitat del pecarí de collar (*Pecari tajacu* L.) en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo, México, durante la época de lluvias 2011 y de estiaje 2012. El área de estudio comprendió 1,984.27 ha, donde se evaluaron cuatro tipos de hábitat: bosque de encino, matorral xerófilo, barrancas y pastizal natural e inducido; se establecieron cuatro trayectos lineales para cada tipo de hábitat donde se buscaron rastros tales como huellas, excretas, comederos y rascaderos; el hábitat se caracterizó por medio de 12 variables, relacionadas con la estructura y composición de la vegetación y producción de biomasa vegetal. Para conjugar las características del hábitat y los datos poblacionales se aplicaron análisis univariados. Durante las dos épocas de muestreo se registraron 148 rastros totales, con una abundancia relativa de  $1.88 \pm 0.57$  rastros  $\text{km}^{-1}$  y una densidad de  $0.55 \pm 0.1$  individuos  $\text{km}^{-2}$ . El hábitat de calidad estuvo representado por las variables de cobertura vegetal, altura, densidad (individuos en  $100 \text{ m}^2$ ) y volumen de las plantas y la distancia a cuerpos de agua. El uso de hábitat fue desproporcional respecto a la superficie disponible ( $p < 0.001$ ) con preferencia por las barrancas, el bosque de encino se utilizó proporcionalmente y el matorral xerófilo fue evitado. *P. tajacu* es una especie exótica para la región Nopala-Hualtepec que se encuentra en un proceso de establecimiento, con una población apta para realizar su manejo y aprovechamiento sustentable y con ello, evitar que se convierta en una especie invasora.

Palabras clave: translocación, preferencia de hábitat, abundancia, densidad, sustentable

## 1. INTRODUCCIÓN

La fauna silvestre, en el sentido estricto se refiere a todos los animales no domésticos (Ojasti, 2000); sin embargo, su definición estará en función de la legislación o la reglamentación que la aplica (Patton, 1997). En México, según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define a la fauna silvestre incluye a las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente (LGEEPA, 1988). Este recurso natural renovable ha interactuado con el hombre desde los albores de su existencia hasta nuestros días, obteniendo de ella un valor de consumo, comercial, recreacional, ecológico, cultural y científico (Ojasti, 2000).

Para poder obtener alguno de los valores de la fauna silvestre, es necesario contemplar su aprovechamiento sustentable, definido como utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos a largo plazo (LGEEPA, 1988). Este aprovechamiento sustentable, se ha empleado en México desde 1995 bajo un esquema alternativo de producción en Unidades de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA; LGVS, 2012), lo que ha generado un cambio de actitud hacia el uso y conservación de la fauna silvestre que poseen los dueños de tierras comunales, ejidales y privadas, aplicando sistemas de vigilancia participativa, conservación del hábitat (entendido como los recursos y condiciones presentes en un área donde se mantiene una población lo cual incluye su sobrevivencia y reproducción; Hall *et al.*, 1997) y desarrollo de la actividad cinegética, con beneficios económicos, ecológicos y sociales (Ortiz *et al.*, 2005; Weber *et al.*, 2006; Hernández, 2008; Sánchez-Rojas *et al.*, 2011).

Las UMA se han aplicado en el estado de Hidalgo, como en la región Nopala-Hualtepec (ubicada en el extremo oeste del estado), donde en 2003 se inició un proyecto de ecoturismo y aprovechamiento sustentable de tres especies de fauna silvestre que fueron liberadas en 2008 en el hábitat: guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), beneficiando a los ejidos existente de la región.

Específicamente el pecarí de collar (*Pecari tajacu* L.) es un mamífero mediano de amplia distribución geográfica, ya que se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta el norte de Argentina; en México se presenta en la mayoría de su territorio a excepción de la Península de Baja California, de las regiones biogeográficas del Altiplano Norte, Sur, parte de la Sierra Madre Occidental y del Eje Neovolcánico y el norte de la Depresión del Balsas (Gongora *et al.*, 2011).

Por su amplia distribución, esta especie animal tiene importancia ecológica como dispersor de semillas en muchos ecosistemas (Bodmer, 1991) y por su conducta forrajera de buscar raíces es una especie que logra modificar los hábitat que ocupa (Sowls, 1997; Beck *et al.*, 2010; Reider, 2011). Además desde tiempos precolombinos este animal forma parte principal de la dieta de comunidades rurales en los países de América Latina (Ojasti, 2000; Cabrera y Montiel, 2007) y es una especie de importancia económica, al ser considerada entre las 20 principales especies cinegéticas nativas o introducidas de México (Naranjo *et al.*, 2010).

Para el caso de especies cinegéticas, es necesario conocer información relevante acerca de su biología y de las adaptaciones que pueden llegar a tener, por ejemplo las especies liberadas en un lugar determinado, por lo tanto es necesario realizar el seguimiento permanente del hábitat y de las poblaciones o los ejemplares que ahí se distribuyan (LGVS, 2012). En especial para el conocimiento del uso de hábitat por la fauna silvestre, se implementan herramientas que favorezcan la presencia y permanencia de determinada especie en un área específica, y así encontrar el hábitat de mayor calidad para obtener animales con características de trofeo, que garanticen su conservación y el aprovechamiento sustentable.

El objetivo de este estudio fue evaluar la abundancia y densidad relativa, así como caracterizar y obtener datos sobre el uso del hábitat de *P. tajacu* durante la temporada de lluvias 2011 y de estiaje 2012. Esta información será útil para proponer estrategias y lograr el manejo sustentable de la vida silvestre en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Pecarí de collar (*Pecari tajacu* Linnaeus 1758)

El nombre de *Pecari tajacu* proviene del guaraní *pecarí*, que en sentido estricto significa “sendas del bosque” y *tajacu*, nombre nativo brasileño que significa “un animal que hace sus senderos a través del bosque” (Tirira, 2004).

Este mamífero mediano pertenece al orden Cetartiodactyla, suborden Suiformes y a la familia Tayassuidae (Gongora *et al.*, 2011). Existen tres especies reconocidas de pecaríes endémicas del continente Americano (Theimer y Keim, 1998), *Pecari tajacu* Linnaeus 1758 o pecarí de collar (Gongora *et al.*, 2011), *Tayassu pecari* Link, 1975 o pecarí de labios blancos (Reyna-Hurtado *et al.*, 2008) y el recién redescubierto *Catagonus wagneri* Rusconi, 1930 o pecarí del Chaco (Wetzel *et al.*, 1975), endémico de la región del Chaco seco en el oeste de Paraguay, el sudeste de Bolivia y el norte de Argentina (Figura 1) (Sowls 1984; Redford and Eisenberg 1992).

Actualmente la taxonomía y relaciones filogenéticas dentro de los miembros de la familia Tayassuidae se encuentra en debate, en la taxonomía clásica se describieron a las tres especies de pecaríes en dos géneros, *Tayassu pecari* y *Tayassu tajacu* (Jones *et al.*, 1992) y *Catagonus wagneri* (Wetzel, 1977). Recientemente con estudios de ADN nuclear y mitocondrial se estableció a las tres especies de pecaríes en géneros diferentes (Theimer y Keim, 1998; Gongora y Moran, 2005), separando a *Pecari tajacu* de *Tayassu pecari* y *Catagonus wegnery*. Gongora *et al.* (2006) encontraron a través de análisis de secuencias mitocondriales que *P. tajacu* está dividido en dos grupos mayores, en los individuos de Norte-Centro América y los de Sudamérica.

En México se encuentran dos especies de pecaríes: *Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*. El primero se distribuye en los estados de Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán, Campeche y Quintana Roo, a través de América Central (Figura 1), hasta el noreste de Argentina, se vincula a bosques tropicales espinosos, bosques tropicales perennifolios y subperennifolios (Starker, 2000); *Pecari tajacu* presenta una amplia distribución desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina y Uruguay; en México, se encuentra presente en la mayor parte del territorio nacional (Figura 1), excepto en la Península de Baja California y en la Altiplanicie Central (Gongora *et al.*,

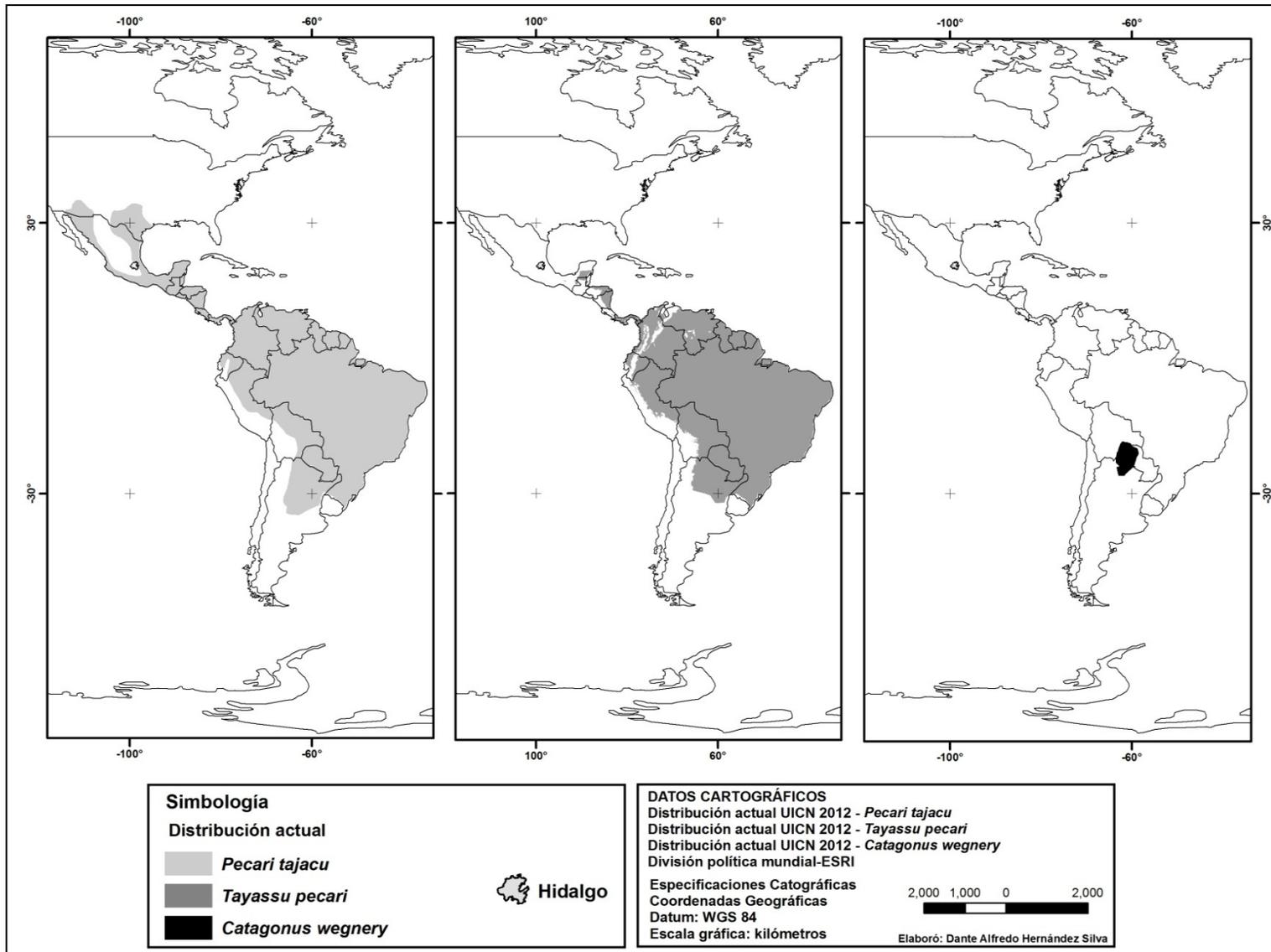


Figura 1. Área de distribución de las tres especies de pecaríes presentes en el continente Americano, de las cuales *Pecari tajacu* y *Tayassu pecari* se presentan en México.

2011). Existen siete subespecies de *P. tajacu* en México (Groves y Grubb, 1993), *angulatus* Cope, 1889; *sonoriensis* Mearns, 1897; *nanus* Merriam, 1901; *humeralis* Merriam, 1901, *yucatanensis* Merriam, 1901; *crassus*, Merriam, 1901; *nelsoni*, Goldman, 1926 y *ringens*.

Las poblaciones de *P. tajacu* son consideradas como generalista en cuanto al hábitat (Peres, 1996, Sowls, 1997; Beck, 2005; Richter, 2012) ya que esta especie puede desarrollarse en diferentes tipos de vegetación que incluyen al bosque tropical perennifolio, subperennifolio, subcaducifolio, bosque espinoso, matorral xerófilo, pastizales y vegetación secundaria (Sowls, 1997).

El cuerpo de *P. tajacu* presenta una longitud total promedio de 0.8 a 0.98 m de y un peso de 17 a 30 kg (Figura 2); es robusto, con la cola vestigial y la cabeza grande, la nariz termina en un disco nasal (March y Mandujano, 2005). Los caninos en los adultos se utilizan principalmente como armas de defensas y llegan a crecer hasta 41 mm de longitud; las extremidades son cortas, delgadas y terminan en pezuñas, las anteriores presentan cuatro dígitos y las posteriores tres; la coloración del pelaje en adultos varía de grisácea a negra en las extremidades y tronco, es pálida en el vientre y la punta de las orejas y poseen una franja amarillenta o blanquecina a manera de collar en ambos lados del cuello (March y Mandujano, 2005). Son hábiles saltadores, corredores y están especializados en la carrera para escapar de sus depredadores; su actividad es diurna, crepuscular y nocturna, son territoriales y marcan sus límites con orina y otros compuestos odoríferos (Ceballos y Oliva, 2005).

Se refugian en madrigueras que generalmente se encuentran en la raíz de un árbol caído o lugar similar, donde se pueda ampliar una cavidad natural con el mínimo esfuerzo (Neal, 1959; Ceballos y Oliva, 2005). Asimismo, utilizan como echaderos o sitios de descanso lugares ubicados en las bases de las rocas y comúnmente bajo mezquites (*Prosopis* spp.) (Neal, 1959).

En condiciones silvestres las hembras de *P. tajacu* posiblemente adquieren la madurez al año de edad y permanecen reproductivas hasta su muerte; los machos maduran entre los 10 y los 11 meses, la producción de esperma declina a los siete años. El estro en las hembras dura de tres a cinco días y ocurre en ciclos de 22 a 24 días durante todo el año; el período de gestación varía 141 a 151 días (March y



**Figura 2. Individuo de Pecarí de collar macho (*Pecari tajacu* L.) liberado en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo. Fotografías: a) Germán Manzanero Barrera© (2012), b) Dante Alfredo Hernández Silva© (2012).**

Mandujano, 2005; Cuadro 1). Los nacimientos pueden ocurrir en cualquier época del año, sin embargo, el 75 % ocurre durante los meses de junio, julio y agosto en ambientes áridos y semiáridos (Neal, 1959) (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Eventos biológico-reproductivos del pecarí de collar**

Eventos	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Reproducción y cortejo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gestación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nacimiento de crías	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Destete de crías	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Monitoreo		x	x	x	x				x	x	x	x
Aprovechamiento	x	x							x	x	x	x

Modificado de SEMARNAT (2010)

*P. tajacu* es un animal social que vive en piaras o grupos, su conformación y tamaño puede cambiar durante el año (Sowls, 1997), sin embargo Oldenburg *et al.* (1985) mencionó que las piaras son estables y coherentes durante el año. El tamaño de piara también varía de acuerdo al tipo de vegetación predominante,  $5.47 \pm 0.35$  individuos en un matorral xerófilo en Texas, EUA (Green *et al.*, 2001),  $3.3 \pm 0.6$  individuos en un bosque tropical caducifolio,  $4.5 \pm 0.5$  individuos en un bosque tropical subcaducifolio en Chamela, México (Mandujano, 1999). En bosques tropicales subperennifolios es frecuente que forme piaras relativamente grandes de 5 a 12 individuos (Ceballos y Olivia, 2005), en bosques tropicales caducifolios son más frecuentes los grupos de 1 a 4 individuos (Mandujano, 1999) y en hábitats áridos y semiáridos se ha registrado que las piaras se dividen en subgrupos pequeños que se reagrupan lapsos de 12 horas (Green *et al.*, 1984).

Los cambios en la conformación de las piaras son afectada principalmente por la precipitación (Castellanos, 1983; Sowls, 1997), por la cobertura vegetal en el hábitat (Bissonette, 1982) y por el apacentamiento, cuando la piara se separa durante las estación del año (Bissonette, 1982; Green *et al.*, 1984). También se han reportado *P. tajacu* solitarios, incluyendo animales jóvenes, adultos y en su mayoría machos (Neal, 1959; Oldenburg *et al.*, 1985; Starker, 2000).

El estómago de *P. tajacu* es plano con fermentación activa, dando lugar a especulaciones sobre su capacidad de digerir la celulosa y compuestos relacionados

(Nogueira-Filho, 2005). Stewart (1964) lo consideró como un pseudo-rumiante y Langer (1974, 1978, 1979) describió su sistema digestivo, mostrando la localización de varias partes del estómago y reconoció cuatro compartimentos principales, una bolsa gástrica del estómago, el estómago glandular y dos sacos ciegos.

La dieta de *P. tajacu* varía por tipo de hábitat, con una tendencia de consumo de raíces como componente principal durante la época seca y de hojas y frutos durante la época de lluvias (March y Mandujano, 2005); en regiones áridas las cactáceas predominan en su dieta (Sowls, 1997; Mandujano y Martínez-Romero, 2002). En el sur de Texas las especies suculentas del género *Opuntia* y *Agave lechuguilla* fueron los principales componentes de la dieta (Bissonette, 1982).

Los depredadores de *P. tajacu* varían de acuerdo a la región donde se distribuyan, en regiones tropicales son presas de jaguares (*Panthera onca*) hasta un 42 % de la composición de la dieta (Aranda, 1994). En regiones áridas y semiáridas los coyotes (*Canis latrans*) y gato montés (*Lynx rufus*) son los principales los depredadores de *P. tajacu* jóvenes (Knipe, 1957).

A esta especie se le adjudica importancia ecológica, alimenticia y económica; la importancia ecológica se relaciona con el hecho de que es modificador del hábitat, dispersores de semillas y regulador del reclutamiento, demografía y distribución espacial de plantas (Beck, 2005). *P. tajacu* es considerado como un ingeniero del sistema, es decir, es una especie que altera su entorno, causando cambios físicos a nivel abiótico o biótico (Jones y Gutiérrez, 2007). Los cambios se relacionan por los rascaderos que generan en áreas con o sin humedad, en donde se crean o modifican hábitats de otros organismos (Sowls, 1997; Reider, 2011), como sucede en los cambios de diversidad de anuros en regiones tropicales (Beck *et al.*, 2010).

Se le considera como un dispersor de semillas (Norconk *et al.*, 1998), lo cual se realiza mediante tres mecanismos: endozoocoria de semillas pequeñas, expectoración de semillas grandes y epizoocoria (Beck, 2005). En algunos casos, durante el consumo de semillas de palmas de la familia Arecaceae, *P. tajacu* altera la composición física de la semilla, agrietándola durante el consumo inicial del propágulo por el uso de los fuertes músculos aductores de la mandíbula (Bodmer, 1989a). Lo anterior se relaciona con el reclutamiento, demografía y distribución espacial de plantas, porque al consumir

las semillas de plantas los animales las dispersan o afectan su germinación (Keuroghlian *et al.*, 2004; Beck, 2006; Keuroghlian y Eaton, 2008).

Con respecto a la alimenticia, *P. tajacu* forma parte principal de la dieta de comunidades rurales en los países de América Latina donde se distribuye (Ojasti, 2000; Cabrera y Montiel, 2007). En la Amazonía peruana tiene importancia para los pobladores rurales: son cazados por su carne que se utiliza como alimento o es vendida en los mercados locales de carne de monte. El consumo de carne se sustenta por el aporte de biomasa animal que ofrece en los bosques tropicales (Bodmer, 1989b), de acuerdo con las densidades poblacionales de hasta 16 pecaríes km<sup>-2</sup> con un peso promedio de 23 kg se llegan a producir 368 kg km<sup>-2</sup> (Einsenberg, 1980).

La importancia económica se basa en la cacería cinegética y de subsistencia, que es una actividad realizada principalmente por comunidades indígenas o rurales en América Latina (Reyna-Hurtado y Tanner, 2007). En las regiones de la Altiplanicie Central y las serranías del norte y centro de México, *P. tajacu* se encuentra dentro de las 20 principales especies cinegéticas nativas o introducidas de México (Naranjo *et al.*, 2010). De esta manera las comunidades indígenas o rurales tienen la posibilidad de obtener ingresos económicos por la venta de animales para cacería cinegética, manejo intensivo o realizar prácticas de ecoturismo. Otra forma por la que se obtienen beneficios económicos es mediante la exportación de pieles a Europa para la fabricación de guantes y zapatos de alta calidad (Fang *et al.*, 2008).

*P. tajacu* está catalogado en la lista roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como una especie de preocupación menor (Gongora *et al.*, 2011), mientras que en nuestro país no se encuentra dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2010 ni en los Apéndices I, II y III del CITES-UNEP-2011.

## **2.2 Abundancia relativa de *P. tajacu***

La abundancia (cantidad de individuos o de biomasa) es un atributo poblacional variable en el tiempo y el espacio (Ojasti, 2000). La abundancia relativa junto con la densidad de las poblaciones son parámetros fundamentales en la toma de decisiones para el manejo de la fauna silvestre y su hábitat (Ojasti, 2000; Naranjo y Bolaños, 2004).

Los índices de abundancia señalan el número promedio de individuos o sus rastros detectados por unidad de esfuerzo de muestreo (trayectos lineales o parcelas), lo que implica una cuantificación simultánea de ambas variables, y se aplican cuando la población objetivo presenta hábitos nocturnos, es sensible a la presencia humana, se sospecha que tiene una densidad baja, hay falta de recursos económicos y cuando existe escasa visibilidad en el hábitat (Naranjo, 2000).

Existen diversos métodos para la cuantificación de la abundancia relativa, los basados en métodos directos e indirectos. Los primeros se fundamentan en conteos directos (visual o auditivos), mientras que los segundos tienen la premisa que la cantidad de rastros de una población en el campo es proporcional a la densidad de la misma (Ojasti, 2000). Para estimar la distribución y abundancia relativa de *P. tajacu* se recomienda aplicar intervalos mayores o iguales a tres semanas para la detección de rastros en los sitios de muestreo (Longoria y Weckerly, 2007).

En México, sus características poblacionales se han estimado en ocho tipos de vegetación, en su mayoría en áreas naturales protegidas y reportando que la abundancia relativa y la densidad son variables (Cuadro 2).

### **2.3 Uso de hábitat**

El hábitat se define como el área con la combinación de recursos (alimento, cobertura, agua) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, presencia de predadores y competidores) que promueven la ocupación por los individuos de determinada especie (o población) en el cual puedan desarrollarse y reproducirse (Morrison *et al.*, 1992). Existe confusión o se aplican de forma errada referente a este término, lo cual ha generado que las diferentes publicaciones no puedan ser comparables o medibles. Hall *et al.* (1997) analizaron las publicaciones comprendidas entre 1980-1994 donde se utilizó terminología que engloba al concepto de hábitat, mostrando que en la mayoría de éstas se utiliza con distintas definiciones y se distorsiona la comunicación interdisciplinaria. Al final los autores recomiendan que se deba asumir el desafío de estandarizar dicha terminología y generar afirmaciones correctas aplicables en las ciencias biológicas.

**Cuadro 2. Estudios realizados en México para *Pecari tajacu***

Sitio/Autor	Abundancia rastros km <sup>-1</sup>	Densidad Ind km <sup>-2</sup>	Piaras km <sup>-2</sup>	Vegetación
Quintana Roo, Meréndiz (1995)	-	1-15	-	SMP
REBIO Montes Azules, Bolaños y Naranjo (2001)	0.56	2.34	-	SAP, SBP
REBIO Chamela-Cuixmala Mandujano y Martínez-Romero (2002)	-	4.9±1.6	1.2±0.9	BTC, SMS
REBIO El Triunfo, Lira y Naranjo (2003)	0.13	1.19	-	BMM
Tzucacab, Yucatán, Pacheco (2006)	-	1.86	-	SAP, SMS
Tabasco, Bello-Gutiérrez <i>et al.</i> (2004)	0.61	-	-	SAP, SMS
Santiago Jamiltepec, Oaxaca, Lira (2006)	0.55	-	-	BMM
Tabasco (Chablé y Bello-Gutiérrez, 2006)	1.65*	-	-	Selva y Acahual
REBIO Calakmul, Reyna-Hurtado y Tanner (2007)	-	0.9	-	SMS
Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo, González-Marín <i>et al.</i> (2008)	-	1.9±0.8	0.25±0.1	SMS
REBIO Sierra de Huautla, Mason-Romo <i>et al.</i> (2008)	Nuevo registro de <i>P. tajacu</i> para la reserva			BTC
REBIO Sepultura, Hernández <i>et al.</i> (2011)	0.215	-	-	BTC, SMS, BPQ

REBIO (Reserva de la Biosfera); BMM (Bosque mesófilo de montaña); SAP (Selva alta perennifolia), SBP (Selva baja perennifolia), BTC (Bosque tropical caducifolio), SMS (Selva mediana subperennifolia), BPQ (Bosque Pino-Encino), L-G-C (Asociación de lechuguilla-gobernadora-cactus), S-P (Asociación de sotol-pastizales). \* Rastros por trayectos.

De tal manera, para este estudio se aplicará la siguiente definición de uso de hábitat: el uso de los recursos (fisiográficos y biológicos) presentes en el hábitat por los individuos de determinada especie, para desarrollar actividades de alimentación, cobertura, desplazamiento, anidamiento, escape de depredadores, reproducción y crianza.

La selección de un tipo hábitat es un proceso jerárquico que implica una serie de decisiones conductuales innatas y aprendidas por un animal, acerca de lo que usaría del hábitat a diferentes escalas del paisaje, este proceso se ve afectado por factores interactivos como la competencia con otras especies animales, la cobertura fisiográfica y de la vegetación y la depredación (Hutto, 1985). La preferencia del hábitat es la consecuencia de la selección de hábitat, lo que resulta en el uso desproporcionado de algunos recursos sobre los demás (Krausman, 1999). La calidad del hábitat se

entenderá, como la capacidad del ambiente para proporcionar las condiciones apropiadas para la sobrevivencia de los individuos de una población (Hall *et al.*, 1997; Krausman, 1999).

Como se mencionó, *P. tajacu* es un generalista de hábitat, por la amplia distribución que tiene en el continente Americano, dentro de esta distribución se han reportado ámbitos hogareños promedio para regiones con vegetación dominante de pastizales abiertos, bosques de encino y matorral espinoso de 4.51 km<sup>2</sup>, que varía de 0.24 hasta 8.28 km<sup>2</sup> (Green *et al.*, 2001; Porter, 2006; Richter, 2012), a pesar de que no son grandes extensiones comparadas con el *Tayassu pecari*, que llega a tener ámbito hogareño de 10.96 km<sup>2</sup> en regiones tropicales de la Amazonia (Fragoso, 1998), *P. tajacu* ocupa diferentes hábitats dependiendo de la región donde se distribuya (Green *et al.*, 2001; Porter, 2006; Richter, 2012) e incluyendo zonas urbanas (Ticer *et al.*, 1998).

#### **2.4 Producción de biomasa vegetal por el hábitat**

La biomasa vegetal (forraje) de un ecosistema, una pradera o un agostadero se refiere a la medida instantánea a nivel del suelo del peso total del material forrajero por unidad de superficie (Hodgson, 1979). Los diferentes tipos de hábitat tienen una capacidad característica en la producción de biomasa vegetal, la cual está relacionada con factores ambientales, geográficos, de los hábitos de consumo de los apacentadores y de la época del año (Stuth y Sheffield, 2001). Esta producción de biomasa vegetal mantiene a la ganadería extensiva en los ecosistemas naturales e inducidos en nuestro país y es aprovechada por los herbívoros domésticos como el ganado bovino, caprino, ovino y caballo, a través de un manejo tradicional del ganado, donde durante el inicio de la época de lluvias el ganado en los agostaderos hasta el término de esta temporada (Leutte *et al.*, 2001).

Recientemente se ha hecho una adaptación a este manejo tradicional del agostadero, donde se atienden las necesidades nutrimentales de la vida silvestre y del ganado doméstico en conjunto, convirtiéndose en un agostadero con ganadería diversificada (Villarreal, 2006). Este manejo integral del agostadero genera la obtención de divisas por el aprovechamiento de la fauna silvestre, la comercialización del ganado doméstico

y la conservación (mantenimiento) de aquellas poblaciones que se distribuyan en el agostadero (Villarreal, 2006).

Es así como el conocimiento de la producción de biomasa vegetal cobra importancia, de tal forma que existe una gran variedad de métodos para estimar la producción de biomasa, aunque se consideran dos métodos principales: los destructivos y los indirectos. En los primeros, se realiza un corte directo del follaje que provee un indicador objetivo de la producción de forraje, siempre y cuando el número de muestras sea el adecuado, sin embargo, este método es destructivo y requiere de una elevada inversión en tiempo, trabajo y equipo; en consecuencia, el investigador puede decidirse por cortar un número insuficiente de muestras, resultando en una baja precisión del método (Frame, 1981; Mannetje, 2000). Por otro lado, los métodos indirectos, incluyen la estimación visual (Waite, 1994; Vermeiere *et al.*, 2002) de la cobertura de suelo por las plantas (Anderson y Kothmann, 1982), del volumen del dosel vegetal (Thorne *et al.*, 2002) y más recientemente, la imagenología espectroscópica (Schut *et al.*, 2003). No obstante, aún hace falta información acerca de la precisión y exactitud con que estos métodos son capaces de estimar la biomasa de forraje en diferentes áreas.

## **2.5 Translocaciones**

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1987) define translocación (desplazamiento) como el traslado de organismos vivos desde un lugar para liberarlos en otro, el cual es un proceso tan antiguo como la propia historia del hombre (Soriguer *et al.*, 1998). Las translocaciones involucran la introducción y la reintroducción. El primer término se refiere a la dispersión intencional o accidental por un agente humano de un organismo vivo fuera de lo que históricamente se conoce como su área de distribución natural, mientras que la reintroducción es el movimiento intencionado de un organismo a una parte de su área nativa de la cual ha desaparecido o ha sido extraído en tiempos históricos como resultado de las actividades humanas o catástrofes naturales (UICN, 1987).

Las translocaciones provocan importantes consecuencias potenciales: hibridación de especies similares o subespecies, reservorios de enfermedades transmisibles a la fauna nativa, alteración del hábitat, competencia, depredación sobreapacentamiento y

existe mayor riesgo de extinción por estocasticidad demográfica cuando las poblaciones introducidas son pequeñas (Griffith *et al.*, 1989; Weber, 1995; Taylor *et al.*, 2005; Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009; Ricciardi y Simberloff, 2009). Para superar estas dificultades, se debe incrementar o adecuar las cualidades del hábitat para lograr la adaptación de los organismos a su nuevo ambiente (Griffith *et al.*, 1989; Soriguer *et al.*, 1998; Ostro *et al.*, 2000). Las reintroducciones también se consideran como una estrategia de conservación (Griffith *et al.*, 1989; Soriguer *et al.*, 1998; Seddon *et al.*, 2007) y se presentan principalmente para especies amenazadas (Sarrazin y Barbault, 1996).

Por su parte, las introducciones (intencionales o accidentales) se han realizado con objetivos económicos, de aprovechamiento y ornamentales (mascotas), como la introducción de especies de invertebrados y peces no nativos, para aumentar el potencial de las pesquerías en el Atlántico Norte (Briggs, 2008). El jabalí europeo (*Sus escrofa*) se introdujo en México como especie cinegética y actualmente se encuentra en UMA del norte y centro del país donde en algunos casos se ha convertido en una especie plaga. Para el caso de introducciones ornamentales, numerosas especies de psitácidos son mantenidos como mascotas en regiones tropicales (Álvarez-Romero *et al.*, 2008). Griffith *et al.* (1989) encontraron que el 90% de las translocaciones realizadas en el mundo (700 casos) pertenecen a especies cinegéticas y el resto a especies amenazadas.

Las especies translocadas se pueden considerar como especies exóticas o invasoras, estos términos se confunden o se usan de diferentes maneras. Una especie exótica (UICN, 2000), es una especie, subespecie o taxón inferior fuera de su área de distribución natural (pasada o presente) o de distribución potencial (fuera del área que ocupa naturalmente o que pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre). También se consideran las especies exóticas casuales, que son aquellas que se pueden reproducir y desarrollar de manera ocasional en un área determinada, pero que no forman una población bien establecida y dependen de introducciones constantes para persistir (Richardson *et al.*, 2000).

Una especie invasora, es aquella especie que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y

ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública (LGVS, 2012). Las etapas secuenciales que experimenta una especie en su paso a un área nueva se pueden dividir en: 1) importación, de su entorno natural a un país o área nueva; 2) introducción, cuando es liberado, escapa o vive en un medio natural; 3) establecimiento, cuando constituye una población reproductora en el medio natural, y 4) plaga o invasora, cuando ejerce un fuerte impacto negativo en su nuevo hábitat (Williamson y Fitter, 1996).

Para evitar que una especie de fauna translocada se convierta en exótica o invasora, es necesario realizar un estudio de factibilidad previo, el cual debe recopilar información existente sobre el área en donde se realizará, buscar información de literatura sobre biología de la especie y realizar un análisis de viabilidad de población (Leaper *et al.*, 1999).

Cuando la liberación de los individuos de cierta especie animal se hace intencionalmente, se presentan consecuencias referidas en las etapas secuenciales de una especie exótica o invasora. Por ejemplo, en la Reserva de la Biosfera La Laguna, Baja California Sur, la presencia de jabalí europeo (*Sus scrofa*) se ha convertido en común y con un nivel de afectación moderada (Breceda *et al.*, 2009). A su vez Weber (1995) los reportó en la Reserva de la Biosfera La Michilia, Durango, en donde se presentaron camadas de híbridos con cerdos domésticos que compiten por alimento con *P. tajacu* existente en la reserva. En el condado de Bastrop, Texas se encontraron individuos de *P. tajacu* pertenecientes a una población de la cual no se tiene certeza en si fue introducida o es una extensión de su rango de distribución, alterando el hábitat y desplazando especies nativas (Bauer *et al.*, 2009).

## **2.6 Conservación y sustentabilidad de *P. tajacu* en la región Nopala-Hualtepec**

La postulación de nuevas definiciones en el campo de la sustentabilidad ha aumentado conforme se ha generado una conciencia multidisciplinaria acerca de su importancia (Glavic y Lukman, 2007).

Dentro de estas disciplinas se engloban diferentes definiciones, que van desde la postulada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 1980) en la World Conservation Strategy, refiriéndose a la sustentabilidad como “la

satisfacción de las necesidades humanas, para mejorar la calidad de la vida humana, considerando aspectos sociales, ecológicos y económicos de largo plazo”; hasta una definición vinculada a una población de vida silvestre, como “la probabilidad de que una población pueda mantenerse viable en un período de tiempo determinado” (Milner-Gulland y Akcakaya, 2001). Respecto a la interacción del humano y el ambiente, la LGEEPA (1998) nos dice que la sustentabilidad “es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”.

En la búsqueda de este proceso, es necesaria la interacción de factores ecológicos, económicos, sociales y políticos (Barbarán, 2011). Los primeros se refieren a mantener intactos y en funcionamiento a los ecosistemas; sin embargo, los ecosistemas no son estáticos (Allen y Edwards, 1995), es decir, e debe tomar en cuenta la estructura y función de éstos (Glavic y Lukman, 2007). Esta sustentabilidad ecológica ocurrirá cuando las necesidades humanas estén satisfechas y cuando las pérdidas de la biodiversidad estén moderadas hasta un valor umbral (Robinson, 1993).

Por su parte, la sustentabilidad económica se definen como aquella que satisface las necesidades económicas del humano, para la cuales existen diferentes niveles de uso (Robinson, 1993). Cualquiera que sea el uso que se le de a los recursos naturales, a través de la extracción (cacería) o no extracción (ecoturismo), inevitablemente causan un daño a los ecosistemas (Allen y Edwards, 1995). Sin embargo, es aquí donde el interés por el capital cobra importancia, aún por encima de la capacidad de renovación del recurso. Glavic y Lukman (2007) mencionaron que la sustentabilidad económica hace hincapié en la evolución de la sociedad humana desde el punto de vista económico, de acuerdo a los procesos ambientales y naturales.

En el aspecto social, el ser humano depende de los recursos naturales, los cuales frecuentemente son tomados sin atender la legislación, que conduce a consecuencias ambientales negativas (Allen y Edwards, 1995). Muchos de estos recursos se aprovechan a través de la cacería de subsistencia, considerada cuando se tiene el

propósito de satisfacer las necesidades básicas de un grupo de personas (Ojasti, 2000). En general, el uso no sustentable de la vida silvestre, es una de las mayores amenazas para la biodiversidad y para las millones de personas que dependen de estos recursos para su alimentación y generar ingresos (Weinbaum *et al.*, 2013).

En el factor político, las agencias gubernamentales, no gubernamentales y la iniciativa privada, deberían tener la capacidad de generar y mantener la administración y el aprovechamiento de los recursos naturales (Allen y Edwards, 1995). En un modelo de sustentabilidad las limitaciones de los recursos económicos, sociales y ambientales son consideradas con el fin de contribuir al bienestar de la presente y las futuras generaciones y se pueden aplicar a nivel local, regional, nacional e internacional, todo sobre la base de la voluntad política.

En materia de vida silvestre, el aprovechamiento sustentable se define como “la utilización de los componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la misma, manteniendo así su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras” (CDB, 1993).

Para lograr este aprovechamiento es necesario realizar tres metas específicas en el manejo de las poblaciones de vida silvestre, que tendrán como objetivo mantenerlas aptas y estables para su aprovechamiento sustentable. La primera se fundamenta en mantener las poblaciones dentro de la capacidad de carga del hábitat (Fulbright y Ortega, 2007) (que es la estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico; LGVS, 2012). La segunda se sustenta en realizar el monitoreo de las poblaciones, empleando los métodos adecuados para las especies que se manejen, con ello se podrían construir tablas de vida, en donde se represente el reclutamiento de la población (en el número de crías nacidas el año anterior que sobreviven), la mortalidad y la población residual después del aprovechamiento; y así, determinar cuántos animales, de que sexo y edad se pueden aprovechar (Fulbright y Ortega, 2007), sin embargo, se recomienda restringir la cacería únicamente a machos maduros, evitando las crías y hembras visiblemente preñadas (LGVS, 2012). Por último la

recolección de registros, entre los cuales se incluyen las tendencias a largo plazo en las densidades y estructura de la población, información sobre el hábitat, número de cazadores que participan en las épocas de hábiles, el número de animales cazados y el éxito que llegue a tener el cazador (Sowls, 1997; Fulbright y Ortega, 2007).

La aplicación de estas metas para el aprovechamiento sustentable y en conjunto con la conservación de los recursos naturales fue el objetivo principal de un proyecto generado por el gobierno federal, estatal (Hidalgo), municipal (Alfajayucan, Chapantongo, Huichapan y Nopala de Villagrán) y por asociaciones no gubernamentales, denominado “Reintroducción de Fauna Silvestre en el Estado de Hidalgo” en donde se impulsó la ganadería diversificada a través de la reintroducción de del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la población existente de *P. tajacu* (se liberaron aproximadamente 80 individuos de subespecie no definida) en la región Nopala-Hualtepec. El proyecto también involucró la reintroducción y la creación de UMA en los ejidos existentes de la región. Sin embargo, actualmente no se cuenta con un monitoreo de las poblaciones animales y de su hábitat, por lo tanto el conocimiento actual del estado de las poblaciones brindará la información para conocer su adaptación al hábitat y para realizar su aprovechamiento sustentable.

### **3. OBJETIVO GENERAL**

Obtener y evaluar la abundancia relativa, la densidad y el uso de hábitat de una población de pecarí de collar (*P. tajacu*) liberada en 2008, durante dos épocas de muestreo en la región Nopala-Hualtepec.

Entre los objetivos particulares se encuentran:

1. Estimar la abundancia relativa, la densidad y caracterizar el hábitat de *P. tajacu* en cuatro diferentes tipos de hábitat: matorral xerófilo, bosque de encino, vegetación asociada a barrancas y pastizal natural o inducido.
2. Estimar el uso de hábitat de *P. tajacu* en el área de estudio.
3. Proponer recomendaciones de manejo de hábitat y de la población de *P. tajacu*, para realizar su conservación y aprovechamiento sustentable.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la región Nopala-Hualtepec (Figura 3), que se localiza en el extremo suroeste del estado de Hidalgo (20°20'58.6" N y 99°39'23.7" O), perteneciente al Valle de Mezquital, en los municipios de Alfajayucan, Chapantongo, Huichapan y Nopala. Al área de estudio comprende tres ejidos y un predio privado para un total de 1,986.46 hectáreas (Cuadro 3).

La región Nopala-Hualtepec converge en la caldera de Huichapan, mide aproximadamente 10 km de diámetro (Aguirre-Díaz *et al.*, 1997) y se caracteriza por tener un amplio y voluminoso depósito de ignimbrita en asociación con depósitos de flujos de ceniza y de lodo, con una edad aproximadamente de 3.5 millones de años (Aguirre-Díaz y McDowell, 2000).

Las mesetas están conformadas principalmente por flujos de lava y material proveniente de la Caldera de Huichapan en donde las curvas de nivel delinean en formas elongadas de elevaciones menores a los 250 m de altura, con respecto al Valle del Astillero (Figura 3). Por su parte, los lomeríos conforman pequeños depósitos volcánicos de composición basáltico-andesítica que presentan elevaciones hasta de 2,750 msnm, donde el cerro del Hualtepec sobresale en el paisaje (Aguirre-Díaz y McDowell, 2000).

Los tipos de hábitat que se distribuyen en el área se clasifican de acuerdo a la vegetación existente en: matorral xerófilo, bosque de encino, pastizal natural e introducido y áreas de uso agropecuario (INFyS, 2009).

**Cuadro 3. Predios pertenecientes al área de estudio de la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.**

<b>Predio</b>	<b>Tenencia</b>	<b>Municipio</b>	<b>UMA</b>	<b>Extensión (ha)</b>
Doguithi	Privado	Huichapan	Barranca Doguithi	26.49
Mintho	Ejido	Huichapan	Gavillero de Mintho	953.00
Taxqui	Ejido	Huichapan	Rancho Taxqui	291.00
Xothe	Ejido	Alfajayucan	Xothe	806.77

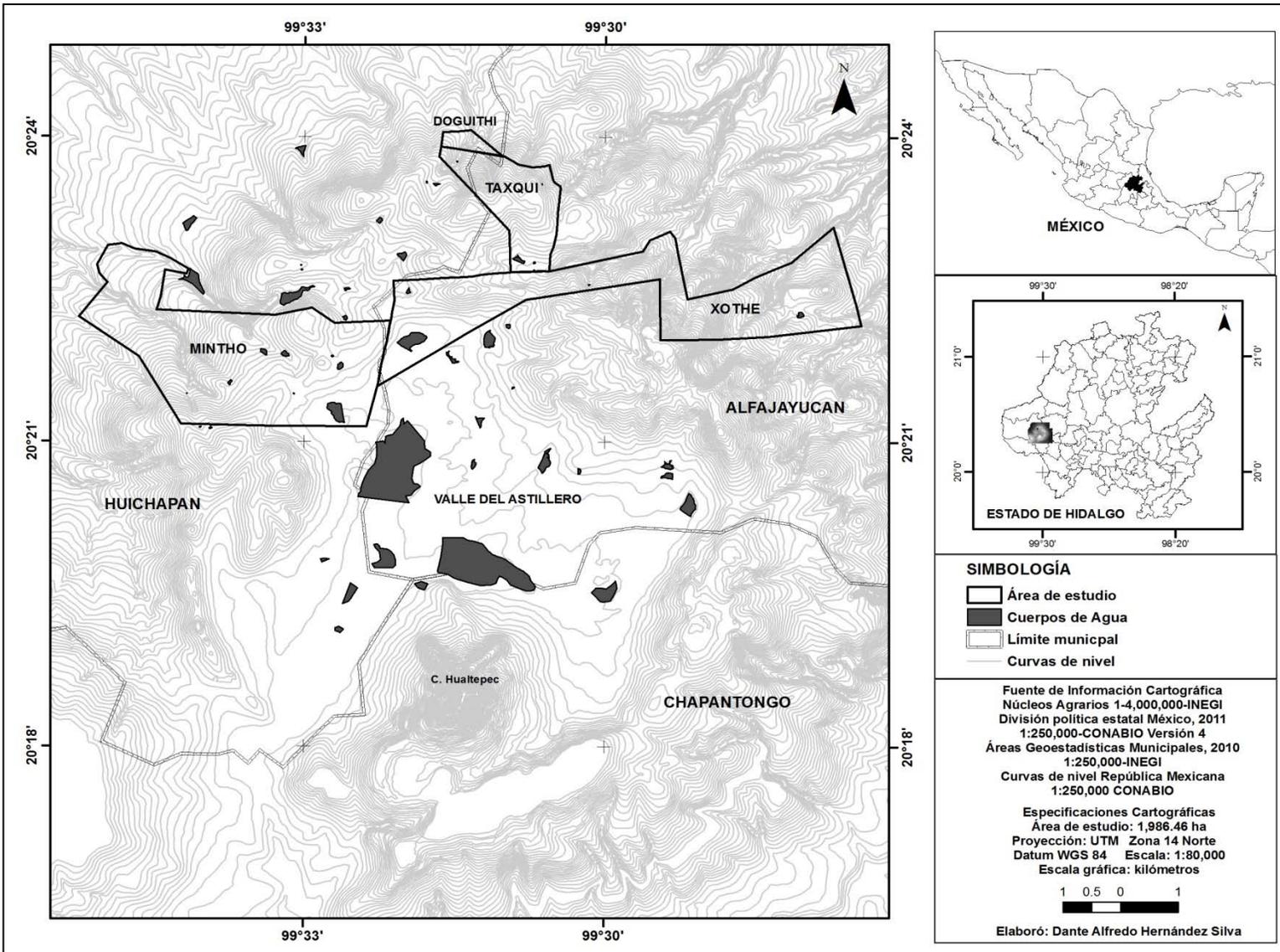


Figura 3. Localización de la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo, México, se muestra el área de estudio, los municipios y los ejidos que la integraron.

De acuerdo con los resultados de este estudio, el bosque de encino cubre un total de 551.74 ha, el estrado arbóreo está dominado principalmente por *Quercus laurina*, *Q. eduardii*, *Q. rugosa*, *Q. castanea*, *Q. affinis*, *Arbutus xalapensis* y *Crataegus mexicana*; en asociación con especies arbustivas como *Symphoricarpos microphyllus*, *Amelanchier denticulata* y *Baccharis conferta* y especies herbáceas como *Symphoricarpos microphyllus* y *Bouvardia ternifolia*.

El matorral xerófilo cubre 597.51 ha, las cuales están dominadas por especies arbustivas como *Mimosa biuncifera*, *Zaluzania augusta*, *Mimosa depauperata*, *Prosopis laevigata*; especies suculentas como *Opuntia* spp., *Yuca filifera* y *Agave salmiana*.

La vegetación asociada a barrancas comprende aproximadamente 129 ha, está compuesta por especies de bosque de encino y el matorral xerófilo. En las barrancas existen socavones naturales y cuevas, también se caracterizan por tener escorrentías y se forman cuerpos de agua estacionales, principalmente durante la época de lluvias.

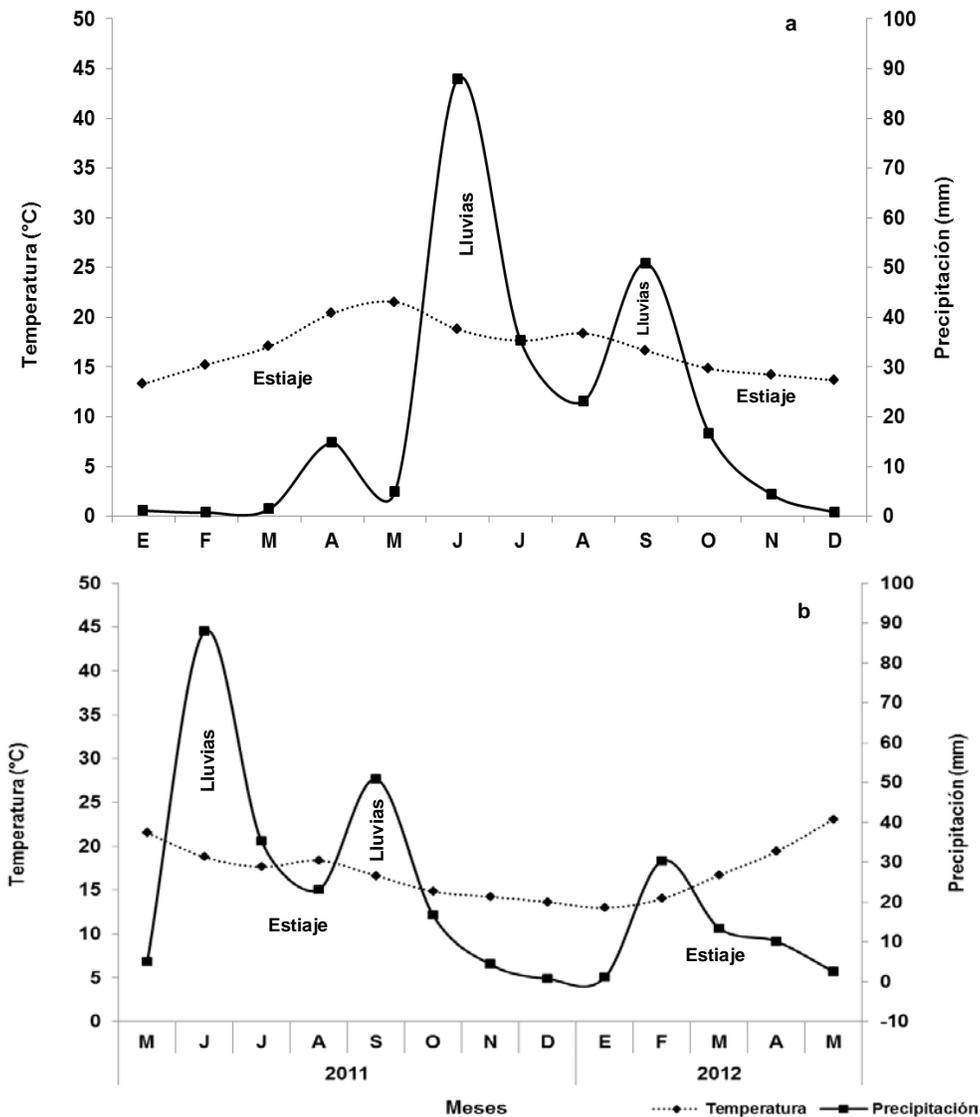
El pastizal, presenta una superficie de 406 ha y está conformado por gramíneas del género *Aristida*, *Bouteloa*, *Digitaria*, *Muhlenbergia*, *Panicum* y *Sporobolus*, este tipo de hábitat es utilizado principalmente por las actividades ganaderas e incluso se han inducido gramíneas forrajeras. La mayor parte de la superficie del pastizal se localiza en el Valle del Astillero y las áreas de uso agropecuario comprenden alrededor de 373 ha, donde se incluyen las zonas urbanas y cultivos frutícolas (manzano principalmente).

Las mesetas y zonas bajas se caracterizan por un clima semiárido-templado (BS1), con regímenes de lluvias en verano, temperatura promedio anual de 15.3 °C y la precipitación total anual es de 450.1 mm; mientras que en los lomeríos, se presenta un clima templado subhúmedo (Cw), con una temperatura promedio de 16.4 y una precipitación promedio anual de 475.1 mm (SMN, 1976-2000; Figura 4a). Durante los meses de muestreo se presentó una temperatura promedio de 17.09 °C y una precipitación atípica promedio de 280.81 mm (Figura 4b), resultando en un incremento del 9 % comparado con el promedio anual desde 1971 (INIFAP, 2012).

#### **4.2 Diseño de muestreo**

Se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) a través de fuentes de información provenientes de la ortofoto digital y el conjunto de datos vectoriales de la

carta topográfica F14C78 a escala 1:50,000 (INEGI, 1995) y la carta de Núcleos Agrarios escala 1:250,000 (INEGI, 2007). A partir de las cuales se realizó un clasificación supervisada con el programa ArcGis 9.3 (ESRI, 2009) para digitalizar los diferentes tipos de hábitat, zonas urbanas y los cuerpos de agua presentes en el área de estudio, corroborando esta información con imágenes de satélite de Google Earth® de 2008.



**Figura 4. a) Diagrama ombrotérmico de la región Nopala-Hualtepec, tomado de valores promedio de 1976-2000; b) Diagrama ombrotérmico promedio para los meses de muestreo.**

Se trazaron cuadrantes de 0.25 km<sup>2</sup> y mediante un muestreo estratificado se distribuyeron cuatro trayectos lineales por cada tipo de hábitat, obteniendo un total de 16 trayectos de usos múltiples (Anexo 1), ampliamente utilizados en estudios biológicos (Medina *et al.*, 2008; Sánchez-Lalinde y Pérez-Torres, 2008; Sánchez-Rojas *et al.*, 2009; Hernández, 2008).

Los trayectos tuvieron las siguientes características: longitud variable (variaron en un rango de 600 a 1000 m, las diferencias en longitud estuvieron determinadas por la fisiografía del terreno), perpendiculares a las curvas de nivel, evitando caminos o veredas, la condición del terreno, la accesibilidad y estuvieron separados a una distancia mínima de 500 m (Anexo 1). Los muestreos se realizaron durante la época de lluvias 2011: septiembre, octubre y noviembre; y en la época de estiaje 2012: febrero, abril y mayo.

#### **4.3 Estimación de la abundancia relativa**

Se determinó la abundancia relativa de *P. tajacu* a través del registro de rastros en los trayectos lineales de cada tipo de hábitat y fueron revisados cada 30 días. Para los registros rastros se consideraron: huellas (impresas de manera clara sobre el sustrato); comederos y rascaderos (definidos como sitios de acumulación de recursos explorados por los animales, frutos o raíces parcialmente consumidos) que se localizaron sobre los trayectos; cada evidencia fue georeferenciada y retirada o borrada (Ojasti, 2000).

Se obtuvo el índice de abundancia relativa dividiendo la longitud de cada trayecto entre el número de rastros encontrados en el mismo y se expresó en número de rastros por kilómetro recorrido.

#### **4.4 Estimación de la densidad**

Para obtener la densidad de *P. tajacu*, se utilizaron únicamente las huellas encontradas en los trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de lluvias 2011 y de estiaje 2012. Se utilizó el modelo de Tyson (1959), modificado por Pérez (2000) expresado en la siguiente ecuación:  $DT = (H / LM) / 2.59$ , donde DT es la densidad poblacional en animales por km<sup>2</sup>, H es el número de huellas de *P. tajacu*, LM es el

número de millas recorridas y 2.59 es la constante de conversión para obtener pecaríes por km<sup>2</sup>.

La abundancia relativa y la densidad se estimaron en promedio ( $\pm$  error estándar) para el área de estudio y se comparó por trayecto, por tipo de hábitat y entre épocas de muestreo. Se probaron los supuestos de normalidad con la prueba Kolmogorov-Smirnov. Para realizar la comparación entre trayectos y para cada tipo de hábitat se hizo mediante una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y una prueba post-hoc de Duncan's (D). Para la comparación entre épocas de muestreo se aplicó una prueba pareada de Wilcoxon. Se utilizó el programa estadístico STATISTICA 8 (STATSOFT, 1996).

#### 4.5 Caracterización del hábitat

Para caracterizar el hábitat se registraron 12 variables del estrato arbóreo y arbustivo, las cuales son necesarios para proporcionar un ambiente adecuado y brindar cobertura de protección para *P. tajacu* (Bello-Gutiérrez *et al.*, 2004; García, 2009, Palacio-Mosquera *et al.*, 2010), a través del método de cuadrantes centrados en puntos (Muller-Dumbois y Ellenberg, 1974; Cox, 1976).

Se realizó un muestreo de hábitat en cada uno de los trayectos de cada tipo de hábitat en ambas épocas de muestreo y se estableció un punto de muestreo cada 100 m. Las variables del hábitat medidas fueron las siguientes: *Individuos en 100 m<sup>2</sup>*,  $Ind\ 100\ m^2 = A_T / (\mu\ distancias\ del\ punto\ a\ la\ planta)^2$ , donde  $A_T$ : área total;  $\mu$ : promedio distancias del arbusto o árbol más cercano a la estación de muestreo; *Ind 100 m<sup>2</sup>*: número de individuos en 100 m<sup>2</sup> (Muller-Dumbois y Ellenberg, 1974).

En la *cobertura térmica (m<sup>2</sup>)*, se tomó como primera medida un lado de la copa del árbol o arbusto para obtener el diámetro mayor, seguido de una segunda medida perpendicular para el diámetro menor. Con la ecuación de la elipse, se obtuvo la cobertura:  $C = \pi * 0.25 * D1 * D2$ , donde C: cobertura horizontal, D1: diámetro mayor de la copa, D2: diámetro menor de la copa (Muller-Dumbois y Ellenberg, 1974).

Para la *cobertura de protección ante condiciones climáticas y depredadores*, se implementó el método de Griffith y Youtie (1988) utilizando reglas de madera de 2 x 0.05 m, con subdivisiones de 0.1 x 0.05 m pintadas alternadamente de blanco y negro.

Se tomaron dos lecturas perpendicularmente en cada punto de muestreo calculando el porcentaje de visibilidad por estratos a una distancia 10 m. Se estimó un Índice de cobertura de protección (*Ind Cob*) que clasificó dos categorías, el primero (*Ind Cob 1*) corresponde a la cobertura ofrecida a las subdivisiones de 0-50 cm y de 50-100 cm, que ofrece mejor cobertura de protección ante condiciones climáticas y depredadores; y el segundo (*Ind Cob 2*) corresponde a la cobertura ofrecida a las subdivisiones de 100-150 y de 150-200 cm.

Se midió *la altura (m)* de árboles y arbustos para cada individuo muestreado, para los árboles se midió el diámetro a la altura al pecho (DAP) y para los arbustos el diámetro basal. El *volumen total de árboles y arbustos (m<sup>3</sup>)*, se calculó mediante la fórmula del cono invertido  $V = 1/3B * h$ , donde *B*: la cobertura horizontal, *h*: el valor de la altura de cada árbol o arbusto.

Se estimó la *abundancia y riqueza de especies vegetales*, así como *la diversidad verdadera*, para las especies vegetales, a través del exponencial del Índice de Shannon (Jost, 2006).

*Para estimar las distancias a cuerpos de agua (m)*, se midió la distancia promedio de los cuerpos de agua a los trayectos, a través de un sistema de información geográfica. Para las *distancias a zonas urbanas (km)*, se midió la distancia promedio de las zonas urbanas a los trayectos, a través de un sistema de información geográfica. Y por último se estimó la *producción de materia seca (MS)* por tipo de hábitat (el método se describe más adelante).

#### **4.5.1 Análisis de las variables de la caracterización del hábitat**

Se estimaron los promedios de las 12 variables de la caracterización del hábitat para cada trayecto y por época de muestreo; se probaron los supuestos normalidad con la prueba Kolmogorov-Smirnov. Para compararlas y analizarlas se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y una prueba post-hoc de Duncan's (D). Se utilizó el programa estadístico STATISTICA 8 (STATSOFT, 1996).

#### 4.5.2 Producción de biomasa vegetal en el hábitat

Con el objetivo de conocer la producción de biomasa vegetal que poseen los tipos hábitats en las épocas de muestreo, se estimó la materia seca a través de las especies de árboles, arbustos, herbáceas y gramíneas que son potencialmente consumidas por los apacentadores, para lo cual se aplicó el método siguiente: se establecieron dos parcelas de corte de 10 x 5 m (50 m<sup>2</sup>) en cada trayecto de cada tipo de hábitat; se seleccionó un individuo representativo al azar para cada especie arbustiva leñosa o suculenta. Se contó el número de individuos de cada especie por parcela y se cortó el 10% del número total de ramas de cada individuo.

Para las especies leñosas, se cortaron las hojas, frutos, flores o retoños nuevos. Se midió la altura, el diámetro menor y mayor de la copa. Para las especies suculentas, se contó el número total de cladodios y se cortaron tres cladodios representativos del total. Se recolectaron también las raíces potencialmente consumidas principalmente por *P. tajacu*. Para las especies vegetales herbáceas y gramíneas, se cortaron todos los individuos localizados en un cuadrado de 0.5x0.5m (0.25m<sup>2</sup>). Todas las muestras se guardaron en una bolsa de plástico y se etiquetaron.

Las muestras fueron pesadas en verde (gramos), se colocaron en una bolsa de papel y en una secadora aproximadamente a 65° C hasta alcanzar peso constante. Las especies suculentas fueron secadas directamente a la intemperie. La cantidad de materia seca (MS) se calculó restando el peso en verde al peso seco de cada muestra. Para los arbustos, se multiplicó el número de ramas contabilizadas por la cantidad de materia seca estimada, a su vez por el número de individuos de cada especie vegetal presente en cada parcelad de corte y para las herbáceas y gramíneas, se obtuvo cantidad de materia seca por 0.25 m<sup>2</sup>.

La cantidad de kg de MS de cada trayecto se estimó a través del promedio de las dos parcelas de corte de cada uno de ellos. Después se extrapoló el promedio anterior para una hectárea y por último se multiplicó por la cantidad de hectáreas que representa cada trayecto. El promedio de kg de MS producida en cada tipo de hábitat se obtuvo a través del promedio de los trayectos, para cada época de muestreo.

Se comparó la producción de biomasa entre épocas de muestreo, a través de una prueba t pareada; y entre tipos de hábitat a través de ANOVA de medidas repetidas y

una prueba post-hoc de Tukey. Se utilizó el programa estadístico STATISTICA 8 (STATSOFT, 1996).

#### 4.6 Uso de hábitat

Se determinó el uso de hábitat mediante la presencia de rastros de *P. tajacu* en los trayectos distribuidos de cada tipo de hábitat durante cada época de muestreo, a través del método descrito por Neu *et al.* (1974) en donde se evalúa la preferencia o no preferencia de un hábitat específico o de un grupo de especies vegetales, utilizando el análisis de Chi-cuadrada ( $X^2$ ) y los intervalos de confianza de Bonferroni.

La forma en que se expresaron los intervalos fue la siguiente  $Z_{(1-\alpha/2k)}\sqrt{\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)/n} \leq p_i \leq \bar{p}_i + (1-\alpha/2k)\sqrt{\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)/n}$ , donde  $\bar{p}_i$  es la proporción de rastros de *P. tajacu* encontrados en el *i*-ésimo hábitat, *k* es el número de categorías (hábitats) menos 1 y *n* es la cantidad de *P. tajacu*.

Los procedimientos de  $X^2$  y los intervalos de confianza de Bonferroni implican el recuento (enumeración) de datos, para este caso se utilizó el número de rastros observados de *P. tajacu* de en cada tipo de hábitat y se comparó con el número de rastros esperados con base en la disponibilidad de área de cada tipo de hábitat. De esta manera se determinó qué tipo de hábitat se utilizó en menor (no preferido) o mayor proporción (preferido).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Abundancia relativa promedio

Durante seis meses de muestreo se recorrieron 77.4 kilómetros distribuidos en los trayectos para cada tipo de hábitat (Figura 5), donde se localizaron 148 rastros de *P. tajacu*, de los cuales el 39.19 % correspondieron a las barrancas, 51.35 % al bosque, 9.46% al matorral y 0 % al pastizal (Cuadro 4). La abundancia relativa promedio de *P. tajacu* en la región Nopala-Hualtepec fue de  $1.88 \pm 0.57$  rastros  $\text{km}^{-1}$ .

**Cuadro 4. Número y porcentaje de rastros de *P. tajacu* encontrados durante las épocas de muestreo en los cuatro tipos de hábitat.**

Época de muestreo	Tipo de hábitat	Rastros (totales/porcentaje)			
		Total	Huellas	Excretas	Comederos
Lluvias	Barrancas	31 / 43.66	23 / 74.19	4 / 12.9	4 / 12.9
	Bosque	36 / 50.7	13 / 36.11	9 / 25	14 / 38.89
	Matorral	4 / 5.63	2 / 50	2 / 50	0 / 0
	Pastizal	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
<b>Total</b>		<b>38 / 53.52</b>	<b>15 / 21.13</b>	<b>18 / 23.35</b>	
Estiaje	Barrancas	27 / 35.06	13 / 48.15	13 / 48.15	1 / 3.7
	Bosque	40 / 51.9	16 / 40	15 / 37.5	9 / 22.5
	Matorral	10 / 12.98	2 / 20	6 / 60	2 / 20
	Pastizal	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
<b>Total</b>		<b>31 / 40.26</b>	<b>34 / 15.58</b>	<b>12 / 15.58</b>	

No fue posible encontrar rastros de *P. tajacu* en el hábitat correspondiente al pastizal (Cuadro 4), por lo tanto se excluyó para realizar los análisis estadísticos correspondientes a la comparación de la abundancia relativa, la densidad, el uso de hábitat y la caracterización del hábitat, empleándolo únicamente en la comparación de producción de biomasa vegetal.

Los datos de los rastros para ambas época de muestreo no se ajustaron a una curva de normalidad, de acuerdo con la prueba de Kolmogorov–Smirnov para la época de lluvias  $D=0.23$ ,  $p<0.05$  y época de estiaje  $D=0.22$ ,  $p<0.05$ .

#### 5.1.1 Abundancia relativa por época de muestreo

Durante época de lluvias se encontraron 71 rastros en 38.7 km recorridos; las huellas representaron el 53.52% del total de rastros, las excretas 21.13% y los comederos el 25.35% y se estimó un abundancia relativa de  $1.8 \pm 0.87$  rastros  $\text{km}^{-1}$  (Anexo 2).

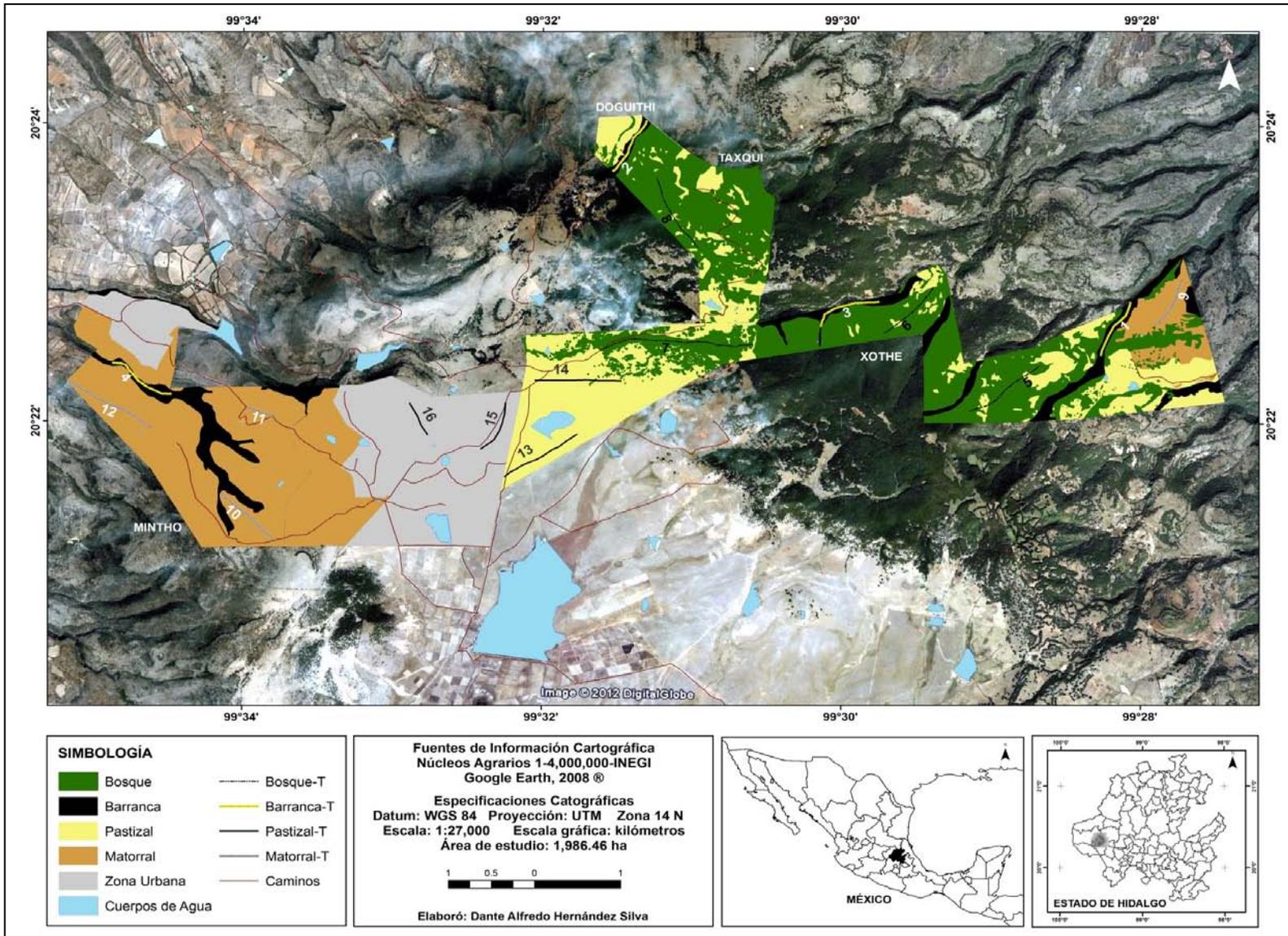
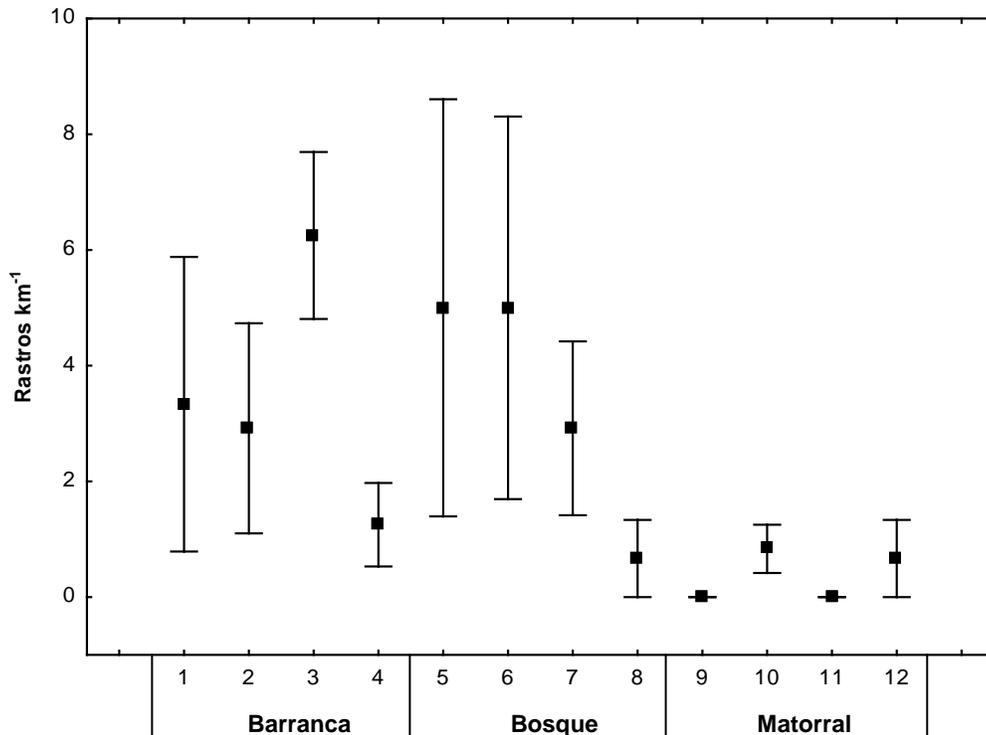


Figura 5. Área de estudio, se muestran los tipos de hábitat, trayectos (n=16) y predios. Imagen de satélite tomada de Google Earth® de 2008.

En la época de estiaje se recorrieron 38.7 km y se localizaron 77 rastros; de los cuales el 40.26% fueron huellas, el 44.16% fueron excretas y el 15.58 fue para comederos. La abundancia relativa estimada fue de  $1.96 \pm 0.74$  rastros  $\text{km}^{-1}$  para *P. tajacu* (Anexo 3). Al comparar las abundancias relativas de las épocas de muestreo, no se encontraron diferencias significativas ( $t=-0.49$ , g.l.=35,  $p=0.63$ ).

### 5.1.2 Abundancia relativa por trayecto

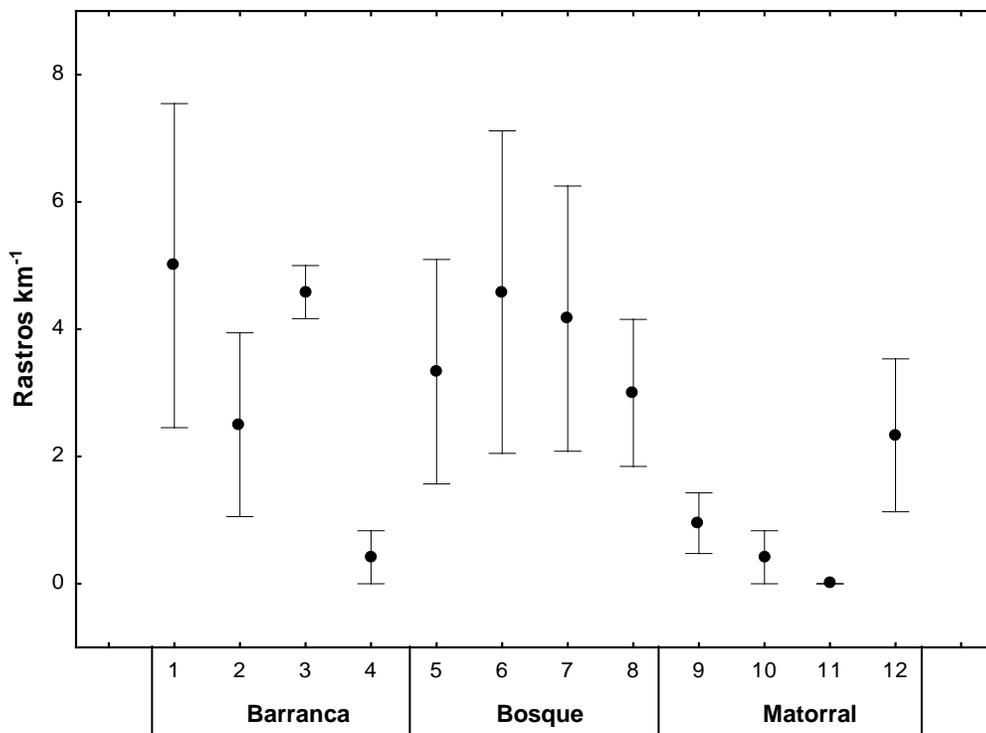
La abundancia relativa estimada no fue estadísticamente diferente entre las repeticiones de los trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de lluvias ( $H=14.76$ ,  $n=36$ ,  $p=0.194$ : Figura 6) y la época de estiaje ( $H=12.94$ ,  $n=36$ ,  $p=0.298$ ; Figura 7).



**Figura 6. Comparación de la abundancia relativa estimada (media  $\pm$  error estándar) para *P. tajacu* en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de lluvias. No se muestran diferencias significativas ( $p=0.194$ ) después de comparaciones múltiples de la prueba Kruskal-Wallis.**

Durante la época de lluvias, en el trayecto 3 de las barrancas fue donde se registró la mayor abundancia para ambas épocas de muestreo ( $6.25 \text{ rastros km}^{-1}$ ) y la menor se registró en el trayecto 4 (Figura 6). En el bosque, los trayectos 5 y 6 presentaron la mayor abundancia relativa ( $\bar{x}=5 \text{ rastros km}^{-1}$ ), mientras que en el trayecto 8 se presentó la menor (Figura 6). Los trayectos del matorral fueron los menos abundantes en esta época de muestreo ( $\bar{x}=0.49 \text{ rastros km}^{-1}$ ; Figura 6).

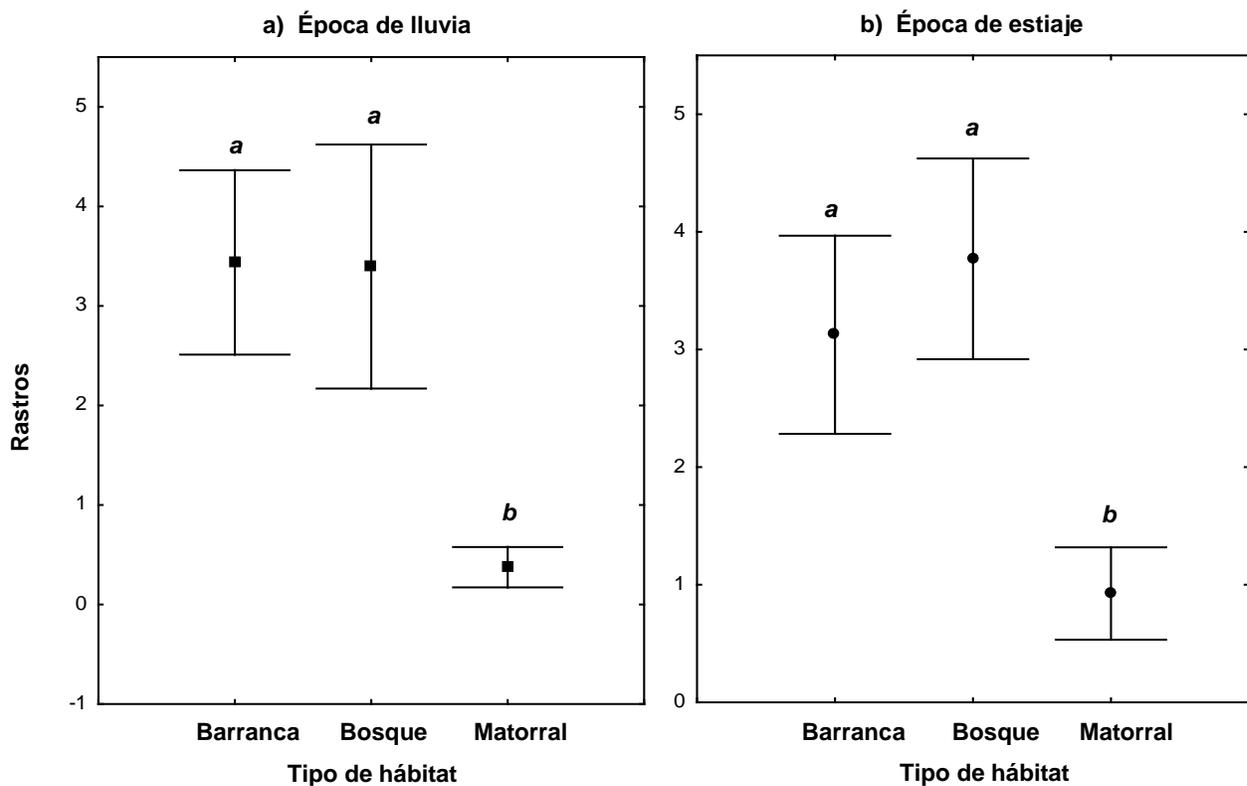
En la época de estiaje, en las barrancas el trayecto 1 fue el más abundante, mientras que el trayecto 4 fue el menos abundante (Figura 7). Los trayectos del bosque, presentaron en promedio la mayor abundancia relativa de ambas épocas de muestreo ( $\bar{x}=3.77 \text{ rastros km}^{-1}$ ; Figura 7). El hábitat del matorral, presentó el mismo comportamiento que en la época de lluvias (Figura 7).



**Figura 7. Comparación de la abundancia relativa estimada (media  $\pm$  error estándar) para *P. tajacu* en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de estiaje. No se muestran diferencias significativas ( $p=0.298$ ) después de comparaciones múltiples de la prueba Kruskal-Wallis.**

### 5.1.3 Abundancia relativa por tipo de hábitat

La abundancia de *P. tajacu* por tipo de hábitat fue estadísticamente diferente en ambas épocas de muestreo: época de lluvias (H=8.39, n=36, p=0.015) y época de estiaje (H=6.22, n=36, p=0.045). En la época de lluvias el matorral presentó la menor abundancia relativa (D=0.26, g.l.=33) en comparación de las barrancas (p<0.05) y del bosque (p<0.05), para la época de lluvias (Figura 8a). Durante la época de estiaje (Figura 8b) el matorral presentó la menor abundancia relativa (D=0.26, g.l.=33) comparado con las barrancas (p<0.05) y el bosque (p<0.01).



**Figura 8.** Comparación de la abundancia relativa estimada (media  $\pm$  error estándar) para *P. tajacu* entre los tipos de hábitat para cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas (p<0.05) después de la prueba post-hoc de Duncan's (D).

### 5.2 Densidad promedio

Se registraron 37 y 31 huellas de *P. tajacu* en un total de 38.7 kilómetros recorridos, para la época de lluvias y de estiaje, respectivamente; y se obtuvo una densidad promedio de  $0.55 \pm 0.1$  pecaríes  $\text{km}^{-2}$  (Anexo 4 y 5).

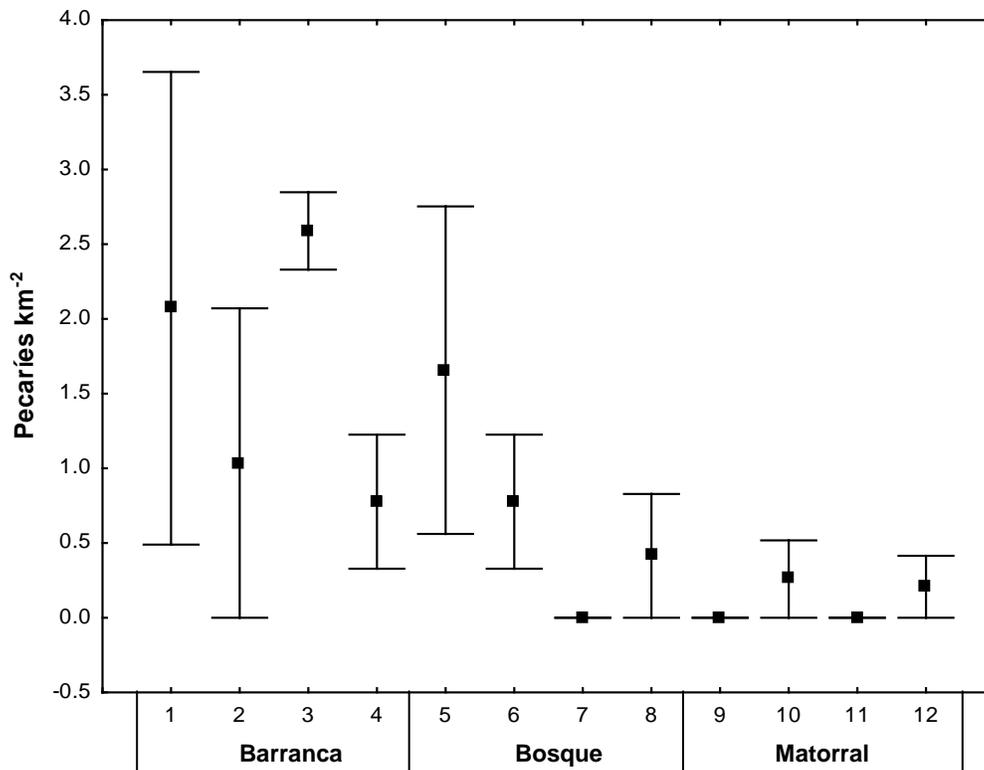
El número de huellas registradas para ambas épocas de muestreo no se ajustaron a una curva de normalidad, de acuerdo con la prueba de Kolmogorov–Smirnov (época de lluvia  $D=0.28$ ,  $p<0.01$  y época de estiaje  $D=0.32$ ,  $p<0.01$ ).

### 5.2.1 Densidad por época de muestreo

Para la época de lluvias se estimó una densidad promedio de  $0.61 \pm 0.33$  pecaríes  $\text{km}^{-2}$  (Anexo 4) y para la época de estiaje de  $0.5 \pm 0.23$  pecaríes  $\text{km}^{-2}$  (Anexo 5). La densidad para las épocas no fueron diferentes ( $t=0.09$ ,  $n=35$   $p=0.37$ ).

### 5.2.2 Densidad por trayecto

Se estimaron densidades similares para la época de lluvias ( $H=14.76$ ,  $n=36$ ,  $p=0.194$ ; Figura 9) y para la época de estiaje ( $H=13.29$ ,  $n=36$ ,  $p=0.275$ ; Figura 9).

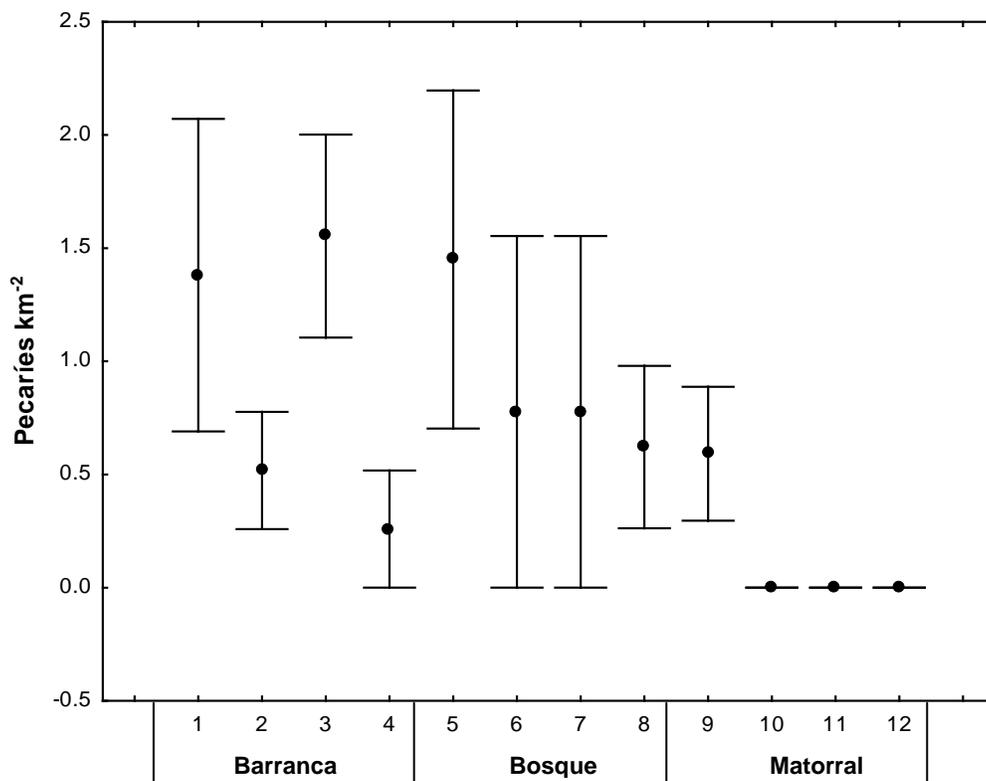


**Figura 9. Comparación de la densidad estimada (media  $\pm$  error estándar) para *P. tajacu* en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de lluvias. No se muestran diferencias significativas ( $p=0.194$ ) después de comparaciones múltiples con la prueba Kruskal-Wallis.**

Durante la época de lluvias los trayectos con una estimación más alta respecto al promedio de densidad de pecaríes, fueron la barranca 1 y la barranca 3 ( $\bar{x}=2.07$  y  $\bar{x}=2.59$  pecaríes  $\text{km}^{-2}$ , respectivamente), siendo el último trayecto el de mayor densidad estimada en ambas épocas de muestreo (Figura 9).

El trayecto 5 del bosque presentó mayor densidad, mientras que en el trayecto 7 no se registraron huellas durante los muestreos (Figura 9). Los trayectos del matorral, presentaron la menor densidad en ambas épocas de muestreo ( $\bar{x}=0.12$  pecaríes  $\text{km}^{-2}$ ; Figura 9).

Para la época de estiaje, los trayectos barranca 1, barranca 3 y bosque 5 (Figura 10), fueron los que presentaron valores superiores al promedio. En el matorral no se registraron rastros en los trayectos 10, 11 y 12 (Figura 10).



**Figura 10. Comparación de la densidad estimada (media  $\pm$  error estándar) para *P. tajacu* en los diferentes trayectos de cada tipo de hábitat durante la época de estiaje. No se muestran diferencias significativas ( $p=0.275$ ) después de comparaciones múltiples con la prueba Kruskal-Wallis.**

### 5.2.3 Densidad por tipo de hábitat

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en ambas épocas de muestreo en la densidad de *P. tajacu*, en la época de lluvias los tres tipos de hábitat fueron diferentes ( $H=8.36$ ,  $n=36$ ,  $p=0.015$ ; Figura 11), mientras que en la época de estiaje la barranca y el bosque fueron diferentes que el matorral ( $H=5.7$   $n=36$ ,  $p=0.05$ ; Figura 11).

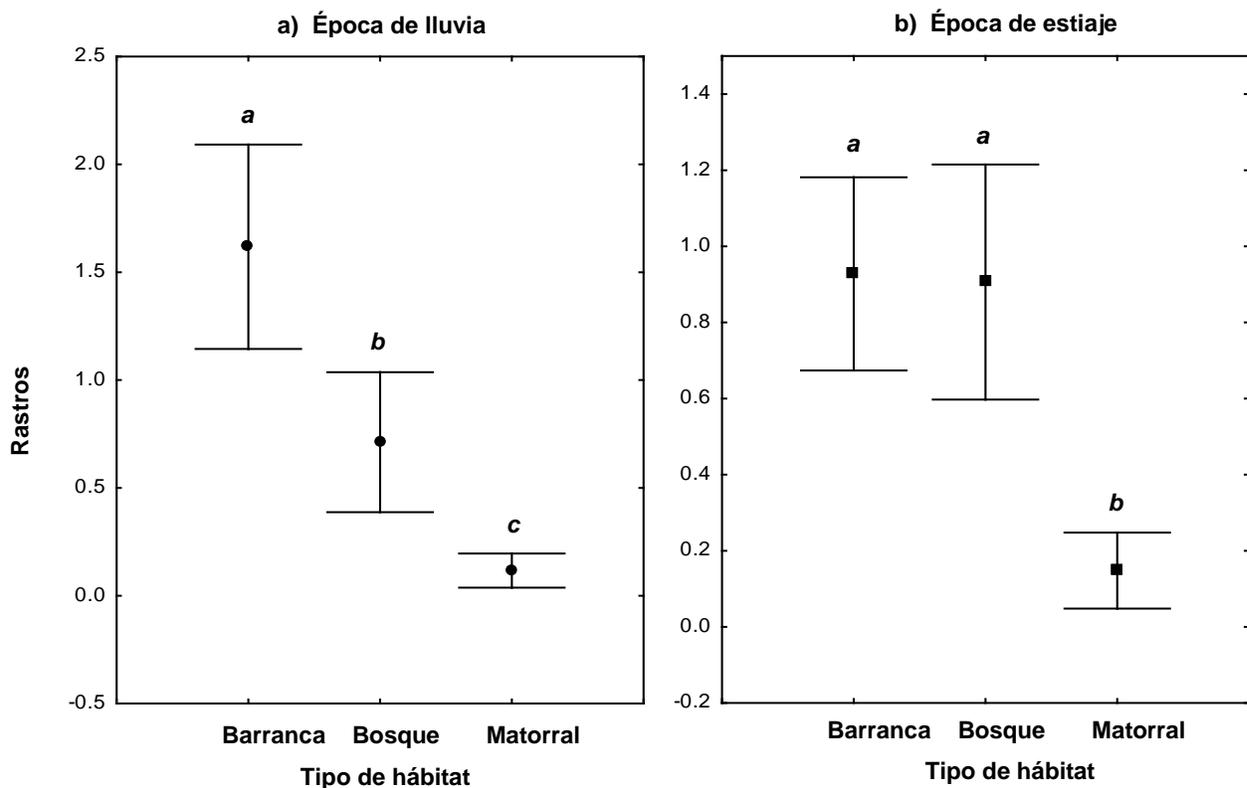


Figura 11. Comparación de la densidad estimada (media  $\pm$  error estándar) para *P. tajacu* entre los tipos de hábitat para cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) después de la prueba post-hoc de Duncan's (D).

### 5.3 Caracterización del hábitat

En el hábitat de *P. tajacu* se encontraron 38 especies vegetales durante las dos épocas de muestreo, de las cuales el 56.25% correspondió a arbustos y el 42.75% a árboles (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Especies vegetales registradas en el hábitat de *P. tajacu* durante la época de lluvias y época de estiaje en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.**

Nombre científico	Familia	Forma biológica	B.V.
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Leguminosae	Arbusto	*
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Agavaceae	Suculenta	*
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch	Rosaceae	Arbusto	*
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	Ericaceae	Árbol	
<i>Baccharis conferta</i> H. B. K	Compositae	Arbusto	
<i>Aristida</i> sp.	Poaceae	Herbácea	*
<i>Bouteloa</i> sp.	Poaceae	Herbácea	
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	Rubiaceae	Arbusto	*
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	Loganiaceae	Árbol	
<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sesse	Rosaceae	Árbol	*
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Asteraceae	Herbácea	*
<i>Dasyilirion</i> sp.	Asparagaceae	Árbol	
<i>Digitaria</i> sp.	Poaceae	Herbácea	*
<i>Eysenhardtia platycarpa</i> Pennell & Saff	Leguminosae	Arbusto	*
<i>Jatropha dioica</i> Cervant.	Euphorbiaceae	Arbusto	*
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth	Leguminosae	Arbusto	*
<i>Mimosa depauperata</i> Benth.	Agavaceae	Arbusto	*
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Asteraceae	Arbusto	*
<i>Muhlenbergia</i> sp.	Poaceae	Herbácea	*
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> Mart. ex Pfeiff.	Cactaceae	Suculenta	
<i>Opuntia</i> spp.	Cactaceae	Suculenta	*
<i>Prosopis laevigata</i> (H. B. ex Willd.) Johnston. M.C.	Leguminosae	Árbol	*
<i>Prunus serotina</i> Ehrenb.	Rosaceae	Arbusto	
<i>Quercus affinis</i> Scheidw.	Fagaceae	Árbol	
<i>Quercus castanea</i> Née.	Fagaceae	Árbol	
<i>Quercus laeta</i> Liebm.	Fagaceae	Árbol	
<i>Quercus laurina</i> Bonpl	Fagaceae	Árbol	*
<i>Quercus robusta</i> C.H. Mull	Fagaceae	Árbol	
<i>Retama sphaerocarpa</i> L.	Leguminosae	Árbol	*
<i>Sporobolus</i> sp.	Poaceae	Herbácea	*
sp1	NI	Arbusto	*
sp2	NI	Árbol	
sp3	NI	Árbol	
sp4	NI	Arbusto	
sp5	NI	Arbusto	
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H.B.K.	Caprifoliaceae	Arbusto	
<i>Yuca filifera</i> Chabaud	Agavaceae	Arbusto	
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch. Bip.	Asteraceae	Arbusto	*

sp(n) (especie vegetal no identificada), NI (familia no identificada), B.V. (Especies utilizadas para la biomasa vegetal)

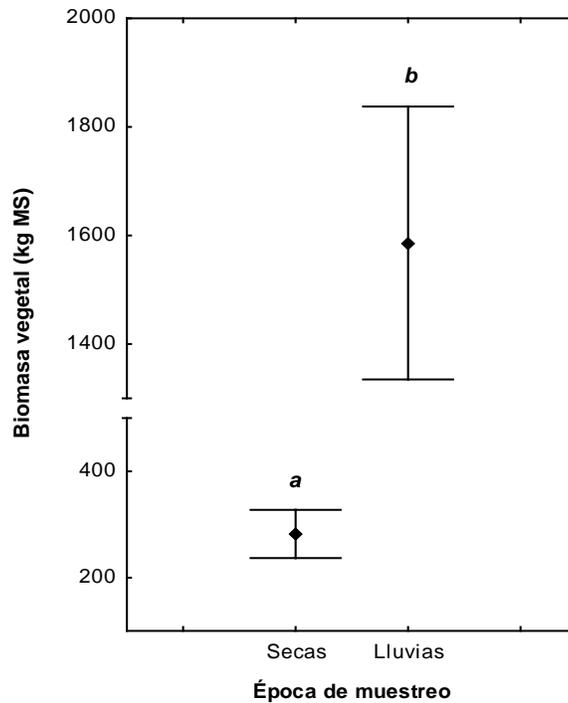
Para la época de lluvias 2011, el hábitat de *P. tajacu* estuvo compuesto por 30 especies vegetales (Anexo 6), de las cuales el 56.67 % correspondió a arbustos y el 43.33 % a árboles. El hábitat de las barrancas presentó el 80 % de las especies vegetales presentes en el área de estudio (S=24, n=132 individuos); el bosque presentó el 63.63% de las especies vegetales totales (S=19, n=160 individuos) y al matorral, un 40% (S=12, n=140 individuos).

Durante la época de estiaje se encontraron 29 especies vegetales, de las cuales el 55.17 % correspondió a arbustos y el 44.83 % a árboles (Anexo 7). En el hábitat de las barrancas se presentó el 72.41 % de las especies vegetales presentes en el área de estudio (S=21, n=132 individuos); el bosque representó el 51.74 % de las especies vegetales totales (S=15, n=160 individuos) y al matorral, un 44.83 % (S=13, n=140 individuos). Las variables del hábitat de *P. tajacu* se ajustan a una distribución normal, de acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Anexo 8).

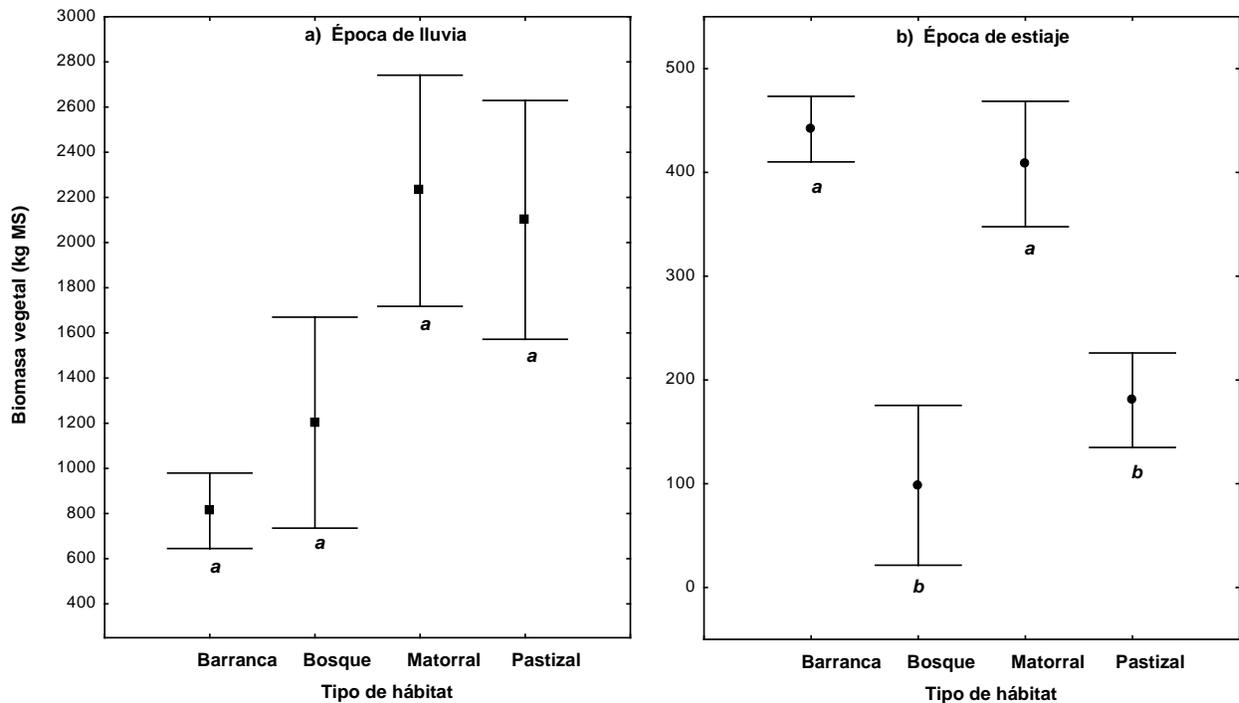
### 5.3.1 Producción de biomasa vegetal

La producción de biomasa vegetal se estimó a partir de 21 especies de árboles, arbustos, herbáceas y gramíneas (Cuadro 5, especies marcadas con \*). En la época de lluvias se produjeron en promedio para los cuatro tipos de hábitat  $13.1 \pm 0.83$  toneladas MS, con un rendimiento de  $1,586 \pm 492.47$  kg MS ha<sup>-1</sup> y para la época de estiaje  $1.85 \pm 0.12$  toneladas MS, con un rendimiento de  $282.22 \pm 88.86$  kg MS ha<sup>-1</sup>. Ambas épocas fueron diferentes en la producción de biomasa vegetal ( $t=-5.17$ , g.l. 15,  $p<0.001$ ; Figura 12).

No se encontraron diferencias significativas para la producción de biomasa en los tipos de hábitat para la época de lluvias ( $F=2.4$ , g.l. 22,  $p=0.12$ ; Figura 13a), caso contrario en la época de estiaje ( $F=9.01$ , g.l. 22,  $p=0.002$ ; Figura 13b). En esta última época, la producción de biomasa vegetal del hábitat de la barranca y el matorral presentaron valores similares ( $\bar{x}=363.28$  kg MS), este mismo comportamiento se observó en el hábitat del bosque y el pastizal ( $\bar{x}=478.85$  kg MS). Sin embargo, el hábitat de la barranca y el matorral fueron diferentes ( $p<0.01$  y  $p<0.05$ , respectivamente) para el bosque y el pastizal (Figura 13b) en la producción de MS.



**Figura 12.** Comparación de producción de biomasa vegetal (media ± error estándar) del hábitat para cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) después de la prueba de t de Student.



**Figura 13.** Comparación de producción de biomasa vegetal (media ± error estándar) por tipo de hábitat en cada época de muestreo. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) después de la prueba de Tukey.

#### 5.4 Uso de hábitat

Existe un uso diferente del hábitat por *P. tajacu* para las épocas de muestreo. En la época de lluvias 2011 ( $X^2=258.3$ , g.l.=2,  $p<0.001$ ; Cuadro 6), *P. tajacu* prefirió el hábitat de las barrancas y evitó los trayectos ubicados en el matorral. Este mismo comportamiento fue encontrado en la época de estiaje 2012 ( $X^2=277.571$ , g.l.=2,  $p<0.001$ ; Cuadro 7). En el caso del hábitat del bosque, se utilizó proporcionalmente de acuerdo a la superficie que ocupó en el área de estudio.

**Cuadro 6. Uso de hábitat por *P. tajacu* en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo para la época de lluvias 2011, empleando el método de intervalos de Bonferroni.**

Tipo de hábitat	Área total	Uso esperado	Uso observado	Proporción de uso esperado ( $P_{io}$ )	Proporción de uso observado ( $P_i$ )	Intervalos de Bonferroni ( $P_i$ )
<b>Barranca</b>	129.05	3.12	31	0.101	0.437	$0.296 \leq P_i \leq 0.578$ *
<b>Bosque</b>	551.74	15.53	36	0.432	0.507	$0.365 \leq P_i \leq 0.649$
<b>Matorral</b>	597.51	1.86	4	0.467	0.056	$0 \leq P_i \leq 0.122$ *

\* Indica que hay diferencias significativas ( $p<0.05$ )

**Cuadro 7. Uso de hábitat por *P. tajacu* en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo para la época de estiaje 2012, empleando el método de intervalos de Bonferroni.**

Tipo de hábitat	Área total	Uso esperado	Uso observado	Proporción de uso esperado ( $P_{io}$ )	Proporción de uso observado ( $P_i$ )	Intervalos de Bonferroni ( $P_i$ )
<b>Barranca</b>	129.05	2.726	27	0.101	0.351	$0.215 \leq P_i \leq 0.486$ *
<b>Bosque</b>	551.74	17.265	40	0.432	0.519	$0.377 \leq P_i \leq 0.662$
<b>Matorral</b>	597.51	4.674	10	0.467	0.130	$0.034 \leq P_i \leq 0.225$ *

\* Indica que hay diferencias significativas ( $p<0.05$ )

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Abundancia relativa y densidad de *P. tajacu*

La abundancia relativa encontrada en este estudio es mayor que las estimadas para diferentes regiones del país con poblaciones nativas, como lo reportado para Montes Azules en Chiapas de 0.56 rastros  $\text{km}^{-1}$  (Bolaños y Naranjo, 2001); en El Triunfo, Chiapas de 0.13 rastros  $\text{km}^{-1}$  (Lira y Naranjo, 2003); en Tabasco de 0.61 rastros  $\text{km}^{-1}$  (Bello-Gutiérrez *et al.*, 2004); en Oaxaca de 0.55 rastros  $\text{km}^{-1}$  (Lira, 2006) y en la Sepultura, Chiapas de 0.215 (Hernández *et al.*, 2011); y menor que lo reportado para la Sierra Norte de Oaxaca de 4.4 rastros  $\text{km}^{-1}$  (García, 2009).

Hasta la década de los ochentas, existían pocos datos disponibles sobre la densidad de población de *P. tajacu*, en la mayor parte de su área de distribución. El tener un área de distribución muy discontinua que ocupa diferentes tipos de vegetación hace que los reportes de densidades varíen de un área a otra (Sowls, 1997). Actualmente, se cuentan con más reportes de densidades que van desde zonas tropicales hasta zonas áridas, esto muestra la dificultad para comparar las densidades de poblacional de *P. tajacu* (Sowls, 1997).

La densidad estimada de *P. tajacu* para la región Nopala-Hualtepec es baja, al compararla con otras densidades reportadas en México. Sin embargo, son similares a las registradas en hábitats de matorrales espinosos de Estados Unidos de América, con un régimen de lluvias promedio parecido al área de estudio (320 mm; Bissonette, 1982).

Los valores poblacionales estimados en este estudio pueden ser interpretados como contradictorios, porque la abundancia relativa fue mayor que la densidad. Sin embargo, para la estimación de la abundancia relativa se incluyeron tres tipos de rastros de *P. tajacu*: huellas, excretas y los comederos (rascaderos), que se localizaron a lo largo de trayectos, mientras que la densidad se estimó a partir de únicamente las huellas; no obstante, se ha reportado que existe correlación positiva entre la estimación de la abundancia relativa a través de huellas con la densidad poblacional de diversas especies de mamíferos de regiones tropicales (Naranjo y Bolaños, 2004). El método empleado en la estimación de la densidad de *P. tajacu* se utilizó en sitios de Aguascalientes con vegetación similar al área de estudio (Pérez, 2000) y en la selva baja caducifolia de Yucatán (Pacheco, 2006); en éste último trabajo se estimaron

parámetros poblacionales de *P. tajacu* a través de tres métodos, observación directa, conteo de grupos fecales y conteo de huellas, se encontró que el conteo de huellas fue más preciso que el método de observación directa, de acuerdo con el bajo porcentaje de coeficiente de variación calculado.

Se han reportado factores antropogénicos que afectan las poblaciones de *P. tajacu*, la cacería sobresale dentro de estos factores, en especial la de subsistencia que proporciona grandes cantidades de carne de buena calidad para las poblaciones humanas de zonas rurales (Reyna-Hurtado y Tanner, 2007). Para la región Nopala-Hualtepec es un factor de bajo impacto para los estimadores poblacionales, porque desde que se introdujo *P. tajacu* no se tiene registrado algún tipo de cacería (subsistencia o cinegética), sin embargo, para la época hábil de cacería 2012-2013 se otorgaron permisos de cacería cinegética en UMA de la región, con ello, se espera que la población de *P. tajacu* no cambie, porque esta especie animal puede adaptarse a sitios bajo presión de cacería y a la sobreexplotación (Peres, 1996; Altrichter, 2005; Reyna-Hurtado y Tanner, 2007).

## **6.2 Caracterización del hábitat**

Las especies vegetales que se encontraron en los diferentes tipos de hábitats muestreados en la región Nopala-Hualtepec tienen la capacidad de ofrecer recurso alimenticio y protector para la fauna silvestre. *P. tajacu* consume especies del género *Opuntia*, *Prosopis*, *Yucca*, *Jatropha*, *Acacia*, *Euphorbia*, *Quercus* y de la familia *Poaceae* (Everitt *et al.*, 1981; Mandujano y Martínez-Romero, 2002; Pérez-Cortés y Reyna-Hurtado, 2008). En especial, el consumo de individuos del género *Opuntia* es importante durante la época de estiaje (Bissonette, 1982; Theimer y Bateman, 1992; SOWLS, 1997; Mandujano y Martínez-Romero, 2002), y la preferencia por las especies de este género se debe a que *P. tajacu* presenta una estrategia característica para remover la epidermis de uno de los lados del cladodio y consume la pulpa evitando las espinas; además de preferir los cladodios que presenten menor cantidad de fibra detergente neutro y cristales de oxalato de calcio (Theimer y Bateman, 1992; SOWLS, 1997).

### **6.2.1 Producción de biomasa vegetal**

Las diferencias encontradas en la producción de biomasa entre las épocas de muestreo fueron un resultado esperado por la disposición de la precipitación para el área de estudio. Algunos autores han mencionado que al restringirse la precipitación hay carencia de agua en el suelo y no hay dilución de solutos que tome la planta a través de las raíces y no hay absorción; al mismo tiempo que las plantas como mecanismo a la escases de humedad relativa en el ambiente, cierran sus estomas para que no se pierda humedad y no detienen su crecimiento (Sanderson *et al.*, 1997). De esta manera, durante la época de lluvias los hábitat del matorral y pastizal presentaron mayor producción de biomasa, sin embargo, estos dos hábitats fueron los menos preferidos por *P. tajacu*, incluso, en el pastizal se registró ausencia de la especie.

El hábitat de la barranca no sobresalió en esta variable del hábitat, porque durante la época de lluvias se convierten en cuerpos de agua con flujo constante y con ello, la presencia de vegetación disminuyó. Para el caso del bosque, la baja productividad de biomasa, puede deberse a que durante esta época de muestreo se observó que el sotobosque está dominado por especies herbáceas, las cuales no fueron objeto de estudio para caracterizar el hábitat y obtener la biomasa vegetal disponible para *P. tajacu*.

En la época de estiaje, las barrancas fueron diferentes del bosque y pastizal, lo cual puede deberse a que este tipo de hábitat mantiene humedad después de la época de lluvias. En ambas épocas de muestreo, en el pastizal no fue posible estimar aquellas características del hábitat que estuvieran relacionadas con árboles y arbustos, por estar dominada por especies de herbáceas y gramíneas.

### **6.3 Uso de hábitat**

Cuando no es práctico realizar capturas y observaciones directas, por factores que involucran las condiciones del terreno, la densidad de la vegetación, estado del tiempo, la estación del año, la experiencia del observador y presupuesto (Naranjo, 1995; Hernández *et al.*, 2011), se recurre a la detección de rastros para la estimación del uso de hábitat de mamíferos. Este método se ha empleado en diferentes regiones de México (Lira y Naranjo, 2003; Bello-Gutiérrez *et al.*, 2004; Lira, 2006; García, 2009), sin

embargo, los resultados más precisos en la estimación del uso de hábitat en mamíferos se basan en métodos de observación directa de los individuos (Reyna-Hurtado *et al.*, 2009) y con radiotelemetría (Byers *et al.*, 1984; Ticer *et al.*, 1998; Green *et al.*, 2001; Keuroghlian *et al.*, 2004; Keuroghlian y Eaton, 2008; Richter, 2012). Aunque se han realizado estudios en los cuales se compara la estimación del uso de hábitat a través de rastros y métodos de observación directa, los resultados han mostrado que ambos métodos no son diferentes significativamente (Loft y Kie, 1988; Harrison *et al.*, 2001).

En la región Nopala-Hualtepec los factores que limitaron la aplicación del método de detección de rastros fueron las condiciones del terreno, el estado del tiempo y la presencia de ganado. Para el área de estudio *P. tajacu* presentó un uso desproporcional de los tipos de hábitats respecto a la superficie que ocupan, de forma gráfica se muestra un mapa este uso donde se clasifica la preferencia de los tipos del hábitat (Figura 14).

La preferencia de barrancas pudo estar determinada por presentar alta cobertura térmica, mayor altura y volumen de plantas y estar más cercanas a cuerpos de agua (Anexo 9-12); estas características del hábitat influyen en la búsqueda de protección o sitios de descanso en cavernas o socavones (Dalquest, 1953; Davis y Schmidly, 1994; Starker, 2000), las cuales se distribuyen en las barrancas del área de estudio. Otro factor puede ser la búsqueda de alimento, durante los meses de muestreo se localizaron comederos de *Dahlia coccinea* una planta compuesta con raíces suculentas que se distribuye en el bosque de encino y en las barrancas.

En el bosque de encino, se encontraron como variables significativas: mayor altura y volumen de las plantas, mayor cobertura térmica, mayor distancia a zona urbanas (Anexo 9-12), sin embargo, este hábitat no ofrece cobertura vertical adecuada para protección ante condiciones climáticas y depredadores por presentar mayor abundancia de árboles ( $\bar{x}$  altura=4.7 m), en comparación de los demás tipos de hábitat; este factor puede ser determinante en la uso proporcional que presentó el *P. tajacu* para este tipo de hábitat.

No obstante, es un hábitat importante en la distribución de *P. tajacu*. Green *et al.* (2001) reportaron preferencia por el bosque de encino con alta cobertura del dosel.

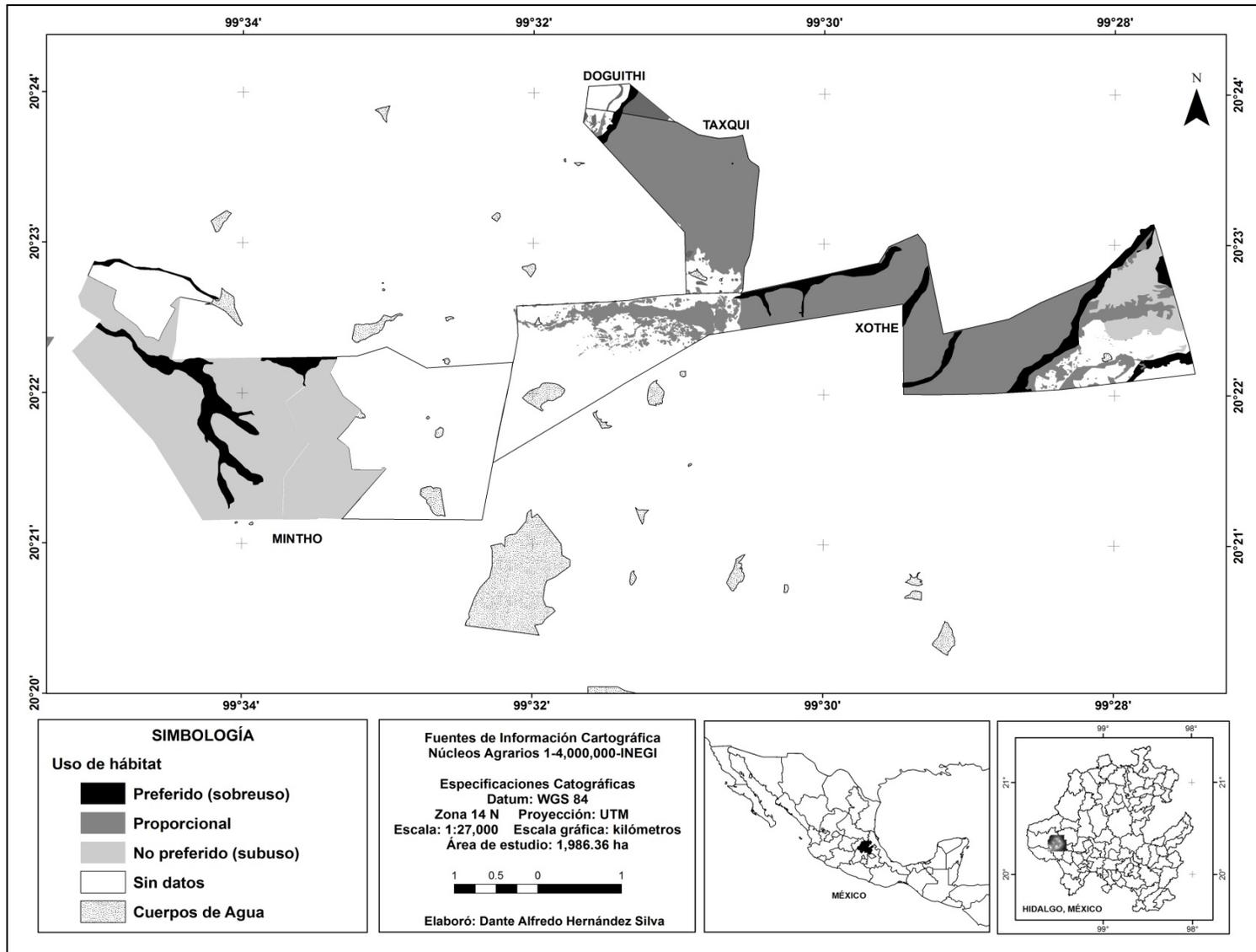


Figura 14. Mapa de uso de hábitat de *P. tajacu* durante las dos épocas de muestreo, en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.

Bauer *et al.* (2010), encontraron que una población introducida se desplazó hacia bosques de encino, aumentando su rango de distribución. En el desierto de Sonora se describió una población de *P. tajacu* distribuida en un bosque de encino a 1,830 msnm (Eddy, 1961), coincidiendo con otra población del estado de Durango que habita en bosques de encino a gran altitud (Baker y Greer, 1962). Starker (2000) mencionó que las poblaciones de esta especie aumentaron cuando existió una combinación de bosque de encino con presencia de arbustos en el sotobosque, esta asociación de vegetación es característica de los bosques de encino del área de estudio. Aunque, también existen reportes que mencionan que *P. tajacu* evita asociaciones de vegetación con presencia de especies del género *Quercus* (Richter, 2012).

El matorral presentó como variables significativas la cobertura de protección ante condiciones climáticas y depredadores y densidad de plantas en 100 m<sup>2</sup>; estas variables fueron descritas principalmente por el estrato arbustivo (Anexo 9-12), en especial del *Ind Cob 1* que estimó hasta un 70 % de probabilidad de obstaculizar la visibilidad de un depredador, además de ofrecer protección a un metro de altura, que para el *P. tajacu* es ideal, por su porte mediano; esta es una característica de protección que ha sido documentada como preferida por esta especie (Ticer *et al.*, 1998 Ticer *et al.*, 2001).

Un hábitat de matorral asociado a climas áridos es preferido por *P. tajacu*, especialmente cuando presenta sitios con arbustos espinosos y zonas abiertas (Jennings y Harris, 1953; Knipe, 1957; Low, 1970; Bissonette, 1982). Richter (2012) encontró para una población de *P. tajacu* introducida, preferencia de uso de áreas con presencia de *Prosopis glandulosa*, especies del género *Opuntia* y algunas gramíneas, estas especies se reportaron para el área de estudio. Sin embargo, Green *et al.* (2001) reportaron que *P. tajacu* no prefirió sitios con presencia de arbustos espinosos, como *Mimosa spp*, *Prosopis glandulosa* y gramíneas, estas especies también se reportaron para el área de estudio. La importancia este tipo de hábitat se sustenta por la presencia de especies del género *Opuntia*, porque son indicadoras de una alta calidad de hábitat para *P. tajacu* (Theimer y Bateman, 1992; Sowls, 1997). En ocasiones durante el consumo de especies de *Opuntia*, *P. tajacu* puede llegar a destruir por completo su estructura, este fenómeno se observó durante los muestreos en la época de estiaje.

Sin embargo, a pesar de presentar las condiciones idóneas para el *P. tajacu*, el matorral no fue preferido, lo cual puede estar asociado a que en promedio este hábitat, se localizó más cercano a las zonas urbanas (menos de dos kilómetros de distancia), de acuerdo con Bellatoni y Krausman (1993), el *P. tajacu* puede llegar a habituarse a zonas urbanas y cambiar su comportamiento, por su naturaleza altamente adaptable; por lo tanto no se descarta la posibilidad de que pueda llegar a ocupar aquellos hábitats que se localicen cercanos a zona urbanas, en el área de estudio.

Con estos resultados, puede pensarse que el hábitat del bosque es utilizado para desplazamiento o ramoneo durante el día, mientras que las barrancas se utilizan para resguardo, protección y descanso durante las horas crepusculares y nocturnas, el cual es un hábito común en *P. tajacu*.

De todas las variables del hábitat que fueron significativas, únicamente la altura de las plantas y la cobertura vegetal se han descrito como indicadoras de alta calidad de hábitat de otros ungulados silvestres (Soto, 2000; Bello-Gutiérrez *et al.*, 2004; Fulbright y Ortega, 2007) y para *P. tajacu* (Sowls, 1997; Bello-Gutiérrez *et al.*, 2004).

El sobreapantamiento del ganado vacuno existente en la región (COTECOCA, 1974) puede influir en la selección de hábitat (Ortíz-García y Mandujano, 2011), en una región similar a la presente, durante el otoño y el invierno aumenta el traslape de especies vegetales consumidas (especies de los géneros *Acacia* y *Opuntia*) por el ganado vacuno y *P. tajacu* (Uvalle, 2001), también presentes en el área de estudio.

El uso de hábitat de *P. tajacu* puede variar de acuerdo a la región donde se distribuya, esta adaptación puede explicarse a través de cuatro procesos:

- 1) Adaptación a cambios en las condiciones ambientales, Zervanos y Hadley (1973) mencionaron que este mamífero es capaz de reducir la deshidratación a través de la reducción de la evapotranspiración y de la pérdida de agua por la orina; pueden soportar temperaturas que van de los 3-40.9°C debido a que su pelaje presenta una alta conductividad térmica y por lo tanto, un valor de aislamiento bajo esta adaptación cambia su actividad diaria dependiendo del estado del tiempo y del clima de la región.

- 2) Tiene capacidad de adaptarse a hábitats perturbados o fragmentados y a la presión antropogénica. Se han registrado preferencia por hábitats fragmentados e incluso con vegetación secundaria (Aranda y March, 1987; Sowls, 1997; Bello-Gutiérrez, 2004;

Reyna-Hurtado y Tanner, 2007; Ortiz-García y Mandujano, 2011). *P. tajacu* puede llegar a utilizar y cambiar su dieta hacia hábitats urbanos (Bellantoni y Krausman, 1993; Ticer *et al.*, 1998).

3) Se le considera como un generalista alimenticio, por tener dieta no selectiva (Sowls, 1997; Pérez-Cortés y Reyna-Hurtado, 2008), esto se puede explicar por la alta digestibilidad aparente total para alimentos de buena o mala calidad, incluso llega a consumir forrajes fibrosos (Nogueira-Filho, 2005); en general, la dieta de *P. tajacu* responde a la diversidad florística y/o abundancia de ciertos frutos, hojas, raíces entre otros recursos del hábitat (Miserendino, 2007).

4) Tiene la capacidad de desplazarse entre 4 y 8 kilómetros diarios (Porter, 2006) y utilizar diferentes hábitats en búsqueda de alimento durante el día o la noche, algo particular de este proceso es que la piara se divide en subgrupos de 1-4 individuos (Mandujano, 1999; Green *et al.*, 1984).

## **7. Recomendaciones de manejo y aprovechamiento sustentable de *P. tajacu* en la región Nopala-Hualtepec**

El manejo de fauna silvestre es la aplicación de métodos, técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat (LGVS, 2012). En la región Nopala-Hualtepec el *P. tajacu* debe considerarse como una especie exótica, lo anterior se fundamenta bajo tres criterios: en primer lugar, la población existente en la región es producto de la translocación en conjunto con ejemplares de venado cola blanca y guajolote silvestre realizada en 2008, a través del proyecto “Reintroducción de Fauna Silvestre en el Estado de Hidalgo” de la Secretaria de Turismo del estado de Hidalgo; en segundo lugar, es necesario resaltar que no existen registros de *P. tajacu* para el área de estudio en las bases de datos digitales como la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Red Nacional de información sobre biodiversidad (REMIB) y la Colección de Fotocolectas Biológicas de la UNAM (CFB). Los registros más cercanos se localizan en el Parque Nacional Los Mármoles (comp. pers. Jessica Bravo Cadena) a una distancia aproximada de 70 km, a través de cadenas montañosas y valles, que se convierten en barreras biogeográficas (Figura 15). Por último, de acuerdo con la

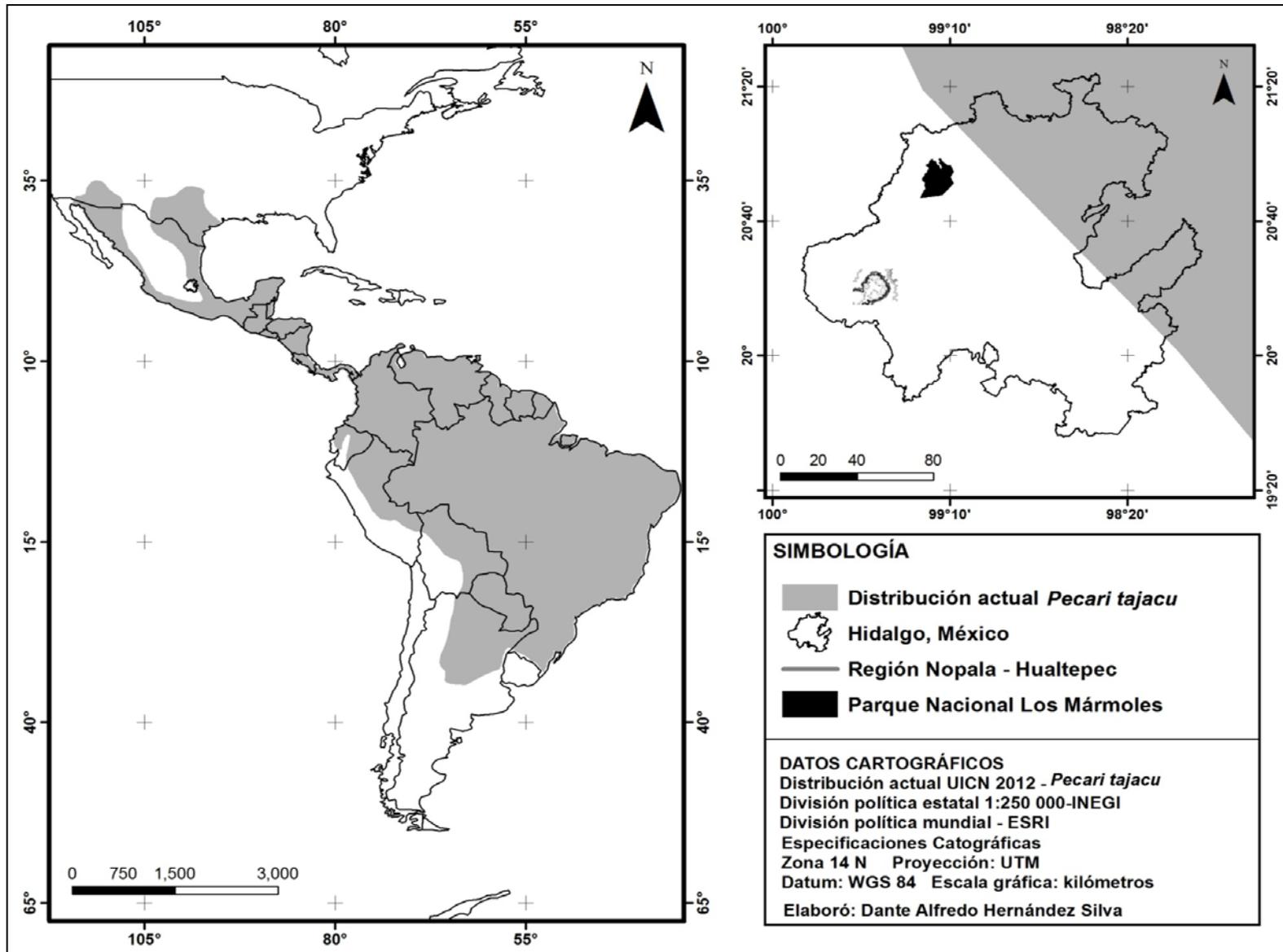


Figura 15. Distribución actual de *P. tajacu* de acuerdo con la UICN-2012, para México y el estado de Hidalgo.

distribución actual e histórica de la UICN-2012, *P. tajacu* es sin duda una especie exótica para la región Nopala-Hualtepec (Gongora *et al.*, 2012; Figura 15), aunque la distribución potencial y el modelado de nicho ecológico de la CONABIO-2010, muestren que el área de estudio presenta las condiciones favorables de hábitat para que pueda desarrollarse una población de *P. tajacu*.

De acuerdo con los rastros y avistamientos registrados durante las épocas de muestreo, se localizaron huellas, excretas y se obtuvieron una serie de fotografías de cámaras trampa, así como la observación directa de individuos adultos y juveniles en una piara de aproximadamente 18 individuos durante finales de la época de estiaje de 2012; se asevera que *P. tajacu* se ha adaptado al hábitat presente en la región; según las etapas secuenciales que experimenta una especie animal en su paso a un área nueva, se encontraría en proceso de establecimiento, cuando constituye una población reproductora en el medio natural (Williamson y Fitter 1996).

Los resultados obtenidos mostraron que *P. tajacu* tiene preferencia por las barrancas y el bosque, en donde realiza sus actividades diarias; esta información puede ser importante como indicador de un crecimiento desmesurado de la población de *P. tajacu*, es decir, cuando la población crezca tendrían que ocupar aquellos hábitats no preferidos (matorral, pastizal natural o introducido y áreas con cultivos agrícolas) (Gallegos-Peña *et al.*, 2003).

Esta especie animal puede ser localmente considerada como una especie bandera localmente, porque al conservarla y aprovecharla sustentablemente, se supone que se puede proteger toda la vida silvestre que converja en su área de distribución (Andelman y Fagan, 2000). Sin embargo, al presentar una gran habilidad para adaptarse a hábitats con cierto grado de perturbación, presencia humana y la capacidad de desarrollarse como un ingeniero del sistema, es necesario realizar estrategias de manejo del hábitat y de la población, para evitar que *P. tajacu* llegue a convertirse en una especie invasora y ejerza un fuerte impacto negativo en los nuevos hábitats que colonice (Williamson y Fitter, 1996). Entre estas estrategias de manejo se encuentra la regularización y/o creación de UMA en los ejidos de la región Nopala-Hualtepec, regionalización territorial de las misma, el desarrollo de mapas de cacería, la creación de áreas exclusivas para la fauna silvestre, translocaciones controladas y el aprovechamiento sustentable.

En 2011, a través de subsidios otorgados por la SEMARNAT, en el ejido de Mintho se generó la regionalización territorial de su UMA, bajo aprobación de la Asamblea Ejidal, se

delimitaron áreas de conservación, para realizar la cacería, de cultivos agrícolas y frutícolas; este proceso es necesario aplicarlo en los demás ejidos de la región. Esta estrategia se considera importante para realizar el manejo de la vida silvestre (Sowls, 1997).

Los mapas de cacería son una herramienta fundamental para el manejo de especies cinegéticas, al representar en el área de una UMA la distribución de los animales, las áreas de cacería, la localización de sitios de espera, de cuerpos de agua y de comederos, lo cual puede permitir que se realicen estrategias de manejo para conservar el hábitat y las poblaciones presentes en una UMA.

Las áreas exclusivas para la fauna silvestre son una de las estrategias con mayor impacto en áreas donde se realiza el apacentamiento del ganado doméstico. Para ello se construyen barreras permeables donde el ganado doméstico no puede ingresar y se instalan comederos automáticos y/o bloques minerales, con el objetivo de suplir las deficiencias alimenticias y minerales que se presentan durante las épocas críticas, como resultado de las sequías y/o heladas (Villarreal, 2006).

Las translocaciones controladas de *P. tajacu* deben realizarse bajo una estructura familiar preestablecida, para garantizar la estabilidad, cohesión de las piaras y garantizar el éxito de la translocación (Porter, 2006). De acuerdo con las liberaciones realizadas en la región, se esperaba que animales se distribuyeran en los diferentes ejidos de la región Nopala-Hualtepec; sin embargo, no se contempló que existen ejidos que en su territorio se presenta un solo tipo de hábitat (INFyS, 2007), de esta manera se hace necesario elaborar estrategias de manejo exclusiva para cada ejido, contemplando los recursos existentes en el o los hábitats que presenten y garantizar la presencia de *P. tajacu* en los mismos.

Para la época hábil de cacería cinegética de *P. tajacu* (septiembre de 2012 a febrero de 2013) se autorizó la cacería de ejemplares de esta especie en la UMA Gavillero de Mintho y otras UMA del municipio de Chapantongo y Alfajayucan. En la UMA Gavillero de Mintho los permisos otorgados fueron resultado de los muestreos de este estudio realizados durante la época de lluvias 2011; es así como después de cinco años de la introducción de *P. tajacu*, se realizaron las primeras ventas de cintillos de cobro cinegético en la región. A mediano y largo plazo se pueden implementar otras formas de aprovechamiento, a través del manejo intensivo, produciendo pie de cría, carne o subproductos; el ecoturismo y la investigación.

## 8. CONCLUSIONES

1. Los parámetros poblacionales indican que *P. tajacu* de la región Nopala-Hualtepec se ha establecido después de haber sido introducida, mostrando que la abundancia relativa estimada es alta al compararse con poblaciones naturales en diferentes áreas del país; mientras que la densidad es baja, al compararse con otros hábitats de zonas tropicales y templadas, pero similar para hábitats de zonas áridas y semiáridas.
2. Las características principales del hábitat del *P. tajacu* fueron la altura, densidad y volumen de las plantas, la cobertura térmica y de protección ante condiciones ambientales y depredadores, y la distancia a cuerpos de agua y zonas urbanas.
3. *P. tajacu* presenta un uso diferente del hábitat, este uso se puede clasificar como desproporcionado con respecto a la superficie que ocupa cada tipo de hábitat, donde el hábitat de la barranca se usa en mayor proporción de lo esperado, mientras que el matorral se utiliza menos de lo esperado, que está dominado por arbustos espinosos de porte bajo y cactáceas; por su parte, el bosque se utiliza proporcionalmente.
4. Después de cinco años de la reintroducción de las especies cinegéticas, *P. tajacu* sobresale por su abundancia y se encuentra en un proceso de establecimiento en el hábitat, por lo cual, es necesario realizar su aprovechamiento sustentable para controlar su población y evitar que cause daños al ambiente y principalmente que cause conflictos con los pobladores de la región.

## 9. LITERATURA CITADA

- Aguirre-Díaz, G.J., Nelson, S.A., Ferrari, L. y M. López-Martínez. 1997. Ignimbrites of the central Mexican belt-Amealco and Huichapan calderas, states Queretaro y Hidalgo. P.p. 1-39. *In*: G. Aguirre-Díaz, G.J. Aranda, G. Carrasco y L. Ferrari (eds). Magnatism an tectonics of central and northwestern Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 56 p.
- Aguirre-Díaz, G.J. y F.W. McDowell. 2000. Volcanic evolution of the Amealco caldera, central Mexico. P.p. 179-193. *In*: H. Delgado-Granados, J. Aguirre Díaz y J.M. Stock (eds). Cenozoic tectonics and volcanism of Mexico. Geological Society of America Special Papers. Colorado. USA. 334 p.
- Aguirre-Muñoz, M. A. y R.E.A. Mendoza. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. Pp. 277-318. *In*: R. Dirzo, R. González e I.J. March (eds.). Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 822 p.
- Allen, M.C. y Edwards, R.S. 1995. The sustainable-use debate: observations from IUCN. *Oryx* 29(2): 92-98.
- Álvarez-Romero, J.G., Medellín, R.A., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H. y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 518 p.
- Altrichter, M. 2005. The sustainability of subsistence hunting of peccaries in the Argentine Chaco. *Biological Conservation* 126: 351-362.
- Andelman, S.J. y W.F. Fagan. 2000. Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98: 5954-5959.
- Anderson, D.M. y M. Kothman. 1982. A two-stage sampling technique for estimating standing crop of herbaceous vegetation. *Journal of Range Management* 35: 675-677.
- Aranda, M. 1994. Importancia de los pecaríes (*Tayassu spp.*) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 62: 11-22.
- Aranda, M. e I. March. 1987. Guía de los mamíferos silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y Programa para Estudios en Conservación Tropical. Universidad de Florida. Veracruz. México. 149 p.
- Bauer, K.K., Abbott, J.C. y K. Quigley. 2009. Collared peccary (*Pecari tajacu*) in Bastrop County, Texas. *The Southwestern Naturalist* 55(1): 138-139.
- Beck, H. 2005. Seed predation and dispersal by peccaries throughout the Neotropics and its consequences: a review and synthesis. Pp. 77-115. *In*: P.M. Forget, J.E. Lambert, P.E. Hulme y S.B. Vander Wall (eds.) Seed fate: Predation, dispersal,

- and seedling establishment. University Press. Cambridge, United Kingdom. 426 p.
- Beck, H. 2006. A review of peccary–palm interactions and their ecological ramifications across the Neotropics. *Journal of Mammalogy* 87(3): 519-530.
- Beck, H, Thebpanya, P. y M. Filiaggi. 2010. Do Neotropical peccary species (Tayassuidae) function as ecosystem engineers for anurans? *Journal of Tropical Ecology* 26:407-414.
- Baker, R.H. y K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican state of Durango. Museum of Michigan. State University Biology Series 2: 29-159.
- Bellantoni, E.S. y P.R. Krausman. 1993. Habitat use by collared peccaries in an urban environment. *The Southwestern Naturalist* 38(4): 345-351.
- Bello-Gutiérrez, J., Guzmán-Aguirre, C. y C. Chablé-Montero. 2004. Caracterización del hábitat de tres especies de artiodáctilos en un área fragmentada de Tabasco México. P.p. 136-145. *In: Memorias del VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica*. Iquitos. Perú.
- Barbarán F.R. 2011. Manual de evaluación de sostenibilidad del comercio de fauna. Experiencia en el Chaco Semiárido Argentino. Editorial Académica Española. Argentina. 400 p.
- Bissonette, J.A. 1982. Social behavior and ecology of the collared peccary in Big Bend National Park. National Park Service Scientific Monograph Series 16. Washington, DC. USA. 85 p.
- Bodmer, R.E. 1989a. Frugivory in Amazonian Artiodactyla: evidence for the evolution of the ruminant stomach. *Journal of Zoology* 219: 457-467.
- Bodmer, R.E. 1989b. Ungulate biomass in relation to feeding strategy within Amazonian forests. *Oecologia* 81: 547-550.
- Bodmer, R.E. 1991. Strategies of seed dispersal and seed predation in Amazonian ungulates. *Biotropica* 23(3): 255-261.
- Bolaños, C.J.E. y E.J. Naranjo. 2001. La abundancia y densidad de las poblaciones son parámetros fundamentales en la toma de decisiones para el manejo de la fauna silvestre y su hábitat. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 45-57.
- Breceda, A., Arnaud-Franco, A., Álvarez-Cárdenas, S., Gallina, P.G. y J. Montes-Sánchez. 2009. Evaluación de la población de cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) y su impacto en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. *Tropical Conservation Science* 2(1):173-188.
- Briggs, J.C. 2008. The North Atlantic Ocean: need for proactive management. *Fisheries* 33: 180-185.
- Byers, C.R., Steinhorst, R.K. y P.R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48(3): 1050-1053.
- Cabrera, M.F. y S. Montiel. 2007. Diagnóstico preliminar de los recursos silvestres usados por los Mayas de dos comunidades costeras de Campeche, México.

- Universidad y Ciencia 23(2): 127-139.
- CBD. 1993. Convention on Biological Diversity. United Nations. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México D.F. 988 p.
- Castellanos, H.G. 1983. Aspectos de la organización social del báquiro de collar *Tayassu tajacu* en el Estado Guarico, Venezuela. Acta Biológica Venezolana 11:27-43.
- Chablé, M. C. y J. Bello-Gutiérrez. 2006. Ecología del venado temazate (*Mazama americana*) y pecarí de collar (*Pecari tajacu*), en el ejido de Agua Blanca, Tacotalpa, Tabasco. Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco. México. 299 p.
- COTECOCA, 1974. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Hidalgo, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F.
- Cox, W.G. 1976. Laboratory manual of general ecology. 3<sup>a</sup> ed. Ed. WCB. Iowa. USA. 232 p.
- Dalquest, W.W. 1953. Mammals of the Mexican State of San Luis Potosi. Baton Rouge. Louisiana State University Press. pp. 1-129.
- Davis, W.B. y D.J. Schmidly. 1994. The Mammals of Texas. University of Texas Press. Texas, USA. 328 p.
- Delfín-Alonso, C.A. y S.A. Gallina T. 2007. Modelo de evaluación de hábitat para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio en México. Pp. 193-202. In: M. Zunino y A. Melic (eds). *Escarabajos, diversidad y conservación. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*. m3m-Monografías Tercer Milenio, vol. 7. S.E.A. Zaragoza. España. 210 p.
- Eddy, T.A. 1961. Foods and feeding patterns of the collared peccary in southern Arizona. Journal of Wildlife Management 25: 248-257.
- Eisenberg, J.F. 1980. The density and biomass of tropical mammals. Pp. 35-55. In: M.E. Soulé y B.A. Wilcox (eds). Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective. Sinauer Associates Inc. Massachusetts. USA. 395 p.
- ESRI. 2009. Environmental Systems Research Institute. ArcMap version 9.3.1, Inc. Redlands, California. USA.
- Everitt, J.H., Gonzalez, C.L., Alaniz, M.A. y G.V. Latigo. 1981. Food habits of the collared peccary on South Texas rangelands. Journal of Range Management 34(2): 141-143.
- Fang, G.T., Bodmer, E.R., Puertas, E.P., Mayor, A.P., Pérez, P.P., Acero, V.R. y D.T. S. Hayman. 2008. Certificación de pieles de pecaríes en la Amazonía Peruana. Ed. Walter H. Wust. Lima, Perú. 202 p.
- Fragoso, J.M.V. 1998. Home range and movement patterns of white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) herds in the Northern Brazilian Amazon. Biotropica 30: 458-469.
- Frame, J. 1981. Herbage mass. P.p. 39-67. In: J. Hodgson, D.R. Baker, A. Davis, S.A.

- Laidlaw and J.D. Leaver (eds). Sward measurement handbook. British Grassland Society. Berkshire, United Kingdom. 277 p.
- Fulbright, T. E. y A. Ortega S. 2007. Ecología y manejo de venado cola blanca. Texas A&M University Press, College Station. Texas. USA. 265 p.
- Gallegos-Peña, A., Jesús de la Cruz, A. y J. Bello. 2003. Daños en cultivos de maíz (*Zea mays*) por mamíferos terrestres en el ejido Oxolotán, municipio de Tacotalpa, Tabasco. Pp. 106-113 *In*: XX Simposio sobre fauna silvestre. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia-UNAM.
- García, C.M. 2009. Caracterización y uso del hábitat del pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) y l venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Capulálpam de Méndez, Sierra Norte de Oaxaca. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca. Oaxaca, México. 100 p.
- Glavic, P. y R. Lukman 2007. Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production* 15: 1875-1885.
- Gongora, J., Reyna-Hurtado, R., Beck, H., Taber, A., Altrichter, M. y A. Keuroghlian. 2011. *Pecari tajacu*. *In*: UICN 2012. UICN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. Consultado 10 de octubre de 2012.
- Gongora, J. y C. Moran. 2005. Nuclear and mitochondrial evolutionary analyses of Collared, White-lipped, and Chacoan peccaries (Tayassuidae). *Molecular Phylogenetic Evolution* 34: 181-189.
- Gongora, J., Morales, S., Bernal, J.E. y C. Moran. 2006. Phylogenetic divisions among collared peccaries (*Pecari tajacu*) detected using mitochondrial and nuclear sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 41(1): 1-11.
- González, S.F.N. 1999. Métodos para el análisis y evaluación del hábitat de la fauna silvestre. Pp. 41-48. *In*: Sánchez, E. y E. Vázquez-Domínguez (eds). Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y manejo de vertebrados en el norte árido y semiárido de México. 148 p.
- González-Marín, R.M., Gallina, S., Mandujano, S. y M. Weber. 2008. Densidad y distribución de ungulados silvestres en la Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 24: 73-93.
- Green, E.G., Grant, E.W. y E. Davis. 1984. Variability of observed group sizes within collared peccary herds. *The Journal of Wildlife Management* 48(1): 244-248.
- Green, C.M., Harvenson, L.A. y L.E. Loomis. 2001. Habitat selection by collared peccaries in the Trans-Pecos Texas. *The Southwestern Naturalist* 46(2): 246-251.
- Griffith, B. y B.A. Youtie. 1988. Two devices for estimating foliage density and deer hiding cover. *Wildlife Society Bulletin* 16: 206-210.
- Griffith, B., Scott, J.M., Carpenter, J.W. y C. Reed. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245: 457-480.
- Groves, C. P. y Grubb, P. 1993. The neotropical Peccaries-Dicotylidae, Tayassu and Catagnus. Pp 16-20. *In*: Pigs, Peccaries and Hippos Status Survey and Action

- Plan. Oliver, W.L.R (ed). IUCN/SSC Pigs and Peccaries Specialist Group and IUCN/SSC Hippos Specialist Group. Gland, Switzerland. 294 p.
- Hall, L.S., Krausman, P.R. y M.L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25:173-182.
- Harrison, D.G., Gillingham, M.P. y G. Stenhouse. 2001. Comparing methods to determine distribution and movement patterns of forest-dwelling mountain Goats. *Proceedings of Biennial Symposium of the North American Wild Sheep and Goat Council* 11: 81-95.
- Hernández, C.C., Moguel, O.J.A., González, G.M. y D.M. Guiris, A. 2011. Abundancia relativa de tres ungulados en la Reserva de la Biosfera "La Sepultura" Chiapas, México. *Therya* 2(2): 111-124.
- Hernández, S.D.A. 2008. Venado cola blanca y su hábitat (*Odocoileus virginianus mexicanus* Z.) en Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 186 p.
- Hoffman, G. 1986. The concept of habitat types in the classification of lands supporting grassland vegetation. Pp. 77-789. *In: Clambey, G.K. and H. Richard P. (eds). The Prairie Past, Present and Future: Proceedings of the Ninth North American Prairie Conference.* Tri-College University Centre for Environmental Studies, Moorhead, Minnesota. 264 p.
- Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass Forage Science* 34:11-18
- Hutto, R. L. 1985. Habitat selection by nonbreeding migratory land birds. Pp. 455-476 *In: M.L. Cody (ed.). Habitat Selection in Birds.* Academic Press, Orlando, Florida, USA. 558 p.
- INFyS. 2009. Inventario Nacional Forestal y de Suelos Serie IV. Escala 1:250,000. Comisión Nacional Forestal. Instituto Nacional de Ecología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. SEMARNAT.
- INEGI. 1995. Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. 2007. Carta de Núcleos Agrarios. Escala 1:4,000,000.
- INIFAP. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. 2012. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos 2003. Consultada el 12 de Mayo de 2012. <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/clima/historicos.aspx>
- Jones, J .K., Hoffman, R.S., Rice, D.W. Jones, J., Baker, R.J. y M.D. Engstron. 1992. Revised checklist of Nort American mammals north of Mexico. Occasional papers. The Museum, Texas Tech University. No. 146. Texas, USA. 23 p.
- Jones, C.G. y J.L. Gutiérrez. 2007. On the purpose, meaning, and usage of the physical ecosystem engineering concept. Pp. 3-4. *In: K. Cuddington, J.E. Byers, W.G.*

- Wilson y A. Hastings (eds.). Ecosystem engineers: plants to protists. Academic Press, Burlington. USA. 432 p.
- Jost, L.B. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2): 363-375.
- Jorgenson, J.P. 1995. Maya subsistence hunters in Quintana Roo, Mexico. *Oryx* 29(1):49-57.
- Jennings, W.S. y J.T. Harris. 1953. The collared peccary in Texas. F.A. Report Series No. 12. Texas Game and Fish Commission. Texas. USA. 46 p.
- Keuroghlian, A., Eaton, P.D. y W.S. Longland. 2004. Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological Conservation* 120: 411-425.
- Keuroghlian, A. y D.P. Eaton. 2008. Fruit availability and peccary frugivory in an isolated Atlantic forest fragment: effects on peccary ranging behavior and habitat use. *Biotropica* 40(1): 62-70.
- Knipe, T. 1957. Javelina in Arizona. Wildlife Bulletin no. 2. Arizona Game and Fish Department. Arizona. USA.
- Krausman, R.P. 1999. Some basic principles of habitat use, grazing behavior of livestock and wildlife. Idaho Forest. Wildlife and Range Experiment Station Bulletin 70: 85-90.
- Langer, P. 1974. Stomach evolution in the Artiodactyla. *Mammalia* 38: 295-314.
- Langer, P. 1978. Anatomy of the stomach of the collared peccary, *Dicotyles tajacu*. *Mammalia* 43: 42-59.
- Langer, P. 1979. Adaptational significance of the forestomach of the collared peccary, *Dicotyles tajacu* (L. 1758) (Mammalia: Artiodactyla). *Mammalia* 43: 235-245.
- Leaper, R., Massei, G., Gorman, M. and R. Aspinall. 1999. The feasibility of reintroducing wild boar (*Sus scrofa*) to Scotland. *Mammal Review* 29(4): 239-259.
- LGEEPA. 1988. Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente. CONANP. Última reforma D.O.P. 04-06-2012.
- LGVS. 2012. Ley General de Vida Silvestre. Última reforma D.O.F. 06-06-2012
- Lira, T.I. 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en la tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10: 41-66.
- Lira, T.I. y E.J. Naranjo, P. 2003. Abundancia, preferencia de hábitat e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus presas en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 7: 20-39.
- Longoria, M.P. y W.F. Weckerly. 2007. Estimating detection probabilities from Sign of collared peccary. *Journal of Wildlife Management* 71(2): 652-655.
- Leutte, D., Aguilar, C. y E. Delcombel. 2001. Historia y desarrollo reciente de la ganadería en el ejido de Zenzontla, Jalisco. Pp. 163-174. *In: Historia ambiental de la Ganadería en México*. L. Hernández (ed.). Instituto de Ecología, A.C. Xalapa. Veracruz, México. 276 p.

- Loft, E.R. y J.G. Kie. 1988. Comparison of pellet-group and ratio triangulation methods for assessing deer habitat use. *Journal of Wildlife Management* 52: 524-527.
- Low, W.A. 1970. The influence of aridity on reproduction of the collared peccary (*Dicotyles tajacu* (Linn.) in Texas. Ph.D. Thesis. University of British Columbia. Vancouver. USA. 170 p.
- Mandujano, S. 1999. Variation in herd size of collared peccaries in a Mexican tropical forest. *The Southerwestern Naturalist* 44: 199-204.
- Mandujano, S. y L.E. Martínez-Romero. 2002. Pecarí de collar (*Pecari tajacu sonorensis*, Mearns 1897). P.p. 411-415, *In*: F.A. Noguera, J.H. Vega, A.N. García-Aldrete y M. Quesada (eds.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología UNAM. México, D. F. 568 p.
- Mannetje, L. 2000. Measuring biomass of grassland vegetation. P.p. 151-177. *In*: Lt. Mannetje y R. M. Jones (eds). *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Cambridge, UK: CABI Publishing University Press.
- March, I. y S. Mandujano. 2005. *Tayassu tajacu* (Linnaeus, 1758) Pecaría de collar. P.p. 524-527, *In*: G. Cevallos y G. Oliva (eds.). *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 986 p.
- Mason-Romo, E.D., Villa-Mendoza, E.P., Rendon, A.G. y D. Valenzuela-G. 2008. Primer registro del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en el estado de Morelos. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12:170-175.
- Medina, T.S.M., García, M.E., Márquez, O. M., Vaquera, H.H., Romero, M.A. y M. Martínez M. 2008. Factores que influyen en uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Couesi) en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 24(3): 192-212.
- Meréndiz, G. 1995. Abundancia, distribución y posibilidades de aprovechamiento sustentable del jabalí de collar (*Tayassu tajacu*) y otras especies faunísticas de la zona Maya de Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 134 p.
- Milner-Gulland, E.J. y H.R. Akçakaya. 2001. Sustainability indices for exploited populations under uncertainty. *Trends in Ecology and Evolution* 16(12): 686-692.
- Miserendino, S.R.S. 2007. Dieta de los chanchos de monte: teitetu (*Tayassu tajacu*) y tropero (*Tayassu pecari*) en el territorio indígena Siriono, Beni, Bolivia. *Boletín de Ecología y Conservación Ambiental* 21: 43-56.
- Morrison, M.L., B.G. Marcot y R.W. Mannan. 1992. *Wildlife-Habitat relationships: concepts and applications*. University of Wisconsin Press. Wisconsin, USA. 234 p.
- Muller-Dumbois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Ed. John Wiley and Sons. New York. USA. 547 p.
- Naranjo, E.J. 1995. Abundancia y uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical húmedo de Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana* 73: 111-115.
- Naranjo, E. J. 2000. Estimaciones de abundancia y densidad en poblaciones de fauna

- silvestre tropical. Pp. 37-46. *In*: E. Cabrera, C. Mercolli y R. Resquín (eds). Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Asunción. Paraguay.
- Naranjo, E.J., López-Acosta, J.C. y R. Dirzo. 2010. La cacería en México. *Biodiversitas* 9: 6-10.
- Naranjo, J.E. y E. Bolaños. 2004. Correlaciones entre índices de abundancia y densidades poblacionales de mamíferos en la Selva Lacandona, México. P.p. 182-184. *In*: Memorias del VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica. Iquitos. Peru.
- Neal, J.B. 1959. A contribution on the life history of the collared peccary in Arizona. *American Midland Naturalist* 61(1): 177-190.
- Neu, C.W., Byers, C.R. y J.M. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal Wildlife Management* 38: 541-545.
- Nogueira-Filho, G.L.S. 2005. The effects of increasing levels of roughage on coefficients of nutrient digestibility in the collared peccary (*Tayassu tajacu*). *Animal Feed Science and Technology* 120: 151–157.
- Norconk, M.A., Grafton, B.W. y N.L. Conklin-Brittain. 1998. Seed dispersal by Neotropical seed predators. *American Journal of Primatology* 45: 103-126.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. F. Dallmeier (ed). SI/MAB Series 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program. Washington D.C. USA. 290 p.
- Oldenburg, W.P., Ettestad, J.P., Grant, E. W. y E. Davis. 1985. Structure of collared peccary herds in South Texas: spatial and temporal dispersion of herd members. *Journal of Mammalogy* 66(4): 764-770.
- Ortiz, M.T., Gallina, S., Briones, S.M y G. González. 2005. Densidad de población y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Goldam y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 21(3):65-78.
- Ortíz-García, A.I. y S. Mandujano. 2011. Modelando la calidad del hábitat para el pecarí de collar en una Reserva de Biosfera de México. *Suiform Sounding* 11(1): 14-27.
- Ostro, L., Silver, C., Koontz y F. Young. 2000. Habitat selection by translocated black howler monkeys in Belize. *Animal Conservation* 3:175–181.
- Pacheco, G. 2006. Contribución al conocimiento de la población y distribución del peca pecarí de collar (*Pecari tajacu*, Linnaeus 1758) en el Municipio de Tzucacab, Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 41 p.
- Palacio-Mosquera, L., Parra, I.C. y H. Mantanilla-Meluk. 2010. Datos preliminares sobre la abundancia relativa y caracterización del hábitat de *Tayassu pecari* (Artiodactyla: Tayassuidae) en los municipios del Medio Baudó y Cértegui en el Departamento del Chocó, Colombia. *Bioetnia* 7(1): 16-22.
- Patton, R.D. 1997. *Wildlife habitat relationships in forested ecosystems*. Timber Press.

- Oregon, USA. 502 p.
- Peres, A.C. 1996. Population status of white-lipped *Tayassu pecari* and collared peccaries *Tayassu tajacu* in hunted and unhunted Amazonian forest. *Biological Conservation* 77: 115-123.
- Pérez, P.F. 2000. Densidad y distribución del jabalí de collar (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1758) durante otoño en la estación biológica "Agua Zarca", Aguascalientes, México. Pp. 120-121. *In*: J.E. Sosa-Escalante, C. Sélem S., M.C Mac-Swiney G. Libro de Resúmenes V Congreso Nacional de Mastozoología. Mérida, Yucatán. 131 p.
- Pérez-Cortes, S. y R. Reyna-Hurtado. 2008. La dieta de los pecaríes (pecari tajacu y *Tayassu pecari*) en la región de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12: 17-42.
- Porter, A.B. 2006. Evaluation of collared peccary translocations in the Texas Hill country. Master of Science Thesis. Texas A&M University. Texas, USA. 36 p.
- Redford, K.H. y J.F. Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics, The Southern Cone. Volumen 2, Chile, Argentina, Uruguay, and Paraguay. The University of Chicago Press, Chicago. 430 p.
- Reider, K. 2011. The effects of simulated peccary extirpation on leaf litter dynamics, reptiles, and amphibians in a Neotropical forest. Master of Science Thesis. Florida International University. Florida, USA. 78 p.
- Reyna-Hurtado, R. y G.W. Tanner. 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity Conservation* 16: 743-757.
- Reyna-Hurtado, R., Rojas-Flores, E. y G.W. Tanner. 2009. Home range and habitat preferences of white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) in Calakmul, Campeche, Mexico. *Journal of Mammalogy* 90(5): 1199-1209.
- Ricciardi, A. y D. Simberloff. 2009. Assisted colonization is not a viable conservation strategy. *Trends in Ecology and Evolution* 24(5): 248-253.
- Richardson, D., Pysek, P., Rejmánek, M., Barbour, M., Panetta, F. y West, C. 2000. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- Richter, B.S.R. 2012. Home range and habitat use of a reintroduced population of collared peccaries in the LLANO uplift ecoregion of TEXAS. Master of Science Thesis. Texas State University. Texas, USA. 50 p.
- Robinson, G.J. 1993. The limits to caring: sustainable living and the loss of biodiversity. *Conservation Biology* 7(1): 20-28.
- Sánchez-Lalinde, C. y J. Pérez-Torres. 2008. Uso de hábitat de carnívoros simpátricos en una zona de bosque seco tropical de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 15(1): 67-74.
- Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel, C. y E. Hernández-Cid. 2009. Estudio poblacional y

uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science* 2(2): 204-214.

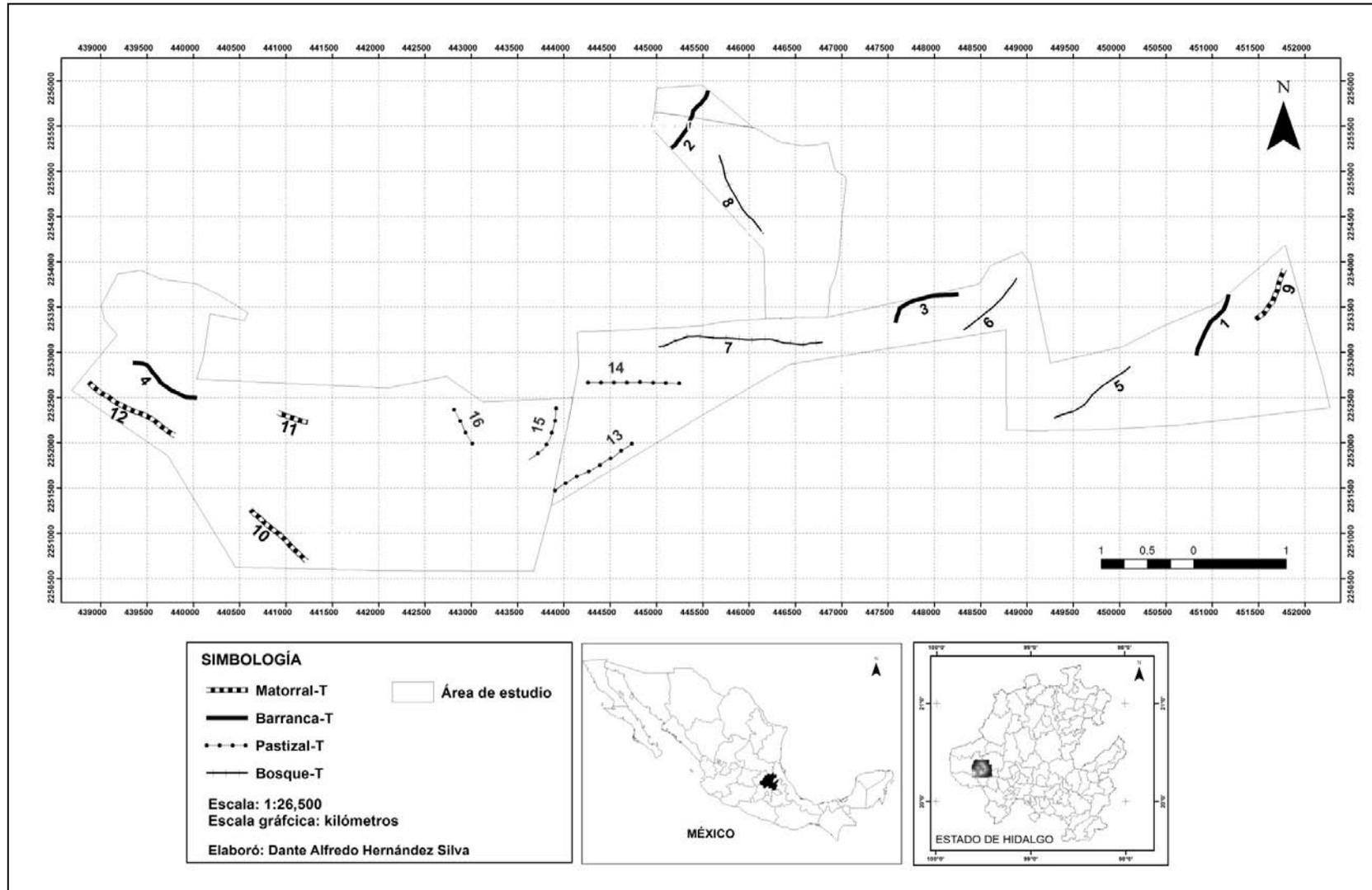
- Sánchez-Rojas, G., Hernández-Silva, D.A., Bravo-Cadena, J., Hernández-Flores, S.D. y C. Aguilar-Miguel. 2012. Conservación de los Recursos Naturales. P.p. 361-365. *In: A.L.F. Guerrero, T. de J. Rendón, C.C.A. Domínguez, G.J. Robles, P.L.E. Mendoza, M. Lengeling y B. Valdía (eds). Primer Foro Internacional: Interdisciplina y espacios sustentables. Universidad de Guanajuato. Guanajuato. México. 903 p.*
- Sanderson, M., Stair, D. y M. Hussey. 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy* 59: 171-224.
- Sarrazin, F. y R. Barbault. 1996. Reintroduction: challenges and lessons for basic ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 474-478.
- Starker, L. A. 2000. Fauna Silvestre de México. Ed. PAX. México, D.F. 676 p.
- Schut, A.G.T. y J. Ketelaars. 2003. Assessment of seasonal dry-matter yield and quality of grass swards with imaging spectroscopy *Grassland Forage Science* 58: 85-396.
- Stewart, J.A. 1964. The anatomy of the alimentary tract of the javelina, *Tayassu tajacu*. Master of Science Thesis. Arizona University, Tucson, Arizona. 31 p.
- Seddon, J.P., Armstrong, D.P. y R.E. Moneye. 2007. Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology* 21(2): 303–312.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Compendio de Estadísticas Ambientales. Base de Datos Estadísticos del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (BADESNIARN). <http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/index.html>
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional) 1976-2000. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Normales Climatológicas. Estaciones: Huichapan, Alfajayucan y Chapantongo. <http://smn.cna.gob.mx/>.
- Soriguer, C.R., Márquez, J.F. y J.M. Pérez. 1998. Las translocaciones (introducciones y reintroducciones) de especies cinegéticas y sus efectos medioambientales. *Galemys* 10:19-35.
- Soto, W. I. A. 2000. Estrategias de comportamiento de las hembras del venado cola blanca tejano durante la época de crianza. Tesis de Maestría en Ciencia. Manejo de Fauna silvestre. Instituto de Ecología A.C. Veracruz, México. 61 p.
- Sowls, L. K. 1997. Javelinas and other peccaries. Their biology, management and use. 2<sup>nd</sup> ed. Texas A&M University Press. College Station. USA. 325 p.
- STATSOFT. 1996. STATISTICA version 8. Tulsa. Oklahoma. USA.
- Stuth, J.W.W. y J. Sheffield. 2001. Determining carrying capacity for combinations of livestock, white-tailed deer and exotic ungulates. *Management Handbook*, Texas A&M University System. Texas, USA. pp 5-12.
- Taylor, S., Jamieson, I.G. y D.P. Armstrong. 2005. Successful island reintroductions of

- New Zealand robins and saddlebacks with small numbers of founders. *Animal Conservation* 8:415-420.
- Theimer, T.C. y G.C. Bateman. 1992. Patterns of prickly-pear herbivory by collared peccaries. *Journal of Wildlife Management* 56(2): 234-240.
- Theimer, T.C. y P. Keim. 1998. Phylogenetic relationships of the peccaries based on cytochrome b DNA sequences. *Journal of Mammalogy* 79: 566-572
- Thorne, M.S, Skinner, Q.D, Smith, M.A, Rodgers, J.D., Laycock, W.A. y S. Cerecki A. 2002. Evaluation of a technique for measuring canopy volume of shrubs. *Journal of Range Management* 55: 235-241.
- Ticer, L., Ockenfels, R.A. y J. Devor Jr. 1998. Habitat use and activity patterns of urban-dwelling javelina. *Urban ecosystems* 2: 141-151.
- Ticer, L.C., Morrell, E.T. y J. C. Devos Jr. 2001. Diurnal bed-site selection of urban-dwelling javelina in Prescott, Arizona. *Journal of Wildlife Management* 65(1): 136-140.
- Tirira, D.G. 2004. Nombres de los Mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 5. Quito. 277 p.
- Tyson, T. L. 1959. A deer drive vs. track census. *Transactions of the North American Wildlife Conference* 24:457-464.
- UICN. 1987. The IUCN position statement on translocation of living organism: introduction, re-introductions and restocking. IUCN, Gland, Switzerland.  
<http://iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/index.htm>. Consultada 5 de mayo de 2011.
- UICN, 2000. Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- UNEP. 1980. World Conservation Strategy. United Nations Environment Programme. International Union for the Conservation of Nature. World Wildlife Fund. 77 p.
- Uvalle, S.J.I. 2001. Rehabilitación de áreas de pastoreadas y sus efectos en las comunidades vegetales y en las dietas de unguladas. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Nuevo León. Nuevo León. México. 117 p.
- Villarreal, G.J. 2006. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético. 1ª reimpresión. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. México. 401 p.
- Vermeiere, L.T., Ganguli, A.C. y R.L. Gillen. 2002. A robust model for estimating standing crop across vegetation types. *Journal of Range Management* 55: 494-497.
- Weber, M. 1995. La introducción del jabalí europeo a la Reserva de la Biosfera La Michilia, Durango: implicaciones ecológicas y epidemiológicas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1: 69-73
- Weber, M., G. García-Marmolejo and R. Reyna-Hurtado. 2006. The tragedy of commons: Wildlife management units in Southeastern, Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34(5): 1480-1488.

- Wetzel, R., Wetze. M., Dubos, R.E., Martin, R.L. y P. Myers. 1975. *Catagonus*, an "extinct" peccary alive in Paraguay. *Science* 189: 379-38.
- Wetzel, R.M. 1977. The Chacoan peccary, *Catagonus wagneri* (Rusconi). *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History* 3: 1-36.
- Waite, R. B. 1994. The application of visual estimation procedures for monitoring pasture yield and composition in enclosures and small plots. *Tropical Grasslands* 28: 38-42.
- Weinbaum, Z.K., Brashares, J.S., Golden, D.C. y W.M. Getz. 2013. Searching for sustainability: are assessments of wildlife harvests behind the times? *Ecology Letters* 16: 99–111.
- Williamson, M. y A. Fitter. 1996. The varying success of invaders. *Ecology* 77: 1661-1666.
- Zervanos, S.M. y N.F. Hadley. 1973. Adaptational biology and energy relationships of the Collared Peccary (*Tayassu tajacu*). *Ecology* 54(4): 759-774.

## 10. ANEXOS

Anexo 1. Establecimiento de los trayectos mediante un muestreo estratificado de población y de hábitat. Se muestra los cuadrantes de 0.25 km<sup>2</sup> en el área de estudio.



**Anexo 2. Abundancia relativa de P. tajacu estimada para los trayectos de cada tipo de hábitat en el área de estudio. Época de lluvias.**

Hábitat	Trayecto	Ubicación	Clave	Mes	Longitud de trayectos (km)	Rastros			Rastros km <sup>-1</sup>
						Huellas	Excretas	Comederos	
Barranca	1	Xothe	Ba1-X-1	Septiembre	0.6	5	0	0	8.33
	1	Xothe	Ba1-X-2	Octubre	0.6	1	0	0	1.67
	1	Xothe	Ba1-X-3	Noviembre	0.6	0	0	0	0
	2	Xothe	Ba2-X-1	Septiembre	0.8	0	0	2	2.5
	2	Xothe	Ba2-X-2	Octubre	0.8	4	0	1	6.25
	2	Xothe	Ba2-X-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	3	Doguithi	Ba3-D-1	Septiembre	0.8	4	2	1	8.75
	3	Doguithi	Ba3-D-2	Octubre	0.8	3	0	0	3.75
	3	Doguithi	Ba3-D-3	Noviembre	0.8	3	2	0	6.25
	4	Taxqui	Ba4-T-1	Septiembre	0.8	1	0	0	1.25
	4	Taxqui	Ba4-T-2	Octubre	0.8	0	0	0	0
	4	Taxqui	Ba4-T-3	Noviembre	0.8	2	0	0	2.5
Bosque	5	Xothe	Bo1-X-1	Septiembre	1	2	0	1	3
	5	Xothe	Bo1-X-2	Octubre	1	6	0	6	12
	5	Xothe	Bo1-X-3	Noviembre	1	0	0	0	0
	6	Xothe	Bo2-X-1	Septiembre	0.8	1	0	2	3.75
	6	Xothe	Bo2-X-2	Octubre	0.8	2	4	3	11.25
	6	Xothe	Bo2-X-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	7	Xothe	Bo3-X-1	Septiembre	0.8	0	1	2	3.75
	7	Xothe	Bo3-X-2	Octubre	0.8	0	4	0	5
	7	Xothe	Bo3-X-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	8	Taxqui	Bo4-T-1	Septiembre	1	0	0	0	0
	8	Taxqui	Bo4-T-2	Octubre	1	0	0	0	0
	8	Taxqui	Bo4-T-3	Noviembre	1	2	0	0	2
Matorral	9	Xothe	Ma1-X-1	Septiembre	0.7	0	0	0	0
	9	Xothe	Ma1-X-2	Octubre	0.7	0	0	0	0
	9	Xothe	Ma1-X-3	Noviembre	0.7	0	0	0	0
	10	Gavillero de Mintho	Ma2-G-1	Septiembre	0.8	0	1	0	1.25
	10	Gavillero de Mintho	Ma2-G-2	Octubre	0.8	1	0	0	1.25
	10	Gavillero de Mintho	Ma2-G-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	11	Gavillero de Mintho	Ma3-G-1	Septiembre	0.6	0	0	0	0
	11	Gavillero de Mintho	Ma3-G-2	Octubre	0.6	0	0	0	0

	11	Gavillero de Mintho	Ma3-G-3	Noviembre	0.6	0	0	0	0
	12	Gavillero de Mintho	Ma4-G-1	Septiembre	1	0	0	0	0
	12	Gavillero de Mintho	Ma4-G-2	Octubre	1	1	1	0	2
	12	Gavillero de Mintho	Ma4-G-3	Noviembre	1	0	0	0	0
<b>Pastizal</b>	13	Xothe	Pa1-X-1	Septiembre	0.8	0	0	0	0
	13	Xothe	Pa1-X-2	Octubre	0.8	0	0	0	0
	13	Xothe	Pa1-X-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa2-G-1	Septiembre	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa2-G-2	Octubre	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa2-G-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa3-G-1	Septiembre	0.8	0	0	0	0
	15	Gavillero de Mintho	Pa3-G-2	Octubre	0.8	0	0	0	0
	15	Gavillero de Mintho	Pa3-G-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
	16	Gavillero de Mintho	Pa4-G-1	Septiembre	0.8	0	0	0	0
	16	Gavillero de Mintho	Pa4-G-2	Octubre	0.8	0	0	0	0
	16	Gavillero de Mintho	Pa4-G-3	Noviembre	0.8	0	0	0	0
Promedio									1.80
Desviación estándar									3.06
Error estándar									0.44
Intervalo de confianza									0.87

**Anexo 3. Abundancia relativa de *P. tajacu* estimada para los trayectos de cada tipo de hábitat en el área de estudio. Época de estiaje.**

Hábitat	Trayecto	Ubicación	Clave	Mes	Longitud de trayectos (km)	Rastros			Rastros km <sup>-1</sup>
						Huellas	Excretas	Comederos	
Barranca	1	Xothe	Ba1-X-1	Febrero	0.6	2	3	0	8.33
	1	Xothe	Ba1-X-2	Abril	0.6	2	2	0	6.67
	1	Xothe	Ba1-X-3	Junio	0.6	0	0	0	0
	2	Xothe	Ba2-X-1	Febrero	0.8	1	2	1	5
	2	Xothe	Ba2-X-2	Abril	0.8	1	1	0	2.5
	2	Xothe	Ba2-X-3	Junio	0.8		0	0	0
	3	Doguithi	Ba3-D-1	Febrero	0.8	2	2	0	5.00
	3	Doguithi	Ba3-D-2	Abril	0.8	3	1	0	5.00
	3	Doguithi	Ba3-D-3	Junio	0.8	1	2	0	3.75
	4	Taxqui	Ba4-T-1	Febrero	0.8	0	0	0	0
	4	Taxqui	Ba4-T-2	Abril	0.8	0	0	0	0
	4	Taxqui	Ba4-T-3	Junio	0.8	1	0	0	1.25
Bosque	5	Xothe	Bo1-X-1	Febrero	1	3	0	3	6
	5	Xothe	Bo1-X-2	Abril	1	4	0	0	4
	5	Xothe	Bo1-X-3	Junio	1	0	0	0	0
	6	Xothe	Bo2-X-1	Febrero	0.8	3	0	1	5
	6	Xothe	Bo2-X-2	Abril	0.8	0	6	1	8.75
	6	Xothe	Bo2-X-3	Junio	0.8	0	0	0	0
	7	Xothe	Bo3-X-1	Febrero	0.8	3	1	1	6.25
	7	Xothe	Bo3-X-2	Abril	0.8	0	5	0	6.25
	7	Xothe	Bo3-X-3	Junio	0.8	0	0	0	0
	8	Taxqui	Bo4-T-1	Febrero	1	1	1	3	5
	8	Taxqui	Bo4-T-2	Abril	1	0	1	0	1
	8	Taxqui	Bo4-T-3	Junio	1	2	1	0	3
Matorral	9	Xothe	Ma1-X-1	Febrero	0.7	0	0	0	0
	9	Xothe	Ma1-X-2	Abril	0.7	1	0	0	1.43
	9	Xothe	Ma1-X-3	Junio	0.7	1	0	0	1.43
	10	Gavillero de Mintho	Ma2-G-1	Febrero	0.8	0	0	0	0
	10	Gavillero de Mintho	Ma2-G-2	Abril	0.8	0	1	0	1.25
	10	Gavillero de Mintho	Ma2-G-3	Junio	0.8	0	0	0	0
	11	Gavillero de Mintho	Ma3-G-1	Febrero	0.6	0	0	0	0
	11	Gavillero de Mintho	Ma3-G-2	Abril	0.6	0	0	0	0
11	Gavillero de Mintho	Ma3-G-3	Junio	0.6	0	0	0	0	

	12	Gavillero de Mintho	Ma4-G-1	Febrero	1	0	3	0	3
	12	Gavillero de Mintho	Ma4-G-2	Abril	1	0	0	0	0
	12	Gavillero de Mintho	Ma4-G-3	Junio	1	0	2	2	4
<b>Pastizal</b>	13	Xothe	Pa1-X-1	Febrero	0.8	0	0	0	0
	13	Xothe	Pa1-X-2	Abril	0.8	0	0	0	0
	13	Xothe	Pa1-X-3	Junio	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa2-G-1	Febrero	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa2-G-2	Abril	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa2-G-3	Junio	0.8	0	0	0	0
	14	Gavillero de Mintho	Pa3-G-1	Febrero	0.8	0	0	0	0
	15	Gavillero de Mintho	Pa3-G-2	Abril	0.8	0	0	0	0
	15	Gavillero de Mintho	Pa3-G-3	Junio	0.8	0	0	0	0
	16	Gavillero de Mintho	Pa4-G-1	Febrero	0.8	0	0	0	0
	16	Gavillero de Mintho	Pa4-G-2	Abril	0.8	0	0	0	0
	16	Gavillero de Mintho	Pa4-G-3	Junio	0.8	0	0	0	0
Promedio									1.94
Desviación estándar									2.66
Error estándar									0.38
Intervalo de confianza									0.74

**Anexo 4. Densidad relativa de P. tajacu estimada para los trayectos del área de cada tipo de hábitat en el área de estudio. Época de lluvias.**

Hábitat	Trayecto	Ubicación	Mes	Distancia		Huellas	Densidad Pecaríes km <sup>-2</sup>	
				km	millas			
Barranca	1	Xothe	Septiembre	0.6	0.37	5	13.41	5.18
	1	Xothe	Octubre	0.6	0.37	1	2.68	1.04
	1	Xothe	Noviembre	0.6	0.37	0	0.00	0.00
	2	Xothe	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	2	Xothe	Octubre	0.8	0.50	4	8.05	3.11
	2	Xothe	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	3	Doguithi	Septiembre	0.8	0.50	4	8.05	3.11
	3	Doguithi	Octubre	0.8	0.50	3	6.03	2.33
	3	Doguithi	Noviembre	0.8	0.50	3	6.03	2.33
	4	Taxqui	Septiembre	0.8	0.50	1	2.01	0.78
	4	Taxqui	Octubre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	4	Taxqui	Noviembre	0.8	0.50	2	4.02	1.55
Bosque	5	Xothe	Septiembre	1	0.62	2	3.22	1.24
	5	Xothe	Octubre	1	0.62	6	9.66	3.73
	5	Xothe	Noviembre	1	0.62	0	0.00	0.00
	6	Xothe	Septiembre	0.8	0.50	1	2.01	0.78
	6	Xothe	Octubre	0.8	0.50	2	4.02	1.55
	6	Xothe	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	7	Xothe	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	7	Xothe	Octubre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	7	Xothe	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	8	Taxqui	Septiembre	1	0.62	0	0.00	0.00
	8	Taxqui	Octubre	1	0.62	0	0.00	0.00
	8	Taxqui	Noviembre	1	0.62	2	3.22	1.24
Matorral	9	Xothe	Septiembre	0.7	0.43	0	0.00	0.00
	9	Xothe	Octubre	0.7	0.43	0	0.00	0.00
	9	Xothe	Noviembre	0.7	0.43	0	0.00	0.00
	10	Gavillero de Mintho	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	10	Gavillero de Mintho	Octubre	0.8	0.50	1	2.01	0.78
	10	Gavillero de Mintho	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	11	Gavillero de Mintho	Septiembre	0.6	0.37	0	0.00	0.00
	11	Gavillero de Mintho	Octubre	0.6	0.37	0	0.00	0.00
11	Gavillero de Mintho	Noviembre	0.6	0.37	0	0.00	0.00	

	12	Gavillero de Mintho	Septiembre	1	0.62	0	0.00	0.00
	12	Gavillero de Mintho	Octubre	1	0.62	1	1.61	0.62
	12	Gavillero de Mintho	Noviembre	1	0.62	0	0.00	0.00
<b>Pastizal</b>	13	Xothe	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	13	Xothe	Octubre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	13	Xothe	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Octubre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	15	Gavillero de Mintho	Octubre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	15	Gavillero de Mintho	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	16	Gavillero de Mintho	Septiembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	16	Gavillero de Mintho	Octubre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	16	Gavillero de Mintho	Noviembre	0.8	0.50	0	0.00	0.00
								Promedio
							Desviación estándar	0.94
							Error estándar	0.14
							Intervalo de confianza	0.27

**Anexo 5. Densidad relativa de P. tajacu estimada para los trayectos del área de cada tipo de hábitat en el área de estudio. Época de estiaje.**

Hábitat	Trayecto	Ubicación	Mes	km	millas	Huellas	Densidad Pecaríes km <sup>-2</sup>	
Barranca	1	Xothe	Febrero	0.6	0.37	2	5.36	2.07
	1	Xothe	Abril	0.6	0.37	2	5.36	2.07
	1	Xothe	Junio	0.6	0.37	0	0.00	0.00
	2	Xothe	Febrero	0.8	0.50	1	2.01	0.78
	2	Xothe	Abril	0.8	0.50	1	2.01	0.78
	2	Xothe	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	3	Doguithi	Febrero	0.8	0.50	2	4.02	1.55
	3	Doguithi	Abril	0.8	0.50	3	6.03	2.33
	3	Doguithi	Junio	0.8	0.50	1	2.01	0.78
	4	Taxqui	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	4	Taxqui	Abril	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	4	Taxqui	Junio	0.8	0.50	1	2.01	0.78
Bosque	5	Xothe	Febrero	1	0.62	0	0.00	0.00
	5	Xothe	Abril	1	0.62	3	4.83	1.86
	5	Xothe	Junio	1	0.62	4	6.44	2.49
	6	Xothe	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	6	Xothe	Abril	0.8	0.50	3	6.03	2.33
	6	Xothe	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	7	Xothe	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	7	Xothe	Abril	0.8	0.50	3	6.03	2.33
	7	Xothe	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	8	Taxqui	Febrero	1	0.62	0	0.00	0.00
	8	Taxqui	Abril	1	0.62	1	1.61	0.62
	8	Taxqui	Junio	1	0.62	0	0.00	0.00
Matorral	9	Xothe	Febrero	0.7	0.43	0	0.00	0.00
	9	Xothe	Abril	0.7	0.43	1	2.30	0.89
	9	Xothe	Junio	0.7	0.43	1	2.30	0.89
	10	Gavillero de Mintho	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	10	Gavillero de Mintho	Abril	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	10	Gavillero de Mintho	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	11	Gavillero de Mintho	Febrero	0.6	0.37	0	0.00	0.00
	11	Gavillero de Mintho	Abril	0.6	0.37	0	0.00	0.00
11	Gavillero de Mintho	Junio	0.6	0.37	0	0.00	0.00	

<b>Pastizal</b>	12	Gavillero de Mintho	Febrero	1	0.62	0	0.00	0.00
	12	Gavillero de Mintho	Abril	1	0.62	0	0.00	0.00
	12	Gavillero de Mintho	Junio	1	0.62	0	0.00	0.00
	13	Xothe	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	13	Xothe	Abril	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	13	Xothe	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Abril	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	14	Gavillero de Mintho	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	15	Gavillero de Mintho	Abril	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	15	Gavillero de Mintho	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	16	Gavillero de Mintho	Febrero	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	16	Gavillero de Mintho	Abril	0.8	0.50	0	0.00	0.00
	16	Gavillero de Mintho	Junio	0.8	0.50	0	0.00	0.00
							Promedio	0.5
							Desviación estándar	0.81
							Error estándar	0.12
							Intervalo de confianza	0.23

**Anexo 6. Especies vegetales registradas para la época de lluvias 2011 en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.**

Espece	Abundancia	DM	De Re	Altura (m)	Cob (m2)	Volumen (m3)	AB (m)	Do Re	Fe Re	VI
<i>Acacia farnesiana</i>	1	1.73	0.23	2.00	12.56	8.37	0.007	0.21	0.39	0.83
<i>Agave salmiana</i>	8	3.01	1.85	1.01	0.83	0.29	0.008	1.87	2.32	6.04
<i>Amelanchier denticulata</i>	27	1.51	6.25	4.86	1.73	1.49	0.002	1.23	6.56	14.05
<i>Arbutus xalapensis</i>	4	4.14	0.93	3.04	12.26	17.95	0.031	3.68	1.54	6.15
<i>Baccharis conferta</i>	19	3.12	4.40	3.68	1.63	2.66	0.001	0.31	5.02	9.73
<i>Bouvardia ternifolia</i>	16	3.65	3.70	0.89	0.87	0.26	0.000	0.03	2.70	6.43
<i>Buddleja cordata</i>	5	2.64	1.16	1.65	4.78	2.83	0.002	0.28	2.70	4.14
<i>Crataegus mexicana</i>	25	2.45	5.79	2.10	3.85	2.94	0.002	1.81	3.86	11.46
<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	8	0.94	1.85	1.68	3.82	3.22	0.001	0.23	1.93	4.02
<i>Jatropha dioica</i>	3	1.02	0.69	0.71	0.23	0.05	0.000	0.02	0.39	1.10
<i>Mimosa biuncifera</i>	41	1.46	9.49	1.01	0.98	0.37	0.000	0.48	5.02	14.99
<i>Mimosa depauperata</i>	49	2.56	11.34	1.24	1.44	0.68	0.001	1.41	10.42	23.18
<i>Montanoa tomentosa</i>	9	1.39	2.08	1.62	1.17	0.78	0.000	0.07	2.32	4.47
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	6	2.96	1.39	1.12	0.88	0.35	0.012	2.21	2.32	5.92
<i>Opuntia spp.</i>	12	1.90	2.78	1.22	3.41	1.52	0.021	7.53	5.41	15.71
<i>Prosopis laevigata</i>	1	2.96	0.23	1.10	0.49	0.18	0.001	0.02	0.39	0.64
<i>Prunus serotina</i>	18	4.30	4.17	1.51	2.03	1.02	0.000	0.20	4.25	8.61
<i>Quercus affinis</i>	8	2.19	1.85	6.51	10.72	35.74	0.008	1.82	2.32	5.99
<i>Quercus castanea</i>	11	2.48	2.55	8.84	22.27	72.47	0.014	4.63	1.93	9.11
<i>Quercus laeta</i>	23	3.00	5.32	5.38	32.55	46.48	0.035	24.26	5.79	35.37
<i>Quercus laurina</i>	3	4.15	0.69	6.16	19.95	54.53	0.030	2.74	1.16	4.59
<i>Quercus robusta</i>	65	3.14	15.05	8.97	22.10	70.81	0.022	43.02	14.29	72.35
<i>Retama sphaerocarpa</i>	3	2.53	0.69	1.59	0.42	0.22	0.000	0.02	0.39	1.11
<i>Sp 1</i>	6	1.56	1.39	1.59	1.30	0.78	0.001	0.12	1.93	3.44
<i>Sp 2</i>	3	1.78	0.69	11.29	2.14	10.62	0.000	0.03	1.16	1.89
<i>Sp 3</i>	2	5.93	0.46	10.25	36.07	123.22	0.017	1.00	0.39	1.85
<i>Sp 4</i>	5	2.69	1.16	1.36	0.25	0.11	0.000	0.01	1.16	2.32
<i>Sp 5</i>	12	0.99	2.78	2.76	2.58	3.95	0.001	0.41	2.70	5.89
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	2	1.37	0.46	1.46	1.10	0.53	0.000	0.02	0.77	1.26
<i>Zaluzania augusta</i>	37	1.33	8.56	1.20	0.65	0.26	0.000	0.31	8.49	17.37
<b>Total general</b>	<b>432</b>	<b>74.84</b>	<b>100</b>	<b>97.80</b>	<b>205.08</b>	<b>464.70</b>	<b>0.217</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>
<b>Promedio</b>	<b>14.4</b>	<b>2.49</b>	<b>3.33</b>	<b>3.26</b>	<b>6.84</b>	<b>15.49</b>	<b>0.007</b>	<b>3.33</b>	<b>3.33</b>	<b>10.00</b>

DM (distancia media), Cob (cobertura horizontal), AB (área basal), DoRe (Dominancia relativa), FeRe (Frecuencia relativa), VI (valor de importancia)

**Anexo 7. Especies vegetales registradas para la época de estiaje 2012 en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo.**

Espece	Abundancia	DM	De Re	Altura (m)	Cob (m2)	Volumen (m3)	AB (m)	Do Re	Fe Re	VI
<b>Sp 1</b>	14	2.572	3.241	1.912	2.810	1.947	0.002	0.353	4.240	7.834
<i>Prunus serotina</i>	25	4.410	5.787	2.118	2.634	1.918	0.027	10.141	5.654	21.581
<i>Zaluzania augusta</i>	35	2.308	8.102	1.489	1.692	0.854	0.001	0.294	8.127	16.523
<i>Baccharis conferta</i>	16	3.245	3.704	1.824	2.429	1.572	0.008	1.967	2.827	8.497
<i>Mimosa depauperata</i>	29	2.240	6.713	1.686	3.757	2.153	0.001	0.640	6.714	14.067
<b>Sp 2</b>	2	3.800	0.463	2.040	1.709	1.162	0.002	0.064	0.707	1.234
<i>Myrtillocactus geometrizers</i>	1	1.250	0.231	1.070	1.885	0.672	0.000	0.002	0.353	0.587
<i>higuerilla</i>	8	2.839	1.852	1.783	3.032	1.802	0.001	0.077	1.413	3.342
<i>Acacia farnesiana</i>	2	2.675	0.463	0.780	1.174	0.305	0.000	0.005	0.353	0.822
<b>Sp 3</b>	2	3.100	0.463	13.300	28.406	125.935	0.021	0.647	0.353	1.463
<i>Arbutus xalapensis</i>	3	5.170	0.694	6.295	19.992	41.005	0.029	1.323	1.060	3.077
<i>Agave salmiana</i>	6	1.316	1.389	0.623	0.513	0.115	0.027	2.441	1.413	5.243
<i>Amelanchier denticulata</i>	41	2.549	9.491	1.478	1.677	0.979	0.002	1.316	10.601	21.408
<i>Prosopis laevigata</i>	1	0.900	0.231	2.360	5.814	4.574	0.008	0.114	0.353	0.699
<i>Opuntia spp.</i>	25	4.392	5.787	1.897	3.062	2.792	0.042	15.861	5.654	27.302
<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	15	2.215	3.472	1.030	0.913	0.312	0.046	10.534	3.180	17.186
<i>Quercus affinis</i>	17	3.840	3.935	6.768	12.047	29.126	0.027	6.959	4.594	15.488
<i>Quercus castanea</i>	14	3.744	3.241	6.508	27.598	68.831	0.022	4.640	3.887	11.768
<i>Quercus laeta</i>	11	3.668	2.546	7.289	18.195	48.537	0.041	6.853	3.534	12.932
<i>Quercus laurina</i>	3	2.460	0.694	4.665	26.207	39.324	0.070	3.183	1.060	4.938
<i>Quercus robusta</i>	75	3.924	17.361	7.819	29.643	82.544	0.026	29.258	12.721	59.340
<i>Retama sphaerocarpa</i>	7	4.198	1.620	1.334	0.252	0.114	0.000	0.025	2.120	3.766
<b>Sp 5</b>	12	2.716	2.778	3.800	2.189	3.642	0.002	0.449	3.180	6.407
<i>Dasyllirion spp.</i>	1	2.100	0.231	1.100	0.603	0.221	0.006	0.096	0.353	0.681
<i>Crataegus mexicana</i>	31	3.321	7.176	2.289	2.568	2.195	0.002	0.827	6.360	14.363
<i>Buddleja cordata</i>	3	4.033	0.694	2.500	4.893	4.604	0.008	0.373	1.060	2.128
<i>Montanoa tomentosa</i>	3	1.967	0.694	1.370	0.597	0.273	0.000	0.005	0.353	1.053
<i>Mimosa biuncifera</i>	28	1.632	6.481	0.959	0.885	0.308	0.000	0.183	7.067	13.732
<i>Yuca filifera</i>	2	3.750	0.463	2.575	4.472	3.838	0.045	1.369	0.707	2.538
<b>Total general</b>	432	86.330	100	90.660	211.649	471.653	0.468	100	100	300
<b>Promedio</b>	14.897	2.977	3.448	3.126	7.298	16.264	0.016	3.448	3.448	10.345

DM (distancia media), Cob (cobertura horizontal), AB (área basal), DoRe (Dominancia relativa), FeRe (Frecuencia relativa), VI (valor de importancia)

Anexo 8. Prueba de normalidad (Kolmogorov–Smirnov) para las 12 variables del hábitat en la época de lluvias y de estiaje. ( $p > 0.20$  indican que los valores se ajustan a una distribución normal).

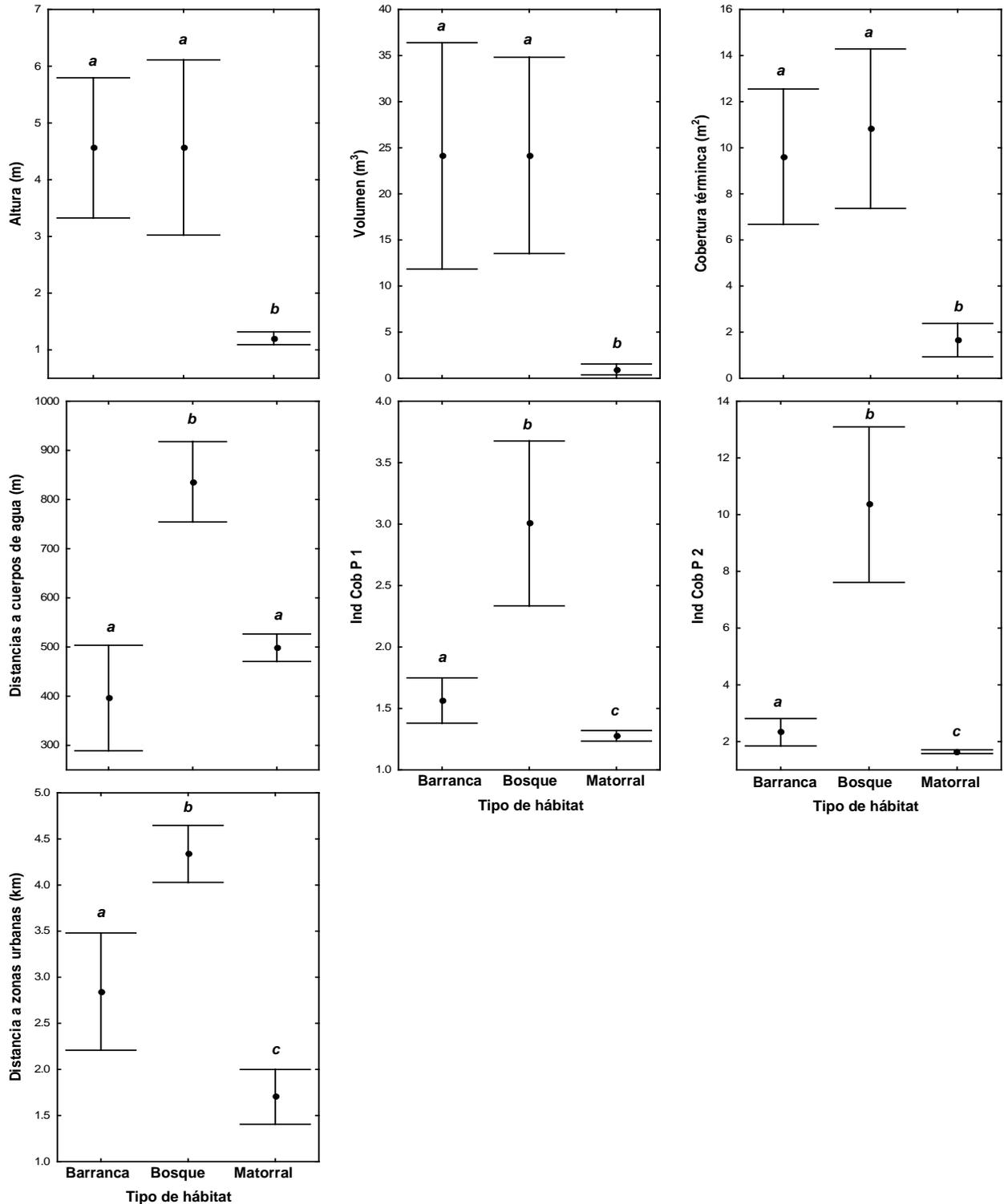
Variable del Hábitat	Lluvias			Secas		
	N	D	p	N	D	p
Altura (m)	12	0.25	$p > .20$	12	0.22	$p > .20$
Abundancia	12	0.21	$p > .20$	12	0.25	$p > .20$
Ind 100m <sup>2</sup>	12	0.18	$p > .20$	12	0.23	$p > .20$
S	12	0.14	$p > .20$	12	0.14	$p > .20$
Volumen (m <sup>3</sup> )	12	0.23	$p > .20$	12	0.23	$p > .20$
Cob Térmica (m <sup>2</sup> )	12	0.23	$p > .20$	12	0.23	$p > .20$
Distancias Aguas (m)	12	0.17	$p > .20$	12	0.17	$p > .20$
Diversidad Verdadera	12	0.14	$p > .20$	12	0.12	$p > .20$
Ind Cob P 1	12	0.30	$p > .20$	12	0.26	$p > .20$
Ind Cob P 2	12	0.29	$p > .20$	12	0.31	$p > .20$
MS (ton MS)	12	0.23	$p > .20$	12	0.23	$p > .20$
Distancias Zonas Urbana (km)	12	0.18	$p > .20$	12	0.18	$p > .20$

**Anexo 9. Resumen de las características de los tipos de hábitat presentes en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo durante la época de lluvias 2011.**

Hábitat	Barranca				Bosque				Matorral			
Trayectos	Barranca 1	Barranca 2	Barranca 3	Barranca 4	Bosque 5	Bosque 6	Bosque 7	Bosque 8	Matorral 9	Matorral 10	Matorral 11	Matorral 12
Ha	295.27	77.90	53.68	524.58	137.94	137.94	137.94	137.94	36.00	77.00	120	121
Abundancia	28	36	32	36	36	36	44	44	32	28	36	44
Ind 100 m <sup>2</sup>	11.98	11.14	8.45	29.65	7.19	6.77	7.27	21.83	48.18	60.18	27.31	33.30
S	8	8	12	10	9	10	7	9	9	7	7	10
Exp(H)	5.52	7.00	5.22	10.55	6.53	7.71	4.98	6.27	6.22	5.13	3.62	3.39
Altura (m)	6.00	2.60	4.41	1.66	5.08	3.59	4.55	5.07	1.28	1.51	1.31	1.22
Volumen (m <sup>3</sup> )	57.43	4.97	38.15	1.31	40.77	19.83	19.80	17.24	0.93	1.85	0.55	0.82
Cob Térmica (m <sup>2</sup> )	19.56	3.51	15.06	2.14	18.59	9.95	8.80	7.40	1.84	2.81	1.21	1.64
Distancias Aguas (m)	571.95	555.86	1118.77	669.65	1300.13	1797.71	878.10	1191.66	934.93	519.77	1204.18	573.47
Distancia a Zonas Urbanas (km)	1.79	4.56	3.06	1.97	4.51	5.10	4.10	3.64	2.44	1.39	1.09	1.90
Ind Cob P 1	1.25	1.62	1.88	1.26	2.17	3.10	1.59	1.19	1.26	1.46	1.64	1.30
Ind Cob P 2	1.31	1.91	2.81	1.40	6.67	5.63	5.37	2.68	2.86	1.87	2.65	2.39
MS (ton ha <sup>-1</sup> )	13.36	2.22	9.23	24.04	5.44	46.43	2.06	1.50	12.87	32.93	42.39	55.33

Individuos (árboles y arbustos); Ind 100 m<sup>2</sup> (número de individuos presentes en 100 m<sup>2</sup>); S (riqueza de especie); Cob (cobertura horizontal); DR (Densidad relativa de árboles y arbustos); Exp(H) (diversidad verdadera); 0-50, 50-100, 100-150, 150-200 (porcentaje de cobertura vertical correspondiente a los 50 cm, 1 m, 1.5 m y 2 m).

**Anexo 10. Características del hábitat que presentaron diferencias significativas durante la época de lluvias. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre los tipos de hábitat después de la prueba post-hoc de Duncan's (D).**



**Anexo 11. Resumen de las características de los tipos de hábitat presentes en la región Nopala-Hualtepec, Hidalgo durante la época de estiaje 2012.**

Hábitat	Barranca				Bosque				Matorral			
Trayecto	Barranca 1	Barranca 2	Barranca 3	Barranca 4	Bosque 5	Bosque 6	Bosque 7	Bosque 8	Matorral 9	Matorral 10	Matorral 11	Matorral 12
Ha	295.27	77.90	53.68	524.58	137.94	137.94	137.94	137.94	36.00	77.00	120	121
Individuos	28	36	32	36	36	36	44	44	32	28	36	44
Ind 100 m <sup>2</sup>	15.01	18.32	31.42	53.93	8.68	8.93	13.48	50.27	35.90	47.33	48.88	52.97
S	7	11	7	15	9	10	7	9	9	8	5	6
Exp(H)	6.21	6.12	9.36	7.96	5.91	6.73	5.08	4.69	7.08	5.81	6.57	7.35
Altura (m)	7.58	4.77	4.35	1.54	9.07	3.00	3.99	2.20	1.51	1.24	0.99	1.08
Volumen (m <sup>3</sup> )	54.51	7.23	33.35	1.43	55.75	15.08	16.57	9.29	2.72	0.43	0.23	0.45
Cob Térmica (m <sup>2</sup> )	16.35	10.09	10.01	2.02	21.09	8.50	5.97	7.77	3.80	0.90	0.70	1.21
Distancias Aguas (m)	436.22	165.99	672.48	310.66	756.85	650.03	923.46	1013.85	486.52	430.62	512.53	564.63
Distancia a Zonas Urbanas (km)	1.79	4.56	3.06	1.97	4.51	5.10	4.10	3.64	2.44	1.39	1.09	1.90
Ind Cob P 1	2.03	1.45	1.63	1.15	3.60	4.62	1.79	2.02	1.29	1.36	1.30	1.16
Ind Cob P 2	2.55	1.94	3.56	1.28	15.00	15.00	4.31	7.10	1.50	1.79	1.70	1.59
MS (ton ha-1)	27.74	5.80	19.54	16.76	424.33	130.55	61.32	99.98	91.18	350.80	214.71	87.01

Individuos (árboles y arbustos); Ind 100 m<sup>2</sup> (número de individuos presentes en 100 m<sup>2</sup>); S (riqueza de especie); Cob (cobertura horizontal); DR (Densidad relativa de árboles y arbustos); Exp(H) (diversidad verdadera); 0-50, 50-100, 100-150, 150-200 (porcentaje de cobertura vertical correspondiente a los 50 cm, 1 m, 1.5 m y 2 m).

**Anexo 12. Características del hábitat que presentaron diferencias significativas durante la época de estiaje. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre los tipos de hábitat después de la prueba post-hoc de Duncan's (D).**

