



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE SUIDOS POR CAMPESINOS EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CAMPECHE, MÉXICO

MAURO SANVICENTE LÓPEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

DOCTOR EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2018



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

CAMPUE- 43-2-03

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Mauro Sanvicente López**, alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Samuel Vargas López**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Producción, distribución y aprovechamiento de suidos por campesinos en áreas naturales protegidas de Campeche, México**, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, 10 de noviembre del 2018.

M. en C. Mauro Sanvicente López

Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis
Dr. Samuel Vargas López

Km. 125.5 carretera federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), C.P. 72760, Puebla, Puebla.
Teléfonos: (222) 285 14 42, 285 14 43, 285 14 45, 285 14 47, 285 07 38; exts. 2018, 2056, 2058.
Correos electrónicos: edar@colpos.mx ; admisionescampuspuebla@colpos.mx

La presente tesis, titulada: **Producción, distribución y aprovechamiento de suidos por campesinos en áreas naturales protegidas de Campeche, México**, realizada por el alumno: **Mauro Sanvicente López**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS

**ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO
AGRÍCOLA REGIONAL**

CONSEJO PARTICULAR

Consejero



Dr. Samuel Vargas López

Asesor



Dr. Ángel Bustamante González

Asesor



Dr. José Luis Jaramillo Villanueva

Asesor



Dr. Francisco Calderón Sánchez

Asesor



Dr. Rafael Ángel Reyna Hurtado

Puebla, Puebla, México 2018

PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE SUIDOS POR CAMPESINOS EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CAMPECHE, MÉXICO

Mauro Sanvicente López, Dr.
Colegio de Postgraduados, 2018

Con el objetivo de analizar la producción, distribución y el aprovechamiento del grupo de los Suiformes domésticos y silvestres en comunidades rurales de las áreas naturales protegidas de Campeche, México, se estudiaron 169 unidades de producción criadoras de cerdos en la Reserva de la Biosfera Calakmul, 83 registros y 26 entrevistas a informantes claves de cerdos asilvestrados en la reserva de la Biósfera de Laguna de Términos. Se registró información de los cerdos domésticos, el cerdo asilvestrado y del pecarí. La información se analizó con estadística descriptiva, técnicas multivariadas, varianza y modelos de máxima entropía. Los sistemas de producción de cerdos domésticos fueron el extensivo, traspatio y extensivo estacional. En el sistema extensivo se encontró la mayor convivencia del cerdo doméstico con el pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) y otras especies de fauna silvestre en cautiverio. El sistema de traspatio y extensivo estacional disminuyeron la itinerancia. El pecarí de collar fue para ornato y autoabasto de carne. El modelo de máxima entropía determinó que la temperatura media del trimestre más húmedo, la elevación, orientación de laderas y el índice normalizado de la vegetación determinaron la distribución potencial del cerdo asilvestrado en las áreas naturales protegidas. Los riesgos sanitarios de suidos domésticos y silvestres identificados por los productores son las parasitosis (65.7%) y los suiformes son hospederos de garrapatas (*Amblyomma cajennense*). Las condiciones socioeconómicas y ecológicas de las comunidades asentadas en la zona de amortiguamiento de las Reservas de la Biósfera en el sureste de México presenta el hábitat favorable para la presencia de los suidos domésticos y silvestres, por lo que la regulación de las poblaciones asilvestradas y domésticas deben favorecer la conservación de los ecosistemas y para el caso de los cerdos domésticos, dar valor agregado a los productos para mejorar el bienestar de los campesinos y sus familias en la región.

Palabras clave: Cerdo criollo, cerdo asilvestrado, pecaríes, itinerancia, parásitos.

PRODUCTION, DISTRIBUTION AND USE OF SUIDS BY THE FARMERS IN
PROTECTED NATURAL AREAS OF CAMPECHE, MEXICO

Mauro Sanvicente López, Dr.
Colegio de Postgraduados, 2018

With the objective of analyzing the production, distribution and use of the group of domestic and wild suids in rural communities located of Protected Natural Areas of Campeche, Mexico, 169 production units raising pigs were studied in the Calakmul Biosphere Reserve, 83 records and 26 interviews with key informants about feral pigs in the Flora and Fauna Laguna de Términos reserve were recorded. The information on the domestic pigs, feral pigs and peccary was recorded. The information was analyzed with descriptive statistics, multivariate techniques, variance and maximum entropy models. The dominant domestic pig production system was extensive (55%), followed by backyard and seasonal extensive systems. The extensive system had the greater coexistence of the domestic pig with the collared peccary (*Pecarí tajacu*) and other species of captive wildlife. The system of backyard and extensive seasonal production had less free ranging pigs. The collared peccary was raised as a pet and for meat for self-consumption. The maximum entropy model determined that the average temperature of the wettest trimester, the altitude, orientation of the slopes, and the normalized vegetation index determined the potential of the distribution of feral pigs in protected natural areas. The health risks of domestic and wild suids identified by the producers are parasites (65.7%) and suids are hosts of ticks (*Amblyomma cajennense*). The ecological conditions of the southeastern Mexico are favorable habitat for domestic and wild suids, so the regulation of feral and domestic populations must favor the conservation of the ecosystems and, in the case of domestic pigs, give added value to the products would to improve the well-being of the peasants and their families in the region.

Keywords: Creole pig, feral pigs, peccaries, free ranging, parasites.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Posgraduados Campus Puebla, por darme la oportunidad en mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca como estudiante de doctorado.

Al consejo particular por todos sus aportes y sus conocimientos brindados para la realización y culminación de la tesis.

A los productores de cerdos de la Reserva de la Biosfera Calakmul y de Reserva de la Biósfera de Laguna de Términos en Campeche, México.

DEDICATORIA

A todas las personas que han dejado huella en mi vida

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
Revisión de la literatura	3
Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis.....	6
Objetivos.....	8
Hipótesis.....	9
Materiales y métodos.....	9
Área de estudio.....	9
Etapas del trabajo.....	10
Análisis de datos.....	11
Literatura citada.....	12
CAPÍTULO I. LA CRIANZA DE CERDOS EN VIDA LIBRE Y PECARÍES SILVESTRES EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE CALAKMUL, SURESTE DE MÉXICO.....	20
1.1. Resumen.....	20
1.2. Summary.....	21
1.3. Introducción.....	21
1.4. Materiales y métodos.....	23
1.4.1. Área de estudio	23
1.4.2. Registro y análisis de la información.....	24
1.5. Resultados	27
1.5.1. Factores de la producción de cerdos.....	27
1.5.2. Sistemas de crianza.....	29
1.5.3. Cerdos en traspatio.....	30
1.5.4. Cerdos con manejo extensivo estacional.....	34
1.5.5. Crianza extensiva de cerdos.....	35
1.6. Discusión.....	36
1.7. Conclusiones.....	39
1.8. Literatura citada.....	40

CAPÍTULO II. DISPERSIÓN DEL CERDO ASILVESTRADO (<i>SUS SCROFA</i>) EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO.....	46
2.1. Resumen.....	46
2.2. Introducción.....	47
2.3. Materiales y métodos.....	48
2.3.1. Área de estudio	48
2.3.2. Entrevistas a personas claves.....	50
2.3.3. Registros de cerdos asilvestrados.....	50
2.3.4. Información de las variables climáticas.....	51
2.3.5. Modelación de la distribución potencial.....	53
2.4. Resultados	54
2.4.1. Origen del cerdo asilvestrado.....	54
2.4.2. El hábitat del cerdo asilvestrado.....	55
2.4.3. Registros del cerdo asilvestrado por temporada.....	55
2.4.4. Percepción de los pobladores del cerdo asilvestrado.....	56
2.4.5. Contribución de las variables climáticas y topográficas al modelo de distribución.....	58
2.4.6. Distribución potencial del cerdo asilvestrado.....	60
2.4.7. Distribución real del cerdo asilvestrado.....	62
2.5. Discusión.....	63
2.5.1. Percepción de los pobladores del cerdo asilvestrado.....	63
2.5.2. Contribución de las variables climáticas y topográficas al modelo de distribución potencial.....	63
2.5.3. Distribución potencial y real del cerdo asilvestrado.....	65
2.5.4. Medidas de control, riesgo de dispersión e impactos en ANPS del sureste de México.....	67
2.6. Conclusiones.....	68
2.7. Literatura citada.....	69
CAPÍTULO III. PREVALENCIA Y ABUNDANCIA MEDIA DE ECTOPARÁSITOS EN SUIFORMES (<i>Tayassuidae</i> y <i>Suidae</i>) EN	

CONDICIONES DE CAUTIVERIO Y VIDA SILVESTRE EN EL SURESTE DE MÉXICO.....	75
3.1. Resumen.....	75
3.2. Introducción.....	76
3.3. Materiales y métodos.....	77
3.3.1. Área de estudio	77
3.3.2. Captura de los Suiformes.....	77
3.3.3. Colecta de los ectoparásitos.....	77
3.3.4. Análisis de datos.....	78
3.4. Resultados y discusión.....	78
3.4.1. Prevalencia de los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes...	78
3.4.2. Abundancia media (AM) de los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes.....	82
3.5. Conclusiones.....	83
3.6. Literatura citada.....	84
CONCLUSIONES GENERALES.....	89

LISTA DE TABLAS

		Página
Capítulo I		
Tabla I	Estructura factorial de la producción de cerdos en vida libre en el sureste de México.....	28
Tabla II	Estadísticos descriptivos de las agrupaciones de la crianza de cerdos en vida libre en el sureste de México.....	29
Tabla III	Medias mínimo cuadráticas de las variables de los sistemas de crianza de cerdos en vida libre en el sureste de México.....	32
Capítulo II		
Tabla I	Variables bioclimáticas y topográficas usadas para determinar la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la ANP Laguna de Términos, Campeche, México.....	52
Tabla II	Percepción de los productores de los posibles impactos potenciales del cerdo asilvestrado en la zona de influencia de ANP Laguna de Términos, Campeche.....	57
Tabla III	Contribución relativa de las variables climáticas y topográficas en la distribución potencial de <i>Sus scrofa</i> en el área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche...	58
Tabla IV	Distribución y posibles impactos del cerdo asilvestrado en áreas naturales protegidas del sureste de México.....	64
Capítulo III		
Tabla I	Prevalencia (P) a ectoparásitos en el grupo de los Suiformes (Tayassuidae y Suidae) en el sureste de México.....	79

Tabla II Abundancia media (AM) de los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes en el sur de Campeche, México..... 82

LISTA DE FIGURAS

		Página
Capítulo I		
Figura 1	Agrupación de los sistemas de crianza de cerdos en vida libre en el sureste de México.....	31
Figura 2	Análisis de la crianza de cerdos en vida libre con las prácticas de manejo, uso de recursos y la fauna en cautiverio en el sureste de México.....	34
Capítulo II		
		Página
Figura 1	Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y otras ANP´s del sureste de México.....	49
Figura 2	Cerdos asilvestrados capturados en vida silvestre y criados en corrales (A) y cerdo asilvestrado criado en traspatio con pelaje típico del jabalí europeo (B).....	54
Figura 3	Frecuencia de las observaciones por tipo de hábitat usados por el cerdo asilvestrado de acuerdo a las observaciones de cazadores, ganaderos y personal Técnico de las ANPS.....	55
Figura 4	Cerdo asilvestrado en selva baja inundable (C), cerdo asilvestrado cazado en pastizales para ganado (D).....	56
Figura 5	Importancia de las variables bioclimáticas y topográficas en el modelo de distribución potencial del cerdo asilvestrado con la prueba de Jackknife.....	59
Figura 6	Resultados de la prueba de Jackknife y de la curva operada por el receptor (ROC) para los datos de entrenamiento y de prueba con 18 repeticiones.....	60
Figura 7	Mapa de distribución potencial del cerdo asilvestrado (<i>Sus scrofa</i>) obtenido mediante el modelo MaxEnt en la APFFLT y para el sureste de México.....	61

Figura 8	Mapa dicotómico de la presencia del cerdo asilvestrado (blanco) y área con alta probabilidad de presencia (rojo) en el sureste de México.....	62
----------	---	----

INTRODUCCIÓN GENERAL

El suborden de los Suiformes está integrado por los cerdos del viejo mundo (familia Suidae), que incluye a todas las razas mejoradas y razas criollas de cerdos (*Sus scrofa*), y al jabalí europeo (*Sus scrofa s.*). Tanto el cerdo doméstico y el jabalí europeo presentan características anatómicas y fisiológicas similares (Álvarez-Romero *et al.* 2008). El cerdo doméstico fue introducido al continente americano durante el periodo de colonización de América y su diseminación se realizó rápidamente por todo el continente americano (Carpinetti *et al.* 2016). Delgado *et al.* (2001) planteó la hipótesis de que las razas criollas se originaron a partir de cerdos procedentes de los puertos sur occidentales de la Península Ibérica. Los centros de reproducción del cerdo doméstico en América Latina fueron las islas del Caribe, para diseminarse al resto del país. A partir del puerto de Veracruz se distribuyó al norte, hacia Florida, Nuevo México y California en Estados Unidos de Norteamérica. Laguna (2001), plantea la hipótesis de que la introducción inicial de los cerdos domésticos en América se produjo durante el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493. Durante este viaje fueron ocho individuos que dieron origen a la población de cerdos en las Antillas y que se dispersaron rápidamente por todo el continente (Laguna 2001).

El otro integrante de los suidos es el cerdo asilvestrado, el cual fue originado a partir del jabalí europeo y las cruces con cerdos domésticos criollos. El jabalí europeo fue introducido al norte de México como especie para cacería cinegética en Unidades de Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre (UMAS) en sistema extensivo y de ahí, colonizó gran parte de los estados del norte del país (Álvarez-Romero *et al.* 2008). Otras poblaciones del cerdo asilvestrado en vida libre se han reportado en áreas cercanas a la Reserva de la Biósfera La Michilía, Durango (Weber 1992), en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California (Solís-Cámara *et al.* 2009) y en la zona de influencia del Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Laguna de Términos, Campeche (Hidalgo-Mihart *et al.* 2014). En la década de los 80, el jabalí europeo (*Sus scrofa silvestris*) fue liberado de manera accidental en la

zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Laguna de Términos (Hidalgo-Mihart *et al.* 2014). Desde su liberación esta especie se ha establecido como una población silvestre y de ahí se ha expandido a toda la región del sur de Campeche (Obs. Pers, 2016)

Los impactos que causa el cerdo asilvestrado al ambiente son principalmente por su comportamiento agresivo hacia pequeños y medianos mamíferos, por el daño que ocasionan a la estructura del suelo, por introducción de enfermedades y por su alta tasa reproductiva los convierte en una especie invasiva (Sierra 2001ab). Boadella *et al.* (2011) encontraron que el jabalí europeo es reservorio natural de la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*, convirtiéndolo en una especie potencial para la transmisión de la tuberculosis a las otras especies de suidos y a otros mamíferos silvestres (Aston *et al.* 2014; Tavares de Freitas *et al.* 2010; Da Silva Paes *et al.* 2013).

La segunda familia de los suidos es la Tayassuidae, integrada por tres especies de pecaríes nativos del continente americano: el pecarí de collar o puerco de monte (*Pecari tajacu*), con una amplia distribución que va desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina (Keuroghlian *et al.* 2008) y presente en casi todos los ecosistemas del continente (Keuroghlian *et al.* 2004). La segunda especie es el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), con distribución más restringida a los bosques tropicales bien conservados, localizándose desde el sur de México hasta el norte de Argentina (Reyna-Hurtado 2009). Las poblaciones de esta especie presentan graves problemas de conservación principalmente por la cacería de subsistencia, por la pérdida del hábitat (Reyna-Hurtado 2009) y posiblemente por las interrelaciones con otros suidos y animales domésticos, lo que facilita la transmisión de enfermedades contagiosas (Fragoso 2004; Tavares de Freitas *et al.* 2010).

La tercera especie es el pecarí del chaco, cuya distribución se encuentra restringida a los bosques secos de Bolivia, Paraguay y Argentina (Altrichter 2004; Keuroghlian *et al.* 2009).

Las dos especies de pecaríes presentes en México (*Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*) se distribuyen en la Península de Yucatán, en el sureste del país, en los bosques tropicales

protegidos y en zonas forestales de ejidos que se localizan en las áreas de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, en la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y las Reservas Estatales de Balam-Kú y Balam-Kin, en Campeche (Hidalgo-Mihart y Contreras-Moreno 2012; Reyna-Hurtado 2009). También, se encuentra en reservas ejidales de comunidades del estado de Quintana Roo y en los ejidos asentados en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo (Ramírez-Barajas *et al.* 2012). Asimismo, en la mayoría de las comunidades cercanas a las áreas de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera de Calakmul existen cerdos domésticos criados en condiciones de traspatio, con escaso manejo zootécnico, por lo que representan un riesgo de transmisión de enfermedades para los pecaríes.

En la presente investigación se planteó identificar y caracterizar las interrelaciones en el aprovechamiento y manejo entre los cerdos criollos, el cerdo asilvestrado y los pecaríes silvestres por campesinos en el área de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas del estado de Campeche.

Revisión de la literatura

En los países de regiones tropicales la población rural depende de los sistemas de agricultura y ganadería como medios de subsistencia y de vida. El desarrollo de la ganadería de traspatio no sólo proporciona una fuente complementaria de ingresos económicos, sino que suministra alimentos ricos en proteínas, como carne, huevo, leche, subproductos y desechos, como abonos para la producción de cultivos (Nath *et al.* 2013; Riedel *et al.* 2014). Por su importancia en el aporte de proteína animal y su rápido ciclo productivo los cerdos se crían desde su introducción al nuevo mundo. De acuerdo a la SAGARPA (2010), la carne de cerdo es la más consumida a nivel mundial y en México, es la tercera que más se consume después del pollo y res.

En los sistemas de crianza de traspatio en la zona de amortiguamiento de áreas naturales protegidas de México, la convivencia de especies silvestres, animales domésticos y el humano representa un riesgo en el manejo de los recursos. Este es el caso de los

Suiformes que incluye al cerdo doméstico (*Sus scrofa*), el pecarí de labio blanco (*T. pecari*) y el pecarí de collar (*P. tajacu*) en el sureste de México.

Los suidos domésticos son animales de fácil crianza, alimentados con una gran diversidad de productos, que incluyen desde los desperdicios domésticos hasta frutos y plantas silvestres (Carpinetti *et al.* 2016; Martínez-Castañeda *et al.* 2003). La actividad no es con visión empresarial, aunque es importante para la alimentación de las familias (Linares-Ibáñez *et al.* 2011).

Los suidos en los traspatios de las zonas rurales y en áreas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas conviven con especies de fauna silvestre, lo que representa un riesgo en el manejo y en el aprovechamiento de los recursos para el autoconsumo. Dentro de los suidos silvestres, los pecaríes (*T. pecari* y *P. tajacu*) son especies importantes desde dos perspectivas: la ecológica y la socioeconómica. En el enfoque ecológico los pecaríes tienen un papel clave para mantener la estructura y composición de los bosques tropicales, ya que por sus hábitos alimenticios remueven el suelo y distribuyen semillas de especies forestales manteniendo así la diversidad del bosque (Keuroghlian and Eaton 2009; Queenborough *et al.* 2012). Por otra parte, se ha documentado que en los sitios donde abundan los pecaríes, estos son presas importantes para el jaguar (Desbiez *et al.* 2010; Harmsen *et al.* 2011; Polisar *et al.* 2003). Otros estudios sugieren que los pecaríes intervienen en el ciclo de transmisión de enfermedades y contribuyen a mantener a los patógenos en las poblaciones silvestres (Herrera *et al.* 2008; Kukielka *et al.* 2013).

La importancia socioeconómica de los pecaríes radica en su contribución al autoabasto de carne para los pobladores rurales (Escamilla *et al.* 2000; Reyna-Hurtado and Tanner 2007; Santos-Fita *et al.* 2012). Los pecaríes son la presa preferida por los cazadores en las comunidades rurales, debido a la calidad y al sabor de su carne, aportando así proteína animal de bajo costo y contribuyendo a la alimentación de las familias en zonas del sur de México (Escamilla *et al.* 2000; Reyna-Hurtado and Tanner 2007; Santos-Fita *et al.* 2012).

Los cerdos criollos retoman importancia en varios países de Latinoamérica, Asia y África, porque los pequeños productores de las áreas rurales prefieren su crianza a las razas mejoradas, debido a su fácil adquisición y bajo costo, así como por su rusticidad y adaptación a los medios difíciles de las áreas tropicales y subtropicales (Linares-Ibáñez *et al.* 2011; Riedel *et al.* 2014). El contenido de grasa, la calidad de la carne y productos procesados son también características reconocidas y apreciadas por los pequeños productores. Los cerdos criollos son explotados en América Latina en sistemas de crianza extensiva y de traspatio, alimentados o suplementados con residuos de cocina, forrajes o subproductos agroindustriales (Carpinetti *et al.* 2106). En general, se sacrifican y procesan en los traspacios, sin medidas de bioseguridad e higiene (Lemus *et al.* 2003; Martínez-Castañeda *et al.* 2003). Cuando se logra un buen manejo sanitario la cría de cerdos puede ser fuente de ingresos para las familias rurales (Nath *et al.* 2013; Terry and Khatri 2009).

La producción de cerdos criollos provee beneficios económicos a las familias, ya sea por la venta directa de animales vivos o por la venta de carne o subproductos a nivel local o regional. Sin embargo, los cerdos criollos tienen la desventaja de producir carne con alto contenido de grasa y por esta razón algunas veces son poco atractivos para los productores (Delgado *et al.* 2002; Lemus *et al.* 2003).

El estudio de las relaciones entre los cerdos domésticos y los pecaríes silvestres es importante para determinar su rol en el autoabasto de carne y en el ciclo epidemiológico de ciertas enfermedades (Boadella *et al.* 2012), así como en el manejo integrado en los traspacios de las familias que habitan en las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas. Esto requiere de un esfuerzo concertado entre los administradores de conservación de las ANP's y las comunidades locales (Fungo 2011).

Dentro de las corrientes del marco teórico que explican el aprovechamiento de los suidos se conocen el enfoque de manejo local, el ecológico y el socioeconómico. En el manejo local de recursos existe la visión de los campesinos (visión antropogénica), la cual ha sido desarrollada por Toledo (2005). Bajo esta visión las comunidades rurales determinan patrones de uso de sus recursos porque obtienen un beneficio directo

(Toledo 2005). En el enfoque ecológico, se estudia el hábitat y la distribución de las especies de los suidos, así como su relación con los suidos domésticos. Los suidos silvestres (*Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*) se distribuyen en áreas de bosques tropicales, que cubren los requerimientos como disponibilidad de agua y alimentos, las cuales son claves para la presencia de ambas especies (Hidalgo-Mihart and Contreras 2012; Herrera *et al.* 2008; Keuronghlian *at al.* 2009d; Reyna-Hurtado 2009).

En el enfoque socioeconómico, el manejo de suidos domésticos y silvestres se realiza bajo un contexto de economía de subsistencia, ya que estas especies representan una fuente de ahorro en situaciones de emergencias (Linares-Ibáñez *et al.* 2011; Nath *et al.* 2013; Riedel *et al.* 2014). Bajo este contexto, la región de Calakmul ha sido colonizada por grupos sociales de diferentes estados de la República que han llegado en situaciones emergentes y los suidos han contribuido en su modo de vida. De manera específica, durante los años 80's, a raíz de eventos naturales (la erupción del volcán Chichonal) en Chiapas, se tuvo una gran migración hacia la región de Calakmul, en donde la mayoría de los desplazados fueron de la etnia Chol (Haenn 2006); esto trajo como consecuencia el establecimiento de asentamientos humanos con culturas diversas.

Asimismo, el movimiento zapatista en Chiapas en la década en los años 90's originó otro evento de gran migración hacia esta zona. Actualmente, la composición social de la mayoría de los ejidos de la región de Calakmul son de origen mestizo, provenientes de los estados del centro y norte de México (Haenn 2006; Radel *et al.* 2012) y en menor proporción existe una población local de origen Maya y Chol (Haenn 2006). Esta migración ocasionó además que los pobladores llevaran consigo sus prácticas de manejo de los suidos domésticos en condiciones de traspatio, dando origen a un cambio en las formas de producción.

Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis

De acuerdo con el INEGI (2008), se reportan para el país alrededor de dos millones de granjas de cerdos con menos de 20 cabezas, lo cual representa la mitad de la población porcina. La crianza de cerdos domésticos se lleva a cabo con escaso manejo tecnificado, en donde, el principal sistema de producción de traspatio. Este sistema de producción se

caracteriza por su escasa visión empresarial y sin acceso a la asistencia técnica (Linares-Ibáñez *et al.* 2011), con crianza de cerdos criollos o la combinación con razas mejoradas (Martínez-Castañeda *et al.* 2003).

El manejo de los cerdos domésticos en el sureste de México se realiza en sistemas de traspatio, cómo una actividad complementaria a las actividades productivas, siendo el principal objetivo la producción de carne. La crianza de cerdos en traspatio convive con otros animales domésticos, principalmente bovinos, ovinos y perros. Está interacción entre las diferentes especies puede ser un factor predisponente para la transmisión de enfermedades entre animales domésticos y silvestres, incluyendo al humano (Boadella *et al.* 2012; Corner 2006).

Para las dos especies de pecaríes silvestres (*T. pecari* y *P. tajacu*) que se localizan en el sureste de México existe un aprovechamiento directo, que consiste en la cacería de subsistencia para obtención de carne para autoconsumo (Briceño *et al.* 2011; Escamilla *et al.* 2000). La cacería del pecarí de labios blancos, generalmente ocurre en áreas de bosque conservado, a diferencia del pecarí de collar, que se realiza en cualquier área, pero en la mayoría de los casos en zonas de bosque cercanos a cultivos agrícolas (Briceño *et al.* 2011). La cacería de autoabasto, sin ninguna regulación, puede llevar a la extinción de la población local del pecarí de labios blancos (Altrichter 2004).

Dentro de las interacciones que pueden presentarse entre el grupo de los *Suidos* está la transmisión de parásitos gastrointestinales, por ejemplo, varios estudios han reportado la presencia de parásitos en cerdos domésticos y que a su vez, pueden transmitirse a los pecaríes silvestres (Miller *et al.* 2013; Thompson *et al.* 2010). Otro de los riesgos es la transmisión de enfermedades, sobre todo en áreas en donde no existe un manejo sanitario de los cerdos domésticos, a pesar de que existen campañas zoonosanitarias para el control de enfermedades por parte del Comité Estatal para el Fomento y Protección Pecuaria.

En las comunidades cercanas a las ANP's el manejo de los *suidos* domésticos tiene un bajo nivel tecnológico, esto ocasiona que los cerdos domésticos puedan incursionar en áreas en donde se distribuyen los pecaríes. La zona de contacto entre los cerdos

domésticos de traspatio y los pecaríes puede darse entonces en el hábitat de los pecaríes o en áreas determinadas, por ejemplo, las parcelas de cultivos o en los cuerpos de agua y zonas de forrajeo; esto ocurre durante la temporada de secas, cuando es común que varias especies de mamíferos se concentren alrededor de estos cuerpos de agua.

El estudio del grupo de los suidos domésticos y silvestres representa un reto por sus implicaciones en temas de producción, como estrategia económica de las familias campesinas, por su aporte de carne, por el rol que juegan en la transmisión de enfermedades entre los humanos, los animales domésticos y la fauna silvestre.

La pregunta de investigación del estudio fue: ¿Cuáles son los factores que determinan el aprovechamiento, distribución y riesgos a infestación de ectoparásitos en el orden de los Suiformes (*Tayassuidae* y *Suidae*) en las áreas naturales protegidas de Campeche, México?

a) Objetivos

El objetivo general del trabajo fue analizar la producción, distribución y el aprovechamiento del grupo de los Suiformes domésticos y silvestres en comunidades rurales de áreas naturales protegidas de Campeche, México.

Los objetivos particulares del trabajo fueron:

- Caracterizar la crianza de cerdos domésticos en vida libre y pecaríes silvestres en localidades ubicadas en la zona de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas del sureste de México.
- Determinar la distribución y dispersión potencial del cerdo asilvestrado (*sus scrofa*) y su conectividad con la crianza de cerdos domésticos en áreas naturales protegidas en el sureste de México.
- Determinar la prevalencia y abundancia media de ectoparásitos en el orden de los Suiformes (*Tayassuidae* y *Suidae*) en el sureste de México.

c) Hipótesis

La hipótesis general que guio al presente estudio fue:

Los cambios en las reservas de la biósfera del sureste de México presentan diferentes tipos de relaciones hombre-ecosistemas, lo cual determina su distribución, uso, manejo y aprovechamiento en las áreas naturales protegidas de Campeche, México.

Las hipótesis específicas fueron:

- La crianza de cerdos domésticos y pecaríes depende del uso de los ecosistemas naturales como proveedores de insumos para la producción, así como de las condiciones socioeconómicas de las familias en las comunidades usuarias de las áreas naturales protegidas de Campeche, México.
- Las condiciones del hábitat se relacionan con la distribución y dispersión potencial del cerdo asilvestrado (*sus scrofa*) en las áreas naturales protegidas en el sureste de México.
- La similitud entre los Suiformes, como hospederos, determina la prevalencia y abundancia media de ectoparásitos en *Tayassuidae* y *Suidae* en el sureste de México.

Materiales y métodos

a) Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en las localidades que se ubican en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera de Calakmul (RBC) y del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT). La Reserva de la Biósfera de Calakmul tiene una extensión de 723,815 ha, forma un macizo forestal junto con las reservas estatales de Balam Ku y Balam Kin y la Reserva de la Biósfera Maya, en el Peten Guatemalteco. Este macizo forestal contiene más de 3 millones de hectáreas y forman el bosque tropical protegido más grande de Mesoamérica. La región de Calakmul ha tenido un crecimiento acelerado de la población en los últimos 20 años, con 30,000

habitantes, distribuidos en 114 comunidades alrededor del área natural protegida (INEGI 2008). Este acelerado crecimiento de la población ha causado un incremento en la presión hacia los recursos naturales, lo que se ha traducido en una mayor pérdida de hábitat, debido a la apertura de nuevas zonas para cultivos agrícolas y ganadería, además de un incremento de la cacería (Reyna-Hurtado 2009).

Las actividades de subsistencia en las comunidades asentadas en la zona de amortiguamiento se centran en el sector primario, predominando el cultivo de maíz asociado a frijol y calabaza, principalmente para autoconsumo, y el cultivo del chile jalapeño para fines comerciales. La actividad forestal se realiza para el aprovechamiento de las especies maderables como la caoba, el cedro rojo, el zapote y otras especies tropicales. La cacería de subsistencia de aves y mamíferos también es una actividad importante, que aporta a las familias campesinas proteína animal a bajo costo (Briceño *et al.* 2011; Escamilla *et al.* 2000; Santos-Fita *et al.* 2012).

La actividad ganadera se basa en la crianza de ganado bovino bajo sistemas extensivos de pastoreo, en donde predominan las cruza bovinas de la raza cebú. La ganadería menor se desarrolla con la explotación de ovinos de la raza *pelibuey*, ya que es la más adaptada a las regiones tropicales y por su alta resistencia a enfermedades parasitarias (Arredondo-Ruiz *et al.* 2013).

b) Etapas del trabajo

Caracterización de los sistemas de crianza de cerdos domésticos en vida libre y de los pecaríes en cautiverio

Para caracterizar el uso y manejo de los suidos se aplicaron 169 entrevistas estructuradas a productores locales de las comunidades de la zona de estudio. Con la entrevista se registró información de la piara de cerdos en el traspatio, la alimentación, el programa de medicina preventiva y los costos de producción e inversión para la producción, productos obtenidos y mercado. Para evaluar el uso de los pecaríes silvestres se registró su presencia en cautiverio y se colectaron datos de la piara: número de individuos, estructura de edad, proporción por sexos, medidas sanitarias, tipo de

alimentación, variables reproductivas y productivas. Con esta información se tuvo un diagnóstico de la situación actual del manejo de las especies silvestres en cautiverio.

Distribución y dispersión potencial del cerdo asilvestrado (*sus scrofa*)

El estudio se realizó en la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (18°13'57.30" N y 92°08'13.79" W), en los municipios de Palizada y El Carmen, Campeche (Figura 1). La región se conforma como una planicie de inundación con altitud entre 1 a 3 m. La APFFLT se localiza en la cuenca hidrológica más importante de México, integrada por los ríos Mexcalapa, Grijalva y Usumacinta; cuenta con ríos tributarios: Palizada, Marentes, Las Piñas, Las Cruces, Chumpán, Candelaria y Arroyo Lagartero (Programa de Manejo 1994).

Prevalencia y abundancia de ectoparásitos en el orden de los Suiformes (*Tayassuidae* y *Suidae*)

Captura de los Suiformes. Para el registro de información de los pecaríes de labios blancos se capturaron en la Reserva de la Biosfera de Calakmul; en tanto, para el pecarí de collar fueron los que se capturaron en las UMAS, de la cría en cautiverio en los traspatios y de animales cazados en las localidades de estudio. La captura de los pecaríes de collar presentes en UMAS y en cautiverio se realizó mediante inyección remota, de acuerdo al protocolo de captura de animales silvestres (West *et al.* 2007).

Colecta de los ectoparásitos. Se realizó mediante la técnica propuesta por Anderson *et al.* (2013). Los ectoparásitos se colocaron en viales de 10 mL y se fijaron en alcohol al 70%. La identificación se realizó en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNAM), de acuerdo a la morfología externa con ayuda de claves dicotómicas de garrapatas (Delabra *et al.* 1996).

c) Análisis de datos

Los datos registrados de los productores, de las poblaciones de suidos, uso, manejo y aprovechamiento, se capturarán en EXCEL para importarlos al programa SAS (Statistical Analysis System) para su análisis.

Los datos se analizaron con estadística descriptiva, análisis multivariado y ANOVA, con el paquete estadístico SAS (SAS 2003). Las tipologías de los sistemas de crianza de cerdos se determinaron con análisis factorial, discriminante y análisis de varianza. La caracterización de las tipologías se realizó con el análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM y la prueba de Tukey ajustado. La relación entre las tipologías de cerdos en vida libre con los pecaríes y la fauna silvestre se analizó con componentes principales cualitativos y se estructuraron las variables en grupos, asignando a las variables cualitativas valores cuantificados.

Para el análisis de la dispersión del cerdo asilvestrado se modeló la distribución potencial con el enfoque de Máxima Entropía con base a los registros de los cerdos asilvestrados, las variables climáticas y topográficas del área de estudio. Este modelo proporcionó conocimiento de los requerimientos ambientales de la especie, un conjunto de coberturas tipo raster que representaron a las variables bioclimáticas y topográficas (Phillips *et al.* 2006). Al final, se elaboró un mapa de distribución potencial del cerdo asilvestrado en la APFF Laguna de Términos y otro mapa dicotómico de presencia-ausencia de la especie.

Literatura citada

- Altrichter, M 2004, 'The sustainability of subsistence hunting of peccaries in the Argentine Chaco', *Biological Conservation*, vol. 126, no. 3, pp. 351-362.
- Álvarez-Romero, JG, Medellín, RA, Oliveras de Ita, A, Gómez de Silva, H, & Sánchez, O 2008, *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. 518 p.
- Arredondo-Ruiz, V, Macedo-Barragán, R, Molina-Cárdenas, J, Magaña-Álvarez, J, Prado-Rebolledo, O, García-Márquez, LJ, Herrera-Corredor, A, & Lee-Rangel, H 2013, 'Morphological characterization of pelibuey sheep in Colima, Mexico', *Tropical Animal Health Production*, vol. 45, no. 4, pp. 895-900.

- Aston, EJ, Mayor, P, Bowman, DD, Mohammed, HO, Liotta, JL, Kwok, O, & Dubey, JP 2014, 'Use of filter papers to determine seroprevalence of *Toxoplasma gondii* among hunted ungulates in remote Peruvian Amazon', *International Journal of Parasitology: Parasites and wildlife*, vol. 3, no. 1, pp. 15-19.
- Boadella, M, Gortázar, C, Vicente, J, & Ruiz-Fons, F 2012, 'Wild board: an increasing concern for Aujeszky's disease control in pigs?', *Veterinary Research*, vol. 8, no. 1, pp. 1-7.
- Boadella, M, Acevedo, P, Vicente, J, Mentaberre, G, Balseiro, A, Arnal, M, Martínez, D, García-Bocanegra, I, Casal, C, Álvarez, J, Oleaga, A, Lavín, S, Muñoz, M, Sáenz-Llorente, JL, de la Fuente, J, & Gortázar, C 2011, 'Spatio-temporal trends of iberian wild boar contact with *Mycobacterium tuberculosis* complex detected by ELISA', *EcoHealth*, vol. 8, no. 4, pp. 478-484.
- Briceño, M, Montes-Pérez, R, Cordero-Aguilar, W, y Pool-Cruz, A 2011, 'Cacería del pecaí de collar (*Pecari tajacu*) (Artiodactyla: Tayassuidae) en Tzucacab, Yucatán, México', *Revista Mexicana de Mastozoología*, vol. 15, no. 1, pp. 8-18.
- Carpinetti, B, Di Guirolamo, G, Delgado JV & Martínez, RD 2016, 'El cerdo criollo costero: valioso recurso zoogenético local de la provincia de la Provincia de Buenos Aires, Argentina', *Archivos de Zootecnia*, vol. 65, no. 251. 403-407.
- Corner, LA 2006, 'The role of wild life animal populations in the epidemiology of tuberculosis in domestic animals: how to assess the risk', *Veterinary Microbiology*, vol. 112, no. 2-4, pp. 303-312.
- Da Silva Paes, RC, Fonseca Junior, AA, Monteiro, LARC, Jarmin, GC, Piovezan, U, Herrera, HM, Mauro, RA, & Vieira-da-Mota, O 2013, 'Serological and molecular investigation of the prevalence of Aujeszky's disease in feral swine (*Sus scrofa*) in the subregions of the Pantanal wetland, Brazil', *Veterinary Virology*, vol. 165, no. 3-4, pp. 448-454.

- Delgado, GL, Gómez, CS, Rubio, LMS, Iturbe, CHF, & Méndez, MD 2002, 'Evolution in the shoulder composition of hairless mexican pigs throughout the curing and drying processes', *Meat Science*, vol. 61, no. 4, pp. 341-346.
- Delgado, JV, Barbara, C, Camacho, ME, Sereno, FT, Martínez, A, y Vega-Pla, JL 2001, *Caracterización de los animales en España*, en: *Animal Genetic Resources Information*. Documento oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Desbiez, AL, Lopes, RF, & Keuroghlian, A 2010, 'Interspecific between an ungulate and a carnivore or a primate', *Association Acta Ethnology*, no. 13, pp. 137-139.
- Escamilla, A, Sanvicente, M, Sosa, M, & Galindo-Leal, C 2000, 'Hunting, mosaic, wildlife availability and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico', *Conservation Biology*, vol. 14, no. 6, pp. 1592-1601.
- Fragoso, JMV 2004, A long-term study of white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) population fluctuations in northern Amazonia anthropogenic versus "natural" causes, *in* Silvius, KM, Bodmer, RE, & Fragoso, JMV (eds.). *People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America*. Columbia University Press, New York, USA.
- Fungo, B 2011, 'A review crop raiding around protected areas: nature, control and research gaps', *Environmental Research Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 87-92.
- Haenn, N 2006, 'The changing and enduring ejido: a state and regional examination of Mexico's land tenure counter-reforms', *Land and Use Policy*, vol. 23, no. 2, pp. 136-146.
- Harmsen, BJ, Foster, RJ, Silver, SC, Ostro, LET & Doncaster, CP 2011, 'Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey', *Mammalian Biology*, vol. 76, no. 3, pp. 320-324.
- Herrera, HM, Abreu, UP, Keuronghlian, A, Freitas, TP, & Jansen, AM 2008, 'The role played by sympatric collared peccary (*Tayassu tajacu*) white-lipped peccary

(*Tayassu pecari*) and feral pig (*Sus scrofa*) as maintenance host for *Trypanosome evansi* and *Trypanosome cruzi* in sylvatic area of Brazil', *Parasitology Research*, vol. 103, no. 3, pp. 619-624.

Hidalgo-Mihart, M, y Contreras-Moreno, FM 2012, 'Registro de pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en la región de la Laguna de Términos, Campeche, México', *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 83, no. 3, pp. 868-871.

Hidalgo-Mihart, M, Pérez-Hernández, D, Pérez-Solano, LA, Contreras-Moreno, F, Angulo-Morales, J, y Hernández-Nava, J 2014, 'Primer registro de una población de cerdos asilvestrados en el área de Laguna de Términos, Campeche, México', *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 85, no. 3, pp. 990-994.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) 2008, *Conteo socioeconómico del 2005, Estado de Campeche*, INEGI, Campeche, México.

Keuroghlian, A, Eaton, DP, & Longland, WS 2004, 'Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment', *Biological Conservation*, vol. 120, no. 3, pp. 411-425.

Keuroghlian, A, & Eaton, DP 2008, 'Fruit availability and peccary frugivory in an isolated Atlantic forest fragment: effects on peccary ranging behavior and habitat use', *Biotropica*, vol. 40, no. 1, pp. 62-70.

Keuroghlian, A, & Eaton, DP 2009, 'Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) and other frugivores in an isolated Atlantic Forest fragment', *Biodiversity and Conservation*, vol. 18, no. 7, pp. 1733-1750.

Keuroghlian, A, Eaton, DP, Arnaud, L, & Desbiez, J 2009, 'The response of a landscape species, white-lipped peccaries, to seasonal resource fluctuations in a tropical wetland, the Brazilian pantanal', *International Journal and Biodiversity and Conservation*, vol. 1, no. 4, pp. 87-94.

- Kukielka, E, Barasona, JA, Cowie, CE, Drewe, JA, Gortázar, C, Cotarelo, I, & Vicente, J 2013. 'Spatial and temporal interactions between livestock and wildlife in South Central Spain assessed by camera traps', *Preventive Medicine Veterinary*, vol. 112, no. 3-4, pp. 213-221.
- Laguna, SE 2001, *El cerdo ibérico: en el próximo milenio*, Editorial Mundi-Prensa, Barcelona. 317 pp.
- Lemus, C, Alonso, R, Spilsburi, M, & Ramirez, R 2003, 'Reproductive performance in mexican native pigs', *Archivos de Zootecnia*, vol. 52, no. 197, pp. 109-112.
- Linares-Ibáñez, JA, Sciutto-Conde, Elena, MET, Pérez-Rivero, JJ, y Martínez-Maya, J. J 2011, 'Estructura etaria, comportamiento productivo y reproductivo de una población de cerdos criados en semiconfinamiento, en una comunidad rural del estado de Morelos, México', *Revista Veterinaria México*, vol. 42, no. 4, pp. 259-267.
- Martínez-Castañeda, F, Herrera, J, García, A, y Pérez, J 2003, 'Indicadores productivos y de sustentabilidad económica de granjas porcinas urbanas en el norte de México D. F.', *Archivos de Zootecnia*, vol. 52, no. 197, pp. 101-104.
- Miller, RS, Farnsworth, ML, & Malmberg, JL 2013, 'Diseases at the livestock–wildlife interface: status, challenges, and opportunities in the United States', *Preventive Medicine Veterinary*, vol. 110, no. 2, pp. 119-132.
- Nath, BG, Pathak, PK, Ngachan, SV, Tripathi, AK, & Mohanty, AK 2013, 'Characterization of smallholder pig production system: productive and reproductive performances of local and crossbred pigs in Sikkim Himalayan region', *Tropical Animal Health and Production*, vol. 45, no. 7, pp. 1513-1518.
- Polisar, J, Maxit, I, Scognamillo, D, & Farrell, L 2003, 'Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem', *Biological Conservation*, vol. 109, no. 2, pp. 297-310.

- Queenborough, SA, Metz, MR, Wiegand, T, & Valencia, R 2012, 'Palms, peccaries and perturbations: widespread effects of small-scale disturbance in tropical forest', BMC Ecology, vol. 12, no. 3, pp. 1-14.
- Radel, C, Schmook, B, Mcevoy, J, Méndez, C, & Petrezelka, P 2012, 'Labour migration and gendered agricultural relations: The feminization of agriculture in the ejidal sector of Calakmul, Mexico', Journal Agrarian Change, vol. 12, no. 1, pp. 98-119.
- Ramírez-Barajas, P, Islebe, GA, & Calmé, S 2012, 'Impact of hurricane Dean (2007) on game species of the selva Maya, Mexico', Biotropica, vol. 44, no. 3, pp. 1744-7429.
- Reyna-Hurtado, R 2009a, 'Conservation status of the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) outside the Calakmul Biosphere Reserve in Campeche, Mexico: a synthesis', Tropical Conservation Science, vol. 2, no. 2, pp. 159-172.
- Reyna-Hurtado, R, & Tanner, GW 2007d, 'Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul forest (Southern Mexico)', Biodiversity and Conservation. vol. 16, no. 3, pp. 743-756.
- Riedel, S, Schiborra, Hülsebusch, C, & Schlecht, E 2014, 'The productivity of traditional smallholder pig production and possible improvement strategies in Xishuangbanna, South Western China', Livestock Science, vol. 160, pp. 151-162.
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (www.sagarpa.gob.mx, fecha de consulta, 20 de junio de 2018).
- Santos-Fita, D, Naranjo, E, & Rangel-Salazar, JL 2012, 'Wildlife uses and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico', Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, vol. 8, no. 3, pp. 7-17.
- Statistical Analysis Systems (SAS), 2003, The analyst application, Second ed. Cary, NC, SAS Inst Inc.

- Solís-Cámara, AB, Arnaud, G, Álvarez-Cárdenas, S, Gallina-Tessaro, P, & Montes-Sánchez, SS 2009, 'Evaluación de la población de cerdos asilvestrados y su impacto en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México', *Tropical Conservation Science*, vol. 2, no. 2, pp. 173-188.
- Sierra, C 2001a, 'El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Escarbaduras, alteraciones al suelo y erosión', *Revista de Biología Tropical*, vol. 49, no. 3-4, pp. 1159-1170.
- Sierra, C 2001b, 'El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Composición de su dieta, estado reproductivo y genética', *Revista de Biología Tropical*, vol. 49, no. 3-4, pp. 1147-1157.
- Tavares de Freitas, TP, Keuroghlian, A, Eaton, PD, Barbosa de Freitas, E, Figueiredo, A, Nakazato, L, de Oliveira, JM, Miranda, F, Paes, RCS, Carneiro Monteiro, LAR, Lima, JVB, Neto, AC, Dutra, V, & Cesar de Freitas, J 2010, 'Prevalence of *Leptospira interrogans* antibodies in free-ranging *Tayassu pecari* of the Southern Pantanal, Brazil, an ecosystem where wildlife and cattle interact', *Tropical Animal Health Production*, vol. 42, no. 8, pp. 1695-1703.
- Terry, JP, & Khatri, K 2009, 'People, pigs and pollution-experiences with applying participatory learning and action (PLA) methodology to identify problems of pig-waste management the village level in Fiji', *Journal of Clear production*, vol. 17, no. 16, pp. 1393-1400.
- Thompson, RC, Lymbrey, AJ & Smith, A 2010, 'Parasites emerging diseases and wildlife conservation', *International Journal of Parasitology*, vol. 40, no. 10, pp. 1163-1170.
- Toledo, VM 2005, 'La memoria tradicional: la importancia agroecología de los saberes tradicionales', *Revista de Agroecología*, vol. 20, no. 4, pp. 16-19.

Weber, M 1992, La introducción del jabalí europeo a la reserva de la Biósfera La Michilía, Durango: Implicaciones ecológicas y epidemiológicas', Revista Mexicana de Mastozoología, vol. 1, pp. 69-73.

CAPÍTULO I.

LA CRIANZA DE CERDOS EN VIDA LIBRE Y PECARÍES SILVESTRES EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE CALAKMUL, SURESTE DE MÉXICO¹

1.1. Resumen

Con el objetivo de analizar la crianza de cerdos domésticos en vida libre y pecaríes silvestres en las comunidades ubicadas en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, México, se registró información del sistema de producción, de la familia del productor, del uso de recursos naturales, del mercado e ingresos en 169 familias criadoras de suidos. La información se analizó con estadística descriptiva, análisis de varianza, análisis de clúster, análisis discriminantes y componentes principales cualitativos con el paquete estadístico SAS. Se identificaron tres sistemas de crianza de cerdos domésticos en vida libre: cerdos en traspatio (23.1%), cerdos con manejo extensivo estacional (21.9%) y crianza extensiva de cerdos (55%). Los tres sistemas tuvieron cría de pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) como una forma de reproducción en cautiverio de esta especie silvestre. El sistema de cerdos en traspatio fue el más intensivo en uso de mano de obra, forraje de corte, grano de maíz y alimento comercial. El sistema de manejo extensivo estacional fue intermedio en el uso de recursos e insumos. Las familias con producción extensiva de cerdos fue la que tuvo una mayor crianza del pecarí en cautiverio, hacen uso de los ecosistemas naturales y no estuvo orientada al mercado. La crianza de cerdos en traspatio y en pastoreo extensivo estacional se clasificó como de transición a la producción intensiva, disminuyeron la itinerancia y se incrementó el uso de insumos externos.

¹Enviado para su revisión a la revista Archivos de Zootecnia

1.2. Summary

With the aim of analyzing the raising system of domestic suids and peccaries in communities located in the buffer zone of Calakmul Biosphere Reserve, Mexico, information was recorded on the production system, family members, use of natural resources, income and marketing in a sample of 169 owners of suids and peccaries. The information was analyzed with descriptive statistics, analysis of variance, cluster analyses, discriminant analysis and principal qualitative component analysis with the statistical software SAS. Three systems of productions of domestic pigs in free range were identified: pigs raised in their backyard (23.1%), pigs with seasonal extensive management (21.9%), and pigs in extensive breeding (55%). The three systems include the collared peccary (*Pecarí tajacu*) for captivity reproduction system of this wildlife species. The backyard pig system was the most intensive in labor force because includes cutting forage and providing maize and commercial food. The extensive seasonal management system evaluated was intermediate in the use of resources and supplies. The extensive production was the one with the highest relation with the captive collared peccary breeding, uses more the natural ecosystems and it was not market oriented. The backyard breeding system and seasonal extensive grazing were classified like transition towards the intensive production, itinerancy decreased and the use of external supplies increased.

1.3. Introducción

Los sistemas de producción de cerdos en vida libre más comunes son la crianza extensiva y de traspatio (Reynolds *et al.* 2015; Thys *et al.* 2016). El nivel de desplazamiento de los cerdos en estos sistemas depende de la cantidad de insumos disponibles para la alimentación, el nivel socioeconómico de la familia, la infraestructura y la disponibilidad de mano de obra. En este sentido, la crianza de cerdos en vida libre es diversa, desde aquellas en donde las familias son de escasos recursos, viven en áreas marginadas y con áreas de bosques, hasta los sistemas especializados (Leluke y Kyvsgaard 2003; Dione *et al.* 2014). En condiciones de pequeña escala la crianza de cerdos presenta varias modalidades: a) confinamiento, en donde los cerdos son

encerrados en una parte del año, cuando hay escasez de alimentos o durante el crecimiento de los cultivos (Dione *et al.* 2014), b) semiconfinamiento, los animales son encerrados durante la noche y se dejan en libertad en el día para evitar la pérdida de animales (Thomas *et al.* 2013), y c) los cerdos son atados con una cuerda por la falta de infraestructura o por ser piaras pequeñas (Thomas *et al.* 2013; Reynolds *et al.* 2015).

Los estudios de la crianza de cerdos en vida libre son muy amplios, destacando por su importancia la engorda en los agroecosistemas de dehesas (Edwards *et al.* 2005; Rodríguez-Estévez *et al.* 2009; Hadjikoumis 2012), la crianza en traspatio y extensiva (Lemke *et al.* 2006; Phengsavanh *et al.* 2011; Leslie *et al.* 2015) y la crianza en áreas naturales protegidas (Rosenthal 2010; Karki 2013; Thys *et al.* 2016; Levin y Ayres 2017). Para las áreas naturales protegidas, estos estudios valoran los impactos al medio ambiente (Levin y Ayres 2017), la contribución a la dispersión de semillas y la creación de nichos para el desarrollo de plantas (Rosenthal 2010). También, por el consumo de plantas silvestres, se ha señalado que los productos del cerdo pueden tener propiedades funcionales para el humano (Ahmed *et al.* 2016).

En el caso de México, no se encontraron estudios de la crianza de cerdos domésticos y su convivencia con los pecaríes silvestres en cautiverio en las comunidades usuarias de áreas naturales protegidas, aun cuando el propósito de estas áreas es vincular la conservación de la biodiversidad con las actividades humanas (Manson 2006; Ruiz-Mallén *et al.* 2015). Una de las especies de Suiformes silvestre que se ha criado en cautiverio es el pecarí de collar (Borges-Ventura *et al.* 2014), el cual es común en las áreas de bosques tropicales y muy ligado a la cultura de las comunidades rurales, como fue citado para la región Amazónica (Navarrete *et al.* 2000). Además de la crianza en cautiverio, el pecarí de collar tiene la ventaja de manejarse en grupos numerosos y en grandes superficies, lo cual puede reducir los costos de alimentación e infraestructura (Jori *et al.* 2004), sobretodo, porque la dieta en su mayor parte es a base de las partes vegetativas y reproductivas de las plantas (Kiltie 1981). En cautiverio, en la región del amazonas las poblaciones de pecarí de collar tuvo un incremento rápido y esto favoreció la posibilidad de manejar grandes grupos en condiciones semiextensivas y extensivas en los ecosistemas naturales (Jori *et al.* 2004).

Con el propósito de estudiar la relación de crianza de cerdos domésticos y el pecarí de collar se eligió el área tropical protegida más importante en México, la Reserva de la Biósfera Calakmul, ubicada en el sureste del país. La Reserva de la Biosfera de Calakmul es una zona de bosque tropical, con vegetación heterogénea que incluye selva alta, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia y vegetación acuática. Este Reserva está en constante amenaza por los servicios ecosistémicos que proporciona a los habitantes de las comunidades rurales; aunque el plan de manejo plantea como una estrategia para recuperar y proteger la diversidad biológica es el establecimiento de criaderos con especies silvestres y de fácil manejo, en lugar de los animales domésticos, como alternativas para la recuperación de la biodiversidad y el abastecimiento de proteína de origen animal para los habitantes del área (Instituto Nacional de Ecología 2000).

Considerando lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar los sistemas de producción de cerdos domésticos en vida libre y si se combinan con la crianza de pecaríes silvestres, para compartir beneficios sociales, económicos y ambientales en las comunidades de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, México.

1.4. Materiales y métodos

1.4.1. Área de estudio

El estudio se realizó en comunidades rurales ubicadas en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera de Calakmul (240351 N y 2017070 W), Campeche, en el sureste de México. La altitud es de 0 a 360 msnm. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am (f)), con precipitación de 1300 mm y un rango de 700 a 2000 mm, incrementándose de norte a sur. La estación de lluvias es de junio a noviembre y una marcada estacionalidad, dividida en lluvias, “nortes” y secas (Orellana *et al.* 1999; Orellana *et al.* 2003). La temperatura promedio es de 26.3°C. La vegetación dominante es la selva mediana subperennifolia en fase de sucesión (Martínez y Galindo-Leal 2002). Se presentan otras asociaciones de selva baja inundable, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, sabanas, vegetación hidrófila y palmares de tasiste (*Acoelorrhapha wrightii*) (Ocaña y Lot 1996; Martínez y Galindo-Leal 2002).

La mayoría de los habitantes hablan castellano y lenguas locales como el Maya, Chol y Tzeltal. Las actividades productivas son la agricultura, ganadería y aprovechamiento del bosque. El sistema agrícola tradicional es la “roza-tumba-quema” para la siembra de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Curcubita pepo*). La actividad ganadera es extensiva, con la cría de bovinos, ovinos y caprinos, así como la cría de cerdos en traspatio.

En el aprovechamiento del bosque se extrae madera, leña, palmas para techo de casas y plantas forrajeras. Otras actividades de importancia son la cacería de pecaríes para autoabasto (Reya-Hurtado *et al.* 2010; Briceño-Méndez *et al.* 2016), otros mamíferos y aves mayores (Escamilla *et al.* 2000). La producción de miel en áreas forestales y en áreas de bosque secundario cerca de los traspatios representa una fuente de ingresos económicos para los habitantes locales, es compatible con el ambiente y proporciona empleo a las familias (Parra 2016), y por último, el aprovechamiento de la resina del árbol de chico zapote en áreas forestales para elaboración de chicle (Porter-Bolland *et al.* 2006).

1.4.2. Registro y análisis de la información

Se seleccionó una muestra de 169 productores de cerdos que mostraron interés por participar en el estudio. Se eligieron 10 comunidades del municipio de Calakmul y tres del municipio de Hopelchen, que se ubican en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche. Para cada unidad de producción se registró su ubicación geográfica (Garmin® Etrex 20x), la distancia al Área Natural Protegida (ANP) y a la carretera principal. Con el uso de una guía de entrevista estructurada dirigida a los propietarios de cerdos se obtuvo información de la unidad de producción y la familia, los medios de producción, la piara de cerdos, los parámetros productivos, los costos y beneficios. En el productor y su familia se registró la edad, escolaridad, integrantes de familia, experiencia en la cría de cerdos, personas que ayudan a la cría de cerdos y el tiempo destinado a la cría de cerdos. En los medios de producción se registró la tierra total y de cultivo (ha). En la piara de cerdos se registró el total de animales, cerdas de cría y machos adultos. En los parámetros productivos se consideró el peso al destete

(kg), edad al pastoreo (meses), lechones por parto por cerda, mortalidad al destete (%), número de partos por año, vida útil de la cerda (años) e intervalo entre partos (meses). En los costos se consideró el uso de grano maíz (kg/mes), consumo de forraje de plantas nativas (kg/día) y de alimento comercial (\$/año). En los beneficios anuales se registró la venta de cerdos, peso a la venta (kg), ingreso por ventas (\$), venta de carne (kg), ingreso por venta de lechones (\$) y el ingreso por renta de semental (\$/año).

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS 2003). Para determinar las tipologías de los sistemas de crianza de cerdos en vida libre se utilizó el análisis factorial, discriminante y análisis de varianza. El análisis factorial, descritos por Khattree y Naik (2003), es un método de reducción de datos, lo hace buscando variables no observadas subyacentes (latentes) que se reflejan en las variables observadas (variables manifiestas). En donde, un factor es una variable hipotética que contribuye a explicar la varianza de al menos dos variables observadas, y al mismo tiempo, proporciona un resumen de las nuevas variables que se denominan factores y que son las nuevas variables construidas para explicar la producción de cerdos en las localidades ubicadas en la Reserva de la Biósfera de Calakmul. El nombre de cada uno de estos factores se determinó con base a su relación con las variables que más cargan en el factor.

Los sistemas de producción de cerdos en el área de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera Calakmul se determinaron con la información de campo de los cuestionarios y fueron validados con análisis de agrupación descritos en la metodología de Usai *et al.* (2006). El objeto de dicho análisis fue determinar la distancia entre los sistemas de la crianza de cerdos con base a su homogeneidad dentro de un grupo y heterogeneidad entre los otros grupos. Para este análisis con el paquete estadístico SAS se utilizó el procedimiento CLUSTER y como medida de ligamiento se empleó la distancia euclidiana al cuadrado y el método Ward. La descripción de cada tipología se realizó con el análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM y la prueba de Tukey ajustado (SAS 2003).

Por último, para determinar la relación entre las tipologías de cerdos en vida libre con los pecaríes y la fauna silvestre se utilizó el análisis de componentes principales cualitativos,

con el procedimiento PRINQUAL del SAS. Para los componentes principales cualitativos se escaló a un modelo lineal para datos centrados con media cero:

$$\chi_{ij} = f_{i1}W_{1j} + f_{i2}W_{2j} \dots + f_{ic}W_{cj} + e_{ij}$$

Para ($i = 1, 2, \dots, n$) y ($j = 1, 2, \dots, m$) donde n es el número de unidades de producción entrevistadas y m es el número de variables, Donde χ_{ij} es la puntuación i 's de la variable j ; W_{1j} es el peso de la variable j en el componente k , y f_{ik} es el puntaje de i 's en la componente k ($k = 1, 2, \dots, c$) donde c es el número de componentes principales. El término final es e_{ij} es el error.

En los casos ordinales, la cantidad de algún atributo que el objeto A posee es a , la cantidad del atributo que el objeto B posee es b , y la cantidad del atributo que el objeto C posee es c . Además, supongamos que $a < b < c$; si las medidas del atributo se consideran ordinales, entonces cualquier mapeo de a , b y c en los números reales que refleja la propiedad $a < b < c$ es adecuado. Un esquema de mapeo es: asigne 1 a a , 2 a b y 3 a c (Kuhfeld *et al.* 1985). Las variables cualitativas utilizadas en el análisis fue la presencia en la unidad de producción de pecaríes (no=1, si=2) y de otras especies de fauna silvestre (no=1, si=2), mano de obra para el cuidado de los cerdos (1, 2, 3, 4 y >5 personas), tipo de dieta en la alimentación (1, 2, 3, 4 y >5 ingredientes), el gusto por la cría de cerdos (no=1, si=2), uso de forrajes nativos (no=1, si=2), el beneficio obtenido de la crianza de cerdo (1=autoabasto, 2=carne, 3=ambos), uso de corrales (no=1, si=2), las condiciones para establecer criaderos de pecaríes silvestres en traspatio (no=1, si=2) e ingresos (no=1, poco=2, alto=3). La opción de preferencia multidimensional métrica y no métrica del procedimiento PRINQUAL presenta los resultados en una gráfica de los componentes principales con las puntuaciones de los sistemas de producción de cerdos, representadas como puntos, y la estructura de las variables cualitativas de este estudio representadas como vectores.

1.5. Resultados

1.5.1. Factores de la producción de cerdos

La crianza del cerdo doméstico es parte del modo de vida de las familias, en tanto, el pecarí de collar criado en cautiverio a muy baja escala es para el autoabasto de carne o como una especie de ornato. Los factores que determinaron la crianza de cerdos en vida libre en la Reserva de la Biósfera Calakmul fueron la eficiencia reproductiva, los insumos para la producción, los medios de producción y comercialización, el contexto socioeconómico, el alimento comercial y el tamaño de la piara. Aunque la crianza de cerdos en vida libre en la zona de estudio fue una producción a pequeña escala (Tabla I), la mayor contribución para explicar la varianza de los datos (3.4) fue la eficiencia reproductiva (Factor I), que tuvo como variables con mayor carga en el factor al número de lechones por parto (94%) y el número de partos por año (85%). El principal insumo utilizado en la alimentación de los cerdos fue el grano de maíz (Factor II) y explicó 2.9 de la varianza de los datos. En los medios de producción y comercialización (Factor III), las variables con más carga en el factor fueron la distancia a la ANP (94%), la disponibilidad de tierra para cultivo (92%) y la distancia a la carretera principal (87%). El contexto socioeconómico (Factores IV y V) explicó el 3.3 de la varianza de los datos, las variables con aporte a este factor fueron la edad del productor (80%), la experiencia en la cría de cerdos (71%) y el número de integrantes de la familia (77%). El sexto factor explicó 1.3 de varianza de los datos y se relacionó con el consumo de alimento comercial por los cerdos (72%) y el porcentaje de lechones destetados (69%). Por último, el factor VII se le denominó tamaño de la piara, en donde el número total de cerdos (78%) y el peso final de venta (57%) tuvieron la mayor correlación con este factor. Las variables productivas y de ingresos no contribuyeron a la explicación de la varianza de los datos en la crianza de cerdos en vida libre.

Tabla I. Estructura factorial de la producción de cerdos en vida libre en el sureste de México.

Variables	Factor						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Variables del productor							
Edad (años)	13	-1	10	80	-6	-5	8
Nivel de escolaridad (años)	-8	-8	9	-76	5	5	34
Número de integrantes de familia	22	14	2	7	77	19	-20
Experiencia en la crianza (años)	9	-2	13	71	19	6	15
Cuidado de los cerdos (personas)	3	1	7	-15	61	14	7
Distancia del hogar a la ANP (km)	9	9	94	10	7	3	-6
Distancia a la carretera (km)	21	5	87	-1	8	11	-5
Tierra total (ha)	7	15	92	10	3	7	7
Tierra cultivada (ha)	6	2	19	28	52	-41	11
Variables reproductivas							
Lechones por parto (número)	94	3	1	5	6	-2	-2
Mortalidad al destete (%)	26	-15	7	-3	20	69	-10
Variables de la piara							
Cerdos por piara (número)	28	15	7	-3	-15	9	78
Consumo mensual de alimento comercial (kg)	-16	3	15	3	7	72	17
Consumo mensual de grano de maíz (kg)	4	98	5	2	4	-1	6
Peso del cerdo a la venta (kg)	-15	5	-34	13	41	-4	57
Proporción de varianza explicada	3.38	2.94	2.81	1.86	1.44	1.29	1.22

1.5.2. Sistemas de crianza

Con el análisis clúster se construyeron tres tipologías de sistemas de crianza de cerdos en vida libre (Tabla II): cerdos en traspatio (23.1%), cerdos con manejo extensivo estacional (21.9%) y la crianza extensiva (55%). El grado de dispersión de los sistemas estuvo dada por la raíz promedio de la desviación estándar con rango de 0.8 a 1.0. La distancia máxima del valor inicial y una observación dentro de cada agrupación fueron muy cercanas entre sí (Tabla II).

El análisis de comparación de la distancia promedio del agrupamiento de los sistemas de crianza se presenta en la Figura 1. La cría de cerdos en traspatio y los cerdos con manejo extensivo estacional tuvieron similar distancia promedio y la mayor diferencia fue con el promedio de la crianza extensiva de cerdos.

Tabla II. Estadísticos descriptivos de las agrupaciones de la crianza de cerdos en vida libre en el sureste de México.

Clúster	Frecuencia	Desviación estándar	Distancia máxima del valor inicial observado	Conglomerado más próximo	Distancia entre conglomerados
1	23	0.9	5.5	3	3.6
2	21	1.0	7.8	3	2.7
3	55	0.8	6.9	2	2.7

1.5.3. Cerdos en traspatio

La producción de cerdos en traspatio es la forma más avanzada de crianza en la región. Los cerdos se crían en el solar de las casas y cuentan con instalaciones rústicas para el resguardo. Las características del sistema de producción se presentan en la Tabla III. En el tamaño de la piara no hubo diferencia con la agrupación de manejo extensivo estacional, tuvo en promedio 7.4 cerdos: dos cerdas adultas, 2.5 machos y el resto fueron lechones ($p < 0.05$). En la reproducción, las cerdas tuvieron en promedio 6.3 lechones por parto, sin diferencia con la crianza extensiva de cerdos ($p < 0.05$). La mortalidad al destete (8.7%) fue la más baja de los tres sistemas. Los productores de esta agrupación tuvieron los costos más altos para grano de maíz y alimento comercial. El consumo de forrajes cosechado del bosque y acarreado al traspatio para los cerdos (5 ± 0.2 kg/día) fue mayor a los otros sistemas ($p < 0.05$). El costo de agua es mayor (\$270.6) comparado con los otros sistemas ($p < 0.05$). La venta de cerdos adultos se realizó a nivel regional y a una distancia promedio de 15.2 ± 11.5 km de la localidad. Cada productor vendió al año en promedio 1.7 cerdos adultos, 82.9 kg de carne y obtuvieron más ingresos (\$3 367.1 \pm 213.4) en comparación a los otros sistemas ($p < 0.05$). En el análisis cualitativo de componentes principales de la Figura 2 se observa que el sistema de crianza en traspatio está más orientado al mercado, utilizan corrales de manejo, obtienen beneficios con el consumo de carne e ingresos por la venta de cerdos. También, la dieta del cerdo fue más diversificada por el uso de plantas nativas forrajeras de corte y no tuvo relación con la cría de pecaríes y fauna silvestre en cautiverio (Figura 2).

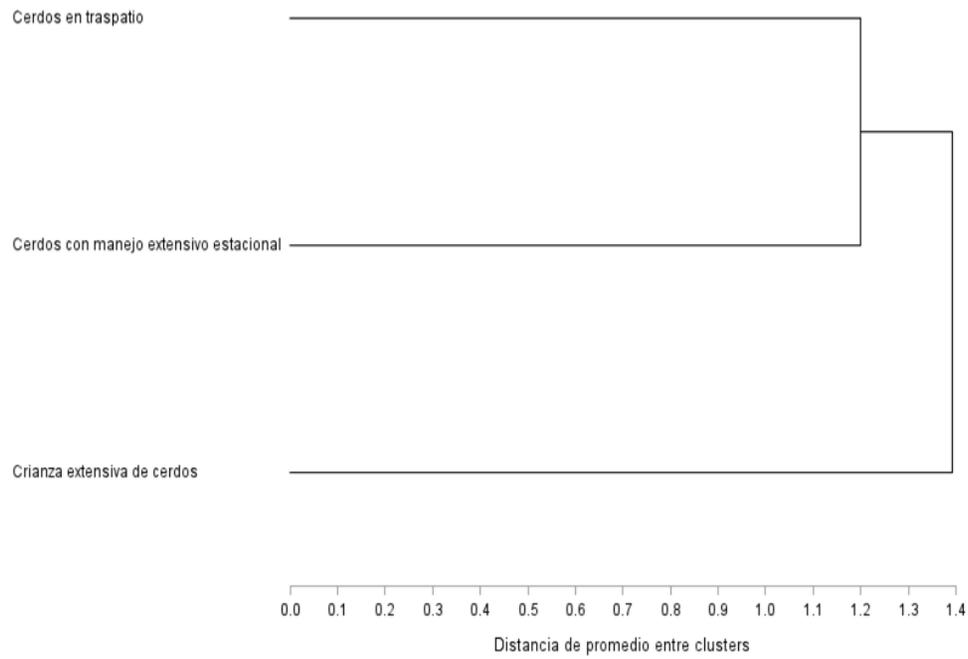


Figura 1. Agrupación de los sistemas de crianza de cerdos en vida libre en el sureste de México.

Tabla III. Medias mínimo cuadráticas de las variables de los sistemas de crianza de cerdos en vida libre en el sureste de México.

VARIABLES	Cerdos en traspatio (n=39)	Cerdos con manejo extensivo estacional (n=37)	Crianza extensiva de cerdos (n=93)
Información del productor			
Edad (años)	45.9±2.1 ^b	45.9±2.1 ^b	49.0±1.3 ^a
Distancia a la ANP (km)	9.7±0.80 ^{ns}	8.9±0.8 ^{ns}	7.8±0.5 ^{ns}
Distancia a carretera (km)	3.1 ±0.7 ^{ab}	4.00±0.7 ^a	1.4±0.5 ^b
Escolaridad (años)	6.0±0.4 ^b	7.9±0.04 ^a	5.3±0.3 ^b
Integrantes de familia	5.5±0.3 ^a	4.9±0.3 ^{ba}	4.3±0.2 ^b
Superficie de tierra (ha)	131±15.7 ^{ns}	123.4±16.1 ^{ns}	99±10.1 ^{ns}
Superficie de cultivo (ha)	3.6±0.3 ^a	2.8±0.3 ^b	3.6±0.2 ^a
Tiempo en la cría de cerdos (años)	15.9±1.6 ^{ns}	12±1.7 ^{ns}	14.5±1.01 ^{ns}
Personas que apoyan la cría de cerdos	2.5±0.1 ^{ns}	2.4±0.1 ^{ns}	2.2±0.9 ^{ns}
Tiempo destinado a la cría de cerdos (hr/día)	1.8±0.0 ^{ns}	1.8±0.9 ^{ns}	1.9±0.0 ^{ns}
Piara de cerdos			
Número de cerdos por piara	7.4±0.7 ^a	7.5±0.7 ^a	4.3±0.4 ^b
Número de cerdas adultas	2.0±0.2 ^a	1.5±0.0 ^{ba}	1.2±0.1 ^b
Número de machos adultos	2.5±0.2 ^a	1.9±0.2 ^{ab}	1.4±0.2 ^b
Peso al destete (kg)	5.8±0.2 ^{ns}	6.6±0.2 ^{ns}	6.2±0.1 ^{ns}
Edad al pastoreo (meses)	1.2±0.1 ^{ns}	1.3±0.1 ^{ns}	1.3±0.2 ^{ns}

Continuación Tabla III

Parámetros reproductivos			
Lechones por parto (número)	6.3±0.2 ^{ab}	7.2±0.2 ^a	5.7±0.1 ^b
Mortalidad al destete (%)	8.7	20.0	15.0
Número de partos por año	1.5 ^{ns}	1.4 ^{ns}	1.4 ^{ns}
Vida útil de la cerda (años)	2.9±0.1 ^{ns}	3.1±0.1 ^{ns}	3.0±0.0 ^{ns}
Intervalo entre partos (meses)	6.4±0.3 ^{ns}	6.6±0.3 ^{ns}	6.2±0.2 ^{ns}
Costos de alimentación			
Consumo mensual de grano maíz (kg/mes)	150±4.6 ^a	60.9±4.7 ^b	63.6±3.0 ^b
Consumo de forraje de plantas silvestres (kg/día)	5±0.2 ^a	1.9±0.1 ^b	1.9±0.1 ^b
Costo de alimento comercial (\$/año)	8100±253.7 ^a	2977.3±260.5 ^b	3048.4±164. 3 ^b
Ventas e ingresos			
Venta anual de cerdos (número)	1.7±0.1 ^a	1.3±0.1 ^b	1.5±0.0 ^{ba}
Peso a la venta (kg)	75.1±1.6 ^{ns}	71.0 ±1.6 ^{ns}	73.9±0.9 ^{ns}
Ingreso anual por ventas (\$)	3367.1±213. 4 ^a	2467.8±237.6 ^b	2945.8±152 3 ^{ba}
Venta anual de carne (kg)	82.9±1.0 ^b	87.9±1.0 ^a	84.5±0.6 ^b
Ingreso anual por venta de lechones (\$)	313.7±49.8 ^{ns}	416.7±3 ^{ns}	371.7±25.5 ^{ns}
Distancia de venta (km)	15.2±11.5 ^b	33.6±9.0 ^a	16.9±5.9 ^b
Ingreso anual por renta de semental (\$/año)	287.6±16.0 ^b	325.0±1.0 ^a	270±10.1 ^b

Medias con distintos superíndices P<0.05, ns = no significativo, n = número de observaciones.

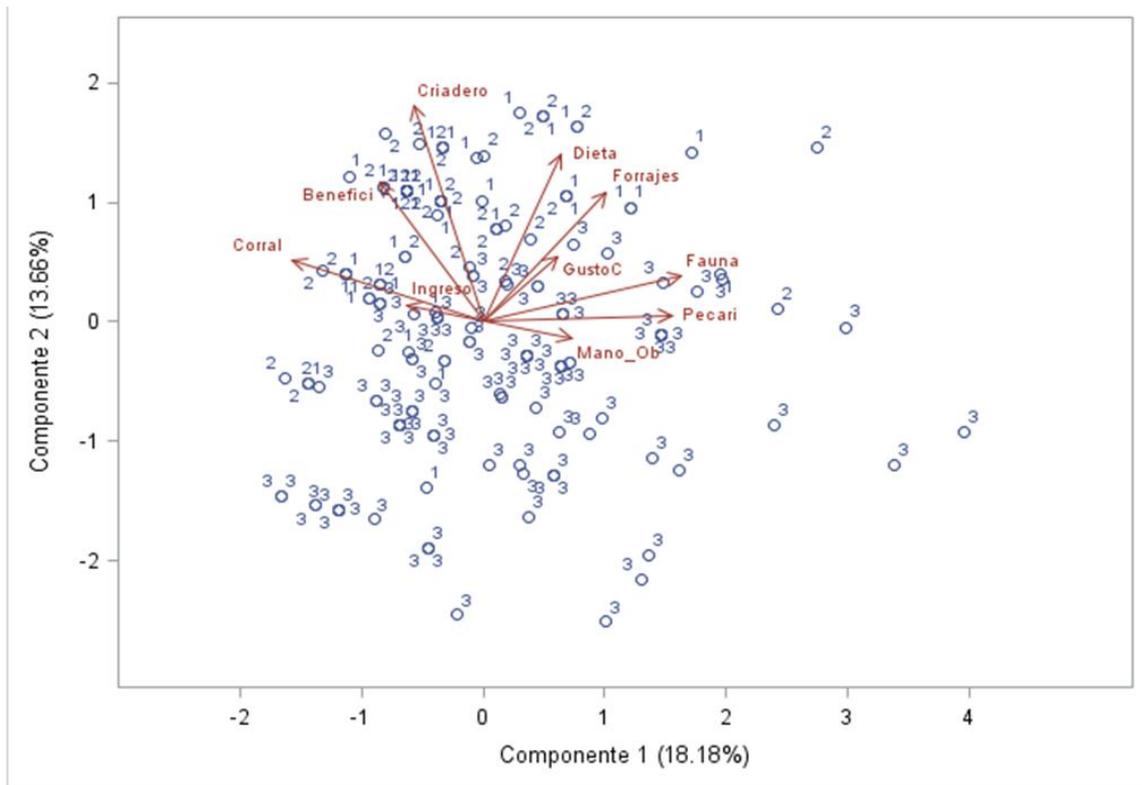


Figura 2. Análisis de la crianza de cerdos en vida libre con las prácticas de manejo, uso de recursos y la fauna en cautiverio en el sureste de México: traspatio (1), manejo extensivo estacional (2), extensiva (3), Benefici=beneficio, GustoC=le gusta la cría de cerdos, Mano_Ob=Cantidad de mano de obra, Dieta=tipo de dieta.

1.5.4. Cerdos con manejo extensivo estacional

En el manejo extensivo estacional los cerdos permanecen encerrados en corrales construidos en el solar de la casa y se dejan en libertad cuando no hay crecimiento de cultivos o cuando los granos de las cosechas escasean. La Tabla III presenta las características de la crianza de cerdos con manejo estacional. Los productores tienen menos edad (45.9 ± 2.1 años), mayor escolaridad (7.9 ± 0.0 años) y menor superficie de tierra para cultivo (2.8 ± 0.3 ha) comparado con las otras agrupaciones ($p < 0.05$). La piara tuvo 7.5 ± 0.7 cerdos, sólo diferente con la crianza extensiva ($p < 0.05$) y tuvieron el mayor

número de lechones por parto (7.2 ± 0.2). La tasa de mortalidad al destete fue la más alta ($20\pm 1.5\%$), por las escasas medidas sanitarias preventivas y la falta de asistencia técnica veterinaria. En la alimentación se ocupó la cantidad más baja de grano de maíz (2.1 ± 0.2 kg/cerdo) y un menor costo por año para este concepto (\$3 283.8). El consumo diario de plantas forrajeras silvestres cosechadas del bosque fue de 1.9 ± 0.1 kg por cerdo y fue igual al sistema extensivo. El costo de agua es menor (\$206.0) en comparación a los otros sistemas de crianza ($p < 0.05$).

El peso de venta de los cerdos fue de 71.1 ± 1.6 kg e ingreso total de \$2 467.8 por año. Los productores vendieron menos cerdos finalizados (1.3) y obtuvieron el mayor ingreso al año por la renta de semental (\$325 \pm 16.0). El sistema de crianza con manejo extensivo estacional estuvo orientado al mercado, con beneficios por la cría de cerdos y diversificación de la dieta del cerdo con el uso de forrajes (Figura 2). Este sistema al igual que en el de traspatio no tuvo relación con la crianza de pecaríes y la fauna silvestre en cautiverio.

1.5.5. Crianza extensiva de cerdos

La crianza extensiva de cerdos fue el sistema tradicional utilizado por los productores de mayor edad (49.4 ± 1.3 años), con baja escolaridad (5.3 ± 0.3 años) y menos integrantes de familia (4.3 ± 0.2). Los productores tienen un tamaño de piara de 4.3 ± 0.4 cerdos y menos cerdas de cría (1.2 ± 0.1) (Tabla III). El consumo diario de plantas silvestres y cultivadas por cerdo es menor (1.9 ± 0.1 kg) y complementan la alimentación con 2.2 ± 0.1 kg de maíz por cerdo por día. El costo del alimento comercial es intermedio (\$2 547.2) no tuvo diferencia con el manejo extensivo estacional ($p < 0.05$). La venta de cerdos finalizados fue menor que en la crianza de traspatio, pero mayor al sistema con manejo extensivo estacional ($p < 0.05$). La utilidad por renta de semental es menor comparado a los otros sistemas ($p < 0.05$). Como resultados del análisis de componentes principales cualitativos, la crianza extensiva de cerdos no utilizó una dieta diversificada y sin uso importante de forraje de corte. Los productores de este sistema indicaron que crían a los cerdos por gusto y no tienen una orientación comercial. Esta agrupación se asoció con

la cría de pecarí de collar (5.4 % de productores) y de fauna silvestre como venados, tepezcuintle y psitácidos criado cautiverio en los traspatios (Figura 2).

1.6. Discusión

La crianza de cerdos en vida libre es parte de una forma tradicional de producción en el área de estudio y contribuye a cubrir la demanda de carne para la alimentación de la familia y el aporte de ingresos económicos. La función social de la cría de cerdos fue ampliamente discutida por Kagira *et al.* (2010), Alawneh *et al.* (2014) y Leslie *et al.* (2015), concluyendo que las familias producen cerdos en pie, carne para eventos socioculturales, productos transformados y cerdos como intercambio o regalo. Los medios de producción fueron la piara de cerdos criollos, con menos de 10 cerdos, los alimentos y los corrales construidos con materiales de la región, que es común en la cría de cerdos en áreas marginales (Rodríguez-Estévez *et al.* 2009; Dione *et al.* 2014; Leslie *et al.* 2015). La venta de cerdos se realizó en el mercado local y regional, como fue registrado para otras regiones por Lemke y Valle-Zárate (2008), quienes establecieron que en las localidades cercanas a las zonas urbanas la producción de carne de cerdo es impulsada por la demanda del mercado local y regional, en tanto que en las localidades alejadas están orientadas a satisfacer los mercados informales o para autoabasto.

Con análisis factorial se determinó que la varianza de los datos se explicó por la eficiencia reproductiva de los cerdos, el nivel de uso de insumos para la producción y los beneficios que las familias obtienen de la crianza de cerdos. Las tipologías de crianza de cerdos en vida libre fueron de pequeña escala con diferencias en el uso de insumos, infraestructura, medios de producción y comercialización. El sistema más tradicional en este estudio fue el extensivo, el cual en Zambia es clasificado como transitorio por Thys *et al.* (2016). Los tres sistemas son de tipo marginal y son adaptaciones a las áreas de bosques tropicales locales, como se ha mencionado para otras regiones (Dione *et al.* 2014; Leslie *et al.* 2015). El nivel de itinerancia de los cerdos estuvo definido por la tradición de la crianza sin ningún manejo, la cantidad de mano de obra, la disponibilidad de recursos económicos para infraestructura y la compra de alimentos, como lo registraron Kagira *et al.* (2010) en Kenia. La producción en traspatio y con manejo extensivo estacional se

realizó por los productores de menos edad y suficiente mano de obra. Los insumos para la alimentación fueron grano de maíz, complementado con desperdicios de cocina, frutos y plantas silvestres, como fue descrito en otros estudios (Rodríguez-Canul *et al.* 1998; Copado *et al.* 2004; Martínez *et al.* 2106). En el sistema de cerdos en traspatio se usó forraje de corte de árboles silvestres, destacando el ramón (*Brosimum alicastrum*), huachim (*Leucaena leucocephala*), el guácimo (*Guazuma umbilifolia*) y el ciruelo silvestre (*Spondias spp*), así como gramíneas (*Brachiaria brizantha* y *Saccharum officinarum*). Estos resultados coinciden en parte con Leluke y Kyvsgaard (2003), quienes encontraron que los productores en las zonas rurales de África y del sur de Asia alimentan a sus cerdos principalmente con plantas forrajeras, subproductos de cultivos agrícolas y restos de alimentos de cocina.

En el caso del pecarí de collar, estuvo presente en los sistemas locales de producción de cerdos domésticos, son valorados por su carne para las familias y en algunos casos son criados como animales de ornato. En la zona de estudio la crianza de pecaríes no representa un activo en los medios de vida de las familias a diferencia del cerdo doméstico, aunque su crianza en cautiverio representa una alternativa para consumir su carne, el uso de la piel para fines artesanales y para que los campesinos reduzcan la cacería, en las áreas de bosque o en las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas.

De acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Calakmul, de recuperar y proteger la diversidad biológica con el establecimiento de criaderos con especies silvestres y de fácil manejo, fueron los productores de la crianza extensiva de cerdos los que tuvieron la experiencia para adoptar la crianza de pecaríes silvestres, por no orientar la producción al mercado, sino más bien lo que buscan es producir carne para la familia y ocasionalmente la venta. Este tipo de productores carecen de infraestructura, pero generalmente cuando se promueve un proyecto de conservación participativo, las actividades se acompañan de estímulos a la producción, los cuales deben de incluir infraestructura y capacitación para el manejo de las especies de fauna silvestre.

El control de la crianza del cerdo doméstico en la Reserva de la Biósfera Calakmul no está determinada por la normatividad ambiental y la amenaza que representa esta especie para los ecosistemas, sino por los reglamentos internos de las comunidades. Una de las razones principales para restringir la crianza de cerdos en vida libre fue para proteger las fuentes de agua, los cultivos agrícolas, las plantaciones forestales y los huertos de traspatios. También, la crianza de los cerdos en vida libre está sometida a diferentes presiones para erradicarlas de las comunidades rurales, en donde el desplazamiento de los cerdos se considera un proceso insalubre (Thys *et al.* 2016). Uno de los motivos para el encierro del cerdo es evitar el consumo de excretas humanas y de otros animales, aunque esto está más relacionado con la cultura de los pueblos por defecar al aire libre. La cría de cerdos en vida libre predispone a la presencia de cisticercosis, enfermedad que se transmite al humano (De Luja *et al.* 2000; Cruz *et al.* 2000). Esta enfermedad parasitaria la adquieren los cerdos cuando consumen excretas humanas infectadas con fases larvianas y huevos del parásito *Taenia solium* y puede causar problemas en la salud de los humanos.

Otro aspecto que puede influir para sugerir el confinamiento de los cerdos es la presencia de enfermedades, cuando los cerdos deambulan libre entran en contacto directo con animales domésticos y silvestres, en donde se desconocen las medidas de medicina preventiva (FAO 2010). Sin embargo, en la parte ambiental, cuando se considera la relación hombre-cría de cerdos-ecosistema para el desarrollo sustentable de las comunidades rurales, a los cerdos se les ve como el medio para vincular la conservación con la biodiversidad (Thys *et al.* 2016). Para el caso del estudio en Calakmul, los productores tienen el conocimiento para utilizar las plantas forrajeras y frutos silvestres de alto valor nutricional (ramón y leguminosas silvestres) para la alimentación de cerdos, como se ha mencionado en otros estudios (Porrás *et al.* 1997). Esto representa una oportunidad para promover la producción de cerdo orientado al sistema orgánico. Es importante orientar la producción a un ciclo bien definido para tener acceso al mercado y que la producción responda a las necesidades y a las costumbres de las localidades del sureste.

1.7. Conclusiones

En la Reserva de la Biósfera Calakmul en el sureste de México, el cerdo doméstico es un activo de las estrategias adaptativas de modos de vida de los campesinos, en tanto el pecarí de collar es una especie de ornato o para el autoabasto ocasional de carne. El sistema de producción extensiva de cerdos fue el más común en la región de estudio, en tanto la crianza en traspatio y el manejo extensivo estacional están en transición a un sistema de confinamiento. La mayor convivencia del cerdo doméstico con el pecarí de collar se presentó en el sistema extensivo. El propósito principal de la producción del cerdo fue como ahorro para cubrir las emergencias económicas, satisfacer las demandas familiares de carne y de productos procesados. Las precarias prácticas de alimentación, medicina preventiva y la nula asistencia técnica en los cerdos domésticos representaron una oportunidad para incorporar especies de pecaríes silvestres, con menos exigencias en el manejo, a los sistemas locales de producción.

Los reglamentos internos de las comunidades para protección de agua y cultivos restringen la cría de cerdos en vida libre en el área de estudio y no el Plan de Manejo de la Reserva de la Biósfera Calakmul. En caso de seguir las recomendaciones del Plan de Manejo de sustituir la crianza de animales domésticos por especies de fauna silvestre, en este caso la cría en cautiverio de pecaríes, es una alternativa para evitar daños a los ecosistemas.

Es necesario continuar con investigaciones para incorporar el uso de productos del bosque para darle un valor agregado a la carne de cerdos criados en sistemas semiintensivos y así evitar daños a los ecosistemas naturales. Para estructurar la producción de cerdos o pecarí de collar en las comunidades rurales, los pequeños productores deberían integrarse en sociedades o cooperativas locales, que les permitan ingresar a un mercado justo.

1.8. Literatura citada

- Ahmed, ST, Hong-Seok, M, Islam MM, Seok-Young, K & Chul-Ju, Y 2016, 'Effects of dietary natural & fermented herb combination on growth performance, carcass traits and meat quality in grower-finisher pigs', *Meat Science*, vol. 122, pp. 7-15.
- Alawneh, JI, Barnes, TS, Parke, C, Lapuz, E, David, E, Basinang, V, Baluyut, A, Villar, E, Lopez, EL & Blackhall, PJ 2014, 'Description of the pig production systems, biosecurity practices and herd health providers in two provinces with high swine density in the Philippines', *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 114, pp. 73-87.
- Briceño-Méndez, M, Naranjo, JE, Mandujano, S, Altrichter, M & Reyna-Hurtado, R 2016, 'Responses of two sympatric species of peccaries (*Tayassu pecari* and *Pecari tajacu*) to hunting in Calakmul, Mexico', *Tropical Conservation Science*, vol. 9, no. 3. pp. 1-11.
- Borges-Ventura, DI, Montes-Pérez, R, Sarmiento-Franco, L & Solorio-Sánchez, F 2014, 'Efecto de la suplementación de ensilado de pasto taiwán (*Pennisetum purpureum*) y ramón (*Brosimum alicastrum*) sobre el cambio de peso corporal y variables hemáticas del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en cautiverio', *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 17, pp. 277-279.
- Copado, F, De Aluja, AS, Mayagoitia, L & Galindo, F 2004, 'The behaviour of free ranging pigs in the mexican tropics and its relationships with human faeces consumption', *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 88, pp. 243-252.
- Cruz, LV, Plancarte, CA, Morán, AIC, Valencia, RS, Rodríguez, SG, Vega, FL 2000, 'Teniosis y cisticercosis en comerciantes de alimentos en mercados de una área de la Ciudad de México. *Parasitología Latinoamericana*, vol.58: 41-48.
- De Aluja, SA & Villalobos, ANM 2000. 'Cisticercosis por *Taenia solium* en cerdos en México', *Revista Veterinaria México*, vol. 31, 339-244.
- Dione, MM, Ouma, EA, Roesel, K, Kungu, J, Lule, P & Pezo, D 2014, 'Participatory assessment of animal health and husbandry practices in smallholder pig

- production systems in three high poverty districts in Uganda', *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 117, pp. 565-576. DOI:
- Edwards, SA 2005, 'Product quality attributes associated with outdoor pig production', *Livestock Production Science*, vol. 94, no. 1, pp. 5-14.
- Escamilla, A, Sanvicente, LM, Sosa, M & Galindo-Leal, C 2000, 'Habitat mosaic, wildlife availability and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico', *Conservation Biology*, vol. 14, no. 6, pp. 1592-1601.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations/world organization for animal health/world bank 2010, Good practices for biosecurity in the pig sector: Issues and options in developing and transition countries, FAO Animal Production and Health Paper, no 169, Rome, FAO.
- Hadjikoumis, A 2012, 'Traditional pig herding practices in southwest Iberia: Questions of scale and zooarchaeological implications', *Journal of Anthropological Archaeology*, vol. 31, pp. 353-364.
- Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera, México. Instituto Nacional de Ecología 2000, Calakmul. 273 pp.
- Jori, F, Gama, SLG, Mendes, A & Siqueira, CNS 2004, 'El manejo colectivo de grandes grupos de pecarí de collar (*Pecari tajacu*) nacidos en cautividad. Un paso hacia el "ranching"?' , ponencia presentada en el Congreso de Manejo de Fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica, agosto 2004.
- Kagira, JM, Kanyari, PWN, Maingi, N, Githigia, SM, Ng'ang'a, JC & Karuga, JW 2010, 'Characteristics of the smallholder free-range pig production system in western Kenya', *Tropical Animal Health Production*, vol. 42, pp. 865-873.
- Karki, ST 2013, 'Do protected areas and conservation incentives contribute to sustainable livelihoods? A case study of Bardia National Park, Nepal', *Journal of Environmental Management*, vol. 128, pp. 988-999.

- Khattree, R & Naik, DN 2000, 'Multivariate data reduction and discrimination with SAS software, Cary, N.C., USA, SAS Institute Inc.
- Kiltie, RA 1981, 'Stomach contents of rain forest peccaries (*Tayassu tajacu* and *T. pecari*)', *Biotropica*, vol. 13, pp. 234-236.
- Kuhfeld, W. F., W. S. Sarle y F. W. Young. 1985. Methods of generating model estimates in the PRINQUAL macro. In: SUGI 10: proceedings of the 10th annual SAS users group international conference on SAS users group international conference Reno, Nevada, USA. pp. 962-971. Consultado mayo 2018. <http://www.sascommunity.org/sugi/SUGI85/Sugi-10-176176%20Kuhfeld%20Sarle%20Young.pdf>.
- Leluke, FP & Kyvsgaard, NC 2003, 'Improving pig husbandry in tropical resource-poor communities and its potential to reduce risk of porcine cysticercosis', *Acta Tropica*, vol. 87, pp. 111-117.
- Lemke, U, Kaufmann, B, Thuy, LT, Emrich, K & Valle-Zárate, A 2006, 'Evaluation of smallholder pig production systems in North Vietnam: Pig production management and pig performances', *Livestock Science*, vol. 105, pp. 229-243.
- Lemke, U & Valle-Zárate, A 2008, 'Dynamics and developmental trends of smallholder pig production systems in North Vietnam', *Agricultural Systems*, vol. 96, pp. 207-223.
- Leslie, EEC, Geon, M, Abdurrahman, M, Ward, MP & Toribio, LMLJA 2015, 'A description a smallholder pig production systems in eastern Indonesia', *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 188, pp. 319-327.
- Levin, MJ & Ayres, WS 2017, 'Managed agroforests, swiddening, and the introduction of pigs in Pohnpei, Micronesia: Phytolith evidence from an anthropogenic landscape', *Quaternary International*, vol. pp. 434: 70-77.

- Manson, S 2006, 'Land use in the southern Yucatán peninsular region of Mexico: Scenarios of population and institutional change', *Computers, Environment & Urban Systems*, vol. 30, pp. 230-253.
- Martínez, E & Galindo-Leal, C 2002, 'La vegetación de Calakmul, Campeche, México. Clasificación, descripción y distribución', *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, vol. 71, pp. 7-32.
- Martínez, VG, Román, PSI, Vélez, IA, Cabrera, TE, Cantú, CA, de la Cruz, CL, Durán, AM, Maldonado, JJA, Martínez, SFE, Ríos, UA, Vega, MVE & Ruiz, LFJ 2016, 'Morfometría del cerdo de traspatio en áreas rurales de México', *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 7, pp. 431-440.
- Navarrete, ZM, Lí, EO, Montoya, GE & Gálvez CH 2000, 'Estudio hematológico comparativo del sajino (*Tayassu tajacu*) criado en cautiverio en Lima e Iquitos', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 11, pp. 170-172.
- Ocaña, D & Lot, A 1996, 'Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar deltaico del río Palizada, Campeche, México', *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, vol. 67, pp. 303-327.
<http://revistas.unam.mx/index.php/bot/article/view/1894/1456>
- Orellana, R, Balam, M y Bañuelos, I (Coord.). 1999, 'Evaluación climática (Climatología de la Península de Yucatán)', In García de Fuentes, A, Córdoba, C, Ordoñez, P & Ponce de León, P (ed.), Atlas de procesos territoriales de Yucatán. Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México, pp. 194.
- Orellana, R, Islebe, G & Espadas, C 2003, 'Presente, pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán', In Colunga-García, MP & Larqué-Saavedra, A (ed.), Naturaleza y sociedad en el área Maya. Pasado, presente y futuro, *Academia Mexicana de Ciencias*. México, pp. 52.

- Parra, AC 2016, 'Instrumento rector apícola para el Municipio de Calakmul, Campeche', Informe final, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, pp. 40.
- Phengsavanh, P, Ogle, B, Stür, W, Frankow-Lindberg, BE & Lindberg, JE 2011, 'Smallholder pig rearing systems in northern Lao PDR', *Asian-Australian Journal Animal Science*, vol. 24: pp. 867-874.
- Porras, TC, Martínez, R & Fernández, R 1997, 'Sistemas agrarios tradicionales de dehesa en las comarcas de la Sierra y los Andévalos de la Provincia de Huelva: proyecto interregional: estudio de sistemas agrarios tradicionales en Andalucía, Algarve y Alentejo', Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. pp. 313.
- Porter-Bolland, LP, Drew, AP & Vergara-Tenorio, C 2006, 'Analysis of a natural resources management system in the Calakmul Biosphere Reserve', *Landscape & Urban Planning*, vol. 74, pp. 223-241.
- Reyna-Hurtado, R, Naranjo, JE, Chapman, AC & Tanner, GW 2010, 'Hunting and the conservation of a social ungulate: the white-lipped peccary *Tayassu pecari* in the Calakmul', Mexico, *Oryx*, vol. 44, pp. 88-96.
- Reynolds, AM, Ropert-Coudert, Y, Kato, A, Chiaradia, A & MacIntosh, AJ 2015, 'A priority-based queuing process explanation for scale-free foraging behaviours', *Animal Behaviour*, vol. 108, pp. 67-71.
- Rodríguez-Canul, R, Allan, JC, Domínguez, JL, Villegas, S, Cob, L, Rodríguez, L, Cook, AJ, Williams, J, Arguez, F & Craig, PS 1998, 'Application of an immunoassay to determine risk factors associated with porcine cysticercosis in rural areas of Yucatan, Mexico', *Veterinary Parasitology*, vol. 79, pp. 165-180.
- Rodríguez-Estévez, V, García, A, Peña, F & Gómez, AG 2009, 'Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa', *Livestock Science*, vol. 120, pp. 135-143.

- Rosenthal, JS 2010, 'Are view of the role of protected areas in conserving global domestic animal diversity', *Animal Genetic Resources*, vol. 47, pp. 101-113.
- Ruiz-Mallén, I, Corbera, E, Calvo-Boyero, D & Reyes-García, V 2015, 'Participatory scenarios to explore local adaptation to global change in biosphere reserves: Experiences from Bolivia and Mexico', *Environmental Science & Policy*, vol. 54, pp. 398-408.
- Statistical Analysis Systems (SAS), 2003, The analyst application, Second ed. Cary, NC, SAS Inst Inc.
- Thomas, LF, de Glanville, WA, Cook, EA & Fèvre, EM 2013, 'The spatial ecology of free-ranging domestic pigs (*Sus scrofa*) in western Kenya', *Veterinary Research*, vol. 9, pp. 2-12.
- Thys, S, Mwape, KE, Lefevre, P, Dorny, P, Phiri, AM, Marcotty, T, Phiri, IK & Gabriël, S 2016, 'Why pigs are free-roaming: Communities' perceptions, knowledge and practices regarding pig management and taeniosis/cysticercosis in a *Taenia solium* endemic rural area in Eastern Zambia', *Veterinary Parasitology*, vol. 225, pp. 33-42.
- Usai, MG, Casu, S, Molle, G, Decandia, M, Ligios, S & Carta, A 2006, 'Using cluster analysis to characterize the goat farming systems in Sardinia', *Livestock Science*, vol. 104, pp. 63-67.

CAPÍTULO II.

DISPERSIÓN DEL CERDO ASILVESTRAO (*SUS SCROFA*) EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO

2.1 Resumen

Con el objetivo de determinar la distribución potencial del cerdo asilvestrado en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT), se analizaron 83 registros y 26 entrevistas a informantes claves. El cerdo asilvestrado (*Sus scrofa*) fue introducido a la región Laguna de Términos para uso cinegético. Con las variables agroclimáticas se generó un mapa de la distribución potencial con base al clima y topografía. El modelo de Máxima Entropía con 12 repeticiones presentó un valor del área bajo la curva de 0.932 con datos de prueba y 0.996 con datos de entrenamiento. Con 18 repeticiones, el área bajo la curva fue de 0.932 con datos prueba y de 0.997 con datos de entrenamiento. La variable Temperatura media del trimestre más húmedo contribuyó al modelo con 16.4% y 15.6%, para 12 y 18 repeticiones, respectivamente. La prueba Jackknife mostró que la elevación, la variable Temperatura media del trimestre más húmedo y el índice normalizado de la vegetación son las variables más importantes en la generación del mapa de la distribución potencial con 12 repeticiones. Para 18 repeticiones, la prueba de Jackknife determinó que la elevación, la orientación de las laderas y la variable Temperatura media del trimestre más húmedo son las más importantes. De acuerdo al modelo existe una alta probabilidad de dispersión hacia la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, mientras que el riesgo de dispersión hacia el sistema de ANP's Zona Conservación Ecológica Balam-Kú, Zona Conservación Ecológica Balam-Kin y Reserva de la Biosfera de Calakmul es menos evidente por la distancia entre APFFLT y estas ANP's.

Palabras clave: cerdo asilvestrado, invasora, sureste, dispersión

2.2. Introducción

El cerdo asilvestrado (*Sus scrofa*) se ha introducido a muchos lugares a nivel mundial para aprovechamiento cinegético y comercial, sin embargo, en varios lugares que ha logrado escapar se ha establecido como población silvestre (Lowe *et al.* 2000; Barrios-García and Ballari 2012; Morelle *et al.* 2016). El cerdo asilvestrado se encuentra dentro de los ungulados silvestres con mayor capacidad de dispersión y cuando se ha liberado de manera accidental se ha convertido en plaga, debido a su capacidad de adaptación a diferentes hábitats (Ruiz-Fons *et al.* 2008; West *et al.* 2009; Keuling *et al.* 2016).

Como especie invasora, el cerdo asilvestrado está clasificado dentro de las 100 especies más dañinas para el suelo, cultivos agrícolas, plantaciones forestales, ecosistemas y a otras poblaciones animales (Lowe *et al.* 2000; Long 2003; Dichkofft y West *et al.* 2009). En las comunidades vegetales interrumpe los procesos ecológicos como la sucesión y la composición de especies nativas y compite por recursos provocando depredación de flora y fauna e inclusive puede desplazar a las especies nativas (Keuling *et al.* 2008; Campbell y Long 2009; Ballari *et al.* 2015).

El cerdo asilvestrado fue introducido a los estados de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua para aprovechamiento cinegético, dispersándose al Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, Chihuahua (Lafon, coms. Pers. 2016; Torres, coms. Pers 2016) y en Durango fue introducido a ranchos cinegéticos ubicados en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera La Michilía (Weber 1995). Otras poblaciones de cerdo asilvestrado se han reportado en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera Sierra La Laguna, Baja California Sur (Solís-Cámara *et al.* 2000; Arnaud *et al.* 2014; Pérez-Rivera *et al.* 2016).

En el sureste de México, el cerdo asilvestrado fue introducido en los años 80's, como especie sujeta a cacería cinegética en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), en la zona de amortiguamiento del Área Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. En la APFFLT los primeros registros del cerdo asilvestrado

se reportaron por Hidalgo-Mihart *et al.* (2014), mediante cámaras trampa y desde su registro la población se ha dispersado a la zona de amortiguamiento de la Laguna de Términos.

El conocer los mecanismos de dispersión del cerdo asilvestrado es importante para tomar medidas de control de la población, como sugiere McClure *et al.* (2015). El uso de modelos de distribución potencial son una herramienta para identificar a las áreas de mayor probabilidad de dispersión y distribución potencial de las especies (Bosch *et al.* 2014; Jordt *et al.* 2016; Wiegand *et al.* 2004). Utilizando los registros de presencia se pueden predecir los patrones de dispersión a largo plazo, para proponer medidas de control y limitar el crecimiento poblacional mediante la cacería y captura (Lowe *et al.* 2000; Morelle y Leujene 2015). Con el objetivo de determinar las áreas potenciales de dispersión del cerdo asilvestrado a las áreas naturales protegidas del sureste de México, se utilizó el modelo de máxima entropía, registros de la especie, variables climáticas y topográficas.

2.3. Materiales y métodos

2.3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (18°13'57.30" N y 92°08'13.79" W), en los municipios de Palizada y El Carmen, Campeche (Figura 1).

En la región se presentan seis tipos de suelo: Gleysol eútrico y mólico, Feozem calcárico, Solonchack gléyico, Regosoles eútricos y calcárico, Histosol y Vertisol pélico. Estos suelos presentan buenas características de fertilidad y capacidad de soporte para la ganadería y agricultura. Así mismo, permiten el desarrollo de comunidades vegetales como la selva mediana perennifolia, zonas inundables, pastizales, asociaciones de popal-tular y de manglares (Ocaña y Lot 1996).

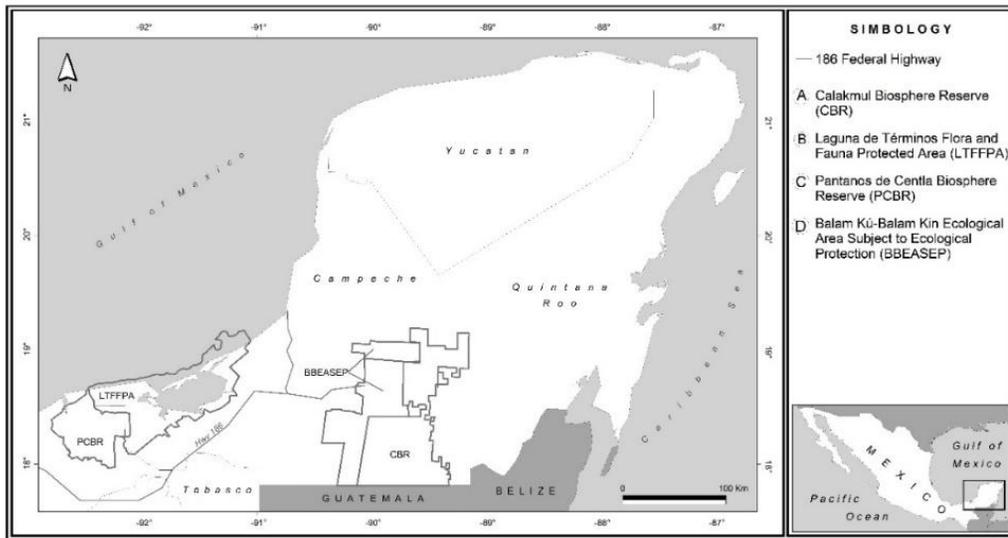


Figura 1. Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y otras ANP's del sureste de México.

La vegetación corresponde a las asociaciones de selva baja inundable, selva mediana subperenifolia, sabanas inundables, vegetación hidrófila y palmares de tasiste (*Acoelorrhapha wrightii*). La vegetación riparia está compuesta por agrupaciones de manglar, popal (*Thalia geniculata*, *Pontederia sagittata* y *Sagittaria lancifolia*) y tule (*Typha dominguensis*) (Ocaña y Lot 1996).

En la región se presentan los climas cálido subhúmedo intermedio con lluvias en verano (Aw1 (w)); cálido subhúmedo con mayor humedad (Aw2 (w)) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am (f)) (García 1990). La temperatura promedio de 26.3°C y la precipitación anual de 2000 mm (INEGI 2013). La zona es plana y la altitud varía entre 1 a 50 m, con presencia de colinas. Las zonas planas cercanas a la costa se inundan durante la estación de lluvias, que puede durar hasta 8 meses (Ocaña y Lot 1996).

El uso del suelo es agrícola y representa el 24.5% del área de amortiguamiento de la APFFLT. Los principales cultivos son maíz, sorgo y arroz de temporal. Recientemente, se han establecido plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis*) y de especies

forestales, como la teca y la melina. La ganadería extensiva se realiza en pastizales inducidos con cría de cruza de ganado bovino y ovino de la raza pelibuey.

La APFFLT resalta por su riqueza biológica en mamíferos de talla mediana y grande. En esta región se registraron especies que se creían extintas, entre ellas el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecarí*) y jaguar (*Panthera onca*), consideradas en peligro de extinción (NOM-059-ECOL-2001). Se han reportado otros ungulados silvestres como el venado temazate (*Mazama spp.*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y pecarí de collar (*P. tajacu*) (Hidalgo-Mihart y Contreras-Moreno 2012; Contreras-Moreno *et al.* 2016).

2.3.2. Entrevistas a personas claves

Se aplicaron 26 entrevistas semiestructuradas a productores de las localidades del Aguacatal, Santa Rita, Ignacio Zaragoza y Nueva Esperanza, del municipio El Carmen, a personal staff de ANP's, a biólogos y ecólogos, para determinar los hábitats donde han observado al cerdo asilvestrado. La entrevista incluyó preguntas para conocer la opinión que tienen sobre la presencia del cerdo como hospedero de enfermedades, sobre la percepción que tienen de esta especie y sus impactos a los recursos naturales en la zona de amortiguamiento de la ANP.

2.3.3. Registros de cerdos asilvestrados

Los registros fotográficos se obtuvieron mediante 15 cámaras trampa (Cuddeback®, Bushnell® y Moultrie®) colocadas en las localidades de Santa Rita, Aguacatal, Ignacio Zaragoza, Nueva Esperanza y ranchos particulares en la zona de estudio, durante 2015-2016. Las cámaras se colocaron de acuerdo al protocolo de Chávez *et al.* (2013), en donde se había observado al cerdo asilvestrado (Hidalgo-Mihart *et al.* 2012). Se incluyeron registros de cerdos cazados, capturados vivos, huellas, trilladeros y rascaderos. Las observaciones se clasificaron en tres categorías de acuerdo con Jordt *et al.* (2016): a) Registros de alta confiabilidad, incluye las fotografías de cámaras-trampa, fotografías de animales cazados, de animales capturados vivos y criados en cautiverio; b) Registros de mediana confiabilidad, incluye observaciones de cerdos en

vida silvestre, pero que no fueron capturados o fotografiados; y c) Registros de baja confiabilidad, incluye a las observaciones de rascaderos y bañaderos.

Los registros se ubicaron con sistema de posicionamiento global (Garmin eTrex® 20x), en coordenadas geográficas (Datum WGS-84), se capturaron en Excel para usarlos en el modelo de distribución potencial y en la elaboración del mapa dicotómico. Con los registros de presencia se generó una base de datos que se depuró para obtener registros válidos de la especie y que fueran espacialmente independientes entre sí (Yáñez-Arenas *et al.* 2012).

2.3.4. Información de las variables climáticas

De las 19 variables climáticas de la base WorldClim (<http://www.worldclim.org/>) se seleccionaron sólo 12 (Tabla I) debido a que tuvieron un mayor aporte en la ejecución, discriminación y selección del modelo y su posterior análisis (Phillips *et al.* 2006). Para validar el modelo se usaron 5 variables topográficas (Cuadro 1) derivadas del modelo de elevación SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, <http://srtm.csi.cgiar.org>).

Se seleccionaron capas de información con base a pruebas de correlación de Pearson entre pares de variables. Cuando algún par de variables climáticas estuvieron altamente correlacionadas ($r_p > 0.8$) se eliminó a una de ellas (Gormley *et al.* 2011). Todas las variables se manejaron en formato raster con una resolución espacial de 0.01 grados (equivale a 1 km²) por pixel en coordenadas geográficas (Datum WGS-84).

Tabla I. Variables bioclimáticas y topográficas usadas para determinar la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la ANP Laguna de Términos, Campeche, México.

Tipo de variable	Nombre de la variable	Descripción de la variable
Bioclimáticas	Bio2	Media del intervalo diurno (media del mes (temp. Max-temp. min))
	Bio3	Isoterma (Bio2/Bio7)
	Bio4	Temperatura estacional (desviación estándar*100)
	Bio5	Temperatura máxima del mes más caliente
	Bio6	Temperatura mínima del mes más frío
	Bio7	Rango de temperatura anual (Bio5-Bio6)
	Bio8	Temperatura media del trimestre más húmedo
	Bio9	Temperatura media del trimestre más seco
	Bio14	Precipitación del mes más seco
	Bio15	Precipitación estacional (coeficiente de variación)
	Bio16	Precipitación del trimestre más lluvioso
	Bio18	Precipitación del trimestre más cálido
	Bio19	Precipitación del trimestre más frío
	Topográficas	Elevación
Orientación		Orientación de las laderas
Dirección del flujo		Dirección del flujo
Uso del suelo		Uso del suelo y vegetación
Laderas		Presencia de laderas
NDVI		Índice normalizado de las diferencias de la vegetación (agosto)

2.3.5. Modelación de la distribución potencial

Para el análisis de distribución potencial se usaron los 83 registros confiables de cerdos asilvestrados en la APFFLT: cerdos asilvestrados capturados en cámaras trampa, animales cazados, capturados vivos y registros indirectos (trilladeros y bañaderos) (Jordt *et al.* 2016).

Para modelar la distribución potencial se utilizó el enfoque de Máxima Entropía (Maxent 3.3.3.k) con base a los registros de cerdo asilvestrado, de las variables climáticas y topográficas del área de estudio (Phillips *et al.* 2008). Este modelo proporciona conocimiento de los requerimientos ambientales de las especies y los factores que influyen en su adaptación al ambiente. El modelo detecta las relaciones no aleatorias entre dos conjuntos de datos: los registros georreferenciados del cerdo asilvestrado y un conjunto de coberturas tipo raster que representa las variables bioclimáticas y topográficas para determinar la distribución potencial a una escala particular de análisis (Phillips *et al.* 2006). De esta manera, se logra inferir cuales son las características del ambiente de un área como la más idónea que determina la distribución potencial (Phillips *et al.* 2008). Para la validación del modelo, la obtención y depuración de puntos de ocurrencia se realizó una prueba de Spearman de dos colas, con una simulación (bootstrap) y tamaño de muestra de 1000, con un intervalo de confianza de 95%. De esta manera se generó el modelo mediante el logaritmo Maxent 3.3.3 k con 20 réplicas (bootstrap) y 50% de validación (Phillips *et al.* 2006; Pliscoff and Fuentes-Carrillo 2011).

Para probar el rendimiento del modelo y la capacidad discriminatoria se utilizó la información de las características de funcionamiento del Receptor (ROC) y el valor de evaluación del área bajo la curva (AUC). De acuerdo con Araújo y Guisan (2006), la base para clasificar de manera precisa los resultados del modelo establece los siguientes valores del área bajo la curva (AUC): 0.5-0.60 = insuficiente; 0.60-0.70 = pobre; 0.70-0.80 = regular o promedio; 0.80-0.90 = bueno y 0.90-1.0 = excelente.

El área bajo la curva toma valores entre 0.5 (prueba al azar) y 1.0 (prueba perfecta). Un valor de AUC cercano a 0.5 indica que la ejecución del modelo no es mejor que al azar, mientras que valores entre 0.9 a 1.0 indican un mejor desempeño del modelo (Phillips *et*

al. 2006). Esta área representa la probabilidad que para un par de puntos, uno con presencia y otro sin presencia de la especie, la prueba los califique correctamente (Phillips *et al.* 2006). Con los registros de presencia se elaboró el mapa de distribución potencial del cerdo asilvestrado en la APFF Laguna de Términos y otro mapa dicotómico de presencia-ausencia.

2.4. Resultados

2.4.1. Origen del cerdo asilvestrado

Los entrevistados mencionaron que el cerdo asilvestrado fue introducido para cacería cinegética y comercial a un rancho ubicado en la zona de amortiguamiento de Laguna de Términos, Campeche. Se introdujeron 50 machos adultos de jabalí europeo puro importados de Estado Unidos y 100 hembras de la raza criolla, con la finalidad de establecer un programa de reproducción en semicautiverio. Sin embargo, el jabalí europeo y los descendientes híbridos se liberaron y se dispersaron en toda el área de influencia de la ANP Laguna de Términos, estableciendo una población silvestre (Figura 2).



(Foto A cortesía C. Moreno y Foto B, M. Sanvicente).

Figura 2. Cerdos asilvestrados capturados en vida silvestre y criados en corrales (A) y cerdo asilvestrado criado en traspatio con pelaje típico del jabalí europeo (B).

2.4.2. El hábitat del cerdo asilvestrado

El cerdo asilvestrado fue observado en diferentes hábitats (Figura 3). La mayoría de los registros corresponden a potreros (65%), seguidos de selva baja inundable (58%), plantaciones de palma africana (54%), sabana inundable (50%), selva mediana sub perennifolia (50%) y cultivos agrícolas (50%). En menor frecuencia corresponden a vegetación riparia, sitios cerca de ríos y lagunas (38%).

La heterogeneidad del paisaje facilita la dispersión del cerdo asilvestrado, ya que en estos hábitats encuentran alimento, áreas de ramoneo y refugio. Debido a que en la zona predominan las áreas inundables, el cerdo asilvestrado aprovecha esta característica del hábitat para refrescarse, revolcarse y regular su temperatura corporal.

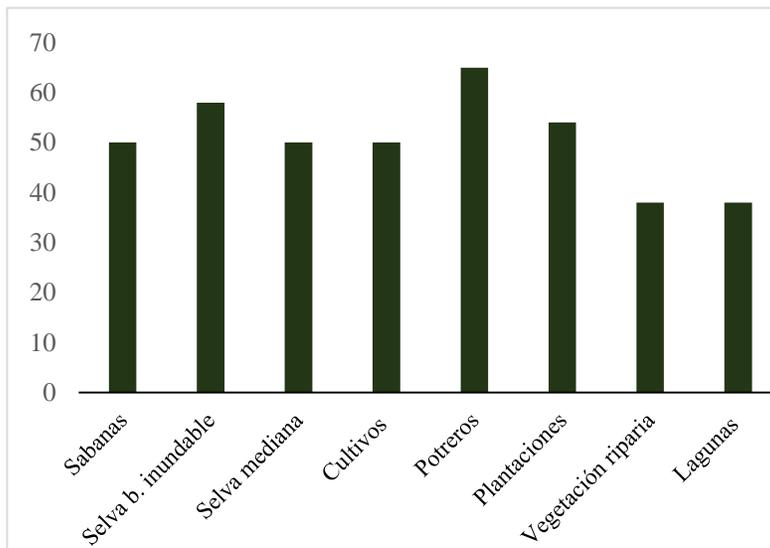


Figura 3. Frecuencia de las observaciones por tipo de hábitat usados por el cerdo asilvestrado de acuerdo a las observaciones de cazadores, ganaderos y personal Técnico de las ANPS.

2.4.3. Registros del cerdo asilvestrado por temporada

Los registros de cerdo asilvestrado corresponden a la temporada de lluvia y seca (50%), registros sólo en temporada de lluvias (23%), en temporada de secas (15%) y un grupo

reducido (12%) no reportó la temporada de observación. Otros registros se realizaron durante la cacería o bien son registros indirectos (rascaderos y caminos) (Figura 4).



Figura 4. Cerdo asilvestrado en selva baja inundable (C), cerdo asilvestrado cazado en pastizales para ganado (D) (Foto C, cortesía Biól. Edwin Hernández, ECOSUR y Foto D, Sr. Sergio, ejido Quebrache, Campeche).

2.4.4. Percepción de los pobladores del cerdo asilvestrado

Los entrevistados perciben al cerdo asilvestrado como un animal que causa daños al suelo, a la vegetación, a los cultivos agrícolas, a las plantaciones forestales y a los cuerpos de agua (Tabla II). Sin embargo, consideran que la presencia de la especie es importante para la cacería y les proporciona carne a bajo costo. Además, la cacería es actualmente la única medida de control de la población para evitar que siga expandiéndose a otras áreas de Laguna de Términos.

Los entrevistados mencionaron que el mayor impacto que produce el cerdo asilvestrado es al suelo (81%), seguido de la transmisión de enfermedades a los animales domésticos y silvestres (77%), así como daño a las plantaciones forestales y de palma africana (77%) (Tabla II).

Tabla II. Percepción de los productores de los posibles impactos potenciales del cerdo asilvestrado en la zona de influencia de ANP Laguna de Términos, Campeche.

Tipo de impactos	Número de entrevistados	Tipo de daño que causa
Plantaciones forestales y plantaciones de palma africana	20 (77%)*	Remoción y destrucción de plantas
Transmisión de enfermedades e impactos a la fauna silvestre	20 (77%)	Portador de enfermedades zoonóticas. Depredación de especies
Transmisión de enfermedades a los animales domésticos	12 (46%)	Portador de enfermedades zoonóticas
Impactos al suelo	21 (81%)	Remoción del suelo y erosión
Impactos a la vegetación nativa	18 (69%)	Remoción y dispersión de plantas introducidas. Consumo de semillas
Daños a los cultivos agrícolas	16 (62%)	Remueve el suelo, consumo de semillas y cultivos en crecimiento
Impacto a los cuerpos de agua	14 (54%)	Modifica la estructura de los cuerpos de agua
Transmisión de enfermedades al humano	8 (31%)	Portador de enfermedades zoonóticas para el humano

Fuente: Elaboración propia con información de las entrevistas.

La región de Laguna de Términos es la zona más importante para la ganadería en el sur del estado de Campeche, en donde se cría ganado bovino y ovino en praderas extensivas. El cerdo asilvestrado en esta región puede fungir como reservorio y transmisor de enfermedades infecciosas al ganado doméstico. Esta zona es considerada como *foco rojo*, porque se transporta por vía terrestre el ganado bovino de engorda y el ganado porcino para abasto al centro de México y a Estados Unidos.

2.4.5. Contribución de las variables climáticas y topográficas al modelo de distribución

La variable climática Temperatura media del trimestre más húmedo es la más relevante para la generación del modelo de distribución potencial, seguido de la Temperatura media del trimestre más seco y en menor proporción la Precipitación del mes más seco (Tabla III). La elevación, la orientación de laderas y la dirección del flujo son las variables topográficas que más contribuyen al modelo de distribución potencial (Figura 5). La ausencia de pendientes en la región favorece el proceso de dispersión del cerdo asilvestrado hacia la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco.

Tabla III. Contribución relativa de las variables climáticas y topográficas en la distribución potencial de *Sus scrofa* en el área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche.

Variables climáticas	Contribución al modelo*	Contribución al modelo**
Bio8 Temperatura media del trimestre más lluvioso (°C)	16.4%	15.6%
Bio9 Temperatura media del trimestre más seco (°C)	6.0%	0.05%
Bio14 Precipitación del mes más seco (mm)	4.5%	3.9%
Bio4 Temperatura estacional (desviación estándar*100) (°C)	2.7%	2.2.
Bio18 Precipitación del trimestre más cálido (mm)	1.9%	3.7%
Bio2 Media del intervalo diurno (media del mes(max-temp-min temp)) (°C)	1.9%	2.6%
Bio16 Precipitación del trimestre más lluvioso (mm)	1.6%	1.6%
Variables topográficas		
Elevación	35.4%	38.1%
Orientación de las laderas	5.8%	17.95
Dirección del flujo	3.3%	0.0%
	0.0%	6.2%

*con 12 repeticiones y **18 repeticiones

Prueba Jackknife con 12 repeticiones

La variable climática Temperatura media del trimestre más húmedo contribuyó con 16.4% para la generación del modelo de distribución potencial con 12 repeticiones. El análisis de la curva ROC presentó buena predicción (AUC = 0.932), al igual que el valor del área bajo la curva (AUC= 0.933) (Figura 5).

La prueba de Jackknife representa la ganancia del modelo (barra en rojo) utilizando todas las variables; las barras en azul muestra la ganancia del modelo utilizando las variables de manera aislada, y las barras en verde indican la ganancia del modelo cuando se excluye cada variable (Figura 5).

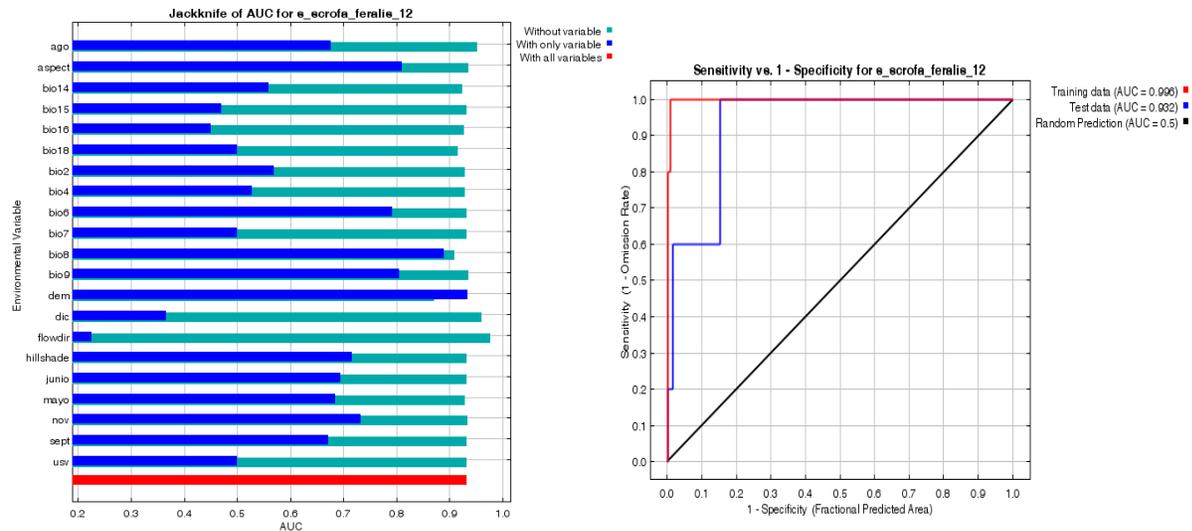


Figura 5. Importancia de las variables bioclimáticas y topográficas en el modelo de distribución potencial del cerdo asilvestrado con la prueba de Jackknife.

En el modelo de la distribución potencial, el umbral mínimo logístico de presencia del cerdo asilvestrado mostró valores entre 0.932 (datos de prueba) y 0.966 (datos de entrenamiento) con 12 repeticiones. Estos valores presentan las características ideales para la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la APFFLT.

Prueba Jackknife con 18 repeticiones

La prueba de Jackknife presentó un valor de 0.993 del área bajo la curva para datos de prueba y un valor de 0.997 con datos de entrenamiento (Figura 6). Estos resultados indican que el modelo determinó correctamente la distribución potencial del cerdo asilvestrado sólo para la APFF Laguna de Términos. La variable climática Temperatura media del trimestre más húmedo fue la más importante, contribuyó con 15.6% para la generación del modelo de distribución potencial del cerdo asilvestrado en el área de influencia de la ANP Laguna de Términos.

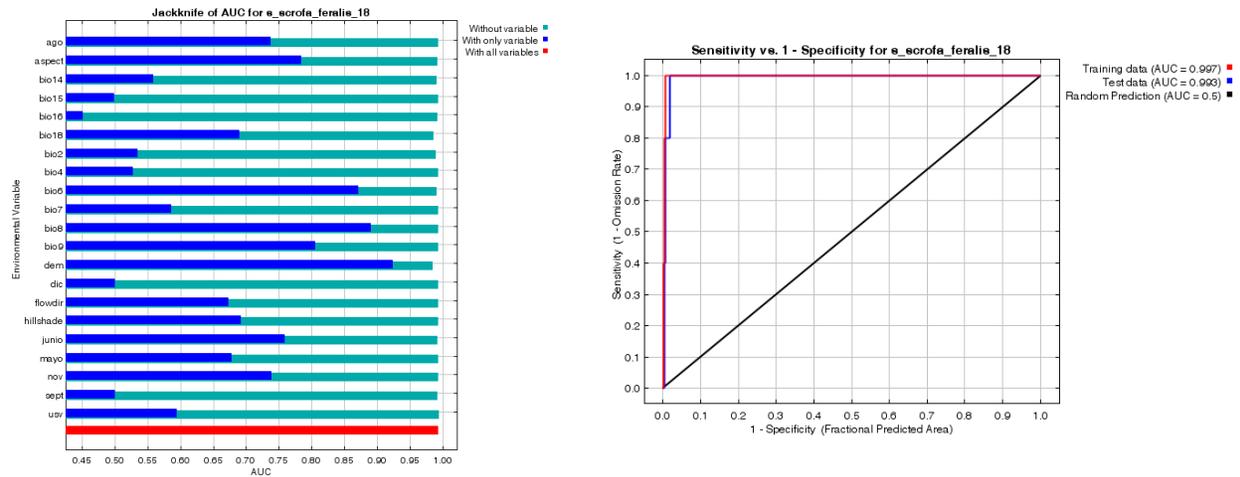


Figura 6. Resultados de la prueba de Jackknife y de la curva operada por el receptor (ROC) para los datos de entrenamiento y de prueba con 18 repeticiones.

2.4.6. Distribución potencial del cerdo asilvestrado

El mapa generado mediante el modelo de Maxent determinó que existen las condiciones climáticas y topográficas para la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la ANP Laguna de Términos (Figura 5). La heterogeneidad del paisaje favorece la dispersión del cerdo asilvestrado hacia la zona de amortiguamiento de Laguna de Términos, en donde se ha establecido como una población silvestre. De acuerdo al modelo, existe una alta probabilidad de dispersión del cerdo asilvestrado a corto plazo por la cercanía entre la APFFLT y la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco.

El riesgo de dispersión del cerdo asilvestrado a la zona este, en donde se ubica el complejo de ANP's Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kú, Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kin y la Reserva de la Biosfera de Calakmul es menos evidente por la distancia (≥ 70 km). Otro factor que limita la dispersión son las barreras naturales, como carreteras y zonas urbanas (Figura 6).

El mapa de distribución potencial muestra que la dispersión del cerdo asilvestrado es hacia la región noroeste de la APFFLT, mientras que la dispersión hacia la zona suroeste se encuentra más restringida. Los factores que ayudan a la dispersión se encuentran asociadas al hábitat. La vegetación secundaria, sabanas inundables, los fragmentos de selva baja inundable, remanentes de selva mediana y las plantaciones de palma africana favorecen la dispersión del cerdo asilvestrado en la AFFLT (Figura 7).

La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, área con humedales y zonas inundables en la mayor parte del año, presenta condiciones ideales para la distribución potencial del cerdo asilvestrado y por la cercanía con los polígonos de la ANP Laguna de Términos.

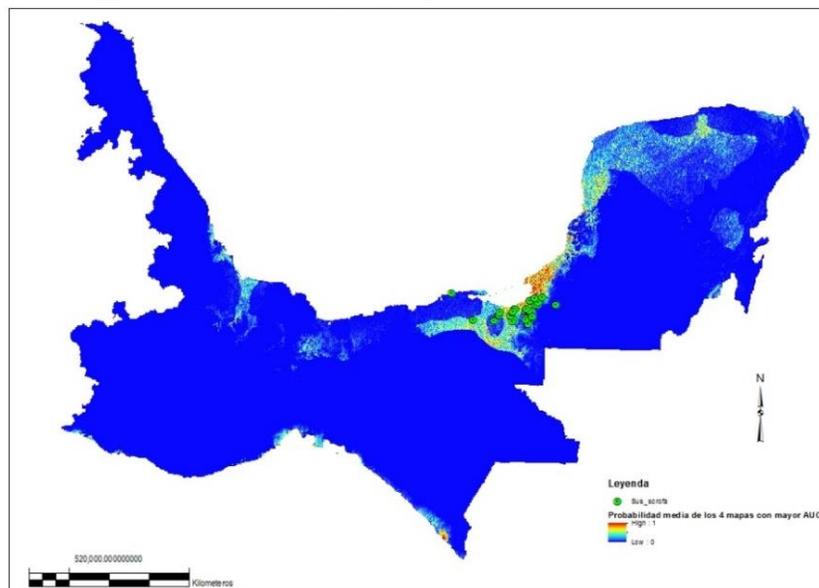


Figura 7. Mapa de distribución potencial del cerdo asilvestrado (*Sus scrofa*) del modelo MaxEnt en la APFFLT y para el sureste de México.

2.4.7. Distribución real del cerdo asilvestrado

El mapa dicotómico de la presencia del cerdo asilvestrado se presenta en la Figura 8. Los puntos en blanco representan la presencia real y las posibles áreas de distribución potencial (rojo). Las áreas en rojo muestran una fuerte tendencia de dispersión a la zona noreste, en donde se encuentra una parte de la zona núcleo de la APFFLT.



Figura 8. Mapa dicotómico de la presencia del cerdo asilvestrado (blanco) y área con alta probabilidad de presencia (rojo) en el sureste de México.

En el área de distribución potencial la prueba de Jackknife arrojó valores de 0.996 (datos de prueba) y 0.997 (datos de entrenamiento), lo que determinó una alta probabilidad de que la especie se encuentre presente. La zona norte y noreste presenta las condiciones menos favorables para la distribución potencial del cerdo asilvestrado. Aun cuando el cerdo frecuenta áreas con presencia humana, las carreteras y caminos principales funcionan como barreras físicas que limitan la dispersión del cerdo asilvestrado hacia otras áreas (Tabla IV).

Las áreas de distribución potencial hacia el norte que se presentan en el mapa, no corresponden áreas de distribución real. La zona norte presenta un clima más seco,

menos áreas inundables y la presencia de áreas urbanas y carreteras, que funcionan como una barrera física a la dispersión del cerdo asilvestrado, no se ha registrado la presencia del cerdo asilvestrado en esta región (Obs. Pers).

2.5. Discusión

2.5.1. Percepción de los pobladores del cerdo asilvestrado

Los entrevistados opinan que es necesario implementar un programa de control del cerdo asilvestrado mediante la cacería o captura de animales. Los informantes afirman que el cerdo asilvestrado se ha dispersado por toda la región, inclusive ha llegado a la zona núcleo de la ANP. Keuling *et al.* (2016) plantearon que en todas las regiones donde se ha introducido el cerdo asilvestrado las personas coinciden que el control de la población es necesario y están conscientes del problema que representa la especie para los ecosistemas.

2.5.2. Contribución de las variables climáticas y topográficas al modelo de distribución potencial

La distribución potencial del cerdo asilvestrado en la ANP Laguna de Términos y su área de influencia se determinó con precisión de acuerdo al modelo de Máxima Entropía. Sin embargo, es importante mencionar que la distribución potencial en la zona norte de la ANP, no corresponde a la distribución real del cerdo asilvestrado. Esta zona es más seca, con menos humedales y concentra áreas urbanizadas; lo que indica que la predicción del área potencial fue baja, esto se debe a la calidad de la información de las variables de entrada, pero fue la única información disponible.

Tabla IV. Distribución y posibles impactos del cerdo asilvestrado en áreas naturales protegidas del sureste de México

Categoría de la ANP	Tipo genético	Usos del cerdo	Años de presencia	Posibles impactos
Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche	Jabalí europeo Cerdo asilvestrado	Cacería Comercial Cría en cautiverio	≤ 20*	Depredación de flora y fauna silvestre Daños al suelo Daños a plantaciones forestales y cultivos agrícolas
Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kú y Balam-Kin, Campeche	No disponible	Cacería	< 3*	Depredación a flora y fauna silvestre Transmisión de enfermedades al ganado doméstico
Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche	No disponible	No está presente	**No está presente	Depredación a flora y fauna silvestre Daños al suelo
Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco	Cerdo asilvestrado	Comercial	<10*	Depredación de flora y fauna Daños al suelo Daños a plantaciones forestales y cultivos

*indica el tiempo desde que el cerdo asilvestrado se ha registrado en la zona

**Se desconoce si el cerdo asilvestrado se encuentra presente

Nd Datos no disponibles para la zona

Las condiciones del hábitat y de la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la zona de estudio fue similar a trabajos sobre la distribución de jabalí europeo en la Península Ibérica (Spencer y Hampton 2005; Oliver y Leus 2008; Bosch *et al.* 2014; Acevedo *et al.* 2014). De acuerdo con el modelo de la distribución potencial representado por las curvas de respuesta (ROC), existe una relación directa con las variables ambientales, principalmente la Temperatura media del trimestre más húmedo, la Temperatura media del trimestre más seco y la precipitación.

La variable climática que más aporte realizó al modelo fue la Temperatura media del trimestre más húmedo, lo que explicó que la distribución potencial del cerdo asilvestrado correspondió a las áreas con abundante agua y zonas de humedales. La nula presencia de áreas con pendientes considerables, la heterogeneidad de la vegetación, el paisaje agropecuario y las plantaciones de palma africana son factores que contribuyen a la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la región. Los resultados de la distribución potencial obtenidos en este estudio coinciden con lo reportado por McClure *et al.* (2015), ya que, en su trabajo encontraron que la distribución del jabalí estuvo fuertemente asociado a la presencia y disponibilidad de agua, a la alta temperatura y la heterogeneidad del paisaje.

2.5.3. Distribución potencial y real del cerdo asilvestrado

El modelo de distribución potencial determinó que la presencia del cerdo asilvestrado está muy asociada a factores climáticos, destacando la precipitación (≥ 1500 mm) y la humedad relativa ($\geq 90\%$) en la zona de estudio. Estos resultados coinciden con McClure *et al.* (2015), quienes señalaron que el cerdo asilvestrado requiere de ambientes con sombra y abundante agua, para regular la temperatura corporal y para establecer relaciones interespecíficas, como la sociabilización. La heterogeneidad del paisaje, donde predominan los cultivos agrícolas y las asociaciones vegetales, proporcionan recursos alimenticios y de hábitat que pueden aumentar la densidad del cerdo asilvestrado en la zona influencia de APFFLT y en las otras áreas naturales protegidas del sureste de México.

McClure *et al.* (2015) encontraron que los cultivos agrícolas, plantaciones forestales y paisajes agroforestales favorecen la presencia del cerdo asilvestrado. En Australia se encontró que la densidad de cerdo asilvestrado aumentó casi cuatro veces más cuando se estaba cerca de plantíos de maíz y otros cultivos (Caley 1993), y en Malasia se reportó que las plantaciones de palma africana favorecen el aumento de la densidad de cerdo asilvestrado (Ickes *et al.* 2005).

Por su parte, Bosch *et al.* (2014) reportaron que en lugares donde es introducido el cerdo asilvestrado puede colonizar ambientes antropizados, caracterizados por la presencia de cultivos agrícolas y plantaciones. En la región de Laguna de Términos uno de estos cultivos más predominantes es el maíz, las plantaciones de palma africana y los pastizales para ganado. Bosch *et al.* (2014) sugieren que las áreas con cultivos de maíz funcionan como “*bosques artificiales*” en donde el cerdo asilvestrado encuentra recurso como alimento, refugio y agua.

Los diferentes hábitats y la disponibilidad de agua son factores que favorecen que la población de cerdo asilvestrado se mantenga estable y con tendencias a dispersarse a hacia la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y a la zona núcleo de la APFF Laguna de Términos. Este sistema de ANP’s ubicadas en el sureste de México son consideradas *hotspot* por albergar una alta riqueza biológica dentro de las áreas prioritarias para la conservación (Myers *et al.* 2000). Recientemente, esta región fue propuesta como corredor biológico para el desplazamiento de mamíferos terrestres en peligro de extinción como el jaguar, el tapir y el pecarí de labios blancos (Hidalgo-Mihart *et al.* 2016).

De acuerdo a Morelle *et al.* (2015), sugieren que las acciones de control del cerdo asilvestrado en los paisajes agroforestales deben centrarse en reducir los corredores biológicos para limitar la dispersión hacia áreas donde no se encuentra. Sin embargo, esta medida de control no aplica de manera uniforme para todas las áreas en donde se encuentra presente el cerdo asilvestrado. La heterogeneidad del paisaje en la APFF Laguna de Términos alberga una gran riqueza biológica en mamíferos grandes y pequeños. La presencia de remanentes de selva mediana funciona como corredores

para especies de fauna silvestre. Esta región se ha identificado como corredor ecológico para el desplazamiento de mamíferos entre el ANP Laguna de Términos y el sistema de ANP's Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kú- Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kin-Reserva de la Biosfera Calakmul. Este sistema de ANP's funciona como área de refugio para protección del jaguar y sus presas (Hidalgo-Mihar *et al.* 2016).

2.5.4. Medidas de control, riesgo de dispersión e impactos en ANPS del sureste de México

Este estudio es el primer avance sobre la distribución potencial y real del cerdo asilvestrado en la zona de influencia del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche. El mapa generado de la distribución puede servir de base para medidas de control de la especie, así como en la delimitación de áreas de conservación de las especies amenazadas o en peligro de extinción presentes en el área natural protegida.

Desbiez (2010) afirma que en las regiones neotropicales donde se distribuye el cerdo asilvestrado contribuye a la conservación de la fauna silvestre local. Cuando una de las medidas de control del cerdo asilvestrado es la cacería y esta acción puede servir de amortiguador hacia especies silvestres que tienen fuerte presión de cacería, como los pecaríes (*Tayassu spp.*), los cérvidos (*Mazama spp.*, *Odocoileus virginianus*) y los agutíes (*Agouti Paca* y *Dasyprocta punctata*). Por su parte, Keuling *et al.* (2016) consideran que la cacería es necesaria y que puede ayudar a reducir las poblaciones de cerdo asilvestrado en donde existe una alta densidad en vida silvestre.

En Brasil se reportó que el jaguar puede controlar las poblaciones del cerdo asilvestrado (Cavalcanti and Gese, 2009) y en Chile se ha encontrado que este es una de las presas importantes del puma (Skewes *et al.* 2012). En la región de Laguna de Términos la cacería de autoabasto y la captura de individuos son las únicas medidas de control para evitar que la población del cerdo asilvestrado siga creciendo y dispersándose hacia otras regiones del sureste de México.

2.6. Conclusiones

El modelo de máxima entropía demostró de manera precisa la distribución potencial del cerdo asilvestrado en la APFFLT. El modelo determinó que los riesgos de dispersión más evidentes son hacia la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, debido a que ambas áreas naturales protegidas comparten hábitats y los polígonos de las ANPS están continuos (≤ 1 km). El riesgo de dispersión a la Zona Sujeta a Conservación Ecológica de Balam-Kú, Balam-Kín y en Reserva de la Biosfera de Calakmul es menos evidente a corto plazo, por la distancia (≥ 60 km) entre estas ANP's y por la presencia de barreras físicas.

Según la opinión de los entrevistados, el control del cerdo asilvestrado presenta dos problemas: el primero, donde un número reducido de personas son conscientes de los impactos que representa la presencia de esta especie y la segunda, es la confusión entre la normatividad ambiental y la normatividad en sanidad animal para control de la población. La falta de una estrategia integral de manejo entre las dependencias involucradas dificulta *per se* el control de la especie. La Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) no considera al cerdo asilvestrado como especie cinegética para la región del sureste de México; mientras que en las UMAS del centro y norte de México, el cerdo asilvestrado es una especie con demanda nacional y está incluida en el calendario cinegético como especie para aprovechamiento. En el sector ganadero, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA 2010) no incluye al cerdo asilvestrado en los programas de control y vigilancia epidemiológica de las enfermedades de importancia zoonótica en los animales domésticos.

La presencia del cerdo asilvestrado en la región representa una amenaza seria a la biodiversidad y a los ecosistemas naturales. Debido a que es una especie introducida, cuyos hábitos alimentarios producen la remoción del suelo, consumo de frutos, raíces y vegetación, y puede modificar considerablemente la estructura y composición del suelo y del paisaje.

Se desconoce la población real del cerdo asilvestrado en la región, particularmente en el sistema de las ANP's, debido a su extensión y a que presenta una variedad de hábitats, lo que ha dificultado estimar de manera precisa la población real.

El mapa de distribución potencial puede servir de base para estudios dirigidos a conocer el impacto al hábitat, identificar áreas con mayor riesgo de invasión, identificar áreas de contacto o interface entre el cerdo asilvestrado, la fauna silvestre y el ganado doméstico, principalmente bovino y ovino criado en sistema extensivo.

Es necesario establecer un programa de control para evitar que la dispersión ocurra hacia las áreas naturales protegidas. Estudios demográficos, sobre enfermedades y daños al hábitat serán la base para diseñar estrategias de manejo integral del cerdo asilvestrado considerando que es una especie introducida y de gran capacidad de dispersión.

2.7. Literatura citada

Acevedo, P, Quirós-Fernández, F, Casal, J, & Vicente, J 2014, 'Spatial distribution of wild boar population abundance: Basic information for spatial epidemiology and wildlife management', *Ecological Indicators*, vol. 36, pp. 594-600.

Araújo, MB, & Guisan, A 2006, 'Five (or so) changeless for species distribution modelling', *Journal of Biogeography*, vol. 33, pp. 1677-1688.

Arnaud, G, Breceda, A, Álvarez-Cárdenas, S, Bonfil, A, & Gallina, P 2014, *Cerdos asilvestrados (Sus scrofa) en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna: Evaluación e impacto sobre la biodiversidad*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S. C. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. GN016. México D.F.

Ballari, SA, Cuevas, MF, Cirignoli, S, & Valenzuela, AE 2015, 'Invasive wild boar in Argentina: using protected areas as a research platform to determine distribution, impacts and management', *Biological Invasions*, vol. 17, pp. 1595-1602.

Barrios-García, MN, & Ballari, S A 2012, 'Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review', *Biological Invasions*, vol. 14, pp. 2283-2300.

- Bosch, J, Mardones, F, Pérez, A, de la Torre, A, & Muñoz, MJ 2014, 'A maximum entropy model for predicting wild board distribution in Spain', *Spanish Journal of Agriculture Research*, vol. 12, no. 4, pp. 984-999.
- Cavalcanti, SM, & Gese, EM 2009, 'Spatial ecology and social interactions of jaguar (*Panthera onca*) in the southern Pantanal, Brazil', *Journal of Mammalogy*, vol. 90, no. 4, pp. 935-945.
- Campebell, TA, & Long, DE 2009, 'Feral swine damage and damage management in forested ecosystems', *Forest Ecology and Management*, vol. 257, pp. 2319-2326.
- Chávez, CA, de la Torre, A, Barcenas, H, Medellín, RA, Zarza H, y Ceballos, G 2013, Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre: el jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel y UNAM. pp. 97.
- Contreras-Moreno, F, Cruz-Félix, M, Bello-Gutiérrez, J, & Hidalgo-Mihart, M 2016, 'Landscape variables that influence the presence of brocket deer (*Mazama spp.*) in the Campeche state, Mexico', *Therya*, vol. 7, no. 1 pp. 3-19.
- Dichkoff, SS, y West, BC 2007, 'Ecology and management of feral hogs', *Human-Wildlife Conflicts*, vol. 1, no. 2 pp. 149-151.
- Desbiez, AL, Santos, SA, Keuroghlian A, & Bodmer, R 2009, 'Niche partitioning among white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*), collared peccaries (*Pecari tajacu*), and feral pigs (*Sus scrofa*)', *Journal of Mammalogy*, vol. 90, no. 1, pp. 119-128.
- Desbiez, AL, Lopes, RF, & Keuroghlian, A 2010, 'Interspecific between an ungulate and a carnivore or a primate', *Association Acta Ethnology*, no. 13, pp. 137-139
- García, E 1990, Carta IV.4.10. Clima. Atlas Nacional de México. UNAM, Instituto de Geografía. Escala 1:4 000 000. México, D.F. México.
- Gormley, AM, Forsyth, DM, Griffioen, P, Lindeman, M, Ramsey, DS, Scroggie, MP, & Woodford, L 2011, 'Using presence only and presence-absence data to estimate

- the current and potential distributions of established invasive species', *Journal of Applied Ecology*, vol. 48, no. 1, pp. 25-34.
- Hidalgo-Mihart, M, & Contreras-Moreno, F 2012, 'Registro de pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en la región de la laguna de Términos, Campeche, México', *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 83, pp. 868-871.
- Hidalgo-Mihart, M, Pérez-Hernández, D, Pérez-Solano, LA, Contreras-Moreno, F, Ángulo-Morales, J, & Hernández-Nava, J 2014, 'Primer registro de una población de cerdos asilvestrados en el área de la Laguna de Términos, Campeche, México', *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 85, pp. 990-994.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2013, Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos (www.inegi.org.mx).
- Jordt, AM, Lange, M, Kramer-Schadt, S, Nielsen, LH, Nielsen, SS, Thulke, HH, Vejre, H, & Alban, L 2016, 'Spatio-temporal modeling of the invasive potential of wild boar- a conflict-prone species-using multi-source citizen science data', *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 124, pp. 34-44.
- Keuling, O, N. Stier & Roth, M 2008. How does hunting influence activity and spatial use and wild board *Sus scrofa* L.? *European Journal Wildlife Research* 54:729-737.
- Keuling, O, E, Strauß, & Siebert, U 2016, 'Regulating wild boar populations is "somebody else's problem"-Human dimension in wild boar management', *Science of the Total Environment*, vol. 554, no. 555, pp. 311-319.
- Long, L 2003, Introduced mammals of the world: their history distribution and influence, CABI Publishing, Wallingford, pp. 612.
- Lowe, S, Browne, M, Boudjelas, S, & De Poorter, M 2000, 100 of the world's Invasive alien species a selection from the global invasive species database. In The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12 p.

- McClure, ML, Burdett, CL, Farnsworth, ML, Lutman, MW, Theobald, DM, Riggs, DPD, Grear, A, & Miller, RS 2015, 'Modeling and mapping the probability of occurrence of invasive wild pigs across the contiguous United States', *PLoS ONE*, vol. 10, no. 8, pp. 1-17.
- Morelle, K & Lejune P 2015, 'Seasonal variations of wild boar *Sus scrofa* distribution in agricultural landscapes: a species distribution modeling approach', *European Journal Wildlife Research*, vol. 61, pp. 61-45.
- Morelle, K, Fattbert, J, Mengal C, & Lejeune, P 2016, 'Invading o recolonizing? Patterns and drives of wild boar population into Belgian agroecosystems', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 222, pp. 267-275.
- Myers, M, Mittermeier, RA, Mittermeier, CG, da Fonseca GA, & Kent, J 2000, 'Biodiversity hotspots for conservation priorities', *Nature*, vol. 403, pp. 853-858.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, p. 85.
- Oliver, W, & Leus, K 2008, *Sus scrofa*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Vers. 2012.2. Available in www.iucnredlist.org [01 February 2017].
- Ocaña, D, y Lot, A 1996, 'Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada, Campeche, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica, vol. 67, pp. 303-327.
- Phillips, SJ, Anderson, RP, & Schapire, RE 2006, 'Maximum entropy modeling of species geographic distributions', *Ecological Modelling*, vol. 190, pp. 231-259.
- Phillips, SJ, & Miroslav, D, 2008, 'Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation', *Ecography*, vol. 31, no. 2, pp. 161-175.

- Pliscoff, P, & Fuentes-Carrillo, T 2011, 'Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles', *Revista de Geografía Norte Grande*, vol. 48, pp. 61-79.
- Programa de Manejo de la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos 1994, Instituto Nacional de Ecología y Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, p.166.
- Pérez-Rivera, MC, Sanvicente, M, Arnaud, G, & Carreón, RN 2016, 'Detection of antibodies against pathogens in asilvestrado and domestic pigs (*Sus scrofa*) at the Sierra La Laguna Biosphere Reserve, México', *Revista Veterinaria México*, vol. 4, no. 1, pp. 1-11.
- Ruiz-Fons, F, Segales, J, & Gortázar, C 2008, 'A review of viral diseases of the European wild boar: effects of population dynamics and reservoir role', *Veterinary Journal*, vol. 176, pp. 158-169.
- Solís-Cámara, AB, Arnaud, G, Álvarez-Cárdenas, S, Gallina-Tessaró, P, & Montes-Sánchez, SS 2009, 'Evaluación de la población de cerdos asilvestrados y su impacto en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México', *Tropical Conservation Science*, vol. 2, no. 2, pp. 173-188.
- Spencer, PB, & Hampton, JO 2005, 'Illegal translocation and genetic structure of feral pigs in Western Australia', *Journal Wildlife Management*, vol. 69, no. 1, pp. 377-384.
- Skewes, O, Moraga, AC, Arriagada, P & Rau, RJ 2012, 'The European wild boar (*Sus scrofa*): A biological invader as a recent prey of the American puma (*Puma concolor*) in southern Chile', *Revista Chilena de Historia Natural*, vol. 85, pp. 227-233.
- Weber, M 1995, 'La introducción del jabalí europeo a la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango: implicaciones ecológicas y epidemiológicas', *Revista Mexicana de Mastozoología*, vol. 1, pp. 69-73.

- West, B, Cooper, C, & Armstrong, JB 2009, Managing wild pigs: A technical guide. *Human-Wildlife Interactions Monograph*, pp. 1-55.
- Wiegand, T, Knauer, F, Kaczynsky, P, & Naves, J 2004, 'Expansion of brown bears (*Ursus arctos*) into the eastern Alps: a spatially explicit population model', *Biodiversity Conservation*, vol. 13, pp. 79-114.
- Yáñez-Arenas CA, Martínez-Meyer, E, Mandujano S, & Rojas-Soto, O 2012, 'Modelling geographic patterns of population density of the white-tailed deer in central Mexico by implementing ecological niche theory', *Oikos*, vol. 121, pp. 2081-2089.

CAPÍTULO III.

PREVALENCIA Y ABUNDANCIA MEDIA DE ECTOPARÁSITOS EN SUIFORMES (*Tayassuidae* y *Suidae*) EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO Y VIDA SILVESTRE EN EL SURESTE DE MÉXICO

3.1. Resumen

Los Suiformes son hospederos directos que participan en una fase del ciclo de vida de las garrapatas. Se determinó la prevalencia (P) y la abundancia media (AM) a garrapatas en el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y cerdo asilvestrado (*Sus scrofa*). La prevalencia estimada para *Amblyomma cajennense* fue 78.57%, 75% y 48.83% en pecarí de labio blanco, cerdo asilvestrado y pecarí de collar, respectivamente. La prevalencia para *Amblyomma americanum* fue de 50%, 21.42% y 2.32%, en cerdo asilvestrado, pecarí de labio blanco y pecarí de collar, respectivamente. El género *Rhipicephalus spp* se registró sólo en *P. tajacu* a una prevalencia de 6.97%. La prevalencia determinada para *Dermacentor spp* fue de 2.32% en *P. tajacu* y de 4.28% en *T. pecari*. La prevalencia para *Pulex irritans* fue 21.42% y 4.65% en *T. pecari* y *P. tajacu*, respectivamente. La abundancia media para *A. cajennense* fue de 2.37, 3, y 9.71 en pecarí de collar, cerdo asilvestrado y pecarí de labios blancos, respectivamente. Para *A. americanum* la AM fue de 0.05, 1.62 y 0.64 en pecarí de collar, cerdo asilvestrado y pecarí de labios blancos, respectivamente. Las garrapatas *A. cajennense* y *A. americanum* parasitan a las tres especies de Suiformes. Se concluye que los Suiformes son hospederos definitivos para mantener el ciclo de vida de las garrapatas. Este es el primer trabajo que se reporta la presencia de ectoparásitos en *T. pecari* vida silvestre para el estado de Campeche.

Palabras clave: ectoparásitos, pecaríes, cerdo asilvestrado, Campeche.

3.2. Introducción

Las garrapatas son ectoparásitos obligados que se alimentan de la sangre de animales que sirven de hospederos y han evolucionado en asociación con los vertebrados terrestres (Baneth 2014). Estas son reservorios y transmisoras de patógenos como bacterias, virus, rickettsias y protozoarios (Conçado *et al.* 2013; do Nascimento *et al.* 2104). Las garrapatas pertenecientes al género *Ixodes* (Acari: Ixodidae), son parásitos hematófagos en todas las etapas de su vida (Jaworski *et al.* 2017). Tienen importancia desde la perspectiva económica, veterinaria y de salud pública, debido a su capacidad para transmitir enfermedades a los animales domésticos y silvestres, así como al humano (Conçado *et al.* 2013; Illoldi-Rangel *et al.* 2012). Aproximadamente 900 especies de garrapatas se han descrito hasta la fecha, de las cuales alrededor de 700 pertenecen a la familia *Ixodidae* (garrapatas duras), 200 pertenecen a la familia *Argasidae* (garrapatas blandas) y solo una especie a la familia *Nuttalliellidae* (Baneth 2014).

Las garrapatas que se alimentan de animales silvestres y domésticos son estudiadas a nivel mundial (da Silva *et al.* 2017; Reyes-Novelo *et al.* 2011). En América Latina la garrapata *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) es la más común en ganado doméstico y en cerdo asilvestrado y con una gran variedad de hospederos (Conçado *et al.* 2013; do Nascimento *et al.* 2104). En las regiones tropicales de México se han registrado 26 especies garrapatas (Acari: Ixodidae) en ganado doméstico y en ungulados silvestres (Estrada-Peña *et al.* 2004; Guzmán-Cornejo *et al.* 2011; Mukul-Yerbes *et al.* 2014).

El grupo de los Suiformes, que incluye a los pecaríes y al cerdo doméstico y al cerdo asilvestrado desempeñan un papel importante como hospederos de garrapatas y de patógenos zoonóticos que son transmitidos al humano (Illoldi-Rangel *et al.* 2012; Scott y Durden 2105). Además de su función como vectores de microorganismos de importancia veterinaria y de salud pública, las garrapatas parasitan al humano, al ganado bovino, ovino y caprino (Reyes-Novelo *et al.* 2011; Severud y DelGiudice 2016).

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia (P) y abundancia media (AM) de ectoparásitos en pecaríes y en cerdos asilvestrados en vida libre y en condiciones de cautiverio en el sureste de México.

3.3. Materiales y métodos

3.3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC), en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) y en Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA's) del sur de Campeche. La temperatura media es 26°C. La humedad relativa es de 80% y la precipitación fluctúa de 900 a 1300 mm (García 1990). La vegetación corresponde a selva mediana subperennifolia, selva baja inundable y selva baja caducifolia principalmente en fase de sucesión (Martínez y Galindo-Leal 2002).

3.3.2. Captura de los Suiformes

Los pecaríes de labios blancos se capturaron en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, los pecaríes de collar se capturaron en UMAS, animales criados en traspatio y otros fueron animales cazados en las localidades de estudio. La contención del pecarí de collar criado en UMAS y en traspacios se realizó mediante inyección remota de acuerdo al protocolo de captura e inmovilización química de animales silvestres (Kreeger 1997; West *et al.* 2007).

3.3.3. Colecta de los ectoparásitos

Los ectoparásitos se colectaron con la técnica propuesta por Anderson *et al.* (2013). Los ectoparásitos se colocaron en viales de 10 mL y fijados en alcohol al 70%. La identificación se realizó en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNAM), de acuerdo a la morfología externa de las garrapatas y con ayuda de claves dicotómicas (Delabra *et al.* 1996).

3.3.4. Análisis de datos

Con los datos de las colectas de ectoparásitos se calculó el índice parasitológico de acuerdo con Bush *et al.* (1997): *Prevalencia (P)*: número de animales con presencia de ectoparásitos/número total de animales revisados*100. El resultado de la Prevalencia se expresa en porcentaje (%).

Abundancia Media (AM): La abundancia media de los parásitos de huéspedes infectados se calculó con la siguiente fórmula: AM = número de ectoparásitos colectados/número de animales infestados con el ectoparásito.

3.4. Resultados y discusión

3.4.1. Prevalencia de los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes

Se identificaron garrapatas pertenecientes a dos especies y a dos géneros de la familia *Ixodidae* (*Amblyomma cajennense*, *Amblyomma americanum*, *Dermacentor spp* y *Rhipicephalus spp*) y una especie de pulga doméstica (Pulicidae: *Pulex irritans* Linneaus, 1758).

La garrapata *Amblyomma cajennense* fue la más común registrándose en las tres especies de Suiformes (Tabla I). La prevalencia más alta se reportó en el pecarí de labios blancos (78.57%) y en el cerdo asilvestrado (75%), mientras que el pecarí de collar presentó la prevalencia más baja (48.83%). La prevalencia registrada en este estudio fue similar a la reportada en pecarí de collar (*P. tajacu*) cazados en vida silvestre (P=100%; n=5) (Mukul-Yerves *et al.* 2014). Rodríguez-Vivas *et al.* (2106) encontraron que *Amblyomma spp* parasita al pecarí de collar, al ganado bovino y al ganado ovino. Las garrapatas del género *Amblyomma spp* son capaces de parasitar al humano, a mamíferos domésticos y silvestres y puede transmitir la bacteria *Rickettsia rickettsii*, causante de la enfermedad de Lyme (Reyes-Novelo *et al.* 2011). En el estado de Chiapas, Romero-Castañón *et al.* (2008) encontraron una prevalencia en *A. cajennense* de 20% y 50% en pecarí de collar y el pecarí de labios blancos, respectivamente. Esta garrapata también ha sido registrada en el venado temazate (*Mazama spp*), venado cola banca (*Odocoileus virginianus*) y en tapir (*Tapirus bairdii*) a una prevalencia de 50% en

cada una de las especies. En el cerdo doméstico de traspatio no se registró *A. cajennense* (Romero-Castañón *et al.* 2008).

Tabla I. Prevalencia (P) a ectoparásitos en el grupo de los Suiformes (*Tayassuidae* y *Suidae*) en el sureste de México.

Ectoparásitos	<i>S. scrofa</i> (n=8)	<i>P. tajacu</i> (n=43)	<i>T. pecari</i> (n=14)
<i>Amablomma cajennense</i>	75 (6/8)	48.83 (21/43)	78.57 (11/14)
<i>Amblyomma americanum</i>	50 (4/8)	2.32 (1/43)	21.42 ((3/14)
<i>Rhipicephalus spp</i>	0.0	6.97 (3/43)	0.0
<i>Dermacentor spp</i>	0.0	2.32 (1/43)	14.28 (2/14)
<i>Pulex irritans</i>	0.0	4.65 (2/43)	21.42 (3/14)

Fuente: elaboración con datos propios

La garrapata *A. cajennense*, es un ácaro común en áreas con ganado y tiene la capacidad de parasitar al ganado bovino, equino y caninos domésticos. También se ha registrado en ungulados silvestres como el tapir, venados, pecaríes, además de roedores silvestres y el capibara (Estrada-Peña *et al.* 2004). En Brasil se ha reportado que *A. cajennense* es la garrapata más común en venados y en el cerdo asilvestrado, en condiciones de vida silvestre (Conçado *et al.* 2013). Por otra parte, se ha determinado que esta garrapata es la responsable de transmitir la bacteria *R. rickettsii* al humano (Reyes-Novelo *et al.* 2016).

Debido a sus hábitos generalistas en cuanto al uso de hábitat, el cerdo asilvestrado puede fungir como hospedero y transmisor de las especies de garrapatas reportadas en este trabajo. Estudios recientes indican que el cerdo doméstico y el cerdo asilvestrado actúan como hospederos únicos de la garrapata *A. cajennense* (Fonseca *et al.* 2016). Otros autores sugieren que el cerdo asilvestrado funciona como especie centinela de las

garrapatas duras (*Amblyomma spp.*, *Dermacentor spp.* e *Ixodes sp.*) reportadas en ganado bovino (Merril *et al.* 2018), que también fueron registradas en los Suiformes en este trabajo.

La garrapata *A. americanum* se encontró parasitando a las dos especies de pecaríes y al cerdo asilvestrado. La prevalencia más alta se reportó para el cerdo asilvestrado (50%), seguida del pecarí de labios blancos (21.42%) y la prevalencia más baja fue registrada en el pecarí de collar (2.32%). Debido a que el cerdo asilvestrado es generalista en cuanto al uso de hábitat en la región de Laguna de Términos, se plantea la hipótesis que el cerdo asilvestrado participa como hospedero clave en el mantenimiento de la población de garrapatas y contribuye en la transmisión a otras especies domésticas y silvestres.

La garrapata *A. americanum* fue registrada sólo en el pecarí de collar cazados en vida silvestre en las localidades de estudio de la región de Calakmul. Para el caso del pecarí de labios blancos, la garrapata *A. americanum* se registró en animales capturados en vida silvestre en la selva mediana subperenifolia en buen estado de conservación. Se plantea que la garrapata *A. americanum* parasita mamíferos silvestres que prefieren áreas de bosque bien conservado. Estas áreas conservadas forman parte del hábitat donde se distribuye el pecarí de labios blancos y otros mamíferos silvestres que sirven de hospederos directos en el ciclo de esta garrapata.

La prevalencia registrada para la garrapata *Rhipicephalus sp.* fue de 6.97% en el pecarí de collar cazado en vida silvestre. Rodríguez-Vivas *et al.* (2013) reportaron una prevalencia de 97% de *Rhipicephalus microplus* en ciervo rojo (*Cervus elaphus*) criados en cautiverio y una prevalencia de 95% en bovinos en pastoreo extensivo. El género *Rhipicephalus spp* ha sido identificado como vector de *Babesia bovis*, causante de la babesiosis (*Babesia bigemina*) y anaplasmosis bovina (*Anaplasma marginale*); enfermedades de importancia en salud veterinaria, principalmente en ganado bovino en pastoreo extensivo (Rodríguez-Vivas *et al.* 2013). En otros trabajos realizados en áreas periurbanas con animales domésticos (Solís-Hernández *et al.* 2015) reportaron una prevalencia de 48% de *Rhipicephalus spp* en perros domésticos y roedores. La garrapata

Rhipicephalus spp se ha reportado en animales domésticos y silvestres, y es considerado el ectoparásito más importante en salud veterinaria que afecta al ganado bovino (Rodríguez-Vivas *et al.* 2013).

Debido a que la garrapata *Ripichepalus spp* se registró sólo en el pecarí de collar, se plantea que esta garrapata parasita exclusivamente animales domésticos y se sugiere que el pecarí de collar funge como hospedero accidental.

La garrapata del género *Dermacentor spp* fue registrada en el pecarí de collar y en pecarí de labios blancos a una prevalencia de 0.43% y 14.28%, respectivamente. La baja prevalencia a *Dermacentor spp* se debe a que *P. tajacu* es considerado como generalista en cuanto al uso de hábitat, prefiriendo áreas de selva baja, vegetación secundaria y áreas de cultivos agrícolas. Esta garrapata no se reportó en el cerdo asilvestrado, lo que confirma que este ectoparásito se encuentra asociado a los bosques bien conservados. Guzmán-Cornejo *et al.* (2011) reportaron que los ungulados son hospederos importantes de *Dermacentor spp.* y Greiner *et al.* (1984) registraron una prevalencia alta a *Dermacentor variabilis* en poblaciones del cerdo asilvestrado en los bosques de Florida.

Otro de los ectoparásitos registrados fue la pulga doméstica *Pulex irritans* Linnaeus 1758. Esta pulga se encontró en el pecarí de collar y en pecarí de labios blancos a una prevalencia de 4.65% y 21.42%, respectivamente. Este es el primer registro de *Pulex irritans* que se reporta en la población de pecaríes (*P. tajacu* y *T. pecari*) en vida silvestre para el estado de Campeche. Esta pulga es considerada cosmopolita y se ha reportado parasitando al tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) (Villalobos-Cuevas *et al.* 2016), al venado temazate (*Mazama spp*) y al pecarí de collar (*P. tajacu*) (Mukul-Yerves *et al.* 2014).

La presencia de *P. irritans* en los pecaríes en la región de Calakmul tiene implicaciones en la salud pública, ya que este ectoparásito funge como vector de rickettsias y bartonellas en mamíferos silvestres y domésticos (Bai *et al.* 2015; Peniche-Lara *et al.* 2015). Esta pulga ha sido reportada en Norteamérica como transmisora de *Rickettsia typhi*, *R. felis* y de las bacterias *Bartonella henselae*, agentes patógenos de importancia en salud pública y en salud veterinaria.

3.4.2. Abundancia media (AM) de los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes

La abundancia media (AM) calculada para los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes es considerada baja (Tabla II). La abundancia media calculada para *A. cajennense* en pecarí de labios blancos fue la más alta (9.71), seguida del pecarí de collar y del cerdo asilvestrado con una AM de 2.37 y 3.0, respectivamente. La abundancia media de *A. cajennense* reportada en los pecaríes en este trabajo fue similar a la encontrada en Bolivia, en donde se reportó una AM de 0.3 para *A. cajennense*, mientras que para *Amblyomma naponense* se reporta una AM de 1.29 en pecarí de labios blancos cazados en vida silvestre (Robbins *et al.* 1998).

Tabla II. Abundancia media (AM) de los ectoparásitos en el grupo de los Suiformes en el sur de Campeche, México.

Ectoparásitos	<i>Pecari tajacu</i>	<i>Tayassu pecari</i>	<i>Sus scrofa</i>
<i>Amblyomma cajennense</i>	2.37	9.71	3.0
<i>Amblyomma americanum</i>	0.05	0.64	1.62
<i>Rhipicephalus spp</i>	0.18	0.0	0.0
<i>Dermacentor spp</i>	0.093	0.21	0.0
<i>Pulex irritans</i>	0.093	0.35	0.0

La abundancia media de la garrapata *A. americanum* reportada para el pecarí de collar y para el pecarí de labios blancos son consideradas bajas. En el cerdo asilvestrado se presentó la AM más alta (1.62) para esta garrapata.

De manera general, la abundancia media de ectoparásitos en los Suiformes se considera baja. Los valores de la AM representan una aproximación al estado real de parasitosis externa en vida silvestre y en cautiverio. Debido a que no se siguió un patrón de colecta de los ectoparásitos durante la captura de los Suiformes, se sugiere que la AM media puede ser mayor, sobre todo en los individuos en vida silvestre.

3.5. Conclusiones

Este es el primer trabajo en donde se determina la prevalencia y la abundancia para *A. americanum*, *A. cajennense*, *Dermacentor spp* y *P. irritans* en pecarí de labios blancos en vida silvestre para México. Los pecaríes en vida libre y en cautiverio presentaron la prevalencia más alta a *A. cajennense*, *Dermacentor spp*, *Rhipicephalus spp* y *Pulex irritans*.

Las garrapatas *A. cajennense* y *A. americanum* tienen amplia distribución en las regiones tropicales de México. En la zona de estudio la ganadería bovina bajo sistema de pastoreo extensivo es una actividad económica importante, lo que favorece la presencia y la transmisión de garrapatas entre animales domésticos y silvestres. La distribución de las garrapatas coincide con la distribución de los pecaríes y del cerdo asilvestrado, ya que estas especies de garrapatas son comunes en la región de Calakmul.

La presencia de los Suiformes favorece el ciclo de vida de las garrapatas *A. cajennense* y *A. americanum*. La relación garrapata-Suiformes tiene importancia en salud pública y veterinaria en la transmisión de enfermedades compatibles entre el ganado doméstico y el humano en regiones tropicales de México. Debe considerarse a las poblaciones de Suiformes en vida silvestre para estudios de epidemiología, ciclos de vida de los ectoparásitos y sus implicaciones en la transmisión de enfermedades en el ganado bovino, la anaplasmosis, y en la transmisión de la enfermedad de Lyme en el humano.

La cacería para autoabasto de carne es una actividad importante en la zona de estudio y tanto el pecarí de collar, como el cerdo asilvestrado son especies con alta demanda por los cazadores locales. Este aspecto debe ser evaluado como mecanismo importante en la transmisión de los ectoparásitos, ya que, durante la manipulación de los animales cazados, por el cambio de pH; la mayoría de las garrapatas se desprenden de los animales cazados y es común que ocurra transmisión de garrapatas a los animales de traspatio como ovinos, bovinos y cerdos domésticos.

Las especies de garrapatas encontradas en este trabajo tienen la capacidad de parasitar mamíferos silvestres, animales domésticos y al humano. La gran riqueza de mamíferos silvestres en la zona de estudio y la presencia de ganado de bovino y ovino en la zona de estudio favorecen la transmisión de los ectoparásitos entre las especies silvestres y domésticas.

3.6. Literatura citada

- Anderson, K, Ezenwa, VO, & Jolles, AE 2013, Tick infestation patterns in free ranging African buffalo (*Syncercus caffer*): Effects of host innate immunity and niche segregation among tick species', *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, vol. 2, pp. 1-9.
- Bai, Y, Rizzo, MF, Álvarez, D, Morán, D, Peruski, LF, & Kosoy, MI 2015, 'Coexistence of *Bartonella henselae* and *B. clarridgeiae* in populations of cats and their fleas in Guatemala', *Journal of Vector Ecology*, vol. 40, pp. 327-332.
- Baneth, G 2014, 'Tick-borne infections of animals and humans: a common ground', *International Journal for Parasitology*, vol. 44, pp. 591-596.
- Bush, AO, Lafferty, K D, Lotz, JM, & Shostakil, AW 1997, 'Parasitology meets ecology on its own terms', *Journal Parasitology*, vol. 83, pp. 575-583.
- Conçado, P, Faccini, J, Herrera, HM, Tavares, LE, Maurão, GM, Piranda, EM, Paes, RC, Ribeiro, CC, Borghesan, TC, Piacenti, AK, Kinas, MA, Santos, CC, Ono TM & Paiva, F 2013, Host-parasite relationship of ticks (Acari: Ixodidae and Argasidae) and feral pigs (*Sus scrofa*) in the Nhecolândia Region of the Pantanal wetlands in Mato Grosso do Sul. *Parasitology*. <http://dx.doi.org/10.5402/2013/610262>.
- da Silva, V, Valério, M, Cayeiro, B, Giquelin, W, Pinheiro, N, Werner, W, Cavalcante, J, & Andreotti, R 2017, 'Life cycle and parasitic competence of *Dermacentor nintens* Neumann, 1897, (Acari; Ixodidae) on different animal species', *Ticks and Tick-borne Diseases*, vol. 8, pp. 379-384.

- Delabra, VG, Fragoso, S, Bello, FR, Martínez, IF, Ortiz, EM, Ortiz, NA, Osorio, JM, Santamaria, VM, & Soberanes CN 1996, Manual de identificación de las especies de garrapatas de importancia en México. Ed. SAGAR-IICA-CNPA.
- Do Nascimento, V, Piovezan, U, Alves, AH, Fonseca, C, Miragaia, H, & Szabó, J 2014, 'Feral pigs as hosts for *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae) populations in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil', *Experimental and Applied Acarology*, vol. 64, pp. 393-406.
- Fonseca, OC, do Nascimento, RV, Castro, RA, Vilela, dos RNH, M, MM, Oliveira, PJ, Yokosawa, J, Szabó, J 2016, '*Amblyomma sculptum* (*Amblyomma cajennense complex*) tick population maintained solely by domestic pigs', *Veterinary Parasitology: regional studies and reports*, vo. 6, pp. 9-13.
- Estrada-Peña, A, Guglielmone, AA, & Mangold, AJ 2004, 'The distribution and ecological preferences of the tick *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae), an ectoparasite of human and other mammals in the Americas', *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, vol. 98, pp. 283-292. DOI: 10.1179/000349804225003316.
- García, E 1990, Carta IV.4.10. Clima. Atlas Nacional de México. UNAM, Instituto de Geografía. Escala 1:4 000 000. México, D.F. México.
- Greiner, EC, Humphrey, PP, Belden, RC, Frankenberger, WB, Austin, DH, & Gibbs, EP.1984, 'Ixodid ticks on feral swine in Florida', *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 20, no. 2, pp. 114-119.
- Guzmán-Cornejo, C, Robbins, RG, Guglielmone, AA, Montiel-Parra, G, Rivas, G, & Pérez, TM 2011, 'The *Amblyomma* (Acari: Ixodida: Ixodidae) of Mexico: identification key's distribution and hosts', *Zootaxa* 2998, 16-38.
- Guzmán-Cornejo, C, Robbins, RG, Guglielmone, AA, Montiel-Parra, G, Rivas, G, & Pérez, TM 2016, 'The *Dermacentor* (Acari, Ixodida, Ixodidae) of Mexico: hosts, geographical distribution and new records', *ZooKeys*, vol. 569, pp.1-22.

- Illoldi-Rangel, P, Rivaldi, C-L, Sissel, B, Trout, R, Gordillo-Pérez, G, Rodríguez Moreno, A, Williamson, P, Montiel-Parra, G, Sánchez-Cordero, V, & Sarkar, S 2012, 'Species distribution models and ecological suitability analysis for potential tick vectors of Lyme diseases in Mexico', *Journal of Tropical Medicine*.
- Jaworski, CD, Chen, C, Nair, DSA, & Ganta, RR 2017, 'Amblyomma americanum ticks infected with in vitro cultured wild-type and mutants of *Ehrlichia chaffeensis* are competent to produce infection in naïve deer and dogs', *Ticks and tick-borne Diseases*, vol. 8, pp. 60-64.
- Kreeger, TJ 1997, Handbook of wildlife chemical immobilization. International Wildlife Veterinary Services Incorporated, Laramie, Wyoming, USA. 342 p.
- Martínez, E & Galindo-Leal, C 2002, 'La vegetación de Calakmul, Campeche, México. Clasificación, descripción y distribución', *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, vol. 71, pp. 7-32.
- Merril, MM, Boughton, KR, Lord, CC, Sayler, AK, Wight, B, Anderson, MW, & Wiseley, MS 2018, 'Wild pigs as sentinels for hard ticks: A case study from south-central Florida', *International Journal for Parasitology: Parasites and wildlife*, vol. 7, pp. 161-170.
- Mukul-Yerves, J M, Zapata-Escobedo, MR, Montes-Pérez, RC, Rodríguez-Vivas, RI, y Torres-Acosta, JF 2104, 'Parásitos gastrointestinales y ectoparásitos de ungulados silvestres en condiciones de vida libre y cautiverio en el trópico mexicano', *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 5, no. 4, pp. 459-469.
- Peniche-Lara, G, Dzul-Rosado, K, Osorio, C, & Zavala-Castro, J 2015, '*Rickettsia typhi* in rodents and *R. felis* in fleas in Yucatán as a possible causal agent of undefined febrile cases', *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, vol. 57, pp. 129-132.
- Reyes-Novelo, E, Ruíz-Piña, H, Escobedo-Ortegón, J, Rodríguez-Vivas, RI, Bolio-González, M, Polanco-Rodríguez, A, & Manrique-Saide, P 2011, 'Current status

- and perspectives for the study of emergent, reemergent and neglected zoonotic diseases in the Yucatan Peninsula, Mexico', *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 14, pp. 35-54.
- Romero-Castañón, S, Ferguson, BG, Güris, D, González, D, López, S, Paredes, A, & Weber, M 2008, 'Comparative parasitology of wild and domestic ungulates in the Selva Lacandona, Chiapas, México', *Comparative Parasitology*, vol. 75, no. 1, pp. 115-126.
- Robbins, RG, Karesh, WB, Painter, RE, & Rosenberg, S 1988, 'Ticks of the genus *Amblyomma* (Acari:Ixodida:Ixodidae) from White-lipped peccaries *Tayassu pecari*, in the northeastern Bolivia, with comments on host specificity', *Entomological News*, vol. 109, no. 3, pp. 172-176.
- Rodríguez-Vivas, RI, Ojeda-Chi, MM, Rosado-Aguilar, JA, Trinidad-Martínez, IC, Torres-Acosta, JF, Ticante-Pérez, V, Castro-Marín, JM, Tapia-Moo, CA, & Vázquez-Gómez, G 2013, 'Red deer (*Cervus elaphus*) as a host for the cattle tick *Rhipicephalus mcroplus* (Acari: Ixodidae) in Yucatan, Mexico', *Experimental Applied Acarology*, vol. 60, pp. 534-562.
- Rodríguez-Vivas, RI, Apanaskevich, DA, Ojeda-Chi, MM, Trinidad-Martínez, I, Reyes-Novelo, E, Esteve-Gassent, MD, & Pérez de León, AA 2016, 'Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico', *Veterinary Parasitology*, vol. 215, pp. 106-113.
- Severud, WJ, & DelGiudice, GD 2016, 'Potential vertical transmission of winter ticks (*Dermacentor albipictus*) from moose (*Alces americanus*) dams to neonates', *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 52, no. 1, pp. 186-188.
- Solís-Hernández, A, Rodríguez-Vivas, RI, Pérez-Barrera, MA, & Apanaskevich, DA 2015, '*Ixodes Affinis* (Acari: Ixodidae) en perros de comunidades rurales de Yucatán, México: Prevalencia, abundancia y factores asociados', *Revista Veterinaria México*, vol. 2, no. 3, pp.1-9.

Scott, JD, & Durden, LA 2015, 'First record of *Amblyomma rotundatum* tick (Acari: Ixodiade) parasitizing a bird collected in Canada', *Systematic and Applied Acarology*, vol. 20, no. 2, pp. 155-161.

Villalobos-Cuevas, VA, Weber, M, Lareschi, M, y Acosta, R 2016, 'Pulgas parásitas de mamíferos pequeños y medianos de Calakmul, Campeche, México y nuevos registros de localidades', *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 87, pp. 1372-1378.

West, G, Heard, D, & Caulkett, N 2007, Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia. In: Padilla, L. & J.C. Ko', *Non-domestic suis*. Blackwell Publishing, 694 pp.

CONCLUSIONES GENERALES

Los Suiformes en las comunidades rurales de las Áreas Naturales Protegidas de Campeche, México, son importantes por el aprovechamiento que realizan los habitantes y el impacto que tienen en los ecosistemas y en las poblaciones de animales silvestres. Entre las especies de Suiformes presentes en la zona de estudio son el cerdo doméstico, el cerdo asilvestrado, pecarí de collar y el pecarí de labios blancos. De estas especies el cerdo doméstico es el más ampliamente explotado por las familias, en tanto que las otras especies representan fuente de carne cuando son cazadas en las ANPs o bien cuando se crían en cautiverio, como es el caso del pecarí de collar.

La presencia del cerdo doméstico Por las condiciones de pobreza en que viven las familias de las zonas de amortiguamiento de las ANP tienen a los cerdos domésticos como estrategia de modo de vida, la cual se considera valiosa por los tomadores de decisiones, porque se produce carne, que de otra manera se obtendría de la caza de Suidos silvestres. Por la existencia de ecosistemas naturales muy próximas a las comunidades, la crianza de cerdos domésticos es de tipo extensivo o que deambulan alrededor de la vivienda en busca de alimentos y agua; aunque por las regulaciones de las comunidades se promueve la crianza en confinamiento, pero no es por el daño que se causa a los ecosistemas, más bien, es por el daño a los cultivos y las fuentes de aguas. Con base a los resultados, se registró que las familias tuvieron preferencia por el cerdo doméstico criollo, dentro de estos cerdos criollos existe una raza local que se le conoce como cerdo pelón mexicano. El cerdo pelón es muy rústico y se prefiere porque no es afectado por los parásitos externos, además del valor sociocultural que representa para la cultura Maya. Para los cerdos domésticos en general y pecaríes en cautiverio, las familias dan un manejo local muy característico, que consiste de una alimentación con plantas forrajeras nativas, desperdicios de cocina y subproductos de las cosechas agrícolas. Además, con la crianza de suidos en cautiverio existe un uso intensivo de la vegetación natural de los bosques y de las parcelas agrícolas, por la recolección de plantas como fuente de alimentos. El mantener las razas locales de cerdos domésticos

en sistemas tradicionales no solo ayuda *per se* a su conservación, sino que refuerza el valor cultural y ayuda a mantener la diversidad genética de las razas criollas de México.

La estructura de la producción del cerdo doméstico en el estudio fue dependiente de la experiencia de los productores, el tamaño de la piara, la producción de lechones, la tierra para el cultivo del maíz, el acceso a grano de maíz y alimento comercial, así como del mercado de la carne de cerdo. El aporte más importante de esta información es que en los sistemas locales de crianza de cerdos se sigue una lógica para producir, donde es importante la escala de producción, el cerdo local, el acceso a insumos y el aporte de carne a la unidad de producción y al mercado.

Los productores no tienen acceso a ningún tipo de apoyo para la producción de cerdos, lo que la identifica como la típica porcicultura tradicional de subsistencia y a pequeña escala. La escasa tecnología en los sistemas tradicionales de producción, representa una oportunidad para que los productores de la región incorporen especies de suidos silvestres, como el pecarí de collar, el cual tiene menos exigencias en el manejo y se adapta a las condiciones de cautiverio en los solares de las casas.

Para el caso del cerdo asilvestrado, este representa una alternativa para obtención de proteína para las familias campesinas. La cacería del cerdo asilvestrado en el área de influencia de la ANP Laguna de Términos es la medida más eficaz para su control y al mismo tiempo los productores protegen los cultivos y obtienen carne. Sin embargo, desde el punto de vista de la conservación, la presencia de esta especie es considerada como una amenaza a los ecosistemas y a la fauna silvestre. La alta capacidad de adaptación y dispersión del cerdo asilvestrado a diferentes ambientes, lo hace una especie altamente competitiva y con riesgos de que desplace a los pecaríes silvestres. Además, por su amplio rango de alimentación, el cerdo asilvestrado puede fungir como depredador de semillas o bien dispersar vegetación secundaria o especies introducidas, como la palma africana.

La forma tradicional de la crianza de cerdos domésticos y la distribución de los cerdos asilvestrados en las ANP, quizás no es bien vista por los encargados de aplicar los planes de manejo, por la convivencia que se da con las especies de suidos y fauna silvestre, sobre todo en el uso de fuentes de agua y en las áreas de pastoreo. En la interacción entre las poblaciones de cerdos domésticos, cerdos asilvestrados y pecaríes puede existir contagio de enfermedades y parásitos. Los resultados de este estudio indicaron que los Suiformes son hospederos importantes en el ciclo de vida de los ectoparásitos (garrapatas). Los pecaríes en vida silvestre son un factor predisponente para mantener a las poblaciones de garrapatas, tanto en mamíferos silvestres, como en ganado doméstico. En este trabajo se identificaron garrapatas que son reportadas como reservorios de enfermedades transmisibles al humano y a los animales domésticos y silvestres. Es importante continuar con estudios de epidemiología de las enfermedades trasmisibles por las garrapatas para identificar los efectos patógenos en las poblaciones animales.