



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Densidad poblacional y distribución de la especie invasora *Sus scrofa* y su uso de hábitat en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare

Erika Alexandra Guerrero Cárdenas

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Área Curricular de Biología
Bogotá, Colombia
2020

Densidad poblacional y distribución de la especie invasora *Sus scrofa* y su uso de hábitat en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare

Erika Alexandra Guerrero Cárdenas

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Ciencias-Biología

Directora:

Olga Lucia Montenegro Diaz Ph.D.

Línea de Investigación:

Manejo y Conservación de Vida Silvestre

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias. Área Curricular de Biología
Bogotá, Colombia

2020

A mi madre, Lisandra

*"Carpe diem. Seize the day, boys. Make your
lives extraordinary."*

Dead Poets Society

X

Agradecimientos

Agradezco a mi madre Lisandra Cárdenas y a mi familia por su apoyo incondicional, a mi tutora Olga Lucia Montenegro por su comprensión y guía sin importar las adversidades, a la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá por ser mi alma mater, y a la sede Orinoquia por el apoyo financiero. A la señora Libia Parales y a la Reserva Hato La Esperanza por ser mi apoyo y segunda familia en campo. A las fincas de Juan Pancho y Nápoles por permitirme trabajar en sus predios. A Laura Maria Miranda Cortes directora de la Fundación Cunaguaro de Casanare, por su importante aporte en la investigación. Finalmente, a todos aquellos que de alguna u otra forma me apoyaron en la realización de esta meta.

Resumen

A nivel mundial, el cerdo (*Sus scrofa*) en estado feral ha demostrado ser una especie altamente invasora que puede generar fuertes efectos sobre ecosistemas naturales. En Colombia, el cerdo fue introducido en el siglo XVI y en la actualidad es parte de la producción pecuaria del país, bajo estándares técnicos. Sin embargo, en varias zonas rurales del país, existe una forma de manejo artesanal de cerdos domésticos, que ha facilitado el proceso de feralización, es decir, la formación de poblaciones asilvestradas que co-existen con la fauna silvestre. Una de las regiones donde se ha dado este proceso es la Orinoquia colombiana, en donde es común que los cerdos se dejen en libertad alrededor de las fincas. Aunque es común observar poblaciones asilvestradas de cerdos en esta región y de que se ha avanzado en su conocimiento, es relevante aportar nueva información sobre su abundancia y uso de hábitat. Este estudio buscó conocer la distribución, densidad y el uso de hábitat del cerdo feral en municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Se hicieron conteos de individuos mediante los transectos lineales, registrando la distancia perpendicular al transecto, la composición de grupos y los tipos de cobertura vegetal donde se encontraban los animales. Adicionalmente se realizaron encuestas en la región sobre la distribución de los cerdos ferales y se obtuvieron otros registros de trabajos previos en la zona para modelar la distribución potencial de los cerdos en el departamento de Casanare. Se estimó una densidad de 10.615 ind/km², presentando una preferencia por los hábitats asociados a los cuerpos de agua (esteros y bosques de galería). La distribución potencial abarca aproximadamente 7 de los 19 municipios del departamento. Varios factores climáticos y de hábitat estuvieron asociados a su distribución. Las poblaciones de cerdo ferales en Casanare reflejan su cualidad de ser una especie ubicua y muy adaptable.

Palabras clave: especie invasora, cerdo feral, densidad poblacional, uso de hábitat, distribución.

Abstract

Globally, feral pigs (*Sus scrofa*) have proven to be a highly invasive species able to generate strong effects on natural ecosystems. In Colombia, pigs were introduced in the sixteenth century and today they are part of livestock production within the country under technical standards. However, in several rural areas of the country, there is a rustic management of domestic swine, which has facilitated the process of feralization, ie, the formation of feral populations that co-exist with wildlife. One of the regions where this process is ongoing is the Colombian Orinoco, where it is common for pigs to be released around farms. Although it is common to observe feral pig populations in this region, and that there are advances in their study, it is relevant to provide new information on their abundance and habitat use. The purpose of this study sought to better understand the distribution, density and habitat use of the feral pig at the municipality of Paz de Ariporo, Casanare. Individual counts were done using the line transect, recording the perpendicular distance to the transect, groups composition and types of vegetation where the animals were. Additionally, surveys were made in the region for the distribution of feral pigs and other records were obtained from previous work in the area to model the potential distribution of pigs in the department of Casanare. A density of 10,615 ind / km² was obtained, showing a preference for habitats associated with water bodies (estuary and gallery forests). Potential distribution covers about 7 of the 19 municipalities of the department. Several climate and habitat factors were associated with distribution. The populations of feral pigs in Casanare reflect their quality of being a ubiquitous and highly adaptable species.

Keywords: invasive species, feral hog, population density, habitat use, distribution.

Contenido

	Pág.
Resumen	VIII
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XIII
Introducción General.....	15
1. Capítulo. Densidad poblacional del cerdo feral <i>Sus scrofa</i> en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare	19
1.1 Introducción	19
1.2 Métodos	23
1.2.1 Area de estudio.....	23
1.2.2 Estimación de la Densidad Poblacional.....	24
1.3 Resultados	25
1.4 Discusión	27
1.5 Bibliografía.....	29
2. Capítulo. Uso de hábitat de las poblaciones ferales del cerdo <i>Sus scrofa</i> en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare	36
2.1 Introducción	36
2.2 Métodos	39
2.2.1 Area de estudio.....	39
2.2.2 Uso de hábitat.....	39
2.3 Resultados.....	41
2.4 Discusión	42
2.5 Bibliografía.....	45
3. Capítulo. Distribución potencial de cerdos ferales <i>Sus scrofa</i> en el departamento de Casanare	51
3.1 Introducción	51
3.2 Métodos	55
3.2.1 Area de estudio.....	55
3.2.2 Modelamiento de distribución.....	55
<i>Datos de la presenciade la especie</i>	55
<i>Modelo de distribución</i>	55
3.3 Resultados.....	58
3.4 Discusión	61

3.5	Bibliografía	64
4.	Síntesis Final. Conclusiones y Recomendaciones	71
4.1	Conclusiones	71
4.2	Recomendaciones	72
	Bibliografía	73

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Ubicación geográfica a nivel departamental y municipal del área de estudio.	24
Figura 1-2: Curva de probabilidad de detección para <i>Sus scrofa</i> en Paz de Ariporo, Casanare.	26
Figura 1-3: Densidad (Ind/Km ²) de la especie en las diferentes coberturas vegetales. Bosque (B): 2.50, Sabana (S): 2.75 y Estero (E): 3.71.....	26
Figura 1-4: Estructura de la población de cerdos ferales (<i>Sus scrofa</i>) en la zona de estudio.	27
Figura 2-1: Mapa de coberturas vegetales (Estero, Bosque y Sabana) presentes en el área de estudio con base en información proporcionada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con la ubicación de los transectos.	40
Figura 3-1: Mapa de distribución potencial de <i>Sus scrofa</i> en el departamento Casanare. La escala de color indica la probabilidad de tener las condiciones ambientales adecuadas para la especie. Los puntos negros indican los registros usados.....	58
Figura 3-2: Coeficiente de Pearson. Se muestra la matriz con los coeficientes de correlación. Entre más intensidad del color, ya sea azul o rojo, mayor es la correlación. Colores tenues significan correlación baja; el tamaño de los círculos está asociado al valor absoluto de correlación.....	59
Figura 3-3: Variables ambientales seleccionadas para el modelamiento.....	60

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Modelos de detección para <i>Sus scrofa</i> en Paz de Ariporo, Casanare.....	25
Tabla 1-2: Modelo Half-normal Cosine. Esfuerzo de muestreo (L), la tasa de encuentro (n/L), criterio de información Akaike (AIC), el área efectiva (ESW), la densidad de población (D).....	25
Tabla 2-1. Valores de Chi cuadrado para los avistamientos del cerdo en las tres coberturas vegetales ($P < 0.05$). $X^2 = 950.4$ mayor al crítico (5.99), $gl = 2$, $n = 130$	42
Tabla 2-2: Intervalos de Bonferroni para cada cobertura vegetal ($\alpha = 0.05$). *Proporciones observadas son mayores que las esperadas: preferencia	42
Tabla 3-1: Listado de las localidades donde se tiene registro de la presencia del cerdo en el departamentos de Casanare. * Reservas de la Sociedad Civil.	56
Tabla 3-2: Listado de variables ambientales WORDCLIM (http://www.worldclim.org/bioclim), usadas en el modelo de distribución	57
Tabla 3-3: Porcentaje de contribución de las variables en la distribución del cerdo (<i>Sus scrofa</i>)	66

Introducción General

Una especie exótica invasora es un organismo o parte de él (gametos o propágulos), que puede sobrevivir y reproducirse fuera de su rango de distribución original (Occhipinti-Ambrogi & Galil, 2004; Matthews, 2005). La invasión de especies puede considerarse como una manipulación ecológica no planeada que afecta la distribución espacial de las poblaciones nativas, la estructura de la comunidad y la fuerza de las interacciones interespecíficas (Williamson & Fitter, 1996). Las invasiones biológicas han sido mediadas principalmente por el crecimiento de la población humana y su dispersión a través de los medios de transporte, el comercio y el turismo (Gómez-Valencia *et al.*, 2010)

La presencia de especies exóticas invasoras es considerada como una de las mayores amenazas para la conservación de especies, hábitat y procesos ecológicos (Solís-Cámara *et al.*, 2009). La fauna introducida es responsable de un elevado número de extinciones y de otros daños ambientales, que se presentan de manera exacerbada en regiones insulares (Bolen & Robinson, 2003, Wilson *et al.*, 1992), como consecuencia de la depredación, la competencia, la alteración del hábitat, el sobre-pastoreo y los daños al suelo. Además de los impactos directos, las especies exóticas acarrear numerosos efectos indirectos que pueden ocasionar cambios en las comunidades y en los ecosistemas, siendo los más comunes, la introducción de semillas, propágulos, enfermedades, endo y ectoparásitos y desequilibrio en las redes tróficas (Solís-Cámara *et al.*, 2009).

En lo referente a invasiones por vertebrados terrestres, la información de este proceso invasivo y de las especies introducidas en Colombia no ha sido documentada de manera exhaustiva (Baptiste & Múnera, 2010). A pesar de eso, en Colombia existen muchas especies de vertebrados introducidos, algunas han formado poblaciones ferales o asilvestradas. Entre ellas se encuentran gatos, perros, vacas, caballos y cerdos; aunque son notables también otras especies tales como la rana toro (Rueda-Almonacid, 1999), la

hormiga loca (*Paratrechina fulva*) (Vargas *et al.*, 2004) y las abejas africanizadas. No obstante, con la excepción de la rana toro, la situación con casi todas estas especies no tiene suficiente documentación.

Una de las muchas especies exóticas introducidas en Colombia es el cerdo doméstico o cerdo feral (*Sus scrofa*), el cual ha formado poblaciones asilvestradas o ferales en varias regiones del país (Gómez-Valencia *et al.*, 2010). En muchos países, esta especie ha mostrado ser una de las especies más peligrosas por su potencial invasor y la severidad de su impacto sobre la diversidad biológica y/o las actividades humanas (Lowe *et al.*, 2004). Los cerdos introducidos que han formado poblaciones asilvestradas, son considerados la especie más perjudicial al nivel mundial debido a su gran capacidad invasiva y sus efectos perjudiciales sobre los ecosistemas (Ditchkoff & West, 2007; Vitousek *et al.*, 1996).

El cerdo feral, es un mamífero exótico con amplia distribución, y es considerado como factor de disturbio de los ecosistemas naturales. A escala mundial es reconocida como una de las principales especies invasoras dentro del Programa Global de Especies Invasoras (2008). La distribución histórica de este ungulado perteneciente al Orden Artiodactyla, Familia Suidae y Subfamilia Suinae, integra Europa, Asia y el norte de África, pero actualmente se encuentra también en el continente americano, Australia, Nueva Zelanda y en otras muchas islas del planeta. Su presencia en localidades alejadas de su distribución original, se debe a las introducciones que se han realizado en la mayor parte de los casos de manera voluntaria, y con frecuencia, con individuos de la variedad doméstica o resultado de cruces entre jabalíes y cerdos (Rosell *et al.*, 2001).

Los cerdos asilvestrados son omnívoros y oportunistas (Saunders *et al.*, 1991), además del impacto que pueden causar en un ecosistema debido a sus hábitos alimentarios, pueden alterar los suelos por el acto de hozar y revolverlo, modificando la estructura de la vegetación herbácea y los procesos de regeneración (Bratton, 1975; Kotanen, 1995). Entre sus efectos se encuentran, reducción de abundancia de árboles nativos, disminución de la cobertura de hojarasca y del número de artrópodos del suelo; promoción en el establecimiento de malezas, aceleran procesos erosivos y promueven el lavado de nutrientes del suelo (Diong, 1982; Vtrov, 1993). Asimismo, los sitios con alteraciones por efecto de los cerdos se han asociado con la dispersión de *Phytophthora*

cinnamomi, un hongo parásito de raíces (Auld & Tisdell, 1986) También, al revolcarse en el lodo, los cerdos pueden aumentar los sitios con aguas estancadas aptas para la reproducción de mosquitos vectores de enfermedades (Diong, 1982), e incluso ser potenciales portadores y transmisores de enfermedades (Pech & Hone, 1988).

La forma de manejo artesanal de cerdos domesticados en algunas zonas rurales del país, ha facilitado este proceso de feralización. Una de las regiones en donde ha ocurrido este proceso es la Orinoquia colombiana. La Red de Información sobre Especies Invasoras (I3N) de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN), para Colombia (<http://ef.humboldt.org.co/>), posee escasa información sobre el cerdo en el país. Dentro de la información se establece que uno de los ambientes preferenciales de invasión del cerdo son las sabanas naturales en los Llanos Orientales, aunque posee ocurrencias en el Amazonas y en Cundinamarca. Se establece que transmiten varias enfermedades (brucelosis, pseudorabiam leptospirosis, entre otras), así como parásitos por consumo de carne mal cocida. El cerdo se relaciona con la pérdida de cultivos generando un impacto económico. El control físico que se le da al cerdo es la cacería de control, aunque también han recurrido al control químico mediante envenenamiento con Monofluoroacetato de Sodio. Se registra también que se hacen actividades de prevención mediante educación y concienciación dirigida a propietarios y criadores de cerdos con el fin de que comprendan los posibles impactos de esta especie y se realicen mejores condiciones de encierros para evitar que los cerdos escapen del confinamiento.

Aunque el cerdo está reportado para la región de la Orinoquia, enmarcada en los departamentos específicos de Casanare y Arauca, los reportes solo han sido de carácter informal por parte de los pobladores y diferentes organizaciones que trabajan en la región, como la Fundación Cunaguaro, la Fundación Omacha y la Corporación Autónoma Regional Corporinoquia, pero que no tienen estudios específicos donde la el cerdo sea el punto focal.

Es importante obtener información sobre la el cerdo en el país, ya que, por su carácter invasor, se desconoce los efectos en relación con la interacción con especies silvestres o nativas, se necesita información sobre el impacto ecosistémico y en general sobre su ecología para que permitan la toma de decisiones adecuadas en planes de manejo (Ojasti, 2000).

No existe una valoración objetiva sobre el estado del cerdo en esta región, por lo que con este estudio se pretende dar un primer acercamiento al conocimiento de los cerdos ferales para Colombia, enfocado hacia la región de la Orinoquia. Se establecieron tres preguntas de investigación enfocadas a tres aspectos ecológicos: Densidad, Uso y Preferencia de hábitat y Distribución, parámetros muy importantes para la toma de decisiones referentes a las poblaciones (Sutherland, 2000). Las preguntas planteadas fueron ¿Cuál es la densidad poblacional del cerdo feral?, ¿Cómo es el uso de hábitat por parte de las poblaciones ferales del cerdo? y si ¿existe alguna preferencia de hábitat? y la última ¿Cómo es la distribución del cerdo feral dentro del departamento de Casanare? Para dar solución a estas preguntas, durante el año 2012 se realizaron conteos y registro de individuos, junto con los hábitats asociados con su presencia, determinando un estimado general de la densidad del cerdo y evaluando el uso general de tres tipos de cobertura por parte del mismo, en un área determinada, en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare. Adicionalmente se buscó generar un mapa de distribución del cerdo feral a nivel departamental con información de la presencia del cerdo en el departamento de Casanare.

En este documento se abordarán cada uno de los aspectos de estudio por separado, representados en tres capítulos, donde se explican de mejor manera los fundamentos teóricos, los métodos aplicados y los resultados obtenidos para dar solución a las preguntas de investigación propuestas para este estudio.

1. Capítulo: Densidad poblacional del cerdo feral *Sus scrofa* en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare

1.1 Introducción

La diversidad de especies y sus densidades, son los parámetros clave en la definición de las propiedades de los ecosistemas naturales, tales como la estabilidad, la invasión, el funcionamiento de los ecosistemas y la prestación de servicios ecosistémicos (Naeem *et al.*, 1994; Costanza *et al.*, 1997; Chapin *et al.*, 1998; Shea & Chesson, 2002). Una reducción o el cambio en la densidad de especies o de la diversidad se prevé que reduce la integridad del ecosistema (Naeem *et al.*, 1994; Balmford *et al.*, 2002; Balvanera *et al.*, 2006). Registrar la presencia de especies es el primer paso necesario para cualquier plan de acción de conservación o manejo, esto permite a los investigadores determinar las características del ecosistema con referencia a zonas eco-geográficas similares. Al comparar la información sobre la composición de las comunidades, conjuntos de especies y las densidades de especies, proporciona una indicación del funcionamiento de los ecosistemas, así como información importante en términos ecológicos y procesos evolutivos (McNeely, 2006). Para el manejo eficaz y la conservación de las poblaciones de fauna silvestre, la información sobre conjuntos de especies, así como estimaciones fiables del tamaño de las poblaciones, se necesitan para planificar, ejecutar y evaluar las estrategias de manejo de la tierra o para medidas de conservación medidas (Caughley & Sinclair, 1994).

El cerdo feral (*Sus scrofa*), es un mamífero exótico con amplia distribución, y es considerado como factor de disturbio de los ecosistemas naturales. A escala mundial es reconocida como una de las principales especies invasoras dentro del Programa Global de Especies Invasoras (2008).

La distribución histórica de este ungulado perteneciente al Orden Artiodactyla, Familia Suidae y Subfamilia Suinae, integra Europa, Asia y el norte de África, pero actualmente se encuentra también en el continente americano, Australia, Nueva Zelanda y en otras muchas islas del planeta. Su presencia en localidades alejadas de su distribución original, se debe a las introducciones que se han realizado en la mayor parte de los casos de manera voluntaria, y con frecuencia, con individuos de la variedad doméstica o resultado de cruces entre jabalíes y cerdos (Rosell *et al.*, 2001).

Los cerdos han sido introducidos en prácticamente todo el mundo como ganado doméstico; sin embargo, es común que algunos grupos escapen del cuidado humano o sean liberados intencionalmente, convirtiéndose en animales asilvestrados e impactando de manera importante a los ecosistemas naturales. En Australia, por ejemplo, se ha reportado que depredan sobre especies en peligro, modifican el hábitat y compiten con las especies nativas por alimento (Hone, 2002; Miller & Mullette, 1985).

Los cerdos asilvestrados son omnívoros y oportunistas (Saunders *et al.*, 1991), además del impacto que pueden causar en un ecosistema debido a sus hábitos alimentarios, pueden alterar los suelos por el acto de hozar y revolverlo, modificando la estructura de la vegetación herbácea y los procesos de regeneración (Bratton, 1975; Kotanen, 1995). Entre sus efectos se encuentran, reducción de abundancia de árboles nativos, disminución de la cobertura de hojarasca y del número de artrópodos del suelo; promoción en el establecimiento de malezas, aceleran procesos erosivos y promueven el lavado de nutrientes del suelo (Diong, 1982; Vtrov, 1993). Asimismo, los sitios con alteraciones por efecto de los cerdos se han asociado con la dispersión de *Phytophthora cinnamomi*, un hongo parásito de raíces (Auld & Tisdell, 1986). También, al revolcarse en el lodo, los cerdos pueden aumentar los sitios con aguas estancadas aptas para la reproducción de mosquitos vectores de enfermedades (Diong, 1982), e incluso ser potenciales portadores y transmisores de enfermedades (Pech & Hone, 1988).

Los cerdos alteran los ciclos de nutrientes, el crecimiento de árboles, reducen la diversidad de especies de plantas, favorecen la dispersión de especies de plantas invasoras (Sierra, 2001b), afectan las propiedades del suelo (Sierra, 2001a), depredan fauna y flora nativa (Kotanen, 1995; Tolleson *et al.*, 1995) y compiten potencialmente con los ungulados nativos (Matthews, 2005; Seward *et al.*, 2004; Solis-Cámara *et al.*, 2009).

El potencial de competencia de los cerdos con los pecaríes está relacionado con las características de historia de vida de las dos especies, ya que se consideran equivalentes ecológicos, aunque evolucionaron independientemente. Se ha observado que la invasión de cerdos ferales tiene efectos sobre poblaciones de pecaríes, pues han causado disminución en la densidad y tamaños de manadas, incremento en las áreas de acción y de las áreas nucleares y solapamiento de nicho trófico (Gabor & Hellgren, 2000; Desbiez & Keuroghlian, 2009; Desbiez *et al.*, 2009).

Sanguinetti & Pastore (2016), realizaron una revisión de las abundancias y los resultados de medidas de manejo del cerdo, en los distintos biomas y ambientes del mundo, tanto en su condición nativa como exótica. Encontraron registros de 34 países con presencia del cerdo y establecen una densidad promedio de 7 individuos/km².

Como especie invasora los cerdos son muy exitosos para establecerse y progresar en vida silvestre debido a sus características de historia de vida, tales como alta tasa reproductiva, tamaño corporal grande y uso generalista de los recursos disponibles en el hábitat y en el paisaje (Graves, 1984; Gabor & Hellgren, 2000; Merino & Carpinetti, 2003). Por su capacidad reproductiva y adaptabilidad a diversos ambientes, la UICN lo ha clasificado como uno de los mamíferos más invasores en el mundo con potencialidad de alcanzar altas densidades poblacionales (Lowe *et al.*, 2000).

Los cerdos llegaron a América en 1493 y en los años posteriores pasaron con los españoles a todos los lugares en que iban a establecerse. Los cerdos llegaron a la Nueva Granada en 1536 conducidos por los soldados de Sebastián de Belalcázar (Reclus, 1893). Desde el siglo XVI se presentaron casos de grupos cimarrones que afectaban los cultivos, acequias y calles en diferentes sectores del país (Patiño, 1970) y para el siglo XVIII fueron observados en estado cimarrón y salvaje principalmente en los Llanos Orientales, particularmente a la orilla izquierda del río Meta, entre Guanapalo y Pore, donde servían de presas a grandes felinos, pero subsistían (Roulin, 1849).

En Colombia la introducción de cerdos en ecosistemas de sabanas inundables de la Orinoquía, así como en otros ecosistemas del país de regiones como el Amazonas y Cundinamarca, se ha facilitado por la forma de manejo de la tierra, ocasionando que en muchos sitios individuos de cerdos se encuentren establecidos en vida silvestre formando poblaciones asilvestradas o ferales.

En las zonas bajas, se le deja pastar libremente en los predios del propietario. Particularmente en la región de la Orinoquia (departamentos de Casanare y Arauca) se tiene como costumbre realizar liberaciones de estos cerdos en los bosques cercanos durante un tiempo mientras logran el peso deseado alimentándose de los recursos del bosque y luego son cazados para el consumo (Ramírez-Chaves *et al.*, 2011). Esto podría facilitar el establecimiento de grupos cerdos cimarrones o asilvestrados en esta región, lo que genera un impacto ecológico sobre dichos ecosistemas y sobre muchas especies silvestres, principalmente sobre las especies de cerdos nativos debido al solapamiento de nicho que pueden presentar, la gran competencia por recursos que representan y por ser posibles vectores de enfermedades (Gómez-Valencia *et al.*, 2010).

No obstante, los estudios comportamentales realizados en porcinos de producción, se han enfocado principalmente hacia los animales manejados en producciones tecnificadas y/o industriales con la intención de mejorar el bienestar y el confort animal en condiciones controladas. De tal forma que las investigaciones etológicas del cerdo en condiciones semisilvestres son virtualmente inexistentes, aún más en Colombia, donde el manejo de esta raza de cerdos se realiza de manera artesanal en la mayoría de ocasiones, por tanto, los animales son mantenidos en zonas cercanas a las casas de las fincas donde se sostienen principalmente de forrajeo activo y de sobras de cocina y/o de actividades agrícolas. En este orden de ideas, los animales han adoptado comportamientos de movilización y uso de hábitat que les permiten tener acceso a recursos silvestres de forma estacional, modificando y explotando las capacidades que en términos de historia natural han heredado de su ascendencia genética silvestre para cubrir de esta forma, sus necesidades energéticas y reproductivas principalmente (Castro, 2011).

Para la comunidad local este cerdo es aquel que, aunque mantiene una impronta de domesticación permanece libre en la sabana, sin ningún tipo de manejo por parte del hombre más que la castración a los machos adultos para posterior captura para ser utilizado con fuente de proteína para la alimentación de la comunidad (Castro, 2011).

Finalmente, se considera que el estado actual del conocimiento sobre los cerdos es incipiente, sin embargo, se pueden encontrar propuestas sobre el manejo y aprovechamiento en algunos países de Latinoamérica, propuestas que se enfocan

principalmente en ofrecer alternativas de desarrollo para pequeños productores desde la perspectiva de la soberanía alimenticia y la producción limpia (Castro, 2011).

Debido a que la documentación para esta el cerdo dentro del país no es muy completa, y a la importancia del conocimiento del estado actual de las especies invasoras, en este caso del cerdo, que información como la densidad es de gran importancia a la hora de planear e implementar estrategias de manejo para el cerdo y de conservación de las áreas en las que éste puede estar generando algún tipo de impacto hacia las especies de la fauna silvestre de la región y con el fin de hacer un primer acercamiento al conocimiento del estado de al menos una población en la Orinoquia, en este capítulo, se realiza una estimación general de la densidad de los cerdos, en un área determinada, en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare,

1.2 Métodos

1.2.1 Área de estudio

El municipio de Paz de Ariporo está situado al nor-orienté del Departamento de Casanare, uno de los cinco municipios más grandes del país. La cabecera municipal se encuentra ubicada a los 05° 33' 03" de latitud norte y 71° 53' 49" de longitud oeste sobre la troncal del llano a 90 Km. de Yopal y a 426 km de Bogotá, su altura sobre el nivel del mar es de 275 m.s.n.m. (AAMPA, 2008).

Este estudio se realizó en un área de 14.128,35 hectareas dentro de tres fincas del sitio: Reserva Natural La Esperanza, Nápoles y Juan Pancho (Figura 1-1). La zona de estudio se encuentra a 130 m.s.n.m. ubicada en la vereda Caño Chiquito del municipio de Paz de Ariporo, Casanare (5° 42' 38.1" N; 71° 14' 8.9"W), Colombia. La vegetación predominante incluye relictos de bosques de galería, pastizales nativos y foráneos, y sabanas inundables. Presenta estaciones bien definidas: la sequía entre los meses de diciembre a marzo y las lluvias (con presencia de zonas altamente inundables) entre abril y noviembre (Corporinoquia, 2008).

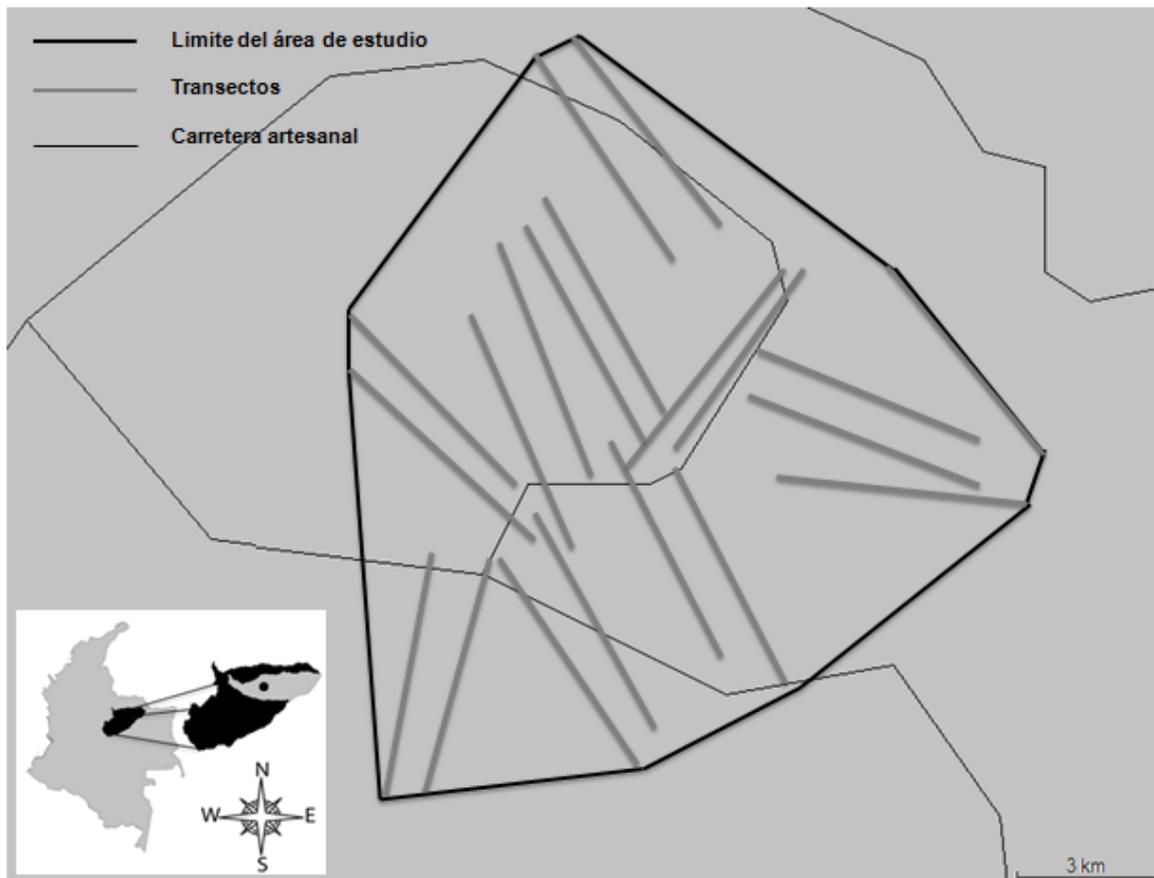


Figura 1-1. Ubicación geográfica a nivel departamental y municipal del área de estudio.

1.2.2 Estimación de la Densidad Poblacional

Se estimó la densidad poblacional de la especie a través del método de muestreo por distancias perpendiculares en transectos, por ser una técnica ampliamente usada para estimar la densidad de poblaciones biológicas (Buckland et al. 1993, Thomas et al. 2010). El muestreo por distancias consiste en realizar recorridos en una línea de transecto y contar los animales observados, midiendo la distancia entre el transecto y el sitio donde se observó el animal. Para ello se establecieron 20 transectos de 5 km al azar separados entre sí por una distancia de 1 Km (Figura 1-1). Los recorridos se hicieron entre las 05:30h y las 13:00h, entre los meses de agosto de 2012 y enero de 2013. Los transectos fueron recorridos solo una vez en cada una de las salidas de campo. En cada observación se tomó la siguiente información: número de individuos, la hora de observación, tipo de cobertura y la distancia perpendicular al transecto y adicionalmente

se tomaron datos sobre la estructura de la población (adultos, juveniles y crías) hasta donde fue posible. Se identificaron tres coberturas vegetales: estero, sabana y bosque. Cada transecto fue recorrido a pie, por dos observadores. Se calculó la densidad mediante el uso del Software DISTANCE Versión 6 (Thomas *et al.*, 2006), seleccionando el modelo que mejor se ajustó a la distribución de abundancias de las distancias perpendiculares, escogiendo la combinación con el valor más bajo en el criterio de información de Akaike (Buckland *et al.*, 2001).

1.3 Resultados

Se registró un total de 433 individuos dentro de 130 avistamientos, con un recorrido total de 300 km, una tasa de encuentro 0,44068 individuos/km y con distancias perpendiculares entre 0 a 200 metros. Se obtuvo una densidad de individuos de 10,615 individuos/km² y una densidad para grupos de 2,9668 grupos/km². El ajuste del modelo Half-normal cosine de orden 2 fue el que presentó mejor criterio de información de Akaike (AIC) (Tabla 1-1) con un ancho efectivo de banda (ESW) de 74.268 (Tabla 1-2). La curva de detección arrojada se presenta en la figura 1-2. Las coberturas de Estero y Sabana son las que presentan mayor densidad, seguidas por el Bosque (Figura 1-3).

Tabla 1-1. Modelos de detección para *Sus scrofa* en Paz de Ariporo, Casanare.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Value likelihood (Ln)	-650.68061	-645.69833	-645.21413
Akaike Information Criterion (AIC)	1303.3925	1295.4911	1296.6187

Tabla 1-2. Modelo Half-normal Cosine. Esfuerzo de muestreo (L), la tasa de encuentro (n / L), criterio de información Akaike (AIC), el área efectiva (ESW), la densidad de población (D).

Model Half-normal cosine	Estimates	% CV	Confidence interval 95%	
L	295			
n/L	0.44			
AIC	1295.49			
ESW (m)	74.26	8.68	62.565	88.161
D	10.61	14.79	7.9432	14.187 Ind.Km ²

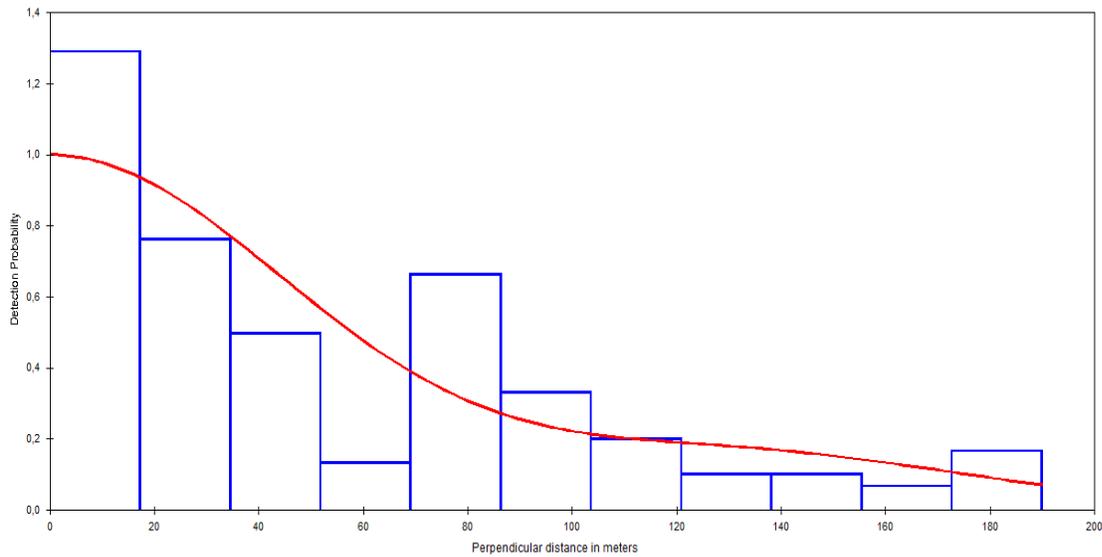


Figura 1-2. Curva de probabilidad de detección para *Sus scrofa* en Paz de Ariporo, Casanare.

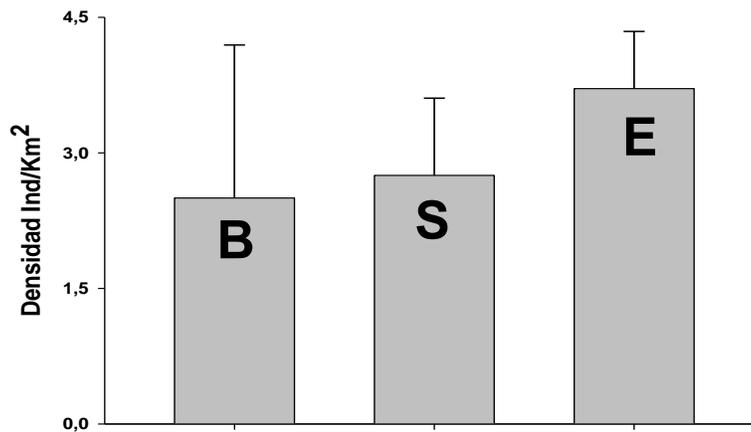


Figura 1-3. Densidad (Ind/Km²) de la especie en las diferentes coberturas vegetales. Bosque (B): 2.50, Sabana (S): 2.75 y Estero (E): 3.71.

Como información adicional, se tomaron datos sobre la composición de la población (Adultos, Juveniles y Crías) en la mayoría de registros. La composición de la población de muestreo está representada en mayor proporción por los adultos, seguidos por las crías y como último los juveniles (Figura 1-4). No se pudieron determinar los sexos de cada uno de los individuos debido mayormente al carácter esquivo de los animales.

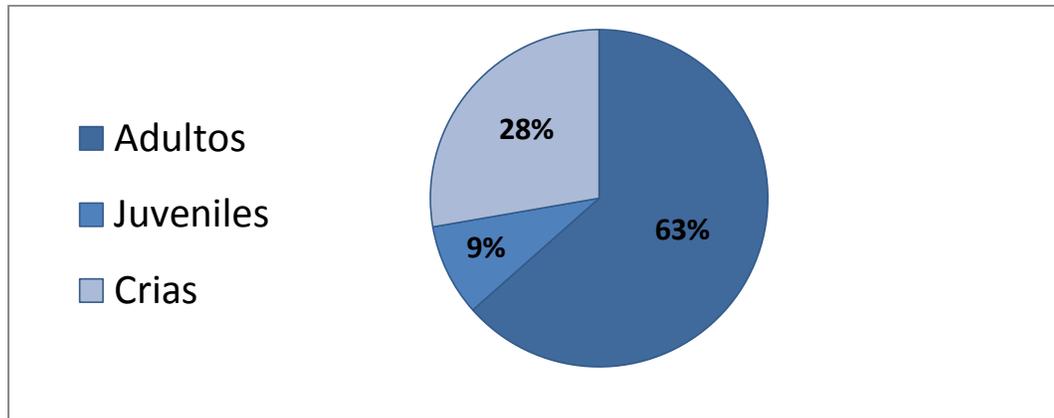


Figura 1-4. Estructura de la población de cerdos ferales (*Sus scrofa*) en la zona de estudio.

1.4 Discusión

El cerdo feral es una especie generalista de gran plasticidad, capaz de establecerse en gran variedad de hábitats alcanzando elevadas densidades. Se han reportado densidades y/o abundancias para el cerdo en diferentes países. Por ejemplo, en España se han reportado una densidad de 4 individuos/km² (Casas-Díaz *et al.*, 2011), aunque también se tienen datos de abundancias consideradas elevadas, reportadas por diferentes autores, que oscilan en un rango de 1,4 a 11,4 individuos/ 100 ha (Fernández-Lario, 1996; Rosell, 1998; Sáez-Royuela & Tellería, 1988; Purroy *et al.*, 1988; Herrero, 2002; Tellería, 1986; Herrero *et al.*, 2007). Para Alemania se estiman valores de densidad que pueden ir de 1,5 a 8 individuos/km² (Passon *et al.*, 2012). En México la abundancia del cerdo es catalogada como común, teniendo en cuenta el uso de rastros encontrados en un área (Solís-Cámara *et al.*, 2009).

El trabajo realizado por Adkins & Harveson (2007) en el Desierto de Chihuahua, Texas, reporta una densidad de 0,65 individuos/km², la que establecen como baja teniendo en cuenta que para el mismo sitio de estudio se han reportado densidades de 4,9 individuos/km² (Harveson *et al.*, 2000), 2,7 a 3,2 individuos/km² (Gabor *et al.*, 1999) y 9,5 individuos/km² (Ilse & Hellgren, 1995), siendo ésta última considerada como una densidad alta. Teniendo en cuenta estos datos, la densidad estimada en este trabajo de 10,615 individuos/km² se considera como alta para el sitio de estudio y se puede considerar que el área de estudio está cercana a presentar una hiperabundancia,

teniendo en cuenta lo establecido por Sanguinetti & Pastore (2016), quienes establecen que rangos de más de 13 individuos/km² hacen referencia a hiperabundancia. El resultado obtenido se asemeja con lo obtenido por Desbiez *et al.*, (2010) en Pantanal, Brasil, donde establece densidades para el cerdo en tres diferentes biomas, que van de 1,5 a 11,0 individuos/km², ésta última está asociada al bioma de llanura de inundación y es considerada por los autores como una densidad alta, lo cual concuerda con lo obtenido en este trabajo, donde los esteros (partes inundables de la sabana), presenta una mayor densidad (3.71 individuos/km²).

La abundancia de cerdos es variable dependiendo de las condiciones climáticas, las cuales influyen en forma directa principalmente en la producción y disponibilidad de alimento (Solís-Cámara *et al.*, 2009). El factor climático que más puede influir en la densidad de cerdos es la precipitación, como lo proponen Adkins & Harveson (2007), donde establecen que hay una relación entre el aumento de la densidad al aumentar la precipitación comparando trabajos posteriores realizados en el mismo sitio de estudio, aunque los autores sugieren la necesidad de más datos para apoyar el modelo precipitación-densidad, lo que puede resultar útil para el manejo de recursos en la predicción de la abundancia de cerdos ferales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la relación que hay entre el cerdo con la presencia de agua está documentada, siendo este recurso necesario para estos animales, que por lo general se encuentran en hábitats inundados (Desbiez *et al.*, 2009). Los cerdos salvajes sólo se establecen en climas cálidos si el suministro de agua es suficiente para permitir la supervivencia (Gingerich, 1994). Se puede evidenciar la asociación que tiene la especie por la presencia de agua (Ilse & Hellgren, 1995b; Gabor *et al.*, 1999; McIlroy, 2001) al ser la cobertura de estero la que presentó mayor densidad. La calidad del hábitat de la especie está relacionada con la disponibilidad de agua libre, la abundancia de alimentos y la cubierta vegetal (Barrett, 1982).

Las densidades de los cerdos dependen también de la disponibilidad de forraje y la presión de la caza. Se observaron aumentos en la densidad en las poblaciones en California entre 1994 (0,7 individuos/km²) y 1995 (3,8 individuos/km²) y se correlacionaron positivamente con las mayores precipitaciones y el aumento de forraje (Sweitzer *et al.*, 2000). Además, el mismo estudio informó de densidades más bajas en áreas de caza intensiva, que en áreas ligeras de caza o sin caza (Sweitzer *et al.*, 2000).

Aunque el cerdo es abundante y presenta densidades considerables, como es el caso de este estudio, se debe tener en cuenta la dificultad de detectar a los individuos, debido a que presenta un carácter esquivo, aunado a su buen olfato que les permite percibir a distancia la presencia humana y alejarse (Solís-Cámara *et al.*, 2009; Casas-Díaz *et al.*, 2011), y que utilizan la vegetación frondosa como refugio (Andersen, 1953). Este hecho, junto con la actividad crepuscular y nocturna (Fernández-Lario, 1996), dificulta su detectabilidad.

Mediante la observación directa las crías en su fase de rayones, pueden diferenciarse fácilmente de los restantes animales (juveniles y adultos). Aunque los adultos son invariablemente solitarios, y las hembras parturientas se separarán temporalmente de otros cerdos, los cerdos son animales principalmente sociales y gregarios. El grupo básico consiste en una o más hembras y sus lechones, pero otros grupos constan de las hembras jóvenes, grupos de machos jóvenes y otras combinaciones. El tamaño del grupo varía considerablemente, desde 1 - 12 o hasta 40 - 50 en las diferentes estaciones y áreas. Turbas de más de 100 se puede reunir alrededor de cuerpos de agua que quedan en las estaciones secas (Choquenot *et al.*, 1996).

Debido a la ecología única de los cerdos salvajes, y al posible efecto que puedan estar ejerciendo sobre los ecosistemas naturales del país, su manejo en la región de la Orinoquia es de gran importancia. El monitoreo a largo plazo del estado de la población ayudaría a afianzar la información y el estado del cerdo en el país. La alta densidad reportada para el cerdo feral en este estudio demuestra que es viable realizar estudios con base en el cerdo. Éste trabajo se convierte en el primer acercamiento al conocimiento del estado de la población del cerdo en el país, enfocado hacia la Orinoquía Colombiana.

1.5 Bibliografía

AAMPA. 2008. Agenda Ambiental Municipal de Paz De Ariporo 2.008 – 2.011. Estrategia De Mejoramiento de la Gestión Ambiental Territorial. Programa Gestión Ambiental y Municipal. Documento Técnico. Departamento de Casanare.

Adkins, R. & Harveson, L. 2007. Density, survival, and herd composition of a feral hog population in west Texas. *Human-Wildlife Conflicts* 2:152-160.

Andersen, J. 1953. Analysis of a Danish roe-deer population. *Danish Rev. Game Biol.* 2: 127–155.

Auld, B. & Tisdell, C. 1986. Impact assessment of biological invasions. En. *Ecology of biological invasions*. R.H. Groves y Burdon, J.J. (Eds.). Pp. 79-88. Cambridge University, Cambridge.

Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., & Turner, R. K. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297(5583), 950-953.

Balvanera, P., Pfisterer, A.B., Buchmann, N., He J-H., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. & Schmid, B. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, (2006) 9: 1146–1156.

Barrett, R. 1978. The feral hogs on the dye creek ranch, California. *Hilgardia*, 46 (9), 281–346.

Bratton, S. 1975. The effect of the European wild boar, *Sus scrofa*, on gray beech forest in the Great Smokey Mountains. *Ecology* 56: 1356-1366.

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L Borchers & L. Thomas. 2001.- Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford.

Casas-Díaz, E, Peris, A, Serrano, E, Closa-Sebastià, F, Torrentó, J, Miño, A, Casanovas, R, Marco, I, & Lavín, S. 2001. Estima de la densidad de una población de jabalí (*Sus scrofa*) mediante trampeo fotográfico: estudio piloto en Cataluña. *Galemys*, 23 (nº especial): 99-104.

Castro, T. 2011. Estudio del comportamiento, hábitos de consumo y manejo del cerdo marrano sabanero (*Sus scrofa domesticus*) en la reserva agua verde, municipio de hato corozal – Casanare. *Tabata* 1(1). p. 1-13.

Caughley, G. y A.R.E. Sinclair. 1994. *Wildlife ecology and management*. Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Chapin, FS, Sala OE, Burke IC, Grime JP, Hooper DU, Lauenroth WK, Lombard A, Mooney HA, Mosier AR, Naeem S, Pacala SW, Roy J, Steffen WL, Tilman D. 1998. Ecosystem consequences of changing biodiversity. *BioScience* 48:45–52.

Choquenot, D., McIlroy, J. & Korn, T. 1996. Managing Vertebrate Pests: Feral Pigs. Bureau of Resource Sciences, Australian Government Publishing Service, Canberra.

Corporinoquia. 2008. Agenda Ambiental Municipal de Paz de Ariporo 2008-2011, Departamento del Casanare. Estrategia de Mejoramiento de la Gestión Ambiental Territorial. Documento Técnico de Soporte. Yopal, Casanare.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.

Desbiez, A.L.J. & A. Keuroghian. 2009. Can bite force be used as a basis for niche separation between native peccaries and introduced feral pigs in the Brazilian Pantanal?. *Mammalia* 73: 369- 372.

Desbiez, A., Santos, S., 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*, 90(1):119–128.

Desbiez, A., Bodmer, R. & Tomas, W. 2010. Mammalian Densities in a Neotropical Wetland Subject to Extreme Climatic Events. *Biotropica* 42(3): 372–378 2010

Diong, Ch. 1982. Population biology and management of the feral pig (*Sus scrofa*) in Kipahulu Valley, Maui. Ph.D. Thesis, University of Hawaii, Hawaii.

Fernández-Lario, P. 1996. Ecología del jabalí en Doñana: parámetros reproductivos e impacto ambiental. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura, Cáceres.

Gabor T.M., Hellgren E.C., Van Den Bussche R.A. & Nova J.S. 1999. Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. *J. Zool.* London, 247, 311-322.

Gabor, T.M. & E. C. Hellgren. 2000. Variation in peccary populations: Landscape composition or competition by an invader?. *Ecology* 81:9, 2509-2524

Gingerich, J. 1994. Florida's Fabulous Mammals. World Publications. Tampa Bay. 128 p.

GISP (*Global Invasive Species Program*). 2008. Consultado: 12 de mayo de 2013. Disponible en la web: www.issg.org/database/

Gómez-Valencia, B., Sánchez, P. & Montenegro, O. 2010. Las invasiones biológicas: interacciones ecológicas entre pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y cerdos ferales (*Sus scrofa*) en Colombia. Boletín de la Asociación Latinoamericana de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, 4 (2): 3-6

Graves, H. 1984. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* 58 (2): 482-492.

Harveson, L. A., M. E. Tewes, N. J. Silvy, J. D. Hillje. & J. Rutledge. 2000. Prey use by mountain lions in southern Texas. *Southwestern Naturalist* 45:472–476.

Herrero, J. 2002. Adaptación funcional del jabalí *Sus scrofa* L. a un ecosistema forestal y a un sistema agrario intensivo en Aragón, Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

Herrero, J., Prada, C., Rodríguez, P., Giménes-Anaya, A. & García-Serrano, A. 2007. Bases para la gestión del Jabali *Sus scrofa* L. en el Parque Natural del Moncayo. Informe Final.

Hone, J. 2002. Feral pigs in Namadgi National Park: Dynamics, impacts and management. *Biol Conserv.* 105:231-242.

Ilse M. & Hellgren E. 1995. Resource partitioning in sympatric populations of collared peccaries and feral hogs in Southern Texas. *Journal of Mammalogy*, 76, 784-799.

Kotanen, P. 1995. Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: Effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. *Ecography* 18: 190-199.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2000. 100 of the World's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database. ISSG, Auckland, New Zealand, http://www.issg.org/database/species/reference_files/100English.pdf.

Matthews, S. 2005. South America Invaded. The Growing Danger of Invasive Alien Species. GISP, Global Invasive Species Program. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

McIlroy J. 2001. Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: Feral pig. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, 31, 225- 231.

McNeely, J. 2006. Systems or species? Approaches to conservation for the 21st century. *Integrative Zoology* 2006; 2: 86-95.

Merino, M. & Carpinetti, B. 2003. Feral pigs (*Sus scrofa*) population estimates in Bahía Samborombón Conservation Area, Buenos Aires Province, Argentina. *Mastozoología Neotropical/ J. Neotrop. Mammal.* 10(2):269-275.

Miller, B. & Mullette, K. 1985. Rehabilitation of an endangered Australian bird: the Lord Howe Island woodhen. *Tricholimnas sybvestris*. *Biol. Conserv.* 34:55-95.

Naeem, S., Thompson, L., Lawler, S. et al. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368, 734–737 (1994). <https://doi.org/10.1038/368734a0>

Passon, C., Keuling, O, Gräber, R., Neubauer & Brün, J. 2012. Estimating wild boar (*Sus scrofa*) density using camera traps and distance sampling. University of Bonn, Germany.

Patiño, M. 1970.- Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Tomo V. Animales domésticos introducidos. Imprenta Departamental, Cali.

Pech, R. & Hone J. 1988. A model of the dynamics and control of an outbreak of foot and mouth disease in feral pigs in Australia. *J. Appl. Ecol.* 25:63-77.

Purroy, F. J., Clevenger, A. P., Costa, L. & Saez De Buroaga, M. 1988. Demografía de los grandes mamíferos (jabalí, corzo, ciervo, lobo y oso) de la Reserva Nacional de Caza de Riaño: Análisis de la predación e incidencia en la ganadería. Actas 11 Congreso Mundial Vasco. Vitoria-Gasteiz: 151-160.

Ramírez-Chaves, H., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. & Marín, D. 2011. Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.* 15 (2): 139 – 156.

Reclus, E. 1983. Géographie Universelle. La terre et les hommes XVIII, Les Régions Andines, Trinidad, Vénézuéla, Colombie, Écuador, Pérou, Bolivie et Chili. Paris. Libraire Hachette et Cie.

Rosell, C, Fernández-Llario, P. & Herrero, J. 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys* 13 (2).

Rosell, C. 1998. Biología i ecología del senglar (*Sus scrofa* L., 1785) a dues poblacions del nord-est ibèric. Aplicació a la gestió. Tesis Doctoral, Univeersidad de Barcelona, Barcelona.

Roulin, F. 1849. Memoria. Sobre las alteraciones que se descubren en los animales domésticos que se condujeron del antiguo al nuevo continente: 225-243 (en) Boussingault, M. & Roulin, [FD] (eds.) Viajes Científicos a los Andes ecuatoriales ó colección de memorias sobre física, química é historia natural de la Nueva Granada, Ecuador y Venezuela presentadas a la Academia de Ciencias de Francia. Traducida con anuencia de los autores por J. Acosta y precedidas de algunas nociones de geología por el mismo. Librería Castellana, Laserre Editor, París.

Sáez-Royuela, C. & Tellería, J.L. 1988. Las batidas como método de censo en especies de caza mayor: aplicación al caso del Jabalí (*Sus scrofa* L.) en la provincia de Burgos (Norte de España. Doñana, *Acta Vertebrata*, 15 (2): 215-223.

Sanguinetti, J. & Pastore, H. 2016. Abundancia poblacional y manejo del jabalí (*Sus scrofa*): una revisión global para abordar su gestión en la Argentina. *Mastozoología Neotropical*, vol. 23, núm. 2, 2016, pp. 305-323. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina.

Saunders, D; Hobbs, R. & Margules, C. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: a Review. *Conservation Biology* 5: 18-32.

Seward N.W.; K.C. Vercauteren, G.W. Witmer & R.M. Engeman. 2004. Feral Swine Impacts on Agriculture and the Environment. Wildlife Damage Management, Internet Center. *Sheep & Goat Research Journal* 19: 34-40.

Shea, K., and P. Chesson. 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 17:170-176.

Sierra, C. 2001a. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Escarbaduras, alteraciones al suelo y erosión. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4): 1158-1170.

Sierra, C. 2001b. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Composición de su dieta, estado reproductivo y genética. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4):1147-1157.

Solís-Cámara, A.B., Arnaud-Franco, G., Álvarez-Cárdenas, S., Galina-Tessaro, P, & Montes-Sánchez, J. 2009. Evaluación de la población de cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) y su impacto en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur.

Sweitzer, R. A., I. A. Gardner, D. Van Vuren, W. M. Boyce, & J. D. Waithman. 2000. Estimating sizes of wild pig populations in the north and central coast regions of California. *J. Wildl. Manage.* 64(2):531-543.

Tellería, J. 1986. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Raíces, Madrid.

Thomas, L., Laake, J., Strindberg, S., Marques, F., Buckland, S., Borchers, D., Anderson, D., Kurnham, B Hedley, S., Pollard, J., Bishop, J & Marques, T. 2006. DISTANCE 6.0. Research Unit for Wildlife Population Assessment, St. Andrews, United Kingdom.

Tolleson, D., Pinchak, W., Rollins, D. & Hunt. L. 1995. Feral hogs in the rolling plains of texas: perspectives, problems, and potential wildlife damage management, internet center for great plains. Wildlife Damage Control Workshop Proceedings. University of Nebraska.

Vtrov, I. 1993. Feral pig removal: Effects on soil microarthropods in a Hawaiian rain forest. *J. Wildlife Manag.* 57: 875–880.

2. Capítulo: Uso de hábitat de las poblaciones ferales del cerdo *Sus scrofa* en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare

2.1 Introducción

La fauna introducida es responsable de un elevado número de extinciones y de otros daños ambientales, que se presentan de manera exacerbada en regiones insulares (Bolen & Robinson, 2003; Wilson *et al.*, 1992), como consecuencia de la depredación, la competencia, la alteración del hábitat, el sobre-pastoreo y los daños al suelo. Además de los impactos directos, las especies exóticas acarrear numerosos efectos indirectos que pueden ocasionar cambios en las comunidades y en los ecosistemas, siendo los más comunes, la introducción de semillas, propágulos, enfermedades, endo y ectoparásitos y desequilibrio en las redes tróficas.

En Colombia existen muchas especies de vertebrados introducidos, algunas de los cuales han formado poblaciones ferales o asilvestradas como los mamíferos. Entre ellas se encuentran gatos, perros, vacas, caballos y cerdos; aunque son notables también otras especies tales como la rana toro (Rueda-Almonacid, 1999), la hormiga loca

(*Paratrechina fulva*) (Vargas *et al.*, 2004) y las abejas africanizadas. No obstante, con la excepción de la rana toro, la situación con casi todas estas especies no tiene suficiente documentación.

El cerdo feral (*Sus scrofa*) fue introducido en América en 1493 y en los años posteriores pasaron con los españoles a todos los lugares en que iban a establecerse (Ramírez-Chaves *et al.*, 2011). Después de la introducción diferentes razas empezaron a verse en varias partes del país como Antioquia y las zonas cafeteras, Santander, Boyacá, los Llanos Orientales y el pie de monte llanero, la Guajira (Espinosa, 2006).

Los cerdos introducidos que han formado poblaciones asilvestradas, son considerados la especie más perjudicial al nivel mundial debido a su gran capacidad invasiva y sus efectos perjudiciales sobre los ecosistemas (Ditchkoff & West 2007; Vitousek *et al.*, 1996). Los cerdos alteran los ciclos de nutrientes, el crecimiento de árboles, reducen la diversidad de especies de plantas, favorecen la dispersión de especies de plantas invasoras (Sierra, 2001b), afectan las propiedades del suelo (Sierra, 2001a), depredan fauna y flora nativa (Kotanen, 1995; Tolleson *et al.*, 1995) y compiten potencialmente con los ungulados nativos (Matthews, 2005; Seward *et al.*, 2004; Solis-Cámara *et al.*, 2009).

En los lugares donde fue introducido, el cerdo mostró una rápida expansión en su distribución, y en pocas décadas, en especial en las regiones con climas y ambientes más favorables, mostró la típica explosión demográfica que caracteriza a las especies exóticas invasoras (Choquenot *et al.*, 1996). Como “ingeniero de ecosistemas” genera múltiples impactos al modificar las condiciones del suelo y de la vegetación en los ecosistemas, al transmitir decenas de enfermedades y al transformarse en un depredador o presa dominante y modificar las relaciones interespecíficas originales entre especies nativas (Choquenot *et al.*, 1996; Seward *et al.*, 2004; Barrios-García & Ballari, 2012).

Como especie invasora los cerdos son muy exitosos para establecerse y progresar en vida silvestre debido a sus características de historia de vida, tales como alta tasa reproductiva, tamaño corporal grande y uso generalista de los recursos disponibles en el hábitat y en el paisaje (Graves, 1984; Gabor & Hellgren, 2000; Merino & Carpinetti, 2003).

A lo largo de su permanencia, el cerdo se ha adaptado gradualmente a las condiciones ecológicas y climáticas de países como Brasil, Cuba, Venezuela, Perú, Ecuador y Colombia, entre otros. Esta particularidad ecológica de las poblaciones de individuos que vagan y se desarrollan en condiciones semisilvestres, ha desencadenado una serie de características comportamentales en términos de reproducción, forrajeo, uso de hábitat y rango de acción, entre otras, hasta ahora desconocidas, que son fundamentales para optimizar procesos productivos potenciales que se pretenda realizar en el mediano y largo plazo con esta especie (Castro, 2011).

Dada su amplia distribución, el cerdo feral se puede encontrar en una variedad de hábitats. Pueden habitar áreas de sabana, bosques, zonas agrícolas, matorrales y pantanos. Requieren una fuente de agua cercana y un refugio (vegetación densa) para protegerse y ocultarse de la depredación. Se desarrolla en una variedad de climas, pero generalmente evitan el calor o frío extremo. En los lugares que pueden experimentar temperaturas invernales severas y aumento de las nevadas, la densidad de población puede estar limitada por las fuentes de alimentos. Nieves profundas y suelo congelado inhiben su capacidad para alimentarse de raíces y follaje (Chapman & Trani, 2007; Melis *et al.*, 2006; Oliver & Leus, 2008).

En Colombia, el cerdo ha adoptado comportamientos de movilización y uso de hábitat que les permiten tener acceso a recursos silvestres de forma estacional, modificando y explotando las capacidades que en términos de historia natural han heredado de su ascendencia genética silvestre para cubrir de esta forma, sus necesidades energéticas y reproductivas principalmente (Castro, 2011).

Castro (2011) considera que el estado actual del conocimiento sobre los cerdos es incipiente, sin embargo, se pueden encontrar propuestas sobre el manejo y aprovechamiento en algunos países de Latinoamérica, propuestas que se enfocan principalmente en ofrecer alternativas de desarrollo para pequeños productores desde la perspectiva de la soberanía alimenticia y la producción limpia. Estrategias de control o de gestión potenciales deben estar basadas en las características de la ecología y la biología de los cerdos (Desbiez *et al.*, 2009).

Los estudios de comportamiento y uso de hábitat del cerdo son escasos y en la mayoría de ocasiones se han realizado en otros países (Castro, 2011). Teniendo en cuenta que

los estudios en selección de hábitat tienen implicaciones importantes en conservación, manejo de áreas y de poblaciones y busca cuantificar y caracterizar la selección de un recurso por un animal (Boyce & McDonald, 1999), a que la documentación sobre aspectos ecológico del cerdo feral en el país no es muy completa y a la importancia del conocimiento del estado actual de las especies invasoras en Colombia, en este capítulo, se realiza una evaluación del uso general de tres tipos de cobertura por parte del cerdo, en un área determinada, del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

2.2 Métodos

2.2.1 Área de estudio

El municipio de Paz de Ariporo está situado al nor-orienté del Departamento de Casanare, se ha catalogado durante muchos años como uno de los cinco municipios más grandes del país. La cabecera municipal se encuentra ubicada a los 05° 33' 03" de latitud norte y 71° 53' 49" de longitud oeste sobre la troncal del llano a 90 Km. de Yopal y a 426 km de Bogotá, su altura sobre el nivel del mar es de 275 m.s.n.m. (AAMPA, 2008).

Este estudio se realizó en un área de 14.128,35 has dentro de tres fincas del sitio: Reserva Natural La Esperanza, Nápoles y Juan Pancho (Figura 2-1). La zona de estudio se encuentra a 130 m.s.n.m. ubicada en la vereda Caño Chiquito del municipio de Paz de Ariporo, Casanare (5° 42' 38.1" N; 71° 14' 8.9"W), Colombia. La vegetación predominante incluye bosques de galería, pastizales nativos y foráneos, y sabanas inundables entre las que se encuentran los esteros. Presenta estaciones bien definidas: la sequía entre los meses de diciembre a marzo y las lluvias (con presencia de zonas altamente inundables) entre abril y noviembre (Corporinoquia, 2008).

2.2.2 Uso de Hábitat

Se establecieron 20 transectos de 5 km al azar separados entre sí por una distancia de 1 Km (Figura 2-1). Los recorridos se hicieron entre las 05:30h y las 13:00h, entre los meses de agosto de 2012 y enero de 2013 (época de sequía: diciembre a marzo, época de lluvias: abril y noviembre). Cada transecto fue recorrido a pie, por dos observadores. Los transectos fueron recorridos solo una vez en cada una de las salidas de campo. Se registró la presencia de individuos en tres coberturas vegetales establecidas: estero, sabana y bosque (figura 2-1).

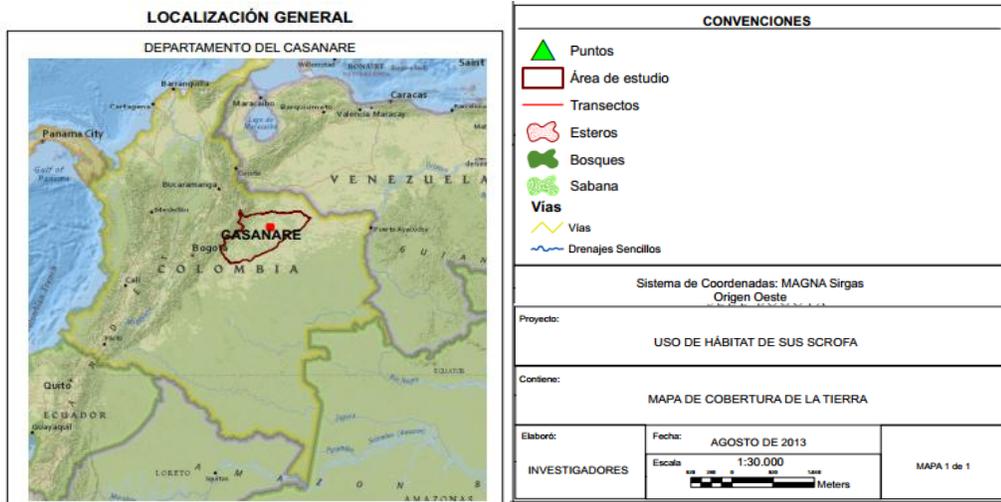
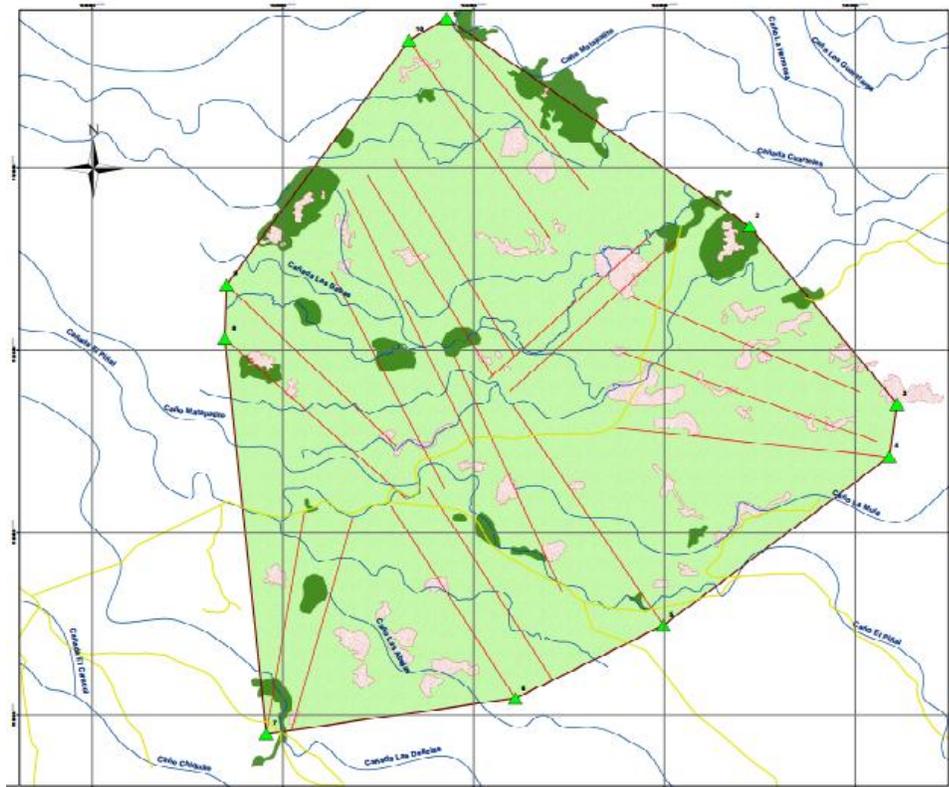


Figura 2-1. Mapa de coberturas vegetales (Estero, Bosque y Sabana) presentes en el área de estudio con base en información proporcionada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con la ubicación de los transectos. Fuente propia.

El uso diferencial de hábitat se evaluó según lo propuesto por (Neu *et al.*, 1974) donde primero se utiliza una prueba de Chi cuadrado (ver ecuación 2.1). Por medio de observaciones directas se obtuvo la frecuencia observada, esperada para cada cobertura. Para este estudio, el uso de la cobertura vegetal está en proporción al esfuerzo de muestreo para esa cobertura al usar el número de indicios sobre los kilómetros recorridos (Painter *et al.*, 1999).

$$X^2 = \sum (O - E)^2 / E \quad (2.1)$$

En el caso en que la prueba Chi cuadrado demostró que existe diferencia entre el uso de las coberturas por parte de la especie, se usaron los intervalos de Bonferroni (ver ecuación 2.2) para determinar si la especie utiliza los diferentes tipos de cobertura en mayor, menor o igual proporción a lo esperado, esto debido a que la prueba de Chi cuadrado no es específica para observar la tendencia de las especies por tipo de cobertura.

$$Pi - Z\alpha / 2k \sqrt{Pi(1 - Pi) / n} \leq Pi \leq Pi + Z\alpha / 2k \sqrt{Pi(1 - Pi) / n} \quad (2.2)$$

El cálculo se hace para cada cobertura. Dónde: Pi: Proporción de uso de cada hábitat, Z α : Proporción de la curva normal (de una cola) al 0.05 de probabilidad de error y 2k: Doble de k, el cual es el número de hábitats.

2.3 Resultados

Para el cálculo de la prueba Chi cuadrado, se utilizaron el número de avistamientos obtenidos en campo. A partir de los valores calculados, se encontró que el valor calculado fue mayor al valor crítico (5.99) (P<0.05, X²=950.4, gl =2, n=130) (Tabla 2-1), lo

que permitió inferir que, si existen diferencias entre los valores observados y esperados, por lo que probablemente exista preferencia por parte del cerdo hacia alguna cobertura en particular. A partir de los intervalos de Bonferroni, se determina que el cerdo no está usando las coberturas vegetales de forma independiente a su disponibilidad, debido a que el uso esperado y observado difieren significativamente. También se determina que existe una preferencia por las coberturas de estero y bosque (Tabla 2-2).

Tabla 2-1. Valores de Chi cuadrado para los avistamientos del cerdo en las tres coberturas vegetales ($P < 0.05$). $X^2 = 950.4$ mayor al crítico (5.99), $gl = 2$, $n = 130$.

Cobertura	Área total (ha)	Número Observados	Número Esperados	(O-E) ² /E
Esteros	0,76	86	7	891,571429
Sabana	12,7	35	117	57,4700855
Bosque	0,66	9	6,07	1,41431631
	14,12	130	130,07	950,4

Tabla 2-2. Intervalos de Bonferroni para cada cobertura vegetal ($\alpha = 0.05$). *Proporciones observadas son mayores que las esperadas: preferencia por ese hábitat.

Cobertura	Área total (ha)	Número Observados	Número Esperados	Proporción de ind. observados	Proporción de ind. esperados	Intervalos de Bonferroni ($\alpha = 0.05$)
Esteros	0,76	86	7	0,66	0,05*	$0,016 \leq P1 \leq 0,116$
Sabana	12,7	35	117	0,27	0,9	$0,18 \leq P1 \leq 0,36$
Bosque	0,66	9	6,07	0,07	0,04*	$0,017 \leq P1 \leq 0,121$
	14,12	130	130,07			

2.4 Discusión

Algunos trabajos han descrito la selección de hábitat del cerdo (Baber & Coblenz, 1986; Barrett, 1978; Abaigar *et al.*, 1994; Boitani *et al.*, 1994; Honda, 2009; Bertolotto, 2010; Schiaffini & Vila, 2012). En dicha selección se incluyen, principalmente bosques y praderas. El hecho de que coberturas de bosque y estero son las que presentan preferencia, se puede deber a que el cerdo feral es una especie estrechamente asociada con el agua (McIlroy, 2001; Desbiez, 2007), lo que es evidente en la cobertura de estero, y en el bosque, que, aunque representan pequeños relictos, son parches de bosque de

galería. El estero se convierte en un ecosistema de gran importancia para el cerdo ya que es usado, en las noches y madrugadas para alimentarse y hozar, y en las tardes para refrescarse, el alimento que más proporciona es principalmente el Boro (*Heteranthera sp*) e invertebrados del suelo. El boque de galería se convierte también en una fuente de alimento y refugio para el cerdo y es un ecosistema clave en la etapa de crianza de los lechones (Horizonte Verde, 2015).

Hay que destacar que la alimentación unida a su gran plasticidad ecológica, permite que utilice fuentes de alimento de lo más diversas en función de su disponibilidad. En relación con los hábitos alimentarios del cerdo, destaca también el efecto de las hozaduras que realiza este unglado para obtener alimento. Algunos autores indican como consecuencias de esta acción, el incremento de la erosión y la disminución de especies de bulbosas, y también registran efectos negativos sobre comunidades de microartrópodos del suelo (Howe & Power, 1976; Onipchenko & Golikov, 1996; Vtorov, 1993); otros autores en cambio indican los beneficios de las hozaduras al favorecer la germinación de determinadas semillas e incrementar la diversidad de condiciones y la expansión de especies vegetales adaptadas a las fases iniciales de la sucesión (Grimal, 1987).

Aunque el cerdo prefiera los esteros y el bosque, no se puede concluir que evadan por completo la cobertura de sabana, ya que se tienen registros del cerdo presente en esta cobertura. En la sabana se encuentran corredores que comunican los esteros, bosques y matas de monte usadas por el cerdo (Horizonte Verde, 2015).

La información descrita en la Red de Información sobre Especies Invasoras (I3N) de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN), para Colombia (<http://ef.humboldt.org.co/>), establece que los ambientes preferenciales de invasión son las sabanas naturales de los Llanos Orientales y que se adaptan a gran variedad de ambientes, incluyendo bosques y áreas de sabanas naturales, zonas inundables y bosques ribereños.

Esto también puede ser explicado dado a que el cerdo feral carece de glándulas sudoríparas, los patrones de uso de hábitat en las tierras áridas son dirigidos por la necesidad fisiológica de agua libre y por una respuesta conductual a un aumento de la temperatura ambiental (Dexter, 2003). El cerdo suele suplir sus necesidades de agua al

beber agua libre, de las vías metabólicas, y desde el contenido de humedad del forraje (Baber & Coblenz, 1986; Rosell *et al.*, 2001), por lo tanto, los cerdos deben confiar en la termorregulación conductual para mantener el equilibrio térmico favorable en ambientes calurosos (Baber & Coblenz, 1986). La calidad de su hábitat está relacionada con la disponibilidad de agua libre, la abundancia de alimentos y la cubierta vegetal (Barrett, 1978). Durante las temporadas de alta temperatura, el cerdo está asociado a los sitios más cercanos a los recursos hídricos y una mayor cobertura vegetal.

Grandes densidades de cerdos salvajes suelen asociarse a áreas de amplios pastizales con algún tipo de acceso a las zonas de cobertura (McIlroy, 2001; Choquenot & Ruscoe, 2003; Cushman *et al.*, 2004). Esto fue demostrado también por Desbiez *et al.*, (2009), quienes determinaron que el cerdo también tiene tendencia a seleccionar diferentes hábitats en diferentes paisajes, donde a nivel de paisaje presenta una selección por los pastizales abiertos y los bosques, así como también por las llanuras inundables y las llanuras inundables asociadas con bosques (Desbiez *et al.*, 2009). Los autores demostraron así que no se puede determinar un hábitat clave para el cerdo, debido a su carácter generalista. Sin embargo, también se ha reportado en una diversidad de áreas como los bosques tropicales (Anderson & Stone, 1993), bosques (Hone, 1988), y áreas semi-áridas (Ilse & Hellgren, 1995; Dexter, 1999). La IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>) reporta que los hábitats de uso de los cerdos son: bosques, sabanas, matorrales, praderas, humedales, desiertos y hábitats artificiales terrestres y acuáticos (sabanas inundables). Esto concuerda con los registros obtenidos en este trabajo, en los que a pesar de mostrar que una preferencia por alguna de las coberturas, usan los esteros y el bosque en relación a su disponibilidad, y que evitan el uso de las sabanas; se registraron individuos en los tres tipos de coberturas establecidas, por lo que no se puede determinar un hábitat clave para el cerdo, debido a su carácter generalista.

Cargnelutti *et al.*, (1995) determinaron que el cerdo selecciona hábitats como refugio diurno en ambientes donde la cobertura es más abundante y se encuentra distribuida en parches grandes. Según los mismos autores, en lugares donde las coberturas son escasas, el cerdo tiende a mostrar una selección más amplia y utiliza todos los tipos de cobertura seguras suficientes. Esto se evidencia en este estudio, teniendo en cuenta que la cobertura de bosque no es tan representativa como las otras, debido a la fragmentación y la presencia de pequeños parches de bosque, lo que muestra un uso más amplio de las demás, teniendo en cuenta los registros observados.

La información proporcionada por este trabajo, al igual que otros trabajos realizados, confirma que, a pesar de presentar en algunos sitios algún tipo de preferencia por algún tipo de hábitat, el cerdo no pierde su cualidad de ser una especie generalista, ubicua y adaptable, y que su uso de hábitats depende de la disponibilidad del mismo (Ilse & Hellgern 1995; Gabor *et al.*, 2001).

2.5 Bibliografía

AAMPA. 2008. Agenda Ambiental Municipal de Paz De Ariporo 2.008 – 2.011. Estrategia De Mejoramiento de la Gestión Ambiental Territorial. Programa Gestión Ambiental y Municipal. Documento Técnico. Departamento de Casanare.

Abaigar, T., del Barro, G., & Vericad, J. R. 1994. Habitat preference of wild boar (*Sus scrofa* L., 1758) in a mediterranean environment. Indirect evaluation by signs. *Mammalia*, 58: 201–210.

Anderson, S. J., & C. P. Stone. 1993. Snaring to control feral pigs *Sus scrofa* in remote Hawaiian rain forest. *Biological Conservation* 63:195-201.

Baber, D. W., & Coblenz, B. E. 1986. Density, home range, habitat use, and reproduction in feral pigs on Santa Catalina Island. *Journal of Mammalogy*, 67 (3), 512–525.

Barrett, R. 1978. The feral hogs on the dye creek ranch, California. *Hilgardia*, 46 (9), 281–346.

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

Bertolotto, E. 2010. Behavioural ecology of WildBoar (*Sus scrofa*) in an Apennine environment, PhD thesis. Italy: Univerisdad de Sassari.

Boitani, L., Mattei, L., Nonis, D., & Corsi, F. 1994. Spatial and activity patterns of Wild boars in Tuscany, Italy. *Journal of Mammalogy*, 75 (3), 600–612.

Bolen, E.G. & Robinson, W.L. 2003. Wildlife ecology and management, fifth edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey.

Boyce, M & McDonald, L. 1999. Relating populations to habitats using resource selection functions, *TREE*. 14(7):268-272.

Cargnelutti, B., G. Janeau, F. Spitz & S. Cousse . 1995. GIS as a means to identify the environmental conditions of wild boar diurnal resting places. *IBEX Journal of Mountain Ecology*, 3: 156-159.

Castro, T. 2011. Estudio del comportamiento, hábitos de consumo y manejo del cerdo marrano sabanero (*Sus scrofa domesticus*) en la reserva agua verde, municipio de hato corozal – Casanare. *Tabata* 1(1). p. 1-13.

Chapman, B., M. Trani. 2007. Feral Pig (*Sus scrofa*). Pp. 540-544 in M Trani (Griep), W Ford, B Chapman, eds. *The Land Manager's Guide to Mammals of the South*. Durham, NC: The Nature Conservancy and the US Forest Service, Southern Region.

Choquenot, D., McIlroy, J. & Korn, T. 1996. *Managing Vertebrate Pests: Feral Pigs*. Bureau of Resource Sciences, Australian Government Publishing Service, Canberra.

Choquenot, D & Ruscoe W.A. 2003. Landscape complementation and food limitation of large herbivores: habitat-related constraints on the foraging efficiency of wild pigs. *Journal of Animal Ecology*, 72, 14-26.

Corporinoquia. 2008. Agenda Ambiental Municipal de Paz de Ariporo 2008-2011, Departamento del Casanare. Estrategia de Mejoramiento de la Gestión Ambiental Territorial. Documento Técnico de Soporte. Yopal, Casanare.

Cushman J.H., Tierney T.A. & Hinds J.M. 2004. Variable effects of feral pig disturbances on native and exotic plants in a California grassland. *Ecological Applications*, 14, 1746-1756

Desbiez A. 2007. Wildlife conservation in the Pantanal : habitat alteration, invasive species and bushmeat hunting. Canterbury : University of Kent. Thesis (Ph.D.) Chapter 3

Desbiez, A., Santos, S., 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*, 90(1):119–128.

Dexter N. 1999. The influence of pasture distribution temperature and sex on home-range size of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 26, 755-762.

Dexter, N. 2003. The influence of pasture distribution, and temperature on adult body weight of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 30: 75–79.

Ditchkoff, S. & West. B. 2007. Ecology and management of feral hogs. *Human–Wildlife Conflicts*. 1(2):149–151.

Espinosa. C. 2006. El Cerdo Criollo Colombiano. Presente y Futuro. *Revista mundo Ganadero*, XVII (186), p. 60 – 64.

Gabor, T.M. & E. C. Hellgren. 2000. Variation in peccary populations: Landscape composition or competition by an invader?. *Ecology* 81:9, 2509-2524

Gabor, T.M., Hellgren, E.C. & Silvy, N.I. 2001 Multi-scale habitat partitioning in sympatric suiforms. *Journal Wildlife Management* 65:99-110

Graves, H. 1984. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* 58 (2): 482-492.

Grimal, S. 1987. Production et devenir des faines, châtaignes et glands de chêne vert en relation avec le sanglier dans le sud du Massif Central. Mémoire de 3ème année. Toulouse.

Honda, T. 2009. Environmental factors affecting the distribution of the wild boar, sika deer, Asiatic black bear and Japanese macaque in central Japan, with implications for human-wildlife conflict. *Mammalian Study*, 34, 107–116.

Hone, J. 1988. Feral pig rooting in a mountain forest and woodland: distribution, abundance and relationships with environmental variables. *Australian Journal of Ecology*, 13, 393-400.

Horizonte Verde. 2015. El Marrano Sabanero convive con la Ganadería en la sabana inundable de la Orinoquia. Consultado 30 de enero de 2015. Disponible en la web: <http://www.horizonteverde.org.co/attachments/article/22/Afiche-Marrano-Sabanero.pdf>

Howe, T. D. & S. Power. 1976. Wither rooting activity of the european wild boar in the Great Smoky Mountains Natural Park. *Castanea*, 41: 256-264

I3N, 2014. Red de Información sobre Especies Invasoras (I3N) – Colombia. Consultado: 5 de febrero de 2014. Disponible en la web: <http://ef.humboldt.org.co/>

Ilse M. & Hellgren E. 1995. Resource partitioning in sympatric populations of collared peccaries and feral hogs in Southern Texas. *Journal of Mammalogy*, 76, 784-799.

Kotanen, P. 1995. Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: Effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. *Ecography* 18: 190-199.

Matthews, S. 2005. South America Invaded. The Growing Danger of Invasive Alien Species. GISP, Global Invasive Species Program. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

McIlroy J. 2001. Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: Feral pig. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, 31, 225- 231.

Melis, C., P. Szafranska, B. Jedrzejewska, K. Barton. 2006. Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. *Journal of Biogeography*, 33/5: 803-811.

Merino, M. & Carpinetti, B. 2003. Feral pigs (*Sus scrofa*) population estimates in Bahía Samborombón Conservation Area, Buenos Aires Province, Argentina. *Mastozoología Neotropical/ J. Neotrop. Mammal.* 10(2):269-275.

Neu, W., Byers C. & Peek, M. 1974 A technique for analysis of utilization availability data. *J. wildl. manage.* 38(3):541-545

Oliver, W. & K. Leus. 2008. "IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2." (On-line). *Sus scrofa*. Consultado el 1 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/41775/0>

Onipchenko, V. G. & K. A. Golikov. 1996. Microscale revegetation of Alpine lichen heath after wild boar digging: fifteen year of observations on permanent plots. *Oecologia*, 5: 35-39.

Painter, L., Rumiz, D., Guinat, D., Wallace, R., Flores, B. & Townsend, W. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Documento Técnico 82. USAID-Bolivia. Chimonics International. X-4 Pp.

Ramírez-Chaves, H., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. & Marín, D. 2011. Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.* 15 (2): 139 – 156.

Rosell, C, Fernández-Llario, P. & Herrero, J. 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys* 13 (2).

Rueda-Almonacid, J. 1999. Situación actual y problemática generada por la introducción de «Rana Toro» a Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento Especial): 367-394.

Schiaffini, M. I., & Vila, A. R. 2012. Habitat use of the wildboar, *Sus scrofa* Linnaeus 1758, in Los Alerces National Park, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47 (1), 11–17.

Seward N.W.; K.C. Vercauteren, G.W. Witmer & R.M. Engeman. 2004. Feral Swine Impacts on Agriculture and the Environment. Wildlife Damage Management, Internet Center. *Sheep & Goat Research Journal* 19: 34-40.

Sierra, C. 2001a. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Escarbaduras, alteraciones al suelo y erosión. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4): 1158-1170.

Sierra, C. 2001b. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Composición de su dieta, estado reproductivo y genética. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4):1147-1157.

Solís-Cámara, A.B., Arnaud-Franco, G., Álvarez-Cárdenas, S., Galina-Tessaro, P., & Montes-Sánchez, J. 2009. Evaluación de la población de cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) y su impacto en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur.

Tolleson, D., Pinchak, W., Rollins, D. & Hunt, L. 1995. Feral hogs in the rolling plains of Texas: perspectives, problems, and potential wildlife damage management, internet center for great plains. Wildlife Damage Control Workshop Proceedings. University of Nebraska.

Vargas, G; Díaz, P; Lastra, L; Mesa, N; Zenner de Polania, I & Gómez, L. 2004. Reconocimiento de enemigos naturales de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae), en el municipio de El Colegio (Cundinamarca) y en el Valle del Río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 30(2):225-232.

Vitousek, P., Dantonio, C., Loope, L. & Westbrooks, R. 1996. Biological Invasions as Global Environmental Change. *American Scientist* 84 (5): 468-78.

Vtrov, I. 1993. Feral pig removal: Effects on soil microarthropods in a Hawaiian rain forest. *J. Wildlife Manag.* 57: 875–880.

Wilson, G; Dexter, N; O'Brien, P y Bomford, M. 1992. Pest Animals in Australia. Bureau of Rural Resources and Kangaroo Press, Canberra.

3. Capítulo: Distribución potencial de cerdos ferales *Sus scrofa* en el departamento de Casanare

3.1 Introducción

La información acerca de la distribución de las especies es cada vez más importante para una gran variedad de aspectos relacionados con la gestión y apoyo de decisiones, como por ejemplo en estudios de biodiversidad, protección de especies, reintroducción de especies, especies exóticas, predicción de potenciales efectos por la pérdida de ecosistemas o del cambio climático global, etc.

El análisis de la distribución geográfica de los seres vivos resulta fundamental para comprender el proceso evolutivo de cada grupo taxonómico en tiempo y espacio (Álvarez & Morrone, 2004). Datos de distribución de especies son difíciles de obtener, especialmente en zonas lejanas o para especies que presentan distribuciones muy amplias y en donde los puntos donde se tienen son solo una muestra limitada de la actual distribución real del taxón (Austin *et al.*, 1996). Una manera de estimar la distribución es utilizar modelos, los cuales son representaciones de la realidad en un tiempo y espacio definido. Un modelo de distribución es una herramienta, generalmente creada por algoritmos, que permiten trabajar con muestras incompletas (factores ambientales como temperatura, precipitación, tipo de suelo, etc. y registros georeferenciados de presencia) de la distribución de un organismo, con lo cual se genera una distribución hipotética (Muñoz, 2011).

Los modelos de distribución de especies/ ecosistemas se han transformado en una de las áreas de investigación con mayor desarrollo en el campo de la biogeografía de la

conservación (Richardson & Whittaker, 2010). Entendiendo este campo de estudios como la aplicación del conjunto de principios, teorías y análisis de la biogeografía a problemas concernientes a la conservación de la biodiversidad (Whittaker *et al.*, 2005). La capacidad predictiva de los modelos de distribución de especies/ecosistemas tanto para proyectar el espacio geográfico-ecológico en el pasado y en el futuro, ha generado nuevas técnicas y herramientas, generando así un nuevo dinamismo a la disciplina biogeográfica (Guisan & Thuiller, 2005).

Los modelos son herramientas que permiten decidir entre alternativas para la gestión del territorio (Seoane & Bustamante, 2001) ya que se centran en localizar áreas con una alta riqueza de especies o que presentan una riqueza en especies raras. Así también, estas herramientas son de suma importancia en estudios donde el terreno es generalmente de difícil acceso o bien en trabajos con pocos recursos económicos (Ortega-Huerta, 2004). Otra de las aplicaciones de estos modelos de distribución es la predicción de impactos ya sean naturales (cambios en las distribuciones por el efecto del cambio climático) o artificiales (infraestructura, actividades extractivas o cambios en el uso del suelo). Illoldi *et al.*, (2002), enfatizan la importancia de los modelos de distribución de especies en la identificación de patrones de distribución, ubicación de áreas de alta densidad de especies y de endemidad, así como áreas prioritarias de conservación.

El objetivo de estos modelos es predecir la distribución espacial más probable de una especie o comunidad biológica. Para conseguirlo trabajan sobre una base matemáticoestadística que relaciona el suceso de ocurrencia de la especie con los valores de variables ambientales que tienen influencia en la distribución, apoyándose en un entorno SIG. El resultado final es un mapa digital que expresa la distribución espacial del hábitat de la especie de estudio (Benito de Pando & Peñas, 2007; Elith & Leathwick, 2009; Mateo *et al.*, 2012).

El modelamiento de distribución de especies biológicas sirve para pronosticar los lugares en los que pueden aparecer nuevas poblaciones de plantas o animales, y sus objetivos son variados: diseñar reservas, buscar nuevas poblaciones, predecir invasiones biológicas, o analizar el impacto potencial del cambio climático en la distribución geográfica de las especies (Benito de Pando & Peñas, 2007).

Los seres humanos han causado una redistribución sin precedentes de los seres vivos de la tierra. Tanto accidental como deliberadamente, a través de la migración, el transporte y el comercio, los seres humanos continúan dispersando un número siempre creciente de especies a través de barreras antiguamente insuperables, tales como océanos, cadenas montañosas, ríos y zonas climáticamente hostiles. Entre las consecuencias de mayor alcance de este reordenamiento se encuentra el incremento de los invasores biológicos, que son especies que se establecen en nuevas áreas en las cuales proliferan, se distribuyen y persisten en deterioro de especies y ecosistemas nativos (Mack *et al.*, 2000) y hasta la salud humana.

El cerdo feral, es un mamífero exótico con amplia distribución, y es considerado como factor de disturbio de los ecosistemas naturales. A escala mundial es reconocida como una de las principales especies invasoras dentro del Programa Global de Especies Invasoras (2008). La distribución histórica de este ungulado perteneciente al Orden Artiodactyla, Familia Suidae y Subfamilia Suinae, integra Europa, Asia y el norte de África, pero actualmente se encuentra también en el continente americano, Australia, Nueva Zelanda y en otras muchas islas del planeta. Su presencia en localidades alejadas de su distribución original, se debe a las introducciones que se han realizado en la mayor parte de los casos de manera voluntaria, y con frecuencia, con individuos de la variedad doméstica o resultado de cruces entre jabalíes y cerdos (Rosell *et al.*, 2001).

Los cerdos han sido introducidos en prácticamente todo el mundo como ganado doméstico; sin embargo, es común que algunos grupos escapen del cuidado humano o sean liberados intencionalmente, convirtiéndose en animales asilvestrados e impactando de manera importante a los ecosistemas naturales. En Australia, por ejemplo, se ha reportado que depredan sobre especies en peligro, modifican el hábitat y compiten con las especies nativas por alimento (Hone, 2002; Miller & Mullette, 1985).

Los cerdos llegaron a América en 1493 y en los años posteriores pasaron con los españoles a todos los lugares en que iban a establecerse. Los cerdos llegaron a la Nueva Granada en 1536 conducidos por los soldados de Sebastián de Belalcázar (Reclus, 1893). Desde el siglo XVI se presentaron casos de grupos cimarrones que afectaban los cultivos, acequias y calles en diferentes sectores del país (Patiño, 1970) y para el siglo XVIII fueron observados en estado cimarrón y salvaje principalmente en los Llanos Orientales, particularmente a la orilla izquierda del río Meta, entre Guanapalo y

Pore, donde servían de presas a grandes felinos, pero subsistían (Roulin, 1849). Según Festa (1909 citado por Patiño, 1970), en zonas como el Darién, existía la creencia de que los cerdos silvestres se alimentaron de serpientes, a lo cual se atribuía la disminución de estas en la región.

El cerdo se encuentra entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004), ya que los cimarrones son especialmente nocivos en humedales donde destruyen la vegetación y los suelos debido a su hábito de hocar la tierra en busca de alimento (Patiño, 1970; Josse & Cano, 2000), además que dispersan semillas de plantas exóticas mediante sus excrementos (Matthews, 2005). En las zonas bajas, se le deja pastar libremente en los predios del propietario. Particularmente en la región de la Orinoquia (departamentos de Casanare y Arauca) se tiene como costumbre realizar liberaciones de estos cerdos en los bosques cercanos durante un tiempo mientras logran el peso deseado alimentándose de los recursos del bosque y luego son cazados para el consumo (Ramírez-Chaves *et al.*, 2011). Esto podría facilitar el establecimiento de grupos cimarrones de cerdos en esta región, lo que genera un impacto ecológico sobre dichos ecosistemas y sobre muchas especies silvestres, principalmente sobre las especies de cerdos nativos debido al solapamiento de nicho que pueden presentar, la gran competencia por recursos que representan y por ser posibles vectores de enfermedades (Gómez-Valencia *et al.*, 2010).

Considerando que el estado actual del conocimiento sobre los cerdos en el país es incipiente, a que la documentación para el cerdo no es muy completa, a la importancia del conocimiento del estado actual de la distribución de las especies invasoras, en este caso del cerdo en Colombia y con el fin de hacer un primer acercamiento al conocimiento de la distribución del cerdo en la Orinoquia Colombiana, en este capítulo, se realiza un modelo potencial de la distribución actual del cerdo para el departamento de Casanare.

3.2 Métodos

3.2.1 Área de estudio

El departamento de Casanare se encuentra localizado al nororiente de la Orinoquia Colombiana, es uno de los departamentos más grande en extensión (44.490 km²), que representan el 3.9% del territorio nacional y el 17.55% de la Orinoquia, comprende 19 municipios y una población de 295.353 habitantes (aprox. 7 hab/km²) (DANE, 2007). En esta zona la principal actividad económica ha sido la ganadería de cría en forma extensiva la cual se encuentra asociada al bioma del paisaje de Sabana Inundable, donde Arauca y Casanare, representan el 39% de la población bovina de la Orinoquia. 5.02 millones de has se encuentran en el paisaje de sabana inundable contando con 3.51 millones de has en Arauca y 1.51 millones de has en Casanare (Corpoica, 2007). Casanare presenta una red hidrográfica compuesta por gran cantidad de ríos, quebradas, caños y corrientes menores, los cuales hacen parte de la cuenca del Orinoco, la cual está catalogada por el Fondo Mundial para la Conservación, como uno de los ocho ecosistemas estratégicos para la humanidad (WWF, 1998).

3.2.2 Modelamiento de distribución

Datos de presencia de la especie

Se realizó una colecta de datos de presencia del cerdo en diferentes lugares del departamento de Casanare, proporcionados por Laura María Miranda Cortes, directora de la Fundación Cunaguaro de Casanare mediante comunicación personal. En total se pudo coleccionar la información de 15 localidades, distribuidas en los municipios de Paz de Ariporo, Trinidad, Maní y Orocué (Tabla 3-1).

Modelo de distribución

Se llevó a cabo la modelación de la distribución potencial del cerdo mediante el método de máxima entropía (Maxent 3.3.3k). Para el uso de este tipo de modelo se utilizan una serie de registros espaciales (latitud-longitud), en combinación con una serie de características ambientales (precipitación y temperatura) (Phillips *et al.*, 2006). Se usaron

las variables bioclimáticas de precipitación estacional y rango de temperatura anual (Cuervo-Robayo *et al.*, 2014), debido a su influencia en la distribución de áreas inundables temporalmente y por ende en la presencia de la especie. Maxent estima la distribución potencial del nicho ecológico de la especie con base en la localización de la distribución de máxima entropía (más cercana y más uniforme), considerando que los valores esperados para cada una de las características analizadas bajo esta distribución estimada, coinciden en su valor empírico promedio. Para el modelado de la distribución de las especies, las localidades de ocurrencia sirven como los puntos de muestreo, la región geográfica de interés es el espacio donde la distribución será definida y las características son variables ambientales (Phillips *et al.*, 2004).

Tabla 3-1. Listado de las localidades donde se tiene registro del cerdo en el departamento de Casanare. * Reservas de la Sociedad Civil.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	COORDENADAS	
		N	W
PAZ DE ARIPORO	FINCA CUBARRITO - VDA CAMORUCOS	5°50'3.14556"	70°33'3.09927"
PAZ DE ARIPORO	HATO FLOR AMARILLO - PTO GAITAN	5°30'32.5"	71°9'44.99"
PAZ DE ARIPORO	LAS TAPARAS Y CHAPARRITO	5°34'37.21494"	71°7'14.55656"
PAZ DE ARIPORO	HATO LA ESPERANZA *	5°42'38.1"	71°42'8.9"
PAZ DE ARIPORO	CUERVA	5°44'30.31383"	70°43'10.1601"
TRINIDAD	LAGUNAZO*	5°23'49.631"	70°46'52.334"
TRINIDAD	ALGARROBO *	5°22'48.673"	70°44'2.119"
TRINIDAD	SANTA CLARA*	5°18'38.066"	70°47'36.904"
TRINIDAD	EL CAMPIN*	5°26'42.67"	70°38'27.373"
TRINIDAD	MATAPALOS*	5°22'45.783"	70°45'50.766"
TRINIDAD	BETANIA*	5°23'49.631"	70°42'48.324"
TRINIDAD	QUINTO PATIO *	5°20'48.527"	70°45'9.68"
TRINIDAD	LA SONRISA*	5°22'34.742"	70°51'51.853"
TRINIDAD	PALMARITO*	5°17'4.99"	70°17'49"
MANI - OROCUE	VDA ESPERANZA Y VDA CUMACO	4°41'37.50857"	71°48'12.40326"

Se obtuvieron 19 variables bioclimáticas (Tabla 3-2), descargadas de la base climática llamada Woldclim (2.5 segundos, ~ 5 km X 5 km por pixel) (<http://www.worldclim.org/bioclim>) el cual es una base de datos meteorológicos y climáticos globales de alta resolución espacial, generalmente usados para el mapeo y modelado espacial. Para la selección de las variables ambientales a incluir en el modelo de distribución potencial para la especie en Casanare, se realizó un análisis del coeficiente de correlación de Pearson con el fin de disminuir la colinealidad, esto se evaluó mediante el paquete *corrplot* del software estadístico R 3.6.0 (Wei *et al.*, 2017). Para la ejecución de MaxEnt se utilizó el paquete *dismo* en el software estadístico R 3.6.0, donde se utilizaron todos los puntos de ocurrencia disponibles para la calibración y construcción de la distribución potencial de *Sus scrofa* en Casanare. Se utilizó el algoritmo MaxEnt debido a que: 1) Requiere solo datos de presencia, pero puede usar datos de ausencia, y en ambos casos en conjunto con variables ambientales. 2) Puede usar tanto datos continuos como categóricos y puede incorporar interacciones entre distintas variables. 3) Utiliza eficientes algoritmos que han sido desarrollados para garantizar convergencia en una óptima (entropía máxima) distribución probabilística. 4) La distribución probabilística de MaxEnt tiene una definición matemática concisa (Reguerin, 2012). El algoritmo de máxima entropía (Maxent) permite generar modelos con datos limitados de presencia y variables ambientales, e incluso en áreas pequeñas reportando resultados con buena precisión (Wisiz *et al.*, 2008).

Tabla 3-2. Listado de variables ambientales WORDCLIM (<http://www.worldclim.org/bioclim>), usadas en el modelo de distribución.

ID	VARIABLES BIOCLIMÁTICAS
BIO 1	Temperatura media anual
BIO 2	Rango de temperatura media mensual
BIO 3	Isotermalidad
BIO 4	Estacionalidad de la temperatura
BIO 5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO 6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO 7	Rango anual de temperatura (P5-P6)
BIO 8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO 9	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO 10	Temperatura media del trimestre más seco
BIO 11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO 12	Precipitación anual
BIO 13	Precipitación del mes más húmedo
BIO 14	Precipitación del mes más seco

BIO 15	Estacionalidad de la precipitación
BIO 16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío

3.3 Resultados

En la figura 3-1, se puede observar el modelo de distribución estimado para *Sus scrofa* mediante los registros, en el departamento de Casanare. El mapa de distribución obtenido, muestra que la especie puede presentar mayormente, unas condiciones ambientales adecuadas, en los municipios ubicados al Este del departamento del Casanare.

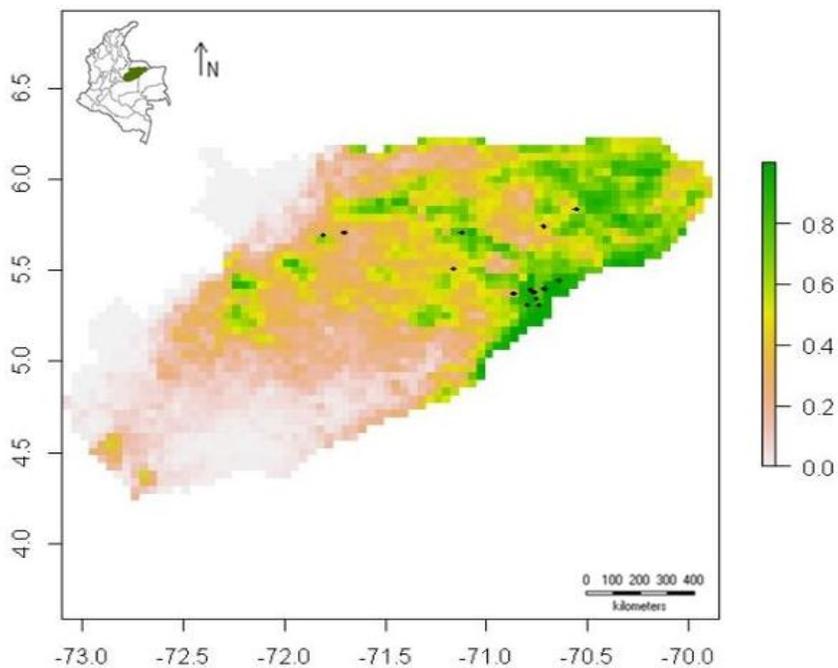


Figura 3-1. Mapa de distribución potencial de *Sus scrofa* en el departamento Casanare. La escala de color indica la probabilidad de tener las condiciones ambientales adecuadas para la especie. Los puntos negros indican los registros usados.

El coeficiente de correlación de Pearson (Figura 3-2), permitió seleccionar las variables para modelar la distribución, con el fin de disminuir la colinealidad, donde las variables

que presentaron un valor de correlación positivo o negativo por encima de 0.7 fueron candidatas a no incluir en el análisis. El análisis de coeficiente de Pearson permitió detectar una correlación alta entre variables relacionadas con la temperatura (Bio5, Bio8, Bio1, Bio11, Bio6y Bio9) y una correlación negativa entre la Isotermalidad (bio3) y la estacionalidad de la temperatura (bio4), por lo que se seleccionaron como variables para modelar la distribución de la especie, las variables: Bio1, Bio2, bio3, bio7, bio10, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19, (Figura3-3), teniendo en cuenta el porcentaje de contribución para el modelo, de cada una de ellas (Tabla 3-3).

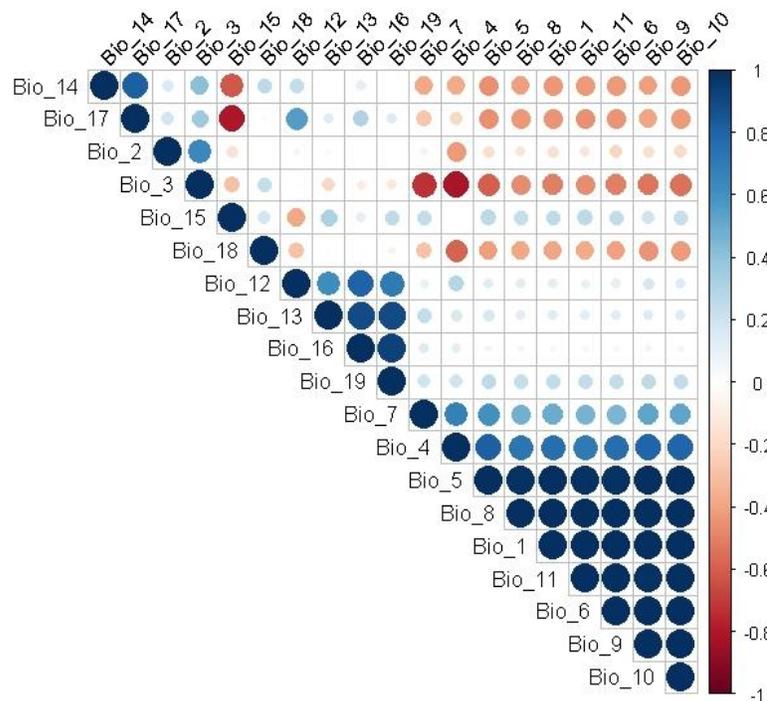


Figura 3-2. Coeficiente de Pearson. Se muestra la matriz con los coeficientes de correlación. Entre más intensidad del color, ya sea azul o rojo, mayor es la correlación. Colores tenues significan correlación baja; el tamaño de los círculos está asociado al valor absoluto de correlación.

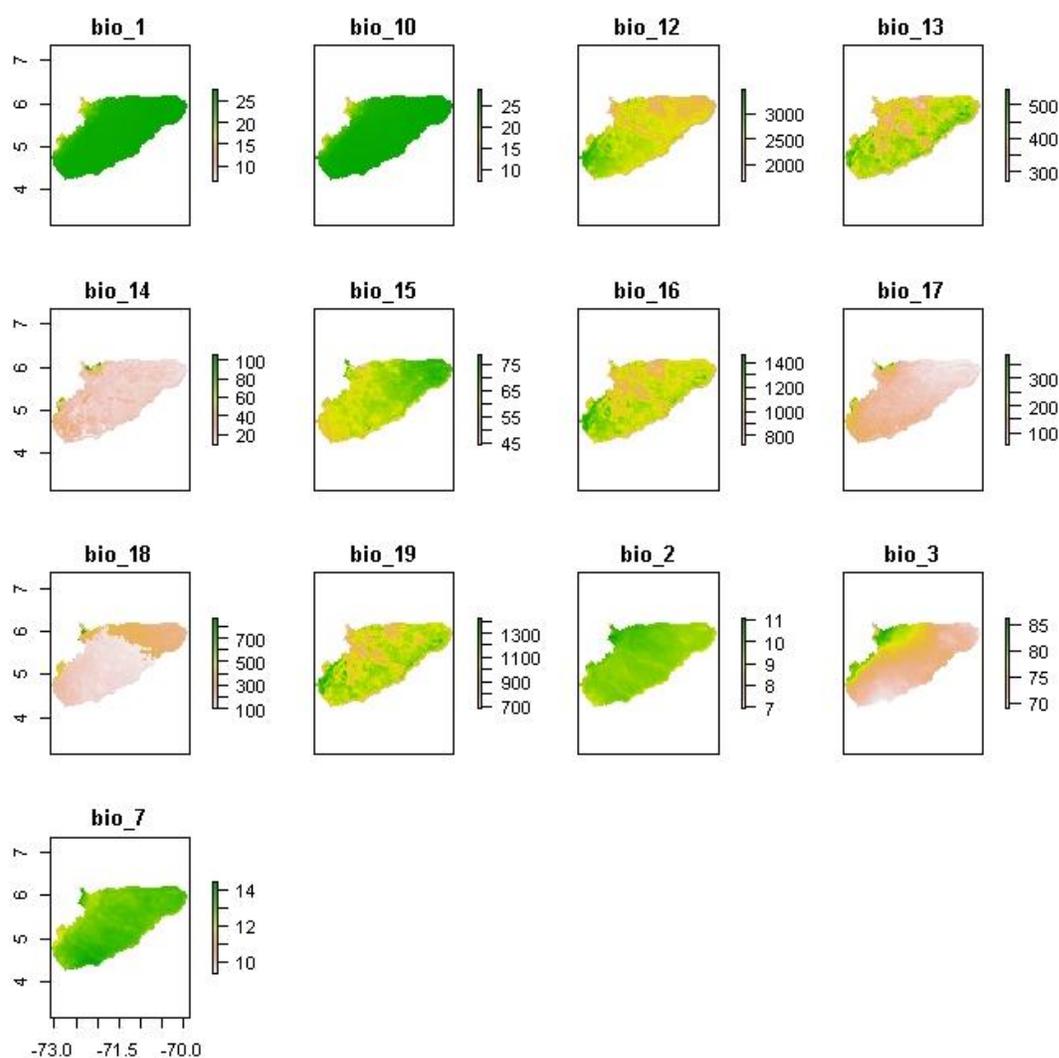


Figura 3-3. Variables ambientales seleccionadas para el modelamiento.

Tabla 3-3. Porcentaje de contribución de las variables ambientales en la distribución de *Sus scrofa*.

	Variable	Percent contribution
bio_17	Precipitación del trimestre más seco	45.8
bio_7	Rango anual de temperatura (P5-P6)	27.6
bio_1	Temperatura media anual	18
bio_18	Precipitación del trimestre más cálido	4.5
bio_13	Precipitación del mes más húmedo	2.8
bio_14	Precipitación del mes más seco	0.8
bio_10	Temperatura media del trimestre más seco	0.5

3.4 Discusión

El mapa del modelo de distribución para el cerdo muestra la mayor probabilidad de presencia de las condiciones ambientales adecuadas, en los municipios de Hato Corozal, Paz de Ariporo, Trinidad, Orocué, San Luis de Palenque, Nunchía y Yopal. Esto confirma la información proporcionada informalmente, (Miranda L. comunicación personal) donde se menciona que el cerdo está “por todos lados” en el departamento de Casanare y que en unas fincas ya se consideran plagas por parte de los lugareños. Se menciona también que es muy abundante en municipios como Hato Corozal, Paz de Ariporo y Trinidad. Los reportes usados en este trabajo fueron coordenadas tomadas durante la realización de estudios donde el cerdo no fue el foco de la investigación, pero donde se sabe que hay presencia, ya que es visto constantemente (Miranda L. comunicación personal). Esta información también es corroborada de cierta manera por habitantes de la región que confirman la presencia extensiva del cerdo en el departamento, así como también la información descrita en la Red de Información sobre Especies Invasoras (I3N) de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN), para Colombia (<http://ef.humboldt.org.co/>), donde se establece que los ambientes preferenciales de invasión son las sabanas naturales de los Llanos Orientales, pero cuya área de distribución solo se registra para los departamentos del Amazonas y Cundinamarca.

Mediante el modelo de distribución potencial, es posible identificar las variables ambientales que contribuyan a la presencia de la especie, para el departamento de Casanare. Se debe tener en cuenta que el modelo de este estudio se basa en la distribución potencial y caracterización de variables ambientales importantes para la especie, que es solo unos de los componentes de la dinámica biológica de esta especie que debe ser entendida como un sistema natural complejo.

Las variables climáticas que aportan al modelo, demostrarían que la actividad del cerdo está influenciada por factores ambientales, como la precipitación y la temperatura. Esto puede indicar que la distribución de la especie se ve influenciada por los rangos de condiciones extremas de temperatura (bio 7), la temperatura media anual (bio1) y por la precipitación total durante los tres meses más secos del año (bio 17), y que pueden ser útiles para examinar cómo estos factores ambientales pueden afectar la distribución estacional de la especie. Estudios realizados, señalan que los ritmos de actividad controlados internamente de la especie, están influenciados por una serie de factores

ambientales cíclicos como el fotoperiodo, fluctuaciones de temperatura y episodios de alimentación regulares; factores que se dan de manera interactiva y moldea el comportamiento espacio-temporal de la especie (Podgórski *et al.*, 2013; Torres-Olave, *et al.*, 2018). Dinámicas de la especie como el aumento de las poblaciones puede, al menos parcialmente, el resultado del aumento global de la media temperaturas ambientales y la precipitación (Root *et al.*, 2003, Briedermann 1990; Jedrzejewska *et al.*, 1997, Bieber & Ruf, 2005; Frauendorf *et al.*, 2016). Estudios demuestran que estas variables influyen en la dinámica de poblaciones de ungulados en general o del cerdo en particular (Jedrzejewska *et al.*, 1997; Forchhammer *et al.*, 1998), entonces la temperatura y la precipitación se convierten en factores determinantes para la actividad del cerdo.

Estas características ambientales influyen en la dinámica de las zonas inundables características del departamento de Casanare, las cuales a la vez son seleccionadas por la especie exótica (Hernández-Pérez *et al.*, 2019), por lo que coloca al departamento como un área potencial para la distribución de la especie exótica, tal como lo describe este trabajo. La Orinoquia alberga 156 tipos de ecosistemas, 94 de los cuáles son naturales (Romero, 2005). Hay 32 tipos de sabana, que se agrupan en dos grandes categorías: sabana de altillanura bien drenada del oriente del Río Meta; y sabana inundable (húmeda estacional), que cubre la mayoría de Arauca y Casanare. Este tipo de ecosistema favorece la presencia del cerdo ya que es una especie estrechamente asociada con el agua (McIlroy, 2001; Desbiez, 2007). También hay que tener en cuenta que en Colombia la introducción del cerdo en ecosistemas de sabanas inundables de la Orinoquía, así como en otros ecosistemas del país, se ha facilitado por la forma de manejo de la tierra, ocasionando que en muchos sitios individuos de cerdos se encuentren establecidos en vida silvestre formando poblaciones asilvestradas o ferales (Gómez-Valencia, 2010).

Hay que recordar la asociación que hay entre la presencia de agua con el cerdo, ya que requieren agua libre, sombra, una dieta rica en agua, y/o una respuesta de comportamiento al aumento de las temperaturas ambientales (Rosell *et al.*, 2001; Dexter, 2003), como, por ejemplo, cuando la temperatura es alta la los cerdos están restringidos a áreas con densa cobertura vegetal y los recursos hídricos (Dexter, 1998; Acevedo *et al.*, 2006)

Estudios previos han demostrado que los factores ecológicos y climáticos, la actividad humana, y la topografía, afectan la distribución y abundancia de las poblaciones de ungulados (Jedrzejewska *et al.*, 1997; Fernández-Llario, 2004; Fernández-Llario & Mateos-Quesada, 2005; Acevedo *et al.*, 2006) y para el caso del cerdo, aspectos como la temperatura y disponibilidad de agua libre son dos factores importantes para la distribución de la población y la abundancia (Cuevas *et al.*, 2013).

Estudios relacionados con la calidad del hábitat para el cerdo en Casanare, teniendo en cuenta coberturas de vegetación, usos del suelo, elevación, disponibilidad de alimento, agua, refugio y reproducción, demuestra que la mayor parte del territorio presenta un hábitat idóneo para la especie (López-Arévalo *et al.*, 2018). Esto indica que además de las variables climáticas, se puede llegar a tener más robustez en una predicción de distribución potencial para el cerdo en el departamento de Casanare, empleando otro tipo de variables tanto ambientales como propias de la especie.

La presencia del cerdo en los hatos llaneros es evidenciada no solo en la realización de trabajos alternos al presente, sino también por Fernández (2009) y por Miranda, L (Comunicación personal), donde se hace un énfasis en la importancia del cerdo en cuanto al aporte alimenticio de las especies silvestres, donde se menciona que el cerdo constituye un plato que no puede faltar cuando se visita un hato llano adentro (Miranda L. comunicación personal). La invasión del cerdo lo convierte en el animal silvestre que más se consume en los hatos llaneros, presentando un promedio de 1350 a 1800 Kg/año, que equivale a un 65% de la mayor oferta de consumo suplida, seguida por el chigüiro, el venado y los peces (Fernández, 2009).

En cuanto a la importancia de los modelos de distribución de las especies invasoras, el uso de estas herramientas podría ser utilizado para establecer las zonas del país más propensas a ser afectadas por este tipo de especies, favoreciendo así, muestreos preventivos pueden ser enfocados a zonas específicas haciendo más eficiente esta labor, con el consiguiente ahorro de recursos económicos. Este tipo de metodologías, especialmente el uso de Maxent, para desarrollar mapas de riesgo de algunas plagas, con el fin de ayudar en la asignación de recursos para detección y tratamiento de las zonas más propensas a ser afectadas (Sobek-Swant, 2012). Por otro lado, no debemos olvidar la utilidad de Maxent frente al potencial efecto de especies invasoras sobre especies nativas. Actualmente es posible determinar dónde puede empezar una invasión

y hacia donde se movería bajo ciertas condiciones. Con esta información sería posible detectar a tiempo y tomar acciones para mitigar las invasiones cuando éstas son aún pequeñas y focalizadas, evitando así un daño irreparable a los ecosistemas naturales (Morales, 2012).

3.5 Bibliografía

Acevedo, P., Escudero, M. A., Muñoz, R., & Gortázar, C. 2006. Factors affecting Wild Boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica*, 51(3), 327–436.

Álvarez, M & Morrone, J. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México empleando herramientas panobiogeográficas e índices de complementariedad. *Asociación Interciencia*, 20:003. 112-1120.

Austin, G., Thomas, C., Houston, D. & Thompson, D. 1996. Predicting the spatial distribution of buzzard *Buteo* nesting areas using a Geographical Information System and remote sensing. *Journal Applied Ecology*. 33:1541-1550.

Benito de Pando, B. & Peñas, J. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* N° 7, p. 100-119.

Bieber, C. & Ruf. T. 2005. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa* ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *Journal of Applied Ecology* (2005) 42, 1203–1213.

Briedermann, L. 1990. *Schwarzwild*, 2nd edn. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, Germany.

Corpoica. 2007. Población ganadera de la Orinoquia Colombiana. Estado y Futuro. Santa Fé de Bogotá. Colombia.

Cuervo-Robayo, A., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M., Venegas-Barrera, C., Manjarrez, J., & Martínez-Meyer, E. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*, 34, 2427-2437.

Cuevas, M., Ojeda, R. & Jaksic, F. 2013. Multi-scale patterns of habitat use by wild boar in the Monte Desert of Argentina. *Basic and Applied Ecology* 14: 320–328.

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2007. Censos y demografía. En línea: <http://www.dane.gov.co/>

Desbiez A. 2007. Wildlife conservation in the Pantanal: habitat alteration, invasive species and bushmeat hunting. Canterbury: University of Kent. Thesis (Ph.D.) Chapter 3.

Dexter, N. 1998. The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 25, 547–549.

Dexter, N. 2003. The influence of pasture distribution, and temperature on adult body weight of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 30: 75–79.

Elith, J. & Leathwick, J. 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Reviews for Ecology, Evolution and Systematics*, 40:677-697.

Fernández, A. 2009. Evaluación de la oferta de las especies silvestres asociadas a la ganadería de cría en la sabana inundable, como aporte a la seguridad alimentaria de los hábitats del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, Colombia. Tesis de especialización. Universidad de Los Llanos.

Fernández-Llario, P. 2004. Environmental correlates of nestsite selection by wild boar *Sus scrofa*. *Acta Theriologica*, 49, 383–392

Fernández-Llario, P., & Mateos-Quesada, P. 2005. Influence of rainfall on the breeding biology of Wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean ecosystem. *Folia Zoologica*, 54, 240–248.

Festa, E. 1909.- Nel Darien e nell'Ecuador. Diario di viaggio di un naturalista. Unione Tip.-sodicitrice Torinenense. Corso Raffaello, Torino.

Forchhammer, M. C., Stenseth, N. C., Post, E. & Langvatn, R. 1998. Population dynamics of Norwegian deer: densitydependence and climatic variation. *Proc. R. Soc. Lond.* 265: 341–350.

Frauendorf, M., Gethöffer, F., Siebert, U. & Keuling, O. 2016. The influence of environmental and physiological factors on the litter size of wild boar (*Sus scrofa*) in an agriculture dominated area in Germany. *Science of the Total Environment* 541 (2016) 877–882.

GISP (Global Invasive Species Program). 2008. Consultado: 12 de Mayo de 2013. Disponible en la web: www.issg.org/database/

Gómez-Valencia, B., Sánchez, P. & Montenegro, O. 2010. Las invasiones biológicas: interacciones ecológicas entre pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y cerdos ferales (*Sus scrofa*) en Colombia. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Conservación y Manejo de Vida Silvestre*, 4 (2): 3-6

Guisan, A. & Thuiller, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 2005, vol. 8, p. 993-1009.

Hernández-Pérez, E. L., Castillo Vela, G., García Marmolejo, G., Hidalgo-Mihart, M., Sanvicente López, M., Contreras-Moreno, F. M., Jesús-de la Cruz, A., Juárez-López, R., & Reyna-Hurtado, R. 2019. Distribución potencial del cerdo asilvestrado, *Sus scrofa* (Artiodactyla: Suidae) y el pecarí de collar, *Pecari tajacu* (Artiodactyla: Tayassuidae) en la región de Laguna de Términos, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1170-1179.

Hone, J. 2002. Feral pigs in Namadgi National Park: Dynamics, impacts and management. *Biol Conserv.* 105:231-242.

Illoldi, P., Linaje, M. & Sánchez-Cordero. 2002. Distribución de los mamíferos terrestres en la región del Golfo de California, México. *Anuales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73(2) 213-224.

Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W., Bunevich, A. N., Milkowski, L., & Krasinski, Z. A. 1997. Factors shaping population densities and increase rates of ungulates in Bialowieza

Primeval Forest (Poland and Belarus) in the 19th and 20th centuries. *Acta Theriologica*, 42(4), 399–451.

Josse, C. & Cano, V., 2000.- El archipiélago de Colón, provincia de Galápagos: 197-227 (en) JOSSE, C. (ed.) La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y UICN, Quito.

López-Arévalo, H.F., Montenegro O.L., Sánchez, P., Mejía, L.A., Cardona, C.N., Jiménez, J.S., Mora, C., Pérez, H.Y., Serrano, H.A., Tiboche, A. & Rojas, D. 2018. Caracterización de las poblaciones de cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) y su hábitat en la sabana inundable de Arauca, Casanare y Meta. *Revista PorkColombia* Ed. 243 Noviembre / Diciembre 2018.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & Poorter, M., 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo de Especialistas de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

Mack, R., Simberloff, D., Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol Appl* 10:689-710.

Mateo, R.; Ángel, F. & Muñoz, J. 2012. Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar. *Reduca (Biología)*. *Serie Ecología*. 5 (1): 137-153, 2012. España.

Mattews, S. 2005. Sudamérica invadida. El creciente peligro de las especies exóticas invasoras. Programa Mundial sobre Especies Invasoras. GISP. Kirstenbosch.

McIlroy J. 2001. Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: Feral pig. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, 31, 225- 231.

Miller, B. & Mullette, K. 1985. Rehabilitation of an endangered Australian bird: the Lord Howe Island woodhen. *Tricholimnas sybvestris*. *Biol. Conserv.* 34:55-95.

Morales, N. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Rev. Cons. Amb., Notas y Comentarios*, Volumen 2, Número 1.

Muñoz, J. 2011. Curso de especialización en modelos de distribución de especies de fauna y flora. Universidad Complutense de Madrid. Consultado en línea en: <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento25047.pdf> Fecha de consulta: octubre 2011.

Ortega-Huerta, M & Peterson, A. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritation in North-eastern México. *Biodiversity Research*. 10:39-54.

Patiño, M. 1970.- Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Tomo V. Animales domésticos introducidos. Imprenta Departamental, Cali.

Phillips, S., Dudík, M. & Schapire, R. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling, In Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning: 655-662. Purroy, F., Clevenger, A., Costa, L. & Sáez de Buruaga, M. 1988. Demografía de los grandes mamíferos (jabalí, corzo, ciervo, lobo y oso) de la Reserva Nacional de caza de Riaño: Análisis de la predación e incidencia de la ganadería. Actas II congreso Mundial Vasco, Victoria-Gastesiz: 151-160.

Phillips, S., Anderson R. & Schapire, R. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling* 190: 231-259.

Podgórski, T., Baś, G., Jędrzejewska, B., Sönnichsen, L., Śnieżko, S., Jędrzejewski, W. & Okarma, H. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy* 94(1): 109-119.

Ramírez-Chaves, H., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. & Marín, D. 2011. Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.* 15 (2): 139 – 156.

Reguerin, J. 2014. Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Madidi. Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.

Richardson, D. M. & Whittaker, R. J. 2010. Conservation biogeography-foundations, concepts and challenges. *Diversity and Distributions*, 2010, vol. 16, N° 3, p. 313-320.

Romero, M. E. 2005. Ensayos Orinoquenses. Biblioteca Luis Angel Arango Digital. Recuperado por Benavides, J, el 30 de noviembre de 2009 en: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/modosycostumbres/enorinoque/indice.htm> , en el resumen ejecutivo para El desarrollo económico de la Orinoquia Como aprendizaje y construcción de instituciones.

Rosell, C, Fernández-Llario, P. & Herrero, J. 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys* 13 (2).

Roulin, F. 1849. Memoria. Sobre las alteraciones que se descubren en los animales domésticos que se condujeron del antiguo al nuevo continente: 225-243 (en BOUSSINGAULT, M. & ROULIN, [FD] (eds.) Viajes Científicos a los Andes ecuatoriales ó colección de memorias sobre física, química é historia natural de la Nueva Granada, Ecuador y Venezuela presentadas a la Academia de Ciencias de Francia. Traducida con anuencia de los autores por J. Acosta y precedidas de algunas nociones de geología por el mismo. Librería Castellana, Laserre Editor, París.

Seoane, J & Bustamante, J. 2001. Modelos predictivos de la distribución de especies: una revisión de sus limitaciones. *Ecología*. 15:9-21.

Sobek-Swant, S., Kluza, D., Cuddington, K. & Lyons, D. 2012. Potential distribution of emerald ash borer: What can we learn from ecological niche models using Maxent and GARP?. *Forest Ecology and Management*, 281; 23-31

Torres-Olave, M.E., Uc-Campos, M.I., González-León, M.O., Bravo-Peña, L.C., Alatorre-Cejudo, L.C., Salas-Aguilar, V.M., Rojas-Villalobos, H.L. & Granados-Olivas, A. 2018. Aproximación espacio-temporal de *Sus scrofa* en Chihuahua México. *Árido-Ciencia* 2018 Vol. 3 (1): 12 -20 - Nota Corta.

Wei, T., Simko, V., Levy, M., Xie, Y., Jin, &, Zemla, J. 2017. corrplot: Visualization of a Correlation Matrix (version 0.84). <https://cran.r-project.org/web/packages/corrplot> Consultado: septiembre de 2019

Wisz, M., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A., Graham, C., Guisan, A., ...Zimmermann, N. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, 14, 763-773.

Whittaker, R. J.; Araújo, M. B.; Jepson, P.; Ladle, R. J.; Watson, J. E. M. & Willis, K. J. Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 2005, vol. 11, p. 3-23.

WorldClim - Global Climate Data. Free climate data for ecological modeling and GIS. Consultado el 12 de Julio de 2014. Disponible en: <http://www.worldclim.org/>.

WWF (World Wildlife Found.). 1998. Diagnóstico y definición de prioridades para la conservación y manejo de la Biodiversidad en la Orinoquia colombiana. Informe técnico. Cali.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Este trabajo se convierte en el primer aporte al conocimiento sobre la ecología del cerdo feral como especie invasora en Colombia, enfocado hacia el departamento de Casanare. Por ser un primer acercamiento, de este trabajo nacen muchos aspectos que son necesarios abarcar en futuros proyectos.

Se obtuvo un primer dato sobre la densidad del cerdo para la Orinoquia Colombiana, correspondiente a un valor de 10.615 ind/km². El cerdo presenta una preferencia de hábitat por los Esteros y los Bosques (mayoritariamente de galería), siendo estos asociados a la presencia de agua. La distribución potencial modelada para el cerdo en Casanare, abarca una proporción importante y que está ligada a factores ambientales (precipitación y temperatura) ligados a la biología de la especie. El cerdo refleja su cualidad de ser adaptable, y se confirma que su actividad se puede ver influenciada por factores climáticos.

El método de observación directa es efectivo gracias a las condiciones del terreno, pero cuando se presenta la temporada de lluvias se dificulta por posibles inundaciones. Este método permitió obtener un acercamiento al estado poblacional del cerdo, donde indirectamente se pudo concluir que es más frecuente observar adultos y crías y que siempre en cada muestreo se observaron presencia de estas últimas.

La falta de información sobre el cerdo en el país fue notable durante la realización de este trabajo, la escasa literatura deja muchas puertas abiertas para empezar a tomar al cerdo como punto focal de estudios.

4.2 Recomendaciones

Es recomendable hacer un trabajo más exhaustivo a un nivel temporal y espacial más amplio (regional y nacional) de aspectos como densidad y uso de hábitat. También impera la necesidad de obtener registros documentados en inventarios de la presencia del cerdo en la región y en el país, que permitan el modelado de una distribución más real del cerdo.

El conocimiento de aspectos como el comportamiento inter e intraespecífico, dieta, reproducción y el impacto causados por la presencia del cerdo (alteración del hábitat o la perturbación de los procesos ecosistémicos) son de gran importancia ya que los cerdos constituyen una amenaza grave para las especies nativas y para la estabilidad de los sistemas ambientales afectados.

La combinación de variables climáticas otro tipo de variables como coberturas vegetales, actividad humana y etológicas, pueden llegar a tener más robustez en una predicción de distribución potencial para el cerdo en el departamento de Casanare.

Es de gran importancia realizar estudios sobre la información donde el cerdo actúe como un vector y foco de zoonosis. También es recomendable poder realizar trabajos a nivel binacional, teniendo en cuenta que la región de los llanos también está presente en el país de Venezuela, y a nivel del subcontinente, ya que el cerdo se encuentra registrado en países como Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador.

5. Bibliografía

AAMPA. 2008. Agenda Ambiental Municipal de Paz De Ariporo 2.008 – 2.011. Estrategia De Mejoramiento de la Gestión Ambiental Territorial. Programa Gestión Ambiental y Municipal. Documento Técnico. Departamento de Casanare.

Abaigar, T., del Barro, G., & Vericad, J. R. 1994. Habitat preference of wild boar (*Sus scrofa* L., 1758) in a mediterranean environment. Indirect evaluation by signs. *Mammalia*, 58: 201–210.

Acevedo, P., Escudero, M. A., Muñoz, R., & Gortázar, C. 2006. Factors affecting Wild Boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica*, 51(3), 327–436.

Adkins, R. & Harveson, L. 2007. Density, survival, and herd composition of a feral hog population in west Texas. *Human-Wildlife Conflicts* 2:152-160.

Álvarez, M & Morrone, J. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México empleando herramientas panobiogeográficas e índices de complementariedad. *Asociación Interciencia*, 20:003. 112-1120.

Andersen, J. 1953. Analysis of a Danish roe-deer population. *Danish Rev. Game Biol.* 2: 127–155.

Anderson, S. J., & C. P. Stone. 1993. Snaring to control feral pigs *Sus scrofa* in remote Hawaiian rain forest. *Biological Conservation* 63:195-201.

Auld, B. & Tisdell, C. 1986. Impact assessment of biological invasions. En. *Ecology of biological invasions*. R.H. Groves y Burdon, J.J. (Eds.). Pp. 79-88. Cambridge University, Cambridge.

Austin, G., Thomas, C., Houston, D. & Thompson, D. 1996. Predicting the spatial distribution of buzzard *Buteo* nesting areas using a Geographical Information System and remote sensing. *Journal Applied Ecology*. 33:1541-1550.

Baber, D. W., & Coblentz, B. E. 1986. Density, home range, habitat use, and reproduction in feral pigs on Santa Catalina Island. *Journal of Mammalogy*, 67 (3), 512–525.

Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., & Turner, R. K. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297(5583), 950-953.

Balvanera, P., Pfisterer, A.B., Buchmann, N., He J-H., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. & Schmid, B. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, (2006) 9: 1146–1156.

Baptiste M.P. y C. Múnera. 2010. Análisis de riesgo de vertebrados terrestres introducidos en Colombia. En: Baptiste M.P., Castaño N., Cárdenas D., Gutiérrez F. P., Gil D.L. y Lasso C.A. (eds). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 149-199 p.

Barrett, R. 1978. The feral hogs on the dye creek ranch, California. *Hilgardia*, 46 (9), 281–346.

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

Benito de Pando, B. & Peñas, J. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* N° 7, p. 100-119.

Bertolotto, E. 2010. Behavioural ecology of WildBoar (*Sus scrofa*) in an Apennine environment, PhD thesis. Italy: Univerisdad de Sassari.

Bieber, C. & Ruf. T. 2005. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa* ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *Journal of Applied Ecology* (2005) 42, 1203–1213.

Boitani, L., Mattei, L., Nonis, D., & Corsi, F. 1994. Spatial and activity patterns of Wild boars in Tuscany, Italy. *Journal of Mammalogy*, 75 (3), 600–612.

Bolen, E.G. & Robinson, W.L. 2003. Wildlife ecology and management, fifth edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey.

Boyce, M & McDonald, L. 1999. Relating populations to habitats using resource selection functions, *TREE*. 14(7):268-272.

Bratton, S. 1975. The effect of the European wild boar, *Sus scrofa*, on gray beech forest in the Great Smokey Mountains. *Ecology* 56: 1356-1366.

Briedermann, L. 1990. Schwarzwild, 2nd edn. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, Germany.

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers & L. Thomas. 2001.- Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford.

Cargnelutti, B., G. Janeau, F. Spitz & S. Cousse. 1995. GIS as a means to identify the environmental conditions of wild boar diurnal resting places. *IBEX Journal of Mountain Ecology*, 3: 156-159.

Casas-Díaz, E, Peris, A, Serrano, E, Closa-Sebastià, F, Torrentó, J, Miño, A, Casanovas, R, Marco, I, & Lavín, S. 2001. Estima de la densidad de una población de jabalí (*Sus scrofa*) mediante trampeo fotográfico: estudio piloto en Cataluña. *Galemys*, 23 (nº especial): 99-104.

Castro, T. 2011. Estudio del comportamiento, hábitos de consumo y manejo del cerdo marrano sabanero (*Sus scrofa domesticus*) en la reserva agua verde, municipio de hato corozal – Casanare. *Tabata* 1(1). p. 1-13.

Caughley, G. y A.R.E. Sinclair. 1994. Wildlife ecology and management. Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Chapin, FS, Sala OE, Burke IC, Grime JP, Hooper DU, Lauenroth WK, Lombard A, Mooney HA, Mosier AR, Naeem S, Pacala SW, Roy J, Steffen WL, Tilman D. 1998. *Ecosystem consequences of changing biodiversity. BioScience* 48:45–52.

Chapman, B., M. Trani. 2007. Feral Pig (*Sus scrofa*). Pp. 540-544 in M Trani (Griep), W Ford, B Chapman, eds. *The Land Manager's Guide to Mammals of the South*. Durham, NC: The Nature Conservancy and the US Forest Service, Southern Region.

Choquenot, D & Ruscoe W.A. 2003. Landscape complementation and food limitation of large herbivores: habitat-related constraints on the foraging efficiency of wild pigs. *Journal of Animal Ecology*, 72, 14-26.

Choquenot, D., McIlroy, J. & Korn, T. 1996. *Managing Vertebrate Pests: Feral Pigs*. Bureau of Resource Sciences, Australian Government Publishing Service, Canberra.

Corpoica. 2007. *Población ganadera de la Orinoquia Colombiana. Estado y Futuro*. Santa Fé de Bogotá. Colombia.

Corporinoquia. 2008. *Agenda Ambiental Municipal de Paz de Ariporo 2008-2011*, Departamento del Casanare. *Estrategia de Mejoramiento de la Gestión Ambiental Territorial*. Documento Técnico de Soporte. Yopal, Casanare.

Costanza, R., dArge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.

Cuervo-Robayo, A., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M., Venegas-Barrera, C., Manjarrez, J., & Martínez-Meyer, E. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*, 34, 2427-2437.

Cuevas. M., Ojeda, R. & Jaksic, F. 2013. Multi-scale patterns of habitat use by wild boar in the Monte Desert of Argentina. *Basic and Applied Ecology* 14: 320–328.

Cushman J.H., Tierney T.A. & Hinds J.M. 2004. Variable effects of feral pig disturbances on native and exotic plants in a California grassland. *Ecological Applications*, 14, 1746-1756.

- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2007. Censos y demografía. En línea: <http://www.dane.gov.co/>
- Desbiez A. 2007. Wildlife conservation in the Pantanal: habitat alteration, invasive species and bushmeat hunting. Canterbury: University of Kent. Thesis (Ph.D.) Chapter 3.
- Desbiez, A., Bodmer, R. & Tomas, W. 2010. Mammalian Densities in a Neotropical Wetland Subject to Extreme Climatic Events. *Biotropica* 42(3): 372–378 2010
- Desbiez, A., Santos, S., 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*, 90(1):119–128.
- Desbiez, A.L.J. & A. Keuroghian. 2009. Can bite force be used as a basis for niche separation between native peccaries and introduced feral pigs in the Brazilian Pantanal?. *Mammalia* 73: 369- 372.
- Dexter N. 1999. The influence of pasture distribution temperature and sex on home-range size of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 26, 755-762.
- Dexter, N. 1998. The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 25, 547–549.
- Dexter, N. 2003. The influence of pasture distribution, and temperature on adult body weight of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 30: 75–79.
- Diong, Ch. 1982. Population biology and management of the feral pig (*Sus scrofa*) in Kipahulu Valley, Maui. Ph.D. Thesis, University of Hawaii, Hawaii.
- Ditchkoff, S. & West. B. 2007. Ecology and management of feral hogs. *Human–Wildlife Conflicts*. 1(2):149–151.
- Elith, J. & Leathwick, J. 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Reviews for Ecology, Evolution and Systematics*, 40:677-697.

Espinosa, C. 2006. El Cerdo Criollo Colombiano. Presente y Futuro. *Revista mundo Ganadero*, XVII (186), p. 60 – 64.

Fernández, A. 2009. Evaluación de la oferta de las especies silvestres asociadas a la ganadería de cría en la sabana inundable, como aporte a la seguridad alimentaria de los hábitats del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, Colombia. Tesis de especialización. Universidad de Los Llanos.

Fernández-Lario, P. 1996. Ecología del jabalí en Doñana: parámetros reproductivos e impacto ambiental. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura, Cáceres.

Fernández-Llario, P. 2004. Environmental correlates of nestsite selection by wild boar *Sus scrofa*. *Acta Theriologica*, 49, 383–392

Fernández-Llario, P., & Mateos-Quesada, P. 2005. Influence of rainfall on the breeding biology of Wild boar (*Sus scrofa*) in aMediterranean ecosystem. *Folia Zoologica*, 54, 240–248.

Festa, E. 1909.- Nel Darien e nell'Ecuador. Diario di viaggio di un naturalista. Unione Tip.-sdcitrice Torinenense. Corso Raffaello, Torino.

Forchhammer, M. C., Stenseth, N. C., Post, E. & Langvatn, R. 1998. Population dynamics of Norwegian deer: densitydependence and climatic variation. *Proc. R. Soc. Lond.* 265: 341–350.

Frauendorf, M., Gethöffer, F., Siebert, U. & Keuling, O. 2016. The influence of environmental and physiological factors on the litter size of wild boar (*Sus scrofa*) in an agriculture dominated area in Germany. *Science of the Total Environment* 541 (2016) 877–882.

Gabor T.M., Hellgren E.C., Van Den Bussche R.A. & Nova J.S. 1999. Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. *J. Zool.* London, 247, 311-322.

- Gabor, T.M. & E. C. Hellgren. 2000. Variation in peccary populations: Landscape composition or competition by an invader?. *Ecology* 81:9, 2509-2524
- Gabor, T.M., Hellgren, E.C. & Silvy, N.I. 2001 Multi-scale habitat partitioning in sympatric suiforms. *Journal Wildlife Management* 65:99-110
- Gingerich, J. 1994. Florida's Fabulous Mammals. World Publications. Tampa Bay. 128 p.
- GISP (*Global Invasive Species Program*). 2008. Consultado: 12 de mayo de 2013. Disponible en la web: www.issg.org/database/
- Gómez-Valencia, B., Sánchez, P. & Montenegro, O. 2010. Las invasiones biológicas: interacciones ecológicas entre pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y cerdos ferales (*Sus scrofa*) en Colombia. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Conservación y Manejo de Vida Silvestre*, 4 (2): 3-6
- Graves, H. 1984. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* 58 (2): 482-492.
- Grimal, S. 1987. Production et devenir des faines, chataignes et glands de chêne vert en relation avec le sanglier dans le sud du Massif Central. Mémoire de 3ème année. Toulouse.
- Guisan, A. & Thuiller, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 2005, vol. 8, p. 993-1009.
- Harveson, L. A., M. E. Tewes, N. J. Silvy, J. D. Hillje. & J. Rutledge. 2000. Prey use by mountain lions in southern Texas. *Southwestern Naturalist* 45:472-476.
- Hernández-Pérez, E. L., Castillo Vela, G., García Marmolejo, G., Hidalgo-Mihart, M., Sanvicente López, M., Contreras-Moreno, F. M., Jesús-de la Cruz, A., Juárez-López, R., & Reyna-Hurtado, R. 2019. Distribución potencial del cerdo asilvestrado, *Sus scrofa* (Artiodactyla: Suidae) y el pecarí de collar, *Pecari tajacu* (Artiodactyla: Tayassuidae) en la región de Laguna de Términos, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1170-1179.

Herrero, J. 2002. Adaptación funcional del jabalí *Sus scrofa* L. a un ecosistema forestal y a un sistema agrario intensivo en Aragón, Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

Herrero, J., Prada, C., Rodríguez, P., Giménes-Anaya, A. & García-Serrano, A. 2007. Bases para la gestión del Jabalí *Sus scrofa* L. en el Parque Natural del Moncayo. Informe Final.

Honda, T. 2009. Environmental factors affecting the distribution of the wild boar, sika deer, Asiatic black bear and Japanese macaque in central Japan, with implications for human-wildlife conflict. *Mammalian Study*, 34, 107–116.

Hone, J. 1988. Feral pig rooting in a mountain forest and woodland: distribution, abundance and relationships with environmental variables. *Australian Journal of Ecology*, 13, 393-400.

Hone, J. 2002. Feral pigs in Namadgi National Park: Dynamics, impacts and management. *Biol Conserv.* 105:231-242.

Horizonte Verde. 2015. El Marrano Sabanero convive con la Ganadería en la sabana inundable de la Orinoquia. Consultado 30 de enero de 2015. Disponible en la web: <http://www.horizonteverde.org.co/attachments/article/22/Afiche-Marrano-Sabanero.pdf>

Howe, T. D. & S. Power. 1976. Wither rooting activity of the european wild boar in the Great Smoky Mountains Natural Park. *Castanea*, 41: 256-264

I3N, 2014. Red de Información sobre Especies Invasoras (I3N) – Colombia. Consultado: 5 de febrero de 2014. Disponible en la web: <http://ef.humboldt.org.co/>

Illoldi, P., Linaje, M. & Sánchez-Cordero. 2002. Distribución de los mamíferos terrestres en la región del Golfo de California, México. *Anuales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73(2) 213-224.

Ilse M. & Hellgren E. 1995. Resource partitioning in sympatric populations of collared peccaries and feral hogs in Southern Texas. *Journal of Mammalogy*, 76, 784-799.

IUCN, 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 September 2014.

Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W., Bunevich, A. N., Milkowski, L., & Krasinski, Z. A. 1997. Factors shaping population densities and increase rates of ungulates in Bialowieza Primeval Forest (Poland and Belarus) in the 19th and 20th centuries. *Acta Theriologica*, 42(4), 399–451.

Josse, C. & Cano, V., 2000.- El archipiélago de Colón, provincia de Galápagos: 197-227 (en) JOSSE, C. (ed.) La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y UICN, Quito

Kotanen, P. 1995. Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: Effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. *Ecography* 18: 190-199.

López-Arévalo, H.F., Montenegro O.L., Sánchez, P., Mejía, L.A., Cardona, C.N., Jiménez, J.S., Mora, C., Pérez, H.Y., Serrano, H.A., Tiboche, A. & Rojas, D. 2018. Caracterización de las poblaciones de cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) y su hábitat en la sabana inundable de Arauca, Casanare y Meta. *Revista PorkColombia* Ed. 243 Noviembre / Diciembre 2018.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2000. 100 of the World's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database. ISSG, Auckland, New Zealand, http://www.issg.org/database/species/reference_files/100English.pdf.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & Poorter, M., 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo de Especialistas de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

Mack, R., Simberloff, D., Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol Appl* 10:689-710.

Mateo, R.; Ángel, F. & Muñoz, J. 2012. Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar. Reduca (Biología). *Serie Ecología*. 5 (1): 137-153, 2012. España.

Matthews, S. 2005. South America Invaded. The Growing Danger of Invasive Alien Species. GISP, Global Invasive Species Program. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

McIlroy J. 2001. Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: Feral pig. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, 31, 225- 231.

McNeely, J. 2006. Systems or species? Approaches to conservation for the 21st century. *Integrative Zoology* 2006; 2: 86-95.

Melis, C., P. Szafranska, B. Jedrzejewska, K. Barton. 2006. Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. *Journal of Biogeography*, 33/5: 803-811.

Merino, M. & Carpinetti, B. 2003. Feral pigs (*Sus scrofa*) population estimates in Bahía Samborombón Conservation Area, Buenos Aires Province, Argentina. *Mastozoología Neotropical/ J. Neotrop. Mammal.* 10(2):269-275.

Miller, B. & Mullette, K. 1985. Rehabilitation of an endangered Australian bird: the Lord Howe Island woodhen. *Tricholimnas sybvestris*. *Biol. Conserv.* 34:55-95.

Morales, N. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Rev. Cons. Amb., Notas y Comentarios*, Volumen 2, Número 1.

Muñoz, J. 2011. Curso de especialización en modelos de distribución de especies de fauna y flora. Universidad Complutense de Madrid. Consultado en línea en: <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento25047.pdf> Fecha de consulta: octubre 2011.

- Naeem, S., Thompson, L., Lawler, S. et al. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368, 734–737 (1994).
<https://doi.org/10.1038/368734a0>
- Neu, W., Byers C. & Peek, M. 1974 A technique for analysis of utilization availability data. *J. wildl. manage.* 38(3):541-545
- Occhipinti-Ambrogi, A. & Galil, B.S. 2004. A uniform terminology on bioinvasions: A chimera or an operative tool? *Marine pollution bulletin.* 49: 688-694.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SIMAB Series N° 5. Smithsonian Institution / MAB Program. Washington, D. C.
- Oliver, W. & K. Leus. 2008. "IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2." (On-line). *Sus scrofa*. Consultado el 1 de noviembre de 2013. Disponible en:
<http://www.iucnredlist.org/details/41775/0>
- Onipchenko, V. G. & K. A. Golikov. 1996. Microscale revegetation of Alpine lichen heath after wild boar digging: fifteen year of observations on permanent plots. *Oecologia*, 5: 35-39.
- Ortega-Huerta, M & Peterson, A. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern México. *Biodiversity Research.* 10:39-54.
- Painter, L., Rumiz, D., Guinat, D., Wallace, R., Flores, B. & Townsend, W. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Documento Técnico 82. USAID-Bolivia. *Chimonics International.* X-4 Pp.
- Passon, C., Keuling, O, Gräber, R., Neubauer & Brün, J. 2012. Estimating wild boar (*Sus scrofa*) density using camera traps and distance sampling. University of Bonn. Germany.
- Patiño, M. 1970.- Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Tomo V. Animales domésticos introducidos. Imprenta Departamental, Cali.

Pech, R. & Hone J. 1988. A model of the dynamics and control of an outbreak of foot and mouth disease in feral pigs in Australia. *J. Appl. Ecol.* 25:63-77.

Phillips, S., Anderson R. & Schapire, R. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling* 190: 231-259.

Phillips, S., Dudík, M. & Schapire, R. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling, In Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning: 655-662.

Podgórski, T., Baś, G., Jędrzejewska, B., Sönnichsen, L., Śnieżko, S., Jędrzejewski, W. & Okarma, H. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy* 94(1): 109-119.

Purroy, F. J., Clevenger, A. P., Costa, L. & Saez De Buroaga, M. 1988. Demografía de los grandes mamíferos (jabalí, corzo, ciervo, lobo y oso) de la Reserva Nacional de Caza de Riaño: Análisis de la predación e incidencia en la ganadería. Actas 11 Congreso Mundial Vasco. Vitoria-Gasteiz: 151-160.

Ramírez-Chaves, H., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. & Marín, D. 2011. Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.* 15 (2): 139 – 156.

Reclus, E. 1983. Géographie Universelle. La terre et les hommes XVIII, Les Régions Andines, Trinidad, Vénézuéla, Colombie, Écuador, Pérou, Bolivie et Chili. Paris. Librairie Hachette et Cie.

Reguerin, J. 2014. Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Madidi. Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.

Richardson, D. M. & Whittaker, R. J. 2010. Conservation biogeography-foundations, concepts and challenges. *Diversity and Distributions*, 2010, vol. 16, N° 3, p. 313-320.

Romero, M. E. 2005. Ensayos Orinoquenses. Biblioteca Luis Angel Arango Digital. Recuperado por Benavides, J, el 30 de noviembre de 2009 en:

<http://www.lablaa.org/blaavirtual/modosycostumbres/enorinoque/indice.htm>, en el resumen ejecutivo para El desarrollo económico de la Orinoquia Como aprendizaje y construcción de instituciones.

Rosell, C, Fernández-Llario, P. & Herrero, J. 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS, 1758). *Galemys* 13 (2).

Rosell, C. 1998. Biología i ecología del senglar (*Sus scrofa* L., 1785) a dues poblacions del nordest iberic. Aplicació a la gestió. Tesis Doctoral, Univeersidad de Barcelona, Barcelona.

Roulin, F. 1849. Memoria. Sobre las alteraciones que se descubren en los animales domésticos que se condujeron del antiguo al nuevo continente: 225-243 (en) Boussingault, M. & Roulin, [FD] (eds.) Viajes Científicos a los Andes ecuatoriales ó colección de memorias sobre física, química é historia natural de la Nueva Granada, Ecuador y Venezuela presentadas a la Academia de Ciencias de Francia. Traducida con anuencia de los autores por J. Acosta y precedidas de algunas nociones de geología por el mismo. Librería Castellana, Laserre Editor, París.

Rueda-Almonacid, J. 1999. Situación actual y problemática generada por la introducción de «Rana Toro» a Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento Especial): 367-394.

Sáez-Royuela, C. & Tellería, J.L. 1988. Las batidas como método de censo en especies de caza mayor: aplicación al caso del Jabalí (*Sus scrofa* L.) en la provincia de Burgos (Norte de España. Doñana, *Acta Vertebrata*, 15 (2): 21 5-223.

Sanguinetti, J. & Pastore, H. 2016. Abundancia poblacional y manejo del jabalí (*Sus scrofa*): una revisión global para abordar su gestión en la Argentina. *Mastozoología Neotropical*, vol. 23, núm. 2, 2016, pp. 305-323. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina.

Saunders, D; Hobbs, R. & Margules, C. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: a Review. *Conservation Biology* 5: 18-32.

Schiaffini, M. I., & Vila, A. R. 2012. Habitat use of the wildboar, *Sus scrofa* Linnaeus 1758, in Los Alerces National Park, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47 (1), 11–17.

Seoane, J & Bustamante, J. 2001. Modelos predictivos de la distribución de especies: una revisión de sus limitaciones. *Ecología*. 15:9-21.

Seward N.W.; K.C. Vercauteren, G.W. Witmer & R.M. Engeman. 2004. Feral Swine Impacts on Agriculture and the Environment. Wildlife Damage Management, Internet Center. *Sheep & Goat Research Journal* 19: 34-40.

Shea, K., and P. Chesson. 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 17:170-176.

Sierra, C. 2001a. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Escarbaduras, alteraciones al suelo y erosión. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4): 1158-1170.

Sierra, C. 2001b. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Composición de su dieta, estado reproductivo y genética. *Rev. Biol. Trop.* 49 (3-4):1147-1157.

Sobek-Swant, S., Kluza, D., Cuddington, K. & Lyons, D. 2012. Potential distribution of emerald ash borer: What can we learn from ecological niche models using Maxent and GARP?. *Forest Ecology and Management*, 281; 23-31

Solís-Cámara, A.B., Arnaud-Franco, G., Álvarez-Cárdenas, S., Galina-Tessaro, P, & Montes-Sánchez, J. 2009. Evaluación de la población de cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) y su impacto en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur.

Sutherland, W. 2000. *The Conservation Handbook: Research, Management and Policy*. Ediciones Wiley-Blackwell.

Sweitzer, R. A., I. A. Gardner, D. Van Vuren, W. M. Boyce, & J. D. Waithman. 2000. Estimating sizes of wild pig populations in the north and central coast regions of California. *J. Wildl. Manage.* 64(2):531-543.

Tellería, J. 1986. Manial para el censo de los vertebrados terrestres. Raíces, Madrid.

Thomas, L., Laake, J., Strindberg, S., Marques, F., Buckland, S., Borchers, D., Anderson, D., Kurnham, B Hedley, S., Pollard, J., Bishop, J & Marques, T. 2006. DISTANCE 6.0. Research Unit for Wildlife Population Assessment, St. Andrews, United Kingdom.

Tolleson, D., Pinchak, W., Rollins, D. & Hunt. L. 1995. Feral hogs in the rolling plains of texas: perspectives, problems, and potential wildlife damage management, internet center for great plains. Wildlife Damage Control Workshop Proceedings. University of Nebraska.

Torres-Olave, M.E., Uc-Campos, M.I., González-León, M.O., Bravo-Peña, L.C., Alatorre-Cejudo, L.C., Salas-Aguilar, V.M., Rojas-Villalobos, H.L. & Granados-Olivas, A. 2018. Aproximación espacio-temporal de Sus scrofa en Chihuahua México. *Árido-Ciencia* 2018 Vol. 3 (1): 12 -20 - Nota Corta.

Vargas, G; Díaz, P; Lastra, L; Mesa, N; Zenner de Polania, I & Gómez, L. 2004. Reconocimiento de enemigos naturales de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae), en el municipio de El Colegio (Cundinamarca) y en el Valle del Río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 30(2):225-232.

Vitousek, P., Dantonio, C., Loope, L.& Westbrooks, R. 1996. Biological Invasions as Global Environmental Change. *American Scientist* 84 (5): 468-78.

Vtrov, I. 1993. Feral pig removal: Effects on soil microarthropods in a Hawaiian rain forest. *J. Wildlife Manag.* 57: 875–880.

Wei, T., Simko, V., Levy, M., Xie, Y., Jin, &., Zemla, J. 2017. corrplot: Visualization of a Correlation Matrix (version 0.84). <https://cran.r-project.org/web/packages/corrplot>
Consultado: septiembre de 2019

Whittaker, R. J.; Araújo, M. B.; Jepson, P.; Ladle, R. J.; Watson, J. E. M. & Willis, K. J. Conservation biogeography: assessment and prospect. Diversity and Distributions, 2005, vol. 11, p. 3-23.

Williamson, M. & Fitter, J. 1996. The varying success of invaders. *Ecology*, 77 (6): 1661 – 1666.

Wilson, G; Dexter, N; O'Brien, P y Bomford, M. 1992. Pest Animals in Australia. Bureau of Rural Resources and Kangaroo Press, Canberra.

Wisz, M., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A., Graham, C., Guisan, A., ...Zimmermann, N. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, 14, 763-773.

WorldClim - Global Climate Data. Free climate data for ecological modeling and GIS. Consultado el 12 de Julio de 2014. Disponible en: <http://www.worldclim.org/>.

WWF (World Wildlife Found.). 1998. Diagnóstico y definición de prioridades para la conservación y manejo de la Biodiversidad en la Orinoquia colombiana. Informe técnico. Cali.