



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROYECTO DE INVESTIGACION
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

TEMA

IDONEIDAD DE HÁBITAT Y EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CONSERVACIÓN DEL VENADO DE COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*, ZIMMERMANN, 1780) EN LA COSTA CENTRO - SUR DE ECUADOR Y NORTE DE PERÚ.

AUTORA

DIANA CAROLINA POAQUIZA ALAVA

DIRECTOR DE TESIS

BLGO. PESQ. RICARDO CASTILLO RUPERTI Mg. SC

MANTA – MANABI - ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN

Blgo. Pesq. Ricardo Javier Castillo Ruperti M .Sc certifica haber tutelado la tesis **“Idoneidad de hábitat y efecto del cambio climático en la conservación del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Zimmermann, 1780) en la costa centro - sur de Ecuador y norte de Perú.”**, que ha sido desarrollada por **Diana Carolina Poaquiza Álava**, egresada de la carrera **INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Recursos Naturales y Ambientales**, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE LA TESIS DE GRADO DEL TERCER NIVEL**, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Blgo. Pesq. Ricardo Javier Castillo Ruperti Mg. Sc

C.I. 1311920163

DECLARATORIA

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponde exclusivamente al autor y el patrimonio intelectual del autor, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Facultad Ciencias Agropecuarias.

Poaquiza Álava Diana Carolina

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS DE GRADO

“Idoneidad de hábitat y efecto del cambio climático en la conservación del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Zimmermann, 1780) en la costa centro - sur de Ecuador y norte de Perú.”

Tesis presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias Agropecuarias como requisito para obtener el título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

Yessenia García Montes Mg. Sc
DECANA DE LA FACULTAD

Blgo. Pesq. Ricardo Castillo Ruperti
DIRECTOR DE TESIS

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dayanara Macías Mayorga, PhD.

Enrique de la Montaña, PhD.

Blgo. Cosme Solís.

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de investigación a Dios por el mayor regalo recibido, MIS PADRES Y MI HERMANO, quienes me han apoyado a lo largo de mi vida permitiéndome ser una gran profesional alcanzando mis metas propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mi familia y a mis verdaderos amigos por estar presente en cada uno de mis logros alcanzados, por ser mi guía y por ayudarme a lo largo del camino.

De manera muy especial agradezco a: Pablo Jesús Ramírez-Barajas PhD. y Diego J. Lizcano Melo PhD. por haberme permitido formar parte del proyecto: “Caracterización ecológica de la fauna mediana y grande en áreas protegidas y fragmentadas de la provincia de Manabí”, el cual aportó mucho a mi crecimiento profesional motivando mi interés por el estudio de la biodiversidad.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias y a todos sus docentes, en especial a mi director de tesis, Blgo Pesq. Ricardo Javier Castillo Ruperti, quienes compartieron sus conocimientos conmigo a lo largo de mi carrera universitaria.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
CAPÍTULO I.....	10
1. ANTECEDENTES.....	10
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. HIPÓTESIS.....	15
CAPITULO II.....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	16
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	16
2.1.2. Ungulados	16
2.1.3. Descripción del venado de cola blanca	17
2.1.4. Dimorfismo sexual.....	18
2.1.5. Distribución	19
2.1.6. Aspectos ecológicos.....	20
2.1.7. Reproducción	21
2.2. DESCRIPCIÓN BIOGEOGRÁFICA	22
2.3. CAMBIO CLIMÁTICO	28
2.4. TÉCNICAS.....	28
2.4.1. Ecoinformática.....	28
2.4.2. Lenguaje de programación R	33
CAPITULO III.....	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. Ubicación.....	34

3.2. Duración	35
3.3. Recopilación de datos.....	35
3.3.1. Registro de presencia de la especie	35
3.3.2. Variables ambientales	36
3.4. Procedimiento.....	37
CAPITULO IV	38
4. RESULTADOS.....	38
4.1. Distribución actual	38
4.2. Hábitat idóneo	38
4.3. Efecto del cambio climático	41
CAPITULO V	44
5. DISCUSIÓN	44
5.1. Presencia de la especie.....	44
5.2. Modelo idóneo	45
CAPITULO VI	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6.1. Conclusiones	47
6.2. Recomendaciones	47
CAPITULO VII	48
7. BIBLIOGRAFÍA	48
CAPITULO VIII	57
8. ANEXOS.....	57
8.1. Presupuesto	57
8.2. Cronograma.....	58
8.3. Evidencia fotográfica	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Huellas de manos y patas del venado de cola blanca (Aranda, 2012).....	17
Figura 2. Venado de cola blanca en el RVSMC-Pacocha.....	18
Figura 3. Mapa de distribución original o histórica de <i>Odocoileus virginianus</i> (Hall, 1981)(Redford & Eisenberg, 1962).....	20
Figura 4. Software de Máxima Entropía.....	32
Figura 5. Consola R.....	33
Figura 6. Mapa de área de estudio.....	34
Figura 7. Mapa de registro de presencia de la especie.....	38
Figura 8. Modelo idóneo actual del venado de cola blanca.....	40
Figura 9. Modelo predictivo de los escenarios de cambio climático futuro (MIROC5) del año 2050.....	43
Figura 10. Recorrido de transectos dentro de la provincia de Manabí.....	61
Figura 11. Programación de cámaras trampa en campo.....	61
Figura 12. Cría de venado de cola blanca localizada dentro del Parque Nacional Machalilla.....	62
Figura 13. Individuo juvenil presentando el crecimiento de sus astas.....	62
Figura 14. Hembra de venado de cola blanca en el Parque Nacional Machalilla.....	63
Figura 15. Macho de venado de cola blanca en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacocha.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables ambientales no correlacionadas seleccionadas para el modelamiento idóneo actual del Venado de cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) con sus respectivos valores de contribución.....	39
Tabla 2. Tipos de ecosistemas y su valor correspondiente de área en el modelo idóneo actual del venado de cola blanca.....	39
Tabla 3. Ecosistemas y su valor correspondiente en los modelos predictivos (año 2050) en escenarios RCP 4.5 (optimista) y RCP 8.5 (pesimista) para el venado de cola blanca.....	41

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES.

Ecuador y Perú son países considerados globalmente como megadiversos debido a la gran variedad de ecosistemas que se presentan en esta región (Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente, 2014).

La costa ecuatoriana y el norte de la costa peruana forman parte del región Tumbés-Chocó-Magdalena, también denominada región Tumbesina (Espinosa, De La Cruz, Luzuriaga, & Escudero, 2012), que cuenta con los ecosistemas más diversos y amenazados del mundo, albergando un importante número de especies endémicas tanto de plantas, aves, reptiles, anfibios y mamíferos (Loaiza, 2013).

Unas de las especies más importantes que encontramos en la región Tumbesina es el venado de cola blanca, un mamífero silvestre que está presente en la mayoría de los hábitats (Gallina & Lopez Arevalo, 2008). En Ecuador su distribución se restringe a dos bloques: (1) en la costa sur y (2) en la sierra (Tirira, 2007).

En ambos países el número de su población se ha visto considerablemente disminuida por diversos factores que ponen en peligro a dicha especie, entre ellos tenemos: alteración del hábitat natural, introducción de especies exóticas, cacería (Ojasti, 2000) y avance de la frontera agrícola y ganadera (Sierra, Campos, & Chamberlin, 2002).

Por las condiciones especiales del bosque seco de la región tumbesina y por su condición de aislamiento, se ha considerado que el venado de cola blanca en la costa de Ecuador hace parte de la sub especie *Odocoileus virginianus peruvianus* (Gray, 1874) (Groves & Grubb, 2011; Molina & Molinari, 1999; Tirira, 2001).

En Ecuador los únicos estudios relacionados con fauna silvestre son los planes de manejo de las áreas protegidas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2007, 2009), y en el año 2007, Albuja que presenta su estudio sobre los venados en una zona del páramo de Ecuador, el cual identifica algunos factores que ponen en peligro a la especie.

En Perú, realizan una publicación acerca de los mamíferos medianos y grandes en un bosque montano (Jiménez et al., 2010), y en el año 2015 Hurtado y Pacheco presentan un estudio sobre nuevos registros de mamíferos en la zona noroeste de su país.

La poca información que existe de esta especie no permite implementar sistemas de manejos adecuados para la conservación del venado de cola blanca tanto en las áreas protegidas como fuera de estas. Por lo tanto, la implementación de estudios en los cuales se analicen las distribuciones potenciales de las diferentes especies es fundamental para el desarrollo de estrategias más adecuadas para el manejo y conservación de la especie.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El venado de cola blanca, segundo mamífero silvestre de mayor tamaño del cual se tiene registros en Ecuador, presenta una notable disminución en sus poblaciones (Albuja, 2007) debido a que esta especie es una fuente importante de ingresos y proteínas para la población que se dedica a cazarlos.

El venado de cola blanca es utilizado para el consumo de su carne, fabricación de vestimenta y accesorios con su piel, y artesanías con sus cuernos (Jiménez Pérez, 2006). Además, el incremento de la temperatura global (cambio climático) genera la pérdida o fragmentación de su hábitat natural, y la introducción de otros ungulados que compiten entre sí por alimentos (Villarreal-Espino et al., 2011) atenúa la situación problemática de esta especie.

El venado de cola blanca es fundamental dentro del ecosistema, su gran tamaño le permite participar en los procesos ecológicos de dispersión de semillas a grandes distancias (EcuRed, 2013). Aunque esta especie se encuentra listada como “preocupación menor” dentro de la lista roja de las especies amenazadas de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), es necesario e indispensable conocer el estado actual de sus poblaciones para poder contribuir con medidas de conservación para esta especie. Adicionalmente los requerimientos ecológicos y de hábitat de esta especie han sido muy poco estudiados en el trópico americano (Hurtado & Pacheco, 2015).

1.2. JUSTIFICACIÓN.

Ecuador cuenta con 424 especies de mamíferos, de los cuales 42 son endémicas (Tirira, 2015) y Perú con 508 especies de mamíferos (Pacheco, Cadenillas, Salas, Tello, & Zeballos, 2009). Este grupo de vertebrados que funcionan como indicadores biológicos, se encuentra distribuido ampliamente en América, cumpliendo cada uno con su rol específico, el cual genera beneficios tanto al ecosistema como al ser humano.

Los ecosistemas de la costa de nuestro país y del país vecino se han visto afectados por la expansión de la frontera agrícola y ganadera (Sierra et al., 2002), sumado al incremento de la población humana (Ojasti, 2000) que realiza extracciones de recursos naturales, cacería e introducción de especies, ocasionando la transformación del hábitat natural. En conjunto estas actividades señaladas anteriormente ha influido significativamente en la disminución de poblaciones de esta especie (Robinson & Redford, 1994).

La alta concentración de gases (CO₂) en la atmósfera a causa del consumo de combustibles fósiles, como el petróleo y carbón, incrementan la temperatura global del planeta generando cambios en el hábitat de las especies como el venado de cola blanca.

En Ecuador los efectos relacionados con el cambio climático son: pérdida de hábitat y especies, y pérdida de extensión y composición de los bosques (Ministerio del Ambiente del Ecuador & Proyecto de Adaptación al Cambio Climático, 2013); y para Perú son: peligro en la biodiversidad, expansión de plagas y modificación del mapa de distribución de varias especies tanto de flora y fauna (Niquen, 2014).

El venado de cola blanca, perteneciente al grupo de los cérvidos, no cuenta con estudios realizados dentro del país. La escasa información de fauna silvestre que albergan las áreas protegidas, sugiere que se realicen más

trabajos de investigación que permitan conocer las características ecológicas y preferencias de hábitat de las diferentes especies que en ellas se encuentran, para en un futuro proponer o sugerir acciones que permitan un manejo adecuado y su conservación.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar aspectos primordiales del hábitat del venado de cola blanca en la costa de Ecuador y norte de Perú.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar las áreas de ocurrencia de la especie.
- Describir el hábitat idóneo de la especie en función de variables climáticas.
- Determinar el efecto que el cambio climático tendrá sobre el hábitat del venado.

1.4. HIPÓTESIS

El venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie generalista en su distribución que muestra preferencias de hábitat.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.1.1. Clasificación taxonómica

Taxonómicamente el venado de cola blanca, se clasifica de la siguiente manera (Gallina & Lopez Arevalo, 2008):

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Cetartiodactyla
Familia	Cervidae
Género	<i>Odocoileus</i>
Especie	<i>Virginianus</i>

2.1.2. Ungulados

Los ungulados son el grupo de mamíferos que se caracterizan por apoyarse y caminar con el extremo de los dedos, los cuales están revestidos por una pezuña. Se subdividen en los perisodáctilos, que son los que tienen un número impar de dedos, y en los artiodáctilos, aquellos que tienen un número par de dedos, en este último grupo encontramos a la familia de los cérvidos, conocidos comúnmente como venados o ciervos (Mandujano Rodríguez et al., 2010).

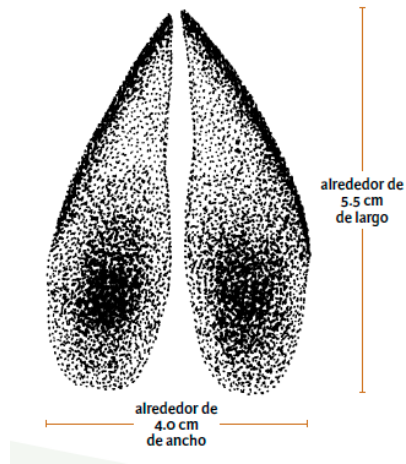


Figura 1. Huellas de manos y patas del venado de cola blanca (Aranda, 2012).

2.1.3. Descripción del venado de cola blanca

El venado de cola blanca es un animal gregario de tamaño grande de tonalidades café, en ejemplares juveniles su pelaje presenta machas de tono blanco las cuales desaparecen a medida que crecen, su cola en la parte superior es color café y en la parte interior es de color blanca (Aranda-Sánchez, 2012), la cual en situaciones de peligro es levantada como señal para los demás venados (Tirira, 2007); se caracteriza por tener un cuello largo y relativamente grueso (Sierra Franco, 2009).



Figura 2. Venado de cola blanca en el RVSMC-Pacoche.

Generalmente los venados de cola blanca viven hasta alrededor de los 20 años, son buenos nadadores y corredores alcanzando una velocidad de hasta 64 km/hora, con ámbitos hogareños registrados de 24.3 a 356.1 hectáreas siendo mayor la de los machos (Álvarez-Romero & Medellín-Legorreta, 2005). Aunque es una especie solitaria, se puede observar grupos conformados por hembras y sus crías (Aranda-Sánchez, 2012).

2.1.4. Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual es notorio, las hembras (35-90 kilogramos) son de menor tamaño que los machos (60-160 kilogramos) (Álvarez-Romero & Medellín-Legorreta, 2005) y adicionalmente la presencia de astas que solo se da en machos, las cuales son digitiformes con una rama principal de las que salen las ramas secundarias (Aranda-Sánchez, 2012).

Las astas sirven de atractivo y las utilizan para pelear en épocas de apareamiento cuando compiten por las hembras, el ciclo de estas empiezan con dos pequeñas protuberancias en el cráneo, después a medida que crecen se recubren con terciopelo, se endurecen y comienzan a ramificarse, finalmente el terciopelo se cae y quedan las ramificaciones descubiertas (Mandujano Rodríguez et al., 2010).

Las astas se caen después de la época de apareamiento y vuelven a crecer nuevamente, en cada ocasión que vuelven a crecer estas aumenta de tamaño, por lo que las dimensiones y las formas son indicadores de la edad y de dominancia (Mandujano Rodríguez et al., 2010).

2.1.5. Distribución

El venado de cola blanca tiene una amplia distribución, desde el sur de Canadá hasta Bolivia, y está ausente en la mayor parte del territorio de Estados Unidos (Gallina & Lopez Arevalo, 2008).

En Ecuador las poblaciones de venado de cola blanca se distribuyen en Sierra y Costa sur y se divide en dos poblaciones. Los páramos del país presentes entre los 3000 y 4500 msnm albergan al primer grupo, y la segunda población está presente solo en los bosques secos tropicales del suroccidente entre 0 y 1000 msnm, no está presente en bosques húmedos (Tirira, 2007). A excepción de las áreas urbanas y áreas de cultivo extensas (Aranda-Sánchez, 2012).



Figura 3. Mapa de distribución original o histórica de *Odocoileus virginianus* (Hall, 1981)(Redford & Eisenberg, 1962)

2.1.6. Aspectos ecológicos

El venado de cola blanca dentro del ecosistema juega un papel fundamental, debido a que ayuda a mantener el equilibrio ecológico. Al igual que otras especies forma parte de la cadena trófica, como herbívoro y a su vez como presa (Sierra Franco, 2009).

Su alimentación se basa en hojas, brotes, tallos, semillas y frutas de muchas especies de hierbas, arbustos y árboles (Aranda-Sánchez, 2012), compartiendo las mismas preferencias de alimentos con otros herbívoros ramoneadores, que cumplen con su función de dispersores de semillas (Sierra Franco, 2009).

Las principales amenazas que recibe el venado son por parte del hombre, debido a su gran interés por consumo de su carne y por elaborar productos tanto con su piel, como son sus astas; y también por parte de felinos de mayor tamaño que son sus depredadores (Sierra Franco, 2009).

2.1.7. Reproducción

El apareamiento de la especie tiene lugar entre los meses de Junio y Febrero, presentándose de forma más temprana en las zonas tropicales y de forma más tardía en las zonas templadas y frías (Aranda-Sánchez, 2012).

La maduración sexual es alcanzada al primer año en los machos y en las hembras se da aproximadamente al primer año o máximo a los dos años, pero depende mucho de la densidad de la población (Gasperin, 2007). Aunque la especie alcance la madurez sexual al año no se aparean hasta los dos años de edad (Álvarez-Romero & Medellín-Legorreta, 2005).

Ambos sexos poseen glándulas las cuales generan esencias, algunas tan potentes que son percibidas por el hombre; las glándulas presentes en el venado son las glándulas orbitales, glándulas tarsales y glándulas metatarsales (Gasperin, 2007).

Las glándulas orbitales se encuentran situadas en el área de la cabeza y son activadas cuando la especie frota su cabeza con las ramas de la vegetación, las glándulas tarsales situadas en la parte exterior baja de las piernas traseras, se activan cuando el individuo camina y roza la vegetación con sus patas traseras y las glándulas metatarsales situadas en la parte interna de las rodillas de las piernas traseras son las que tienen mayor en comparación a las mencionadas anteriormente (Gasperin, 2007).

En épocas de apareamiento, los machos orinan sobre sus patas traseras donde se encuentran situadas las glándulas metatarsales, y al combinarse

estas sustancias generan un fuerte olor, en las hembras se segregan hormonas y feromonas que avisa a los machos que ellas están listas para el acto (Gasperin, 2007).

Los machos durante el periodo de apareamiento compiten entre ellos con el fin de tener el mayor número de hembras para poder copularse (Gasperin, 2007).

El periodo de gestación tiene una duración de aproximadamente 205 días teniendo en cada parto una sola cría, en raros casos son dos crías (Aranda-Sánchez, 2012). Generalmente en esta época los únicos que defienden su territorio son las hembras por motivo de tener sus crías, aunque normalmente esta actitud es la de los machos en épocas de apareamiento (Gasperin, 2007).

2.2. DESCRIPCIÓN BIOGEOGRÁFICA

La costa ecuatoriana y la costa peruana forman parte del hotspot tumbes chocó magdalena, el cual se caracteriza por albergar un número elevado de especies de flora y fauna endémicas (Loaiza, 2013).

En la región Litoral de Ecuador se hallan tres elementos estructurales que influyen en los patrones de distribución de la biota costera: río Esmeraldas, río Guayas y cordillera de la Costa. La costa ecuatoriana es una zona de transición entre las condiciones perhúmedas del Chocó (influenciada por la corriente de Humboldt) y las condiciones peráridas de la costa peruana (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

En esta región se hallan dos provincias biogeográficas que se diferencian por su composición y estructura florística, y por el bioclima: (1) la provincia del Chocó (húmeda) y (2) la provincia del Pacífico Ecuatorial (seca) (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Provincia del Chocó

La provincia del Chocó, se encuentra situada aproximadamente bajo los 300 msnm, al occidente de la cordillera de los Andes e incluye la cordillera costera; son bosques y herbazales siempreverdes y siempreverde estacionales, con bioclima pluvial y pluviestacional, abarcando las áreas bajas de las cuencas de los ríos Cayapas y Esmeraldas y la parte húmeda de la cuenca del río Guayas formando una franja angosta que forma las zonas de transición con bosques más secos con la provincia biogeográfica Occidente de Ecuador (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Tiene dos sectores: (1) tierras bajas - Sector Chocó Ecuatorial y (2) cordillera costera - Sector Cordillera Costera del Chocó.

Sector Chocó Ecuatorial.

Este sector incluye vegetación siempreverdes y siempreverde estacionales de tierras bajas, se encuentra dominado por especies arbóreas de las familias Myristicaceae, Moraceae, Fabaceae y Meliaceae. El dosel es semicerrado de 40 m de alto aproximadamente, la ausencia de claros y la abundancia relativa de árboles grandes ($DAP \geq 70$) que los diferencia de los bosques amazónicos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

El sotobosque es denso y está compuesto por especies de Rubiaceae y palmas pequeñas, especialmente Geonoma; en la parte baja de los troncos se hallan generalmente las epifitas, las cuales son comunes en este tipo de ecosistemas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Las formaciones vegetales presentes en este sector son:

- Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial.

- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Chocó Ecuatorial.
- Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Chocó Ecuatorial.

Sector Cordillera Costera del Chocó

Se sitúa sobre los 200 msnm, en áreas con ombrotipo subhúmedo y húmedo, la principal característica es que contiene especies del Chocó de los Andes, aunque se encuentra físicamente aislada de dicha cordillera (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Provincia Pacífico Ecuatorial

La provincia Pacífico Ecuatorial está compuesta por vegetación decidua, semidecidua y siempreverde estacional del occidente de la cordillera de los Andes, su bioclima es pluviestacional y xérico; incluye la cordillera costera de Chongón-Colonche, zona sur de Mache-Chindul y cerros testigos de Manglares Churute (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Presenta dos sectores: (1) tierras bajas - Sector Jama-Zapotillo y (2) cordillera costera - Sector Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, y además un ecosistema que se halla entre ambos: *Herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial* (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Sector Jama-Zapotillo

En este sector se encuentran presentes bosques, arbustales y herbazales; deciduos, semideciduos y siempreverde estacionales de tierras bajas hasta los 400 msnm; los ombrotipos van desde desérticos en la Puntilla de Santa Elena hasta el subhúmedo. Sus árboles pueden llegar a tener una altura de 10 - 15 m, con un dosel de 25 m, el cual en la estación seca llega a ser muy abierto (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

El bosque seco se caracteriza por agrupar especies que en temporadas sin lluvias pierden su follaje, además es un bosque muy amenazado por actividades antropogénicas debido a la importancia económica que representan para los poblados aledaños; la especie más representativa es: *Ceiba trischistandra*, también se hallan especies como: *Eriotheca ruizii*, *Pseudolmedia millei*, *Cavanillesia platanifolia*, *Tabebuia chrysantha* y varias especies de leguminosas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Las formaciones vegetales presentes en este sector son:

- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Arbustal desértico de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional inundable de llanura aluvial del Jama-Zapotillo
- Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Manglar del Jama-Zapotillo

Sector Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial

Incluye las serranías de Chongón-Colonche, Jama, sus piedemontes y pequeñas elevaciones al sureste del golfo de Guayaquil, se presenta en

ombrotipos de semiárido a subhúmedo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Los bosques húmedos de la costa de Ecuador se encuentran influenciados por las corrientes marinas que provocan un efecto de nubosidad (garúa o brisa) en los meses de Mayo a Septiembre, esta determina formaciones vegetales distintas en las partes altas de la serranía (≥ 400 msnm); en las partes bajas la vegetación es árida y el nivel de degradación es elevado; existe alta diversidad de epífitas y predominancia de trepadoras; con mayor riqueza de las familias Piperaceae, Moraceae, Cucurbitaceae (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Las formaciones vegetales presentes en este sector son:

- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque semidecíduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque decíduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial

En el norte de Perú se hallan cuatro de las once ecorregiones presentes en dicho país, las cuales han sido clasificadas por los diferentes factores ecológicos que presentan (Dirección general forestal y de fauna silvestre, 2013).

Bosque tropical del pacifico

Es la zona más lluviosa del mundo, por tal su suelo es muy fértil, albergando una gran diversidad tanto de fauna como de flora; ubicada en la región de Tumbes, su temperatura es alta, con un clima húmedo. El dosel de este bosque llega a alcanzar los 25 m de alto (Dirección general forestal y de fauna silvestre, 2013).

Bosque seco ecuatorial

Abarca una franja costera de 100 a 150 kilómetros de ancho, desde el golfo de Guayaquil - Ecuador hasta La Libertad – Perú, su clima está influido directamente por las corrientes de Humboldt y la corriente del niño, siendo tropical, seco y cálido, con una temperatura promedio de 23°C a 24°C (Dirección general forestal y de fauna silvestre, 2013), con un alto valor biológico y cultural (La Torre-Cuadros & Linares-Palomino, 2008).

Páramo

Es una de las zonas más pequeñas en el territorio peruano, presenta una temperatura baja sin embargo este factor no ha impedido el desarrollo de flora y de la fauna, su rango altitudinal es superior a los 3 500 msnm (Dirección general forestal y de fauna silvestre, 2013).

Selva baja

La ubicación de esta ecorregión ha sido muy beneficiosa, al estar alejada de los poblados le han permitido conservarse, su rango altitudinal oscila entre los 0 – 600 msnm; la principal característica es la abundancia de agua, lo cual ha permitido el desarrollo de diversas formaciones vegetales (Dirección general forestal y de fauna silvestre, 2013):

- Bosque de galería

- Pajonal de la pampa
- Bosquetes de las colinas
- Bosques adyacentes.

2.3. CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es un fenómeno que se da por la acumulación de GEI (gases de efecto invernadero) en la atmósfera, generados por las diferentes actividades que el humano realiza: uso de combustibles fósiles, deforestación y degradación de la biomasa; estos gases actúan como capa que permite el ingreso de los rayos solares más no permite que estos sean expulsados, al tener una gran cantidad de estos gases en la atmósfera se produce un incremento en la temperatura global (Becerra Rodríguez & Mance, 2009).

La energía acumulada dentro de la Tierra por la concentración de gases calienta el suelo y los océanos (Becerra Rodríguez & Mance, 2009), que tienen como principal consecuencia la pérdida de biodiversidad que juntamente con el uso del suelo de la Tierra e introducción de especies exóticas, aceleran dicho proceso (PNUMA, 2007). Los problemas asociados a la pérdida de biodiversidad son: cambios de distribución de especie, incremento en tasa de extinción y tiempos de reproducción alterados (PNUMA, 2007).

2.4. TÉCNICAS

2.4.1. Ecoinformática

La ecoinformática es un área de trabajo de apenas 20 años, interdisciplinar que congrega ecología y tecnologías de la información con el fin de facilitar los trabajos de investigación del ambiente a través de base de datos de

información ambiental y métodos de acceso, con la colaboración de algoritmos que ayudan a comprobar hipótesis ecológicas y realizar predicciones (Blas Manuel, 2009).

Esta área tiene por objetivos, incrementar el conocimiento científico del medio y apoyar la toma de decisiones en relación a cuestiones tan importantes como la sostenibilidad ecológica, biodiversidad y cambio global (Blas Manuel, 2009).

Informática de la biodiversidad

Dentro de la ecoinformática se encuentran otras disciplinas, unas más desarrolladas que otras, este es el caso de la informática de la biodiversidad, la cual según Soberón y Peterson en el 2004, la definen como “*la aplicación de las tecnologías de información a la gestión, exploración algorítmica, análisis e interpretación de grandes cantidades de datos primarios relativos a la vida, particularmente al nivel de especie*” (Blas Manuel, 2009).

La herramienta principal de la informática de la biodiversidad son los Modelos de Distribución de Especies, que se han aplicado en una gran variedad de campos, como, exploración de biodiversidad, diseño de áreas protegidas, evaluación de daños potenciales en cultivos por plagas y la evaluación de posibles invasiones biológicas o aparición de enfermedades, entre otras (Blas Manuel, 2009).

Modelos de Distribución de Especies

Los MDE actualmente son una herramienta de gran utilidad en los estudios de biología y ecología de la conservación, pues ayudan a determinar las variables que determinan la presencia de alguna especie (Cayueta et al., 2009; Ferrier & Guisan, 2006). Como consecuencia del frecuente uso de esta herramienta varios autores la han llamado de

distintas maneras según sean sus aplicaciones: modelos predictivos de hábitat (Guisan & Zimmermann, 2000), modelos de nicho ecológico (Townsend Peterson, 2001) y modelos de idoneidad de hábitat (Hirzel, Le Lay, Helfer, Randin, & Guisan, 2006).

Los MDE básicamente son una construcción numérica que define en el espacio ecológico las relaciones existentes entre la presencia de una especie y los valores de las variables ambientales que influyen directamente en su distribución (Blas Manuel, 2009).

Según la definición anterior, dentro de un MDE hay cinco elementos relevantes: registros de presencia de especie, variables ambientales que influyen directamente en la especie, algoritmo que analiza la relación entre ambas entradas, un modelo definido en el espacio ecológico y la representación geográfica del resultado, es decir, la generación de un mapa (Blas Manuel, 2009).

Modelos de ocupación

Los modelos de ocupación se originan por la necesidad de poder estudiar las especies en estado silvestre que posterior a una búsqueda no han sido detectadas aunque se encuentren presentes (Mackenzie et al., 2002), su función es estimar la probabilidad de ocupación y la probabilidad de detección sobre transectos, donde la detección se representa con “1” y la no detección con “0” (Mackenzie et al., 2002, 2006).

Para el desarrollo de un modelo de ocupación se consideran los siguientes principios básicos, sugeridos por MacKenzie et ál. (2002):

- El área de estudio (sistema) permanece cerrado a cambios demográficos de la especie durante el muestro.

- Las especies no son falsamente detectadas, la ausencia de detección no es ausencia.
- La detección de especies en un sitio, son independientes a la detección en todos los demás sitios.

Estos modelos son ampliamente usados para el estudio de especies referente a: factores que influyen en la distribución, probabilidad de ocupación y detección de la especie (Santiago-Plata, 2013).

MAXENT

Es un software de Máxima Entropía (Ibarra-Montoya et al., 2010), que busca la distribución probable de presencia de la especie más uniforme posible, a través de datos incompletos, solo con información de presencia de la especie (Blas Manuel, 2009), por tal motivo es la principal herramienta para la elaboración de los modelos de distribución de especies (Morales S, 2012).

Existe una gran variedad de programas de modelos similares, facilitan mucho el trabajo del investigador, Maxent posee tres ventajas sobre los demás: 1. MAXENT solo necesita información de registros de presencia de la especie, mas no de ausencia; 2. Buen desempeño, especialmente con número pequeño de muestras; y 3. Software libre (Morales S, 2012).

Los valores de salida que MAXENT nos facilita son en formatos RAW (valores brutos), acumulativos y logísticos; los valores RAW son datos de salida difícil de interpretar por ser un mapa generado a partir de datos en crudo, sus resultados los estima en un rango de 0 a 1; los acumulativos son sencillos de interpretar por ser valores en un rango de 0 a 100, donde el valor más cercano a 100 será donde se tenga mayor probabilidad de encontrar a la especie; y los logísticos son mejores frente a los anteriores

expuestos dado que los valores se expresan entre 0 y 1, estimando la probabilidad de presencia de la especie en cada uno de los pixel que se encuentran en el mapa (Santiago-Plata, 2013).

MAXENT con el fin de estimar cual es la variable con mayor aportación al modelo realiza una prueba de muestreo sin remplazo (jackknife) que se debe activar antes de mandar a correr los datos, en el cual se generan tres modelos diferentes: el primero se crea por la descarta de una variable, en el segundo se utilizan todas las variables pero de forma independiente, y el tercero juntando todas las variables introducidas al modelo (Santiago-Plata, 2013).

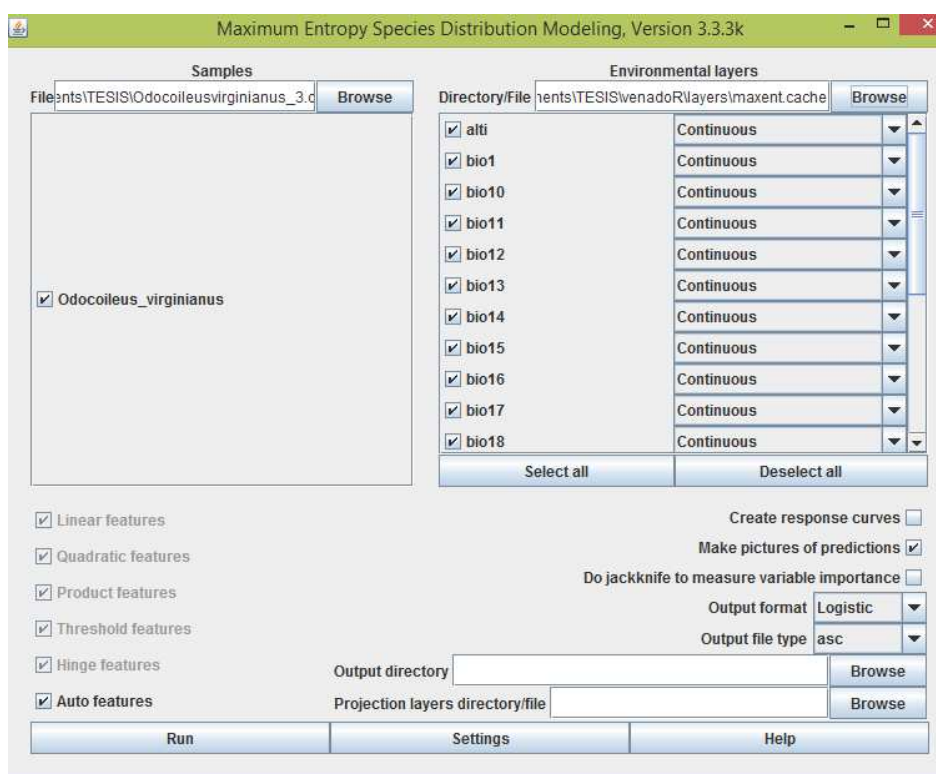


Figura 4. Software de Máxima Entropía

2.4.2. Lenguaje de programación R

R es un lenguaje y entorno de programación, su principal característica es que forma un entorno de análisis estadístico para la manipulación de datos, cálculos, simulaciones y gráficos (Kelmansky, 2006), los cuales pueden visualizarse inmediatamente en su propia ventana. Es un software libre bajo los términos de la *GNU General Public Licence* (Contreras García, Molina Portillo, & Arteaga Cezón, 2014; Paradis & Ahumada, 2003).

Para Contreras *et al.* (2014) las características que este lenguaje de programación brinda al usuario son:

- Almacenamiento y manipulación de datos.
- Operadores para cálculos sobre variables, matrices.
- Herramientas para análisis de datos.
- Posibilidades gráficas para análisis de datos.

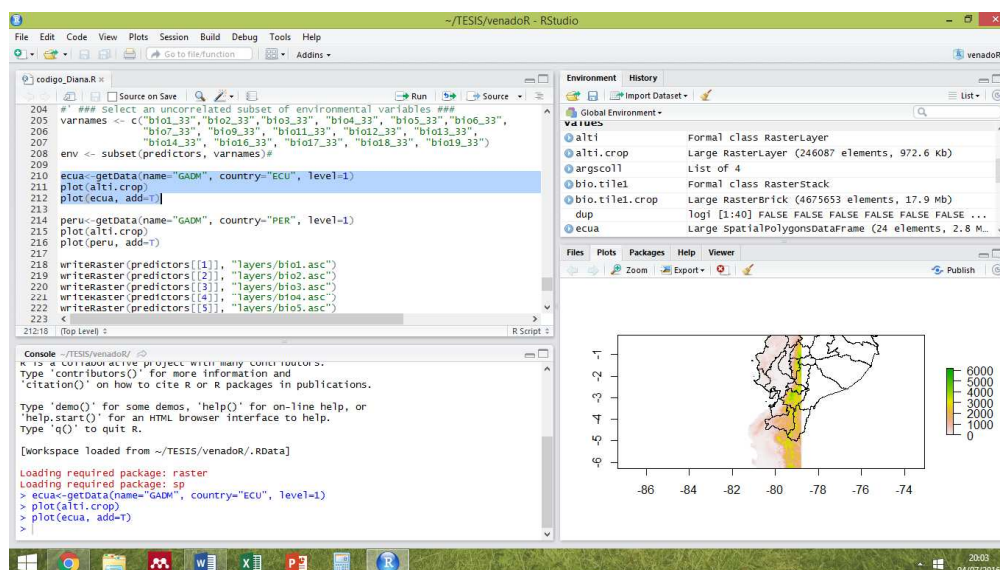


Figura 5. Consola R

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación

La ubicación geográfica de la presente investigación se encuentra dentro de las siguientes coordenadas geográficas, correspondientes a la zona centro occidental de la región costera del Ecuador y al norte de Perú.

Latitudes: -6.268421, -0.1065789

Longitudes: -81.57632, -78.79934

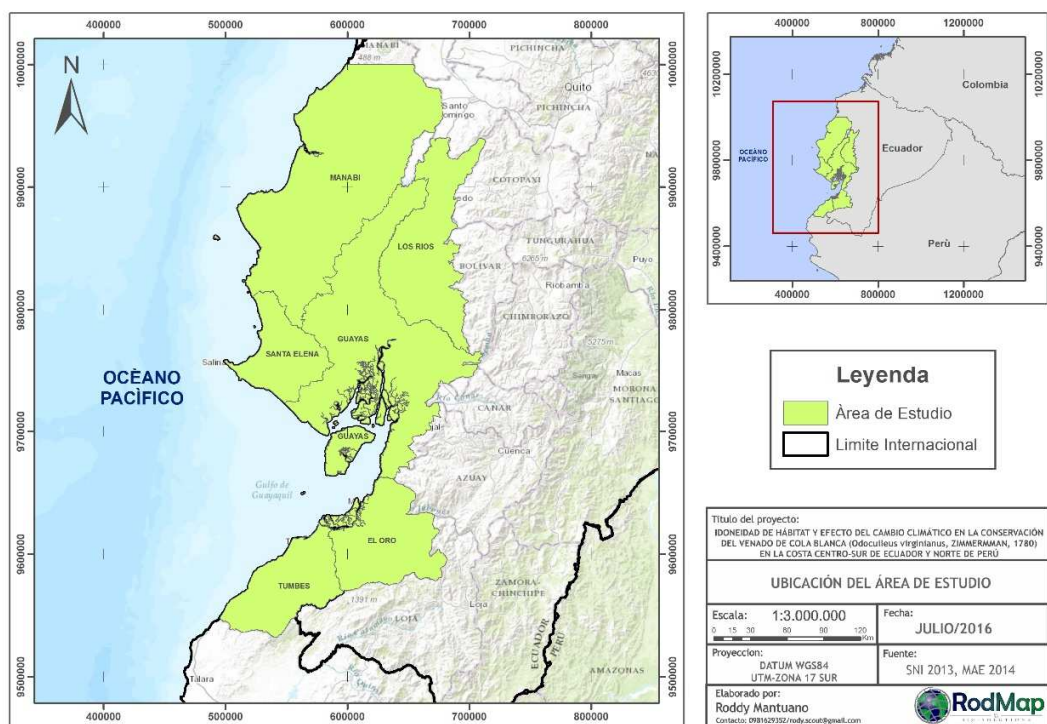


Figura 6. Mapa de área de estudio

3.2. Duración

El trabajo de campo se realizó desde Septiembre del 2014 hasta Mayo del 2015, y su periodo de gabinete (identificación de imágenes y revisión de literatura) se realizó a partir de Junio del 2015 hasta Diciembre del 2015, la información generada se empezó a analizar y tabular desde inicios del 2016.

3.3. Recopilación de datos

Se realizó un modelo de distribución de la especie, para el cual se requieren datos referentes a: (1) registros de presencia de la especie y (2) variables ambientales obtenidas de la plataforma WorldClim (altitud y bioclima, como: temperatura y precipitación).

3.3.1. Registro de presencia de la especie

La información sobre la presencia del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) fue recopilada en campo por observación directa, cámaras trampas, revisión de literatura: New mammalian records in the Parque Nacional Cerros de Amotape, northwestern Peru por Hurtado y Pacheco en 2015, y la base de datos del Global Biodiversity Information Facility (GBIF; www.gbif.org).

Las cámaras se instalaron en tres grupos de 20 con una separación de 1km a una altura del suelo de 30-50cm, para un total de 120 puntos de muestreo. Las cámaras fueron programadas para trabajar las 24 horas al día. Cada fotografía obtenida tuvo un lapso de 5 segundos, con el fin de obtener el mayor número posible de imágenes por detección; cámaras permanecieron operativas en un lapso de 45-61 días sin chequeo alguno, esto para evitar alteraciones por la presencia de nosotros hacia la fauna presente en el área (Rovero,

Martin, Rosa, Ahumada, & Spitale, 2014). Cuando se encontró una foto del venado se usó la coordenada de la cámara como localización de presencia de la especie.

3.3.2. Variables ambientales

Las variables ambientales o capas predictorias, que se utilizaran en las zonas usadas por el venado de cola blanca, son de información de las diferentes capas ambientales brindadas por WorldClim, que es un algoritmo que contiene información climática a partir de base de datos de clima las cuales son usadas generalmente para el modelamiento predictivo de nichos (Hijmans et al., 2004), su utilización es sencilla (Comisión Nacional de Biodiversidad & University of Kansas, n.d.) y se puede obtener de la siguiente página: <http://www.worldclim.org/bioclim>.

Código de capa	Descripción de la capa
Alt	Altitud del área
Bio1	Temperatura media anual
Bio2	Rango de temperatura medio diurna (media mensual (max temp – min temp))
Bio3	Isotermalidad (Bio2/Bio7)(*100)
Bio4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar *100)
Bio5	Temperatura máxima del mes más caluroso
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio7	Rango de temperatura anual (Bio5-Bio6)
Bio8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio9	Temperatura media del trimestre más seco
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio12	Precipitación anual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo
Bio14	Precipitación del mes más seco
Bio15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo

Bio17	Precipitación del trimestre más seco
Bio18	Precipitación del trimestre más cálido
Bio19	Precipitación del trimestre más frío

3.4. Procedimiento

Para construir el modelo de distribución se usó algoritmo de Máxima Entropía, implementado en el programa MaxEnt (Ibarra-Montoya et al., 2010), que sirve para describir el hábitat idóneo de la especie. Este trabaja con datos de presencia de la especie y con las variables que influyen directamente sobre dicha especie (Blas Manuel, 2009). El algoritmo analiza la relación entre ambas entradas (especie-variables) generando curvas: RAW, logísticas o acumulativas, con el fin de obtener una representación geográfica (mapa) en la cual se señalan las áreas que presentan mejores condiciones para la especie (Santiago-Plata, 2013).

El efecto del cambio climático sobre el hábitat idóneo se modeló utilizando las capas climáticas del futuro, brindadas por la plataforma Worldclim (específicamente del año 2050) y con diferentes escenarios de concentración representativa de carbono (RCP, siglas en inglés). Se utilizaron dos escenarios, el RCP 4.5 (“optimista”) y RCP 8.5 (“pesimista”), provenientes de tres diferentes laboratorios de investigación: (a) National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration (HadGEM2-AO); (b) Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC5); y (c) Met Office Hadley Centre and Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (HadGEM2-ES) (Carvalho, Rangel, Ready, & Vale, 2015). La información climática se trabajó en coordenadas decimales y se cortó con el programa ArcGis 10.3.1.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Distribución actual

Se obtuvieron 41 puntos en el área de estudio con registro de presencia de la especie, localizadas en las provincias de Manabí y Guayas, y en el departamento de Tumbes (Figura 5).

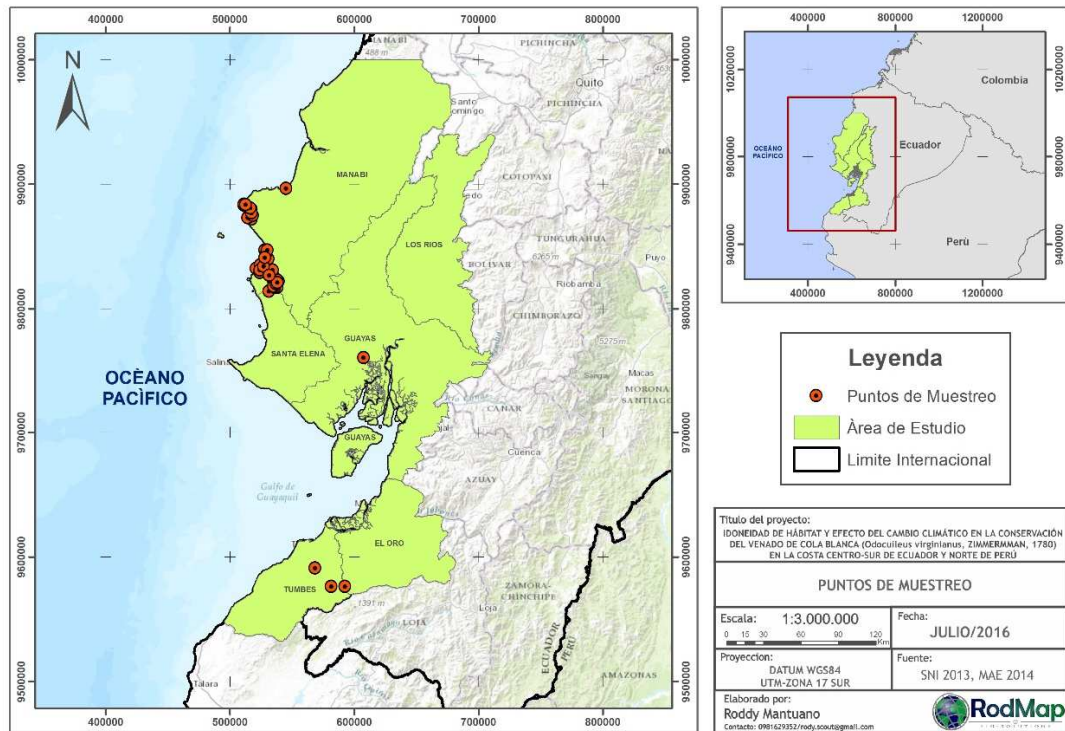


Figura 7. Mapa de registro de presencia de la especie

4.2. Hábitat idóneo

El ajuste presentado en el modelo por AUC (the Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve) mostró valores de 0.986, es decir, muy altos.

Las variables ambientales y su porcentaje de contribución al modelo idóneo actual se muestran en la tabla 1. El área de idoneidad que presentó el venado de cola blanca fue de ~1500 km² situado al sur de Manabí y norte de Santa Elena (Figura 6), valor mostrado detalladamente en la tabla 2 correspondiendo al ecosistema, para ello fue necesario el empleo de la Capa de Ecosistemas proveniente del Ministerio del Ambiente de Ecuador (2014).

Tabla 1. Variables ambientales no correlacionadas seleccionadas para el modelamiento idóneo actual del Venado de cola blanca (Odocoileus virginianus) con sus respectivos valores de contribución.

Código de capa	Descripción de capa	Porcentaje de contribución
Bio 12	Precipitación anual	29.1
Bio 04	Estacionalidad de temperatura (desviación estándar x 100)	15.4
Bio 02	Rango de temperatura media diurna	13.4
Bio 07	Rango de temperatura anual	11.1
Bio 14	Precipitación del mes más seco	11.1
Alt	Altitud	7.4
Bio 17	Precipitación del trimestre más seco	4.4
Bio 13	Precipitación del mes más húmedo	4.2
Bio 03	Isotermalidad (Bio02/Bio07)x100	2
Bio 16	Precipitación del trimestre más húmedo	1.4
Bio 19	Precipitación del trimestre más frío	0.4

Tabla 2. Tipos de ecosistemas y su valor correspondiente de área en el modelo idóneo actual del venado de cola blanca.

MODELO	ÁREA (~km²)	%
ÁREA ACTUAL	1469.6	100
Bosque deciduo	588.07	40.02
Bosque siempre verde	373.62	25.42
Bosque semideciduo	262.6	17.87
Intervenido	242.84	16.52
Otras	1.38	0.09
Agua	1.09	0.08

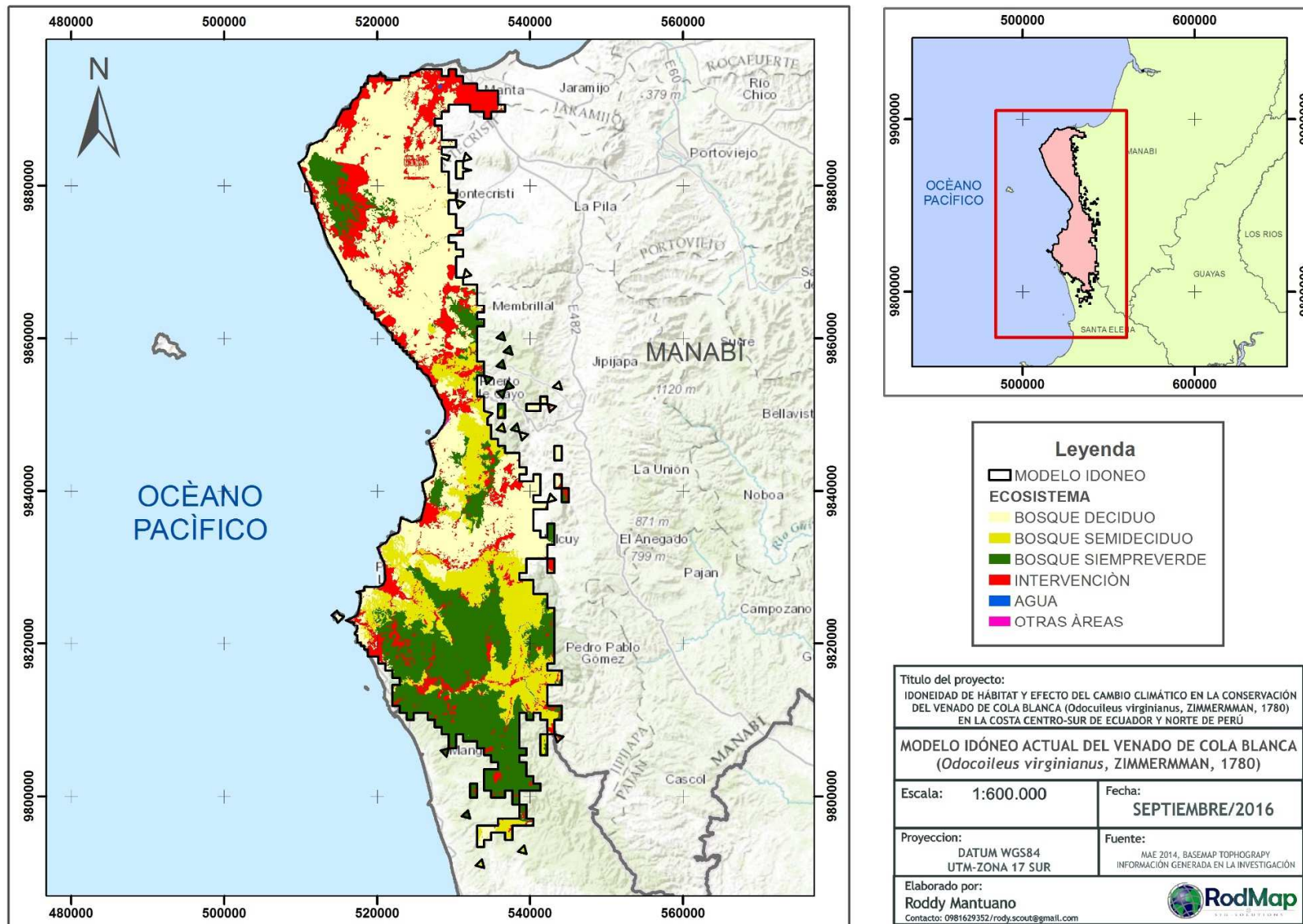


Figura 8. Modelo idóneo actual del venado de cola blanca.

4.3. Efecto del cambio climático

Los modelos proyectados para el año 2050 en los escenarios: RCP 4.5 (escenario optimista) y RCP 8.5 (escenario pesimista) muestran un aumento significativo del área, pues en RCP 4.5 van desde ~2704 km² hasta ~3575 km² y en RCP 8.5 de ~2902 km² a ~3286 km². Las áreas para los escenarios futuros de cambio climático se describen en la tabla 3 de acuerdo al tipo de ecosistema en el cual se sitúan (figura 7).

Tabla 3. Ecosistemas y su valor correspondiente en los modelos predictivos (año 2050) en escenarios RCP 4.5 (optimista) y RCP 8.5 (pesimista) para el venado de cola blanca.

MODELO	ÁREA (~km²)	%
MODELO RCP 4.5		
HadGEM2-AO (HD)		
Área de distribución potencial	3474.26	234.57
Bosque siempre verde	740.25	49.98
Bosque semideciduo	556.11	37.55
Bosque deciduo	1165.73	78.71
Intervenido	916.95	61.91
Otras	4.91	0.33
Agua	25.22	1.7
Sin información	65.09	4.39
HadGEM2-ES (HE)		
Área de distribución potencial	3575.73	241.42
Bosque siempre verde	760.07	51.32
Bosque semideciduo	552.26	37.29
Bosque deciduo	1168.89	78.92
Intervenido	1023.32	69.09
Otras	2.79	0.19
Agua	4.41	0.3
Sin información	63.99	4.32
MIROC5 (MC)		
Área de distribución potencial	2704.35	182.59
Bosque siempre verde	624.87	42.19
Bosque semideciduo	424.68	28.67

Bosque deciduo	954.04	64.41
Intervenido	561.33	37.9
Otras	3.44	0.23
Agua	10.14	0.68
Sin información	125.85	8.5
MODELO RCP 8.5		
HadGEM2-AO (HD)		
Área de distribución potencial	2902.7	195.98
Bosque siempre verde	659.86	44.55
Bosque semideciduo	476.46	32.17
Bosque deciduo	1061.88	71.69
Intervenido	631.32	42.62
Otras	2.66	0.18
Agua	6.43	0.43
Sin información	64.09	4.33
HadGEM2-ES (HE)		
Área de distribución potencial	3286.72	221.91
Bosque siempre verde	698.89	47.19
Bosque semideciduo	529.21	35.73
Bosque deciduo	1166.01	78.73
Intervenido	815.27	55.04
Otras	3.52	0.24
Agua	7.29	0.49
Sin información	66.53	4.49
MIROC5 (MC)		
Área de distribución potencial	2949.74	199.16
Bosque siempre verde	643.24	43.43
Bosque semideciduo	451.61	30.49
Bosque deciduo	1044.56	70.53
Intervenido	616.83	41.65
Otras	4.61	0.31
Agua	12.77	0.86
Sin información	176.12	11.89

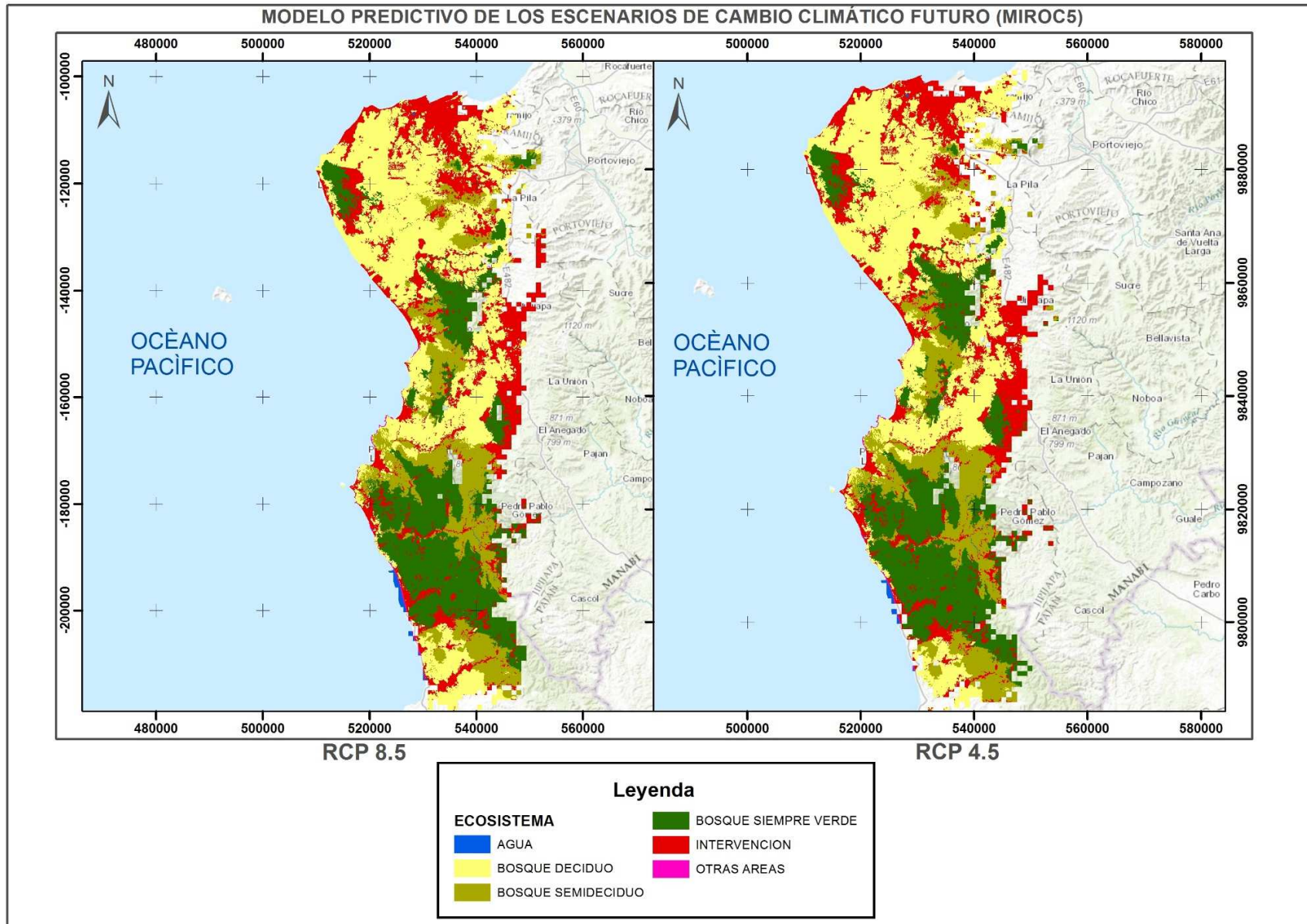


Figura 9. Modelo predictivo de los escenarios de cambio climático futuro (MIROC5) del año 2050.

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1. Presencia de la especie

El bosque deciduo y bosque siempre verde representan a los ecosistemas con mayor porcentaje en el hábitat idóneo del venado. Sin embargo se ha registrado al venado (*O. v. ustus*) en la zona altoandina de Ecuador, en altitudes de 4100msnm (Laegaard, 1992) (Garzón-Jarrin, Ramón García-Díaz, & Pérez-Bello, 2016). El venado (*O. v. peruvianus*) también ha sido registrado en zonas bajas del país como la Reserva Ecológica Arenillas, en la cual la especie presenta abundancias altas en comparación a las otras especies (Espinosa, Jara-Guerrero, Cisneros, Sotomayor, & Escribano-Ávila, 2016)

En Panamá, se presenta el registro del venado como uno de los mamíferos con alta abundancia relativa en la selva tropical (Springer et al., 2012). En México, cerca de los manantiales en época seca se determinó la presencia de la especie en ~60% de los cuerpos en estudio (Charre-Medellín, Colín-Soto, & Monterrubio-Rico, 2010), también se tiene registro del venado dentro de las Reserva de la Biosfera “El Cielo”, estudio en el cual se presenta como una de las especies más abundantes de mamíferos y a su vez como presa potencial del jaguar en altitudes de 350 msnm (Carrera-Treviño, Lira-Torres, Martínez-García, & López-Hernández, 2016) además, se presentan registros en la selva baja caducifolia en altitudes de 100-300 msnm (Cortés-Marcial & Briones-Salas, 2014) y en el bosque templado con altitudes de 2400 y 2450 msnm (Sánchez-Rojas, Aguilar-Miguel, & Hernández-Cid, 2009). El venado (*O. v. couesi*) también ha sido registrado en el sistema montañoso “Islas del Cielo” con una elevación que oscila entre los 1300 y 1500 msnm, determinando a la población de venado en un buen estado debido a que presenta una densidad alta (Lara-Díaz, Coronel-Arellano, González-Bernal, Gutiérrez-González, &

López-González, 2011). En Perú, el venado presenta registros en el bosque nuboso y el páramo, zonas que se han visto afectadas por el incremento de las frontera agrícola y ganadera (Jiménez et al., 2010) poniendo en peligro el alto nivel de endemismo y su alta biodiversidad.

5.2. Modelo idóneo

El modelo de distribución potencial del venado cola blanca procedente de MaxEnt, algoritmo que trabaja prediciendo la distribución de especies con datos incompletos, determina que la variable ambiental de mayor contribución al modelo fue la precipitación anual. Lo cual contrasta con los resultados obtenidos en México donde la temperatura, la distancia a localidades y la composición paisajística fueron las variables más importantes respectivamente (Bolívar Cimé, 2009) (Ortíz-García, Ramos-Robles, Pérez-Solano, & Mandujano, 2012) (García-Marmolejo et al., 2013) debido al tipo de vegetación presente, ofreciendo recursos alimenticios y protección contra depredadores.

Las predicciones de los modelos para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 muestran un incremento en el hábitat idóneo del venado entre ~2704 km² a ~3575 km² y entre ~2902 km² a ~3286 km², respectivamente; este incremento del área favorable en la distribución del venado se encuentra dentro de las provincias de Manabí y Santa Elena, ocupando en su totalidad las áreas protegidas: RVSMC-Pacocha y PN-Machalilla. Estas áreas protegidas se encuentran rodeadas de bosque decíduo, bosque siempre verde y bosque semidecíduo en una mayor proporción, los cuales prestan alimentos, protección y agua permitiendo que sea una zona apta para la especie (Bolívar Cimé, 2009). El RVSMC-Pacocha delimita al este y al sur con áreas intervenidas, zona que no representa un hábitat idóneo para la especie, sin embargo, se tiene registros del venado de cola blanca haciendo uso de ciertos hábitats alterados (Jesús De La Cruz & Bello, 2004) debido a la transformación

del área en zonas de cultivo generando un cambio en su distribución (Gallina & Lopez Arevalo, 2008; Mandujano, Gallina, Arceo, & Pérez-Jiménez, 2004).

Si bien en el presente estudio se obtiene un aumento en el área favorable del venado, no ocurre lo mismo con las especies andinas, como la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*), en el cual su área favorable presenta una disminución que va desde ~35 al ~44% en un escenario optimista (RCP 4.5) y del ~37 al ~47% en un escenario pesimista (RCP 8.5) (Lizcano, Prieto-Torres, & Ortega-Andrade, 2015).

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El venado de cola blanca a pesar de ser una especie generalista de hábitat presenta pocos registros de presencia.
- Dentro del área idónea actual del venado de cola blanca se encuentran dos áreas protegidas: RVSMC-Pacocha y PN-Machalilla, en las cuales la especie en estudio presentó un número intermedio de registros en comparación a las demás especies presentes.
- Las áreas idóneas futuras para la especie presentan un porcentaje menor de zonas intervenidas frente al área de distribución potencial.

6.2. Recomendaciones

- Se deberían implementar estudios de caracterización de fauna en zonas predichas como idóneas para la especie.
- La legislación nacional vigente debería contemplar la no-cacería de las especies silvestres durante todo el año y en todo el territorio nacional.
- Si bien la idoneidad de hábitat para la especie se predice muy favorable es necesario considerar otras variables (enfermedades) que pudieran afectar a sus poblaciones futuras.

CAPITULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

- Albuja, L. (2007). Biología y ecología del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus ustus* Gray, 1874) en los páramos de Oyacachi-Papallacta y Antisana, Ecuador. *Politécnica* 27 (4), *Biología* 7, 34–57.
- Álvarez-Romero, J., & Medellín-Legorreta, R. A. (2005). *Odocoileus virginianus*. *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. México D.F.
- Aranda-Sánchez, J. M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México* (Primera). México D.F.
- Becerra Rodríguez, M., & Mance, H. (2009). *Cambio climático: lo que está en juego*. Bogotá.
- Blas Manuel, B. de P. (2009). *Ecoinformática aplicada a la conservación: simulación de efectos del cambio global en la distribución de la Flora de Andalucía*. Universidad de Granada.
- Bolívar Cimé, B. D. S. (2009). *Análisis del hábitat óptimo y modelado de nicho ecológico para la conservación del venado cola blanca en el centro de Veracruz*. Instituto de Ecología, A.C.
- Carrera-Treviño, R., Lira-Torres, I., Martínez-García, L., & López-Hernández, M. (2016). El jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1451–1468. <http://doi.org/10.15517/rbt.v64i4.21880>
- Carvalho, B. M., Rangel, E. F., Ready, P. D., & Vale, M. M. (2015). Ecological Niche Modelling Predicts Southward Expansion of *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *flaviscutellata* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), Vector of

Leishmania (Leishmania) amazonensis in South America, under Climate Change. *PLOS ONE*, 10(11), e0143282. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0143282>

Cayuela, L., Golicher, D. J., Newton, A. C., Kolb, M., De Albuquerque, F. S., Arets, E. J. M. M., ... Pérez, A. M. (2009). Species distribution modeling in the tropics: problems, potentialities, and the role of biological data for effective species conservation. *Tropical Conservation Science*, 2(23), 319–352.

Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente. (2014). Mapa del día: descubre cuáles son los 17 países megadiversos.

Charre-Medellín, J. F., Colín-Soto, C. Z., & Monterrubio-Rico, T. C. (2010). Uso de manantiales de filtración por los vertebrados durante la época seca en un bosque tropical fragmentado en la costa de Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana (N.s.)*, 26(3), 737–743.

Comisión Nacional de Biodiversidad, & University of Kansas. (n.d.). Nichos y Áreas de Distribución.

Contreras García, J. M., Molina Portillo, E., & Arteaga Cezón, P. (2014). *Introducción a la Programación Estadística con R para profesores*.

Cortés-Marcial, M., & Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433–1448.

Dirección general forestal y de fauna silvestre. (2013). Ecorregiones del Perú.

EcuRed. (2013). Conservación del venado cola blanca en Cuba.

Espinosa, C. I., De La Cruz, M., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2012).

- Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas*, 21(1–2). <http://doi.org/10.7818/RE.2014.21-1-2.00>
- Espinosa, C. I., Jara-Guerrero, A., Cisneros, R., Sotomayor, J. D., & Escribano-Ávila, G. (2016). Reserva Ecológica Arenillas; ¿un refugio de diversidad biológica o una isla de extinción? *Revista Ecosistemas*, 25(2), 5–12. <http://doi.org/10.7818/RE.2014.25-2.00>
- Ferrier, S., & Guisan, A. (2006). Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of Applied Ecology*, 43(3), 393–404. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01149.x>
- Gallina, S., & Lopez Arevalo, H. (2008). *Odocoileus virginianus*, White-tailed Deer. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*.
- Garcia-Marmolejo, G., Chapa-Vargas, L., Huber-Sannwald, E., Weber, M., Rosas-Rosas, O. C., & Martinez-Carderas, J. (2013). Potential distributional patterns of three wild ungulate species in a fragmented tropical region of northeastern Mexico. *Tropical Conservation Science*, 6(4), 539–557.
- Garzón-Jarrin, R. I., Ramón García-Díaz, J. I., & Pérez-Bello, A. I. (2016). Valores de referencia para los parámetros hematológicos en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ustus*) del Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador. *Rev. Salud Anim*, 38(2), 93–99.
- Gasperin, A. (2007). Taxonomía del venado cola blanca.
- Groves, C., & Grubb, P. (2011). *Ungulate Taxonomy*. (The Johns Hopkins University Press, Ed.). Baltimore, MD.
- Guisan, A., & Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models

in ecology. *Ecological Modelling*, 135(135), 147–186.

Hijmans, R. J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I., & Rojas, E. (2004). *DIVA-GIS Versión 4 Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Distribución de Especies Manual Enero 2004*.

Hirzel, A. H., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, C., & Guisan, A. (2006). Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling*, 199(2), 142–152. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.05.017>

Hurtado, C. M., & Pacheco, V. (2015). Nuevos registros de mamíferos en el Parque Nacional Cerros de Amotape , noroeste de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 22(April), 77–86.

Ibarra-Montoya, J. L., Rangel-Peraza, G., González-Farías, F. A., De Anda, J., Zamudio-Reséndiz, M. E., Martínez-Meyer, E., & Macías-Cuellar, H. (2010). Modelos de nichos ecológicos para predecir la distribución potencial de fitoplancton en la Presa Hidroeléctrica Aguamilpa, Nayarit.México. *Revista Ambiente & Agua -An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 5(3), 16. <http://doi.org/10.4136/1980-993X>

Jesús De La Cruz, A., & Bello, J. (2004). Estado actual de las poblaciones de venados (Mammalia: Cervidae) en el ejido de Oxolotán, Tabasco. In *Memoria IX simposio de venados de México*. FMVZ-UNAM. ANGADI. UAEH Pachuca, México.

Jiménez, C. F., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J., & Tello, G. (2010). Evaluación de mamíferos medianos y grandes mediante trampas cámara en un bosque montano del norte del Perú, 17(2), 191–196.

Jiménez Pérez, S. (2006). *Estimación poblacional del venado cola blanca*

(Odocoileus virginianus miquihuanensis) en predios del municipio de Parras de la Fuente Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Kelmansky, D. M. (2006). Introducción al lenguaje R.

La Torre-Cuadros, M. de los Á., & Linares-Palomino, R. (2008). Vegetation maps and classification in seasonal ecosystems: a quantitative analysis of the Piura dry forests. *Revista Peruana de Biología*, 15(1), 31–42.

Laegaard, S. (1992). Influence of fire in the grasspáramo vegetation of Ecuador. In *Balslev and Luteyn Eds. Páramo an Andean Ecosystem under Human Influence*. (pp. 151–170). Academic Press Ltda.

Lara-Díaz, N. E., Coronel-Arellano, H., González-Bernal, A., Gutiérrez-González, C., & López-González, C. A. (2011). Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México. *Therya*, 2(2), 125–137. <http://doi.org/10.12933/therya-11-32>

Lizcano, D. J., Prieto-Torres, D. A., & Ortega-Andrade, H. M. (2015). Distribución de la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) en Colombia: importancia de las áreas no protegidas para la conservación en escenarios de cambio climático. In C. A. Lasso (Ed.), *Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil*. (pp. 115–129). Bogotá, D.C., Colombia.

Loaiza, C. (2013). The Tumbesian center of endemism: biogeography, diversity and conservation. *Biogeografía* 6, 4–10.

Mackenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Royle, J. A., & Langtimm, C. A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecological Society of America*, 83(8),

2248–2255.

- Mackenzie, D. I., Nichols, J. D., Royle, J. A., Pollock, K. H., Bailey, L. L., & Hines, J. E. (2006). *Occupancy estimation and modeling*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). San Diego-California, United States of America. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G., & Pérez-Jiménez, L. A. (2004). Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(2), 45–67.
- Mandujano Rodríguez, S., Pérez Pérez, T. de J., Escobedo Morales, L. A., Yáñez Arenas, C., González Zamora, A., Pérez Solano, L. A., ... Ramos Robles, M. I. (2010). *Venados: animales de los dioses*. Veracruz-México.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2007). *Plan Gerencial del Parque Nacional Machalilla, 2008-2010*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2009). *Plan de Manejo: Refugio de Vida Silvestre Marina y Costera Pacoche 2009-2014*. Manta, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema De Clasificación De Ecosistemas De Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural*. Quito. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, & Proyecto de Adaptación al Cambio Climático. (2013). Efectos del cambio climático.
- Molina, M., & Molinari, J. (1999). Taxonomy of Venezuelan white-tailed deer (*Odocoileus*, Cervidae, Mammalia), based on cranial and mandibular traits. *Canadian Journal of Zoology*, 77(4), 632–645. <http://doi.org/10.1139/z98-235>

- Morales S, N. (2012). Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambiental*, 2(1), 1–3.
- Niquen, A. (2014). 7 efectos del cambio climático en el Perú. Retrieved July 5, 2016, from <https://redaccion.lamula.pe/2014/10/31/7-efectos-del-cambio-climatico-en-el-peru/albertoniquen/>
- Ojasti, J. (2000). *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. (F. Dallmeier, Ed.) (SI/MAB Bio). Caracas, Venezuela.
- Ortíz-García, A. I., Ramos-Robles, M. I., Pérez-Solano, L. A., & Mandujano, S. (2012). Distribución potencial de los ungulados silvestres en la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Therya*, 3(3), 333–348. <http://doi.org/10.12933/therya-12-89>
- Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C., & Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1), 5–32.
- Paradis, E., & Ahumada, J. A. (2003). R para Principiantes, 61.
- PNUMA. (2007). *Cambio Climático y Diversidad Biológica*. Retrieved from <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf>
- Redford, K., & Eisenberg, J. F. (1962). *Mammals of the Neotropics Vol. 2: The Southern Cone*.
- Robinson, J. G., & Redford, K. H. (1994). Measuring the sustainability of hunting in tropical forests. *Oryx*, 28(4), 249. <http://doi.org/10.1017/S0030605300028647>
- Rovero, F., Martin, E., Rosa, M., Ahumada, J. A., & Spitale, D. (2014). Estimating Species Richness and Modelling Habitat Preferences of

Tropical Forest Mammals from Camera Trap Data. *PLoS ONE*, 9(7), 12.
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0103300>

Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel, C., & Hernández-Cid, E. (2009). Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca ,. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 204–214.

Santiago-Plata, V. M. (2013). *Ocupación y distribución potencial de la nutria neotropical (Lontra longicaudis) asociada a variables ambientales en la cuenca del río San Juan , Costa Rica*. Escuela de Posgrado.

Sierra, R., Campos, F., & Chamberlin, J. (2002). Assessing biodiversity conservation priorities: ecosystem risk and representativeness in continental Ecuador. *Landscape and Urban Planning*, 59(2), 95–110.
[http://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00006-3](http://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00006-3)

Sierra Franco, D. (2009). *Distribución y abundancia de poblaciones silvestres de Venado cola blanca (Odocoileus virginianus couesi (Coues y Yarrow, 1875)) en el estado de Durango*. Instituto Politécnico Nacional.

Springer, M. T., Carver, A. D., Nielsen, C. K., Correa, N. J., Ashmore, J. R., Ashmore, J. R., & Lee, J. G. (2012). Relative Abundance of Mammalian Species in a Central Panamanian Rainforest. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 2(2), 19–26.

Tirira, D. (2001). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. Quito, Ecuador: SIMBIOE, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente y UICN.

Tirira, D. (2007). *Mamíferos del Ecuador (Murcielago)*. Quito.

Tirira, D. (2015). Mmíferos del Ecuador: Lista actualizada de especies, 1–28.

Townsend Peterson, A. (2001). Predicting species' geographic distributions

based on ecological niche modeling. *The Condor*, 599(103), 599–605.
[http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1650/0010-5422\(2001\)103\[0599:PSGDBO\]2.0.CO;2](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1650/0010-5422(2001)103[0599:PSGDBO]2.0.CO;2)

Villarreal-Espino, O. A., Plata-Pérez, F. X., Camacho-Ronquillo, J. C., Hernández-Hernández, J. E., Franco-Guerra, F. J., Aguilar-Ortega, B., & Mendoza-Martínez, G. D. (2011). El Venado Cola Blanca en la mixteca poblana. *Therya*, 2(2), 103–110. <http://doi.org/10.12933/therya-11-25>

CAPITULO VIII

8. ANEXOS

8.1. Presupuesto

ARTICULO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
Binoculares 10x42	1	\$ 400.00	\$ 400.00
Cadenas y candado	40	\$ 5.00	\$ 200.00
Caja de Marcadores Indelebles	5	\$ 2.50	\$ 12.50
Cajas de cinta métrica	2	\$ 50.00	\$ 100.00
Cajas de Lapiceros	6	\$ 5.00	\$ 30.00
Cajas de lápices mecánicos 0,7 mm	10	\$ 2.50	\$ 25.00
Cámaras trampas	40	\$ 350.00	\$ 14,000.00
Cintas de embalaje	2	\$ 2.00	\$ 4.00
Equipo de primeros auxilios	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Flexómetro 100 m	2	\$ 50.00	\$ 100.00
Folder Tamaño Oficio	10	\$ 4.00	\$ 40.00
GPS	2	\$ 450.00	\$ 900.00
Pilas	640	\$ 0.70	\$ 448.00
Pirola	3	\$ 2.00	\$ 6.00
Resmas papel INEN A-4	8	\$ 4.00	\$ 32.00
Tableros Asienta papel	10	\$ 4.00	\$ 40.00
Tarjetas SD	40	\$ 10.00	\$ 400.00
Tijera podadora	1	\$ 10.00	\$ 10.00
			\$ 16,847.50
		I.V.A (12%)	\$ 2,021.70
		TOTAL	\$ 18,869.20

8.2. Cronograma

ACTIVIDAD	2014															
	Sep				Oct				Nov				Dic			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	■	■	■		■		■	■	■	■					■	■
Selección de áreas de muestreo	■	■	■													
Cámaras trampas				■	■						■	■	■	■		
Identificación de imágenes																
Análisis de datos																
Elaboración del documento																
Procesamiento de información																
Resultados																
Informe final																

2015																																																											
Ene				Feb				Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic															
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																

2016																																															
Ene				Feb				Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				

8.3. Evidencia fotográfica



Figura 10. Recorrido de transectos dentro de la provincia de Manabí.



Figura 11. Programación de cámaras trampa en campo.



Figura 12. Cría de venado de cola blanca localizada dentro del Parque Nacional Machalilla.



Figura 13. Individuo juvenil presentando el crecimiento de sus astas.

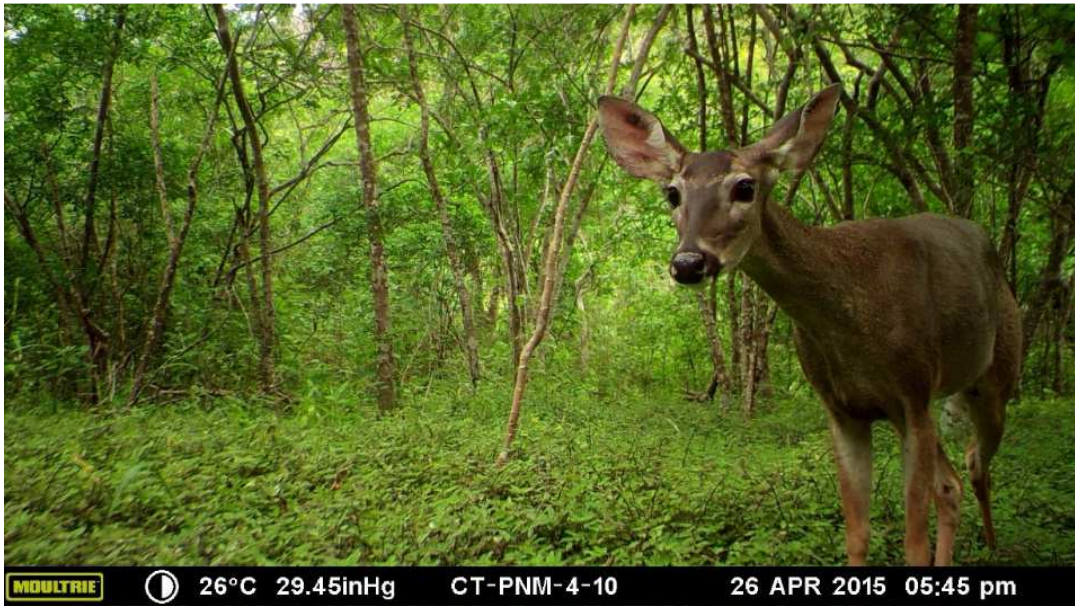


Figura 14. Hembra de venado de cola blanca en el Parque Nacional Machalilla.



Figura 15. Macho de venado de cola blanca en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche.