



**Área de acción y uso de hábitat del venado Cola blanca
(*Odocoileus virginianus*) y variaciones espaciales de su
densidad en el PNN Chingaza**

Jennifer Zilentsjigh Carrillo Villamizar

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Instituto de Ciencias Naturales
Bogotá D. C.
2021

Área de acción y uso de hábitat del venado Cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y variaciones espaciales de su densidad en el PNN Chingaza

Jennifer Zilentsjigh Carrillo Villamizar
1016064190

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

Director
Hugo Fernando López Arévalo
Profesor Asociado M. Sc., D. C.
Instituto de Ciencias Naturales

Línea de Investigación:
Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Grupo de Investigación:
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Instituto de Ciencias Naturales
Bogotá D. C.
2021

Agradecimientos

A Dios, a mi familia por apoyarme y ser una inspiración para cumplir mis sueños, especialmente a mi mamá y mi hermana quienes me han acompañado en este camino y me han apoyado económicamente, y a mi sobrinita que ha crecido junto con esta tesis. A mi novio Arnol por su amor y compañía, por escucharme, animarme, ser un apoyo incondicional y acompañarme en algunas jornadas de campo. A mis amigos, en especial a Sharon, por su apoyo, amistad y ejemplo durante estos años.

A la Universidad Nacional de Colombia por ser mi segundo hogar y acogerme en estos años de formación. A mi director el profesor Hugo López por todas sus enseñanzas, guía y paciencia, por sus comentarios, correcciones y aportes, por su apoyo en campo y en todo, por ayudarme a crecer académica y personalmente, y por confiar en mi para desarrollar este proyecto. Al Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre por su apoyo económico y ya que gracias a ellos pude adquirir las unidades de telemetría satelital, los materiales y equipos utilizados en este estudio. A todos los profesores que han sido parte de mi formación personal y profesional. A Hernán Serrano por su ayuda constante con los aspectos cartográficos.

A Parques Nacionales Naturales por otorgarnos Autorización de Recolección N° 13 de 2019 y por su hospitalidad. Al personal del Parque Nacional Natural Chingaza, especialmente a Oscar Raigozo, Juan Camilo Bonilla, Juliana Rodríguez, Freddy García, Angela Parra y todos aquellos que me ayudaron en logística de las salidas y en las labores de campo.

A mis amigos que también fueron mis compañeros de campo Sara Acosta, Molly Jirza, Jeraldyn Castro, Catherine Mora, Sebastián Giraldo, Valeria Pinto por toda su ayuda, disposición, paciencia y comprensión en el trabajo de campo, por su amistad y compañía. Al equipo de veterinarios Sebastián Giraldo y Orlando Feliciano. A quienes nos acompañaron como conductores Freddy, Alexander y Luis Raigozo por su ayuda y buena energía siempre.

A todos los que me han brindado su apoyo, ¡MUCHAS GRACIAS!

Contenido

Agradecimientos	III
Contenido	IV
Resumen	VII
Abstract	IX
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XVI
Introducción general	1
Marco Conceptual.....	1
Ecología del movimiento animal.....	1
Densidad poblacional	4
Uso del hábitat.....	5
Antecedentes.....	6
Estudio del área de acción del venado cola blanca a lo largo de su distribución.....	6
Estudio del área de acción del venado cola blanca en Colombia.....	8
Estudio del venado cola blanca en el PNN Chingaza	9
Preguntas de Investigación	12
Hipótesis	12
Objetivos.....	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
Literatura citada	13
1. Estimación preliminar del área de acción del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el sector Monterredondo del Parque Nacional Natural Chingaza durante la pandemia 2020.....	21
Resumen.....	21
Introducción	22
Materiales y métodos	24
Área de estudio.....	24

Captura de venados	27
Área de acción	31
Distancia recorrida	33
Patrón de actividad	33
Resultados	34
Discusión	40
Conclusiones	47
Literatura Citada	48
2. Variación espacial en la densidad poblacional y estructura de edades del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia	55
Resumen.....	55
Introducción	56
Materiales y métodos	59
Área de estudio.....	59
Densidad poblacional	63
Estructura de edades y proporción de sexos.....	67
Resultados	68
Estructura de edades y proporción de sexos.....	71
Discusión	73
Conclusiones	79
Literatura Citada	80
3. Variación en la selección y uso del hábitat por el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza	89
Resumen.....	89
Introducción	90
Materiales y métodos	93
Área de estudio.....	93
Uso del hábitat.....	96
Análisis del uso del hábitat.....	98
Resultados	99
Discusión	107

Conclusiones.....	112
Literatura Citada	113
4. Aportes adicionales al conocimiento de la biología del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el Parque Nacional Natural Chingaza	121
Resumen.....	121
Introducción	122
Materiales y métodos	123
Área de estudio.....	123
Captura de venados	124
Observaciones adicionales	127
Análisis de metodologías	127
Resultados	127
Ciclo de astas.....	129
Observaciones adicionales	130
Análisis de metodologías	133
Discusión	134
Ciclo de astas.....	135
Observaciones adicionales	136
Análisis de metodologías	137
Conclusiones y recomendaciones	137
Literatura Citada	138
Conclusiones generales.....	142

Resumen

Área de acción y uso de hábitat del venado Cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y variaciones espaciales de su densidad en el PNN Chingaza

El conocimiento del venado cola blanca de páramo, sus poblaciones y hábitats es aún incipiente y las recomendaciones para su manejo y conservación aún se basan en observaciones esporádicas. Con el fin de dar respuesta a algunos interrogantes relacionados con estos temas, se capturó un macho adulto y se siguió durante ocho meses usando un collar de telemetría satelital, se calculó y analizó el área de acción total, mensual, semanal, por épocas climáticas y en ausencia y presencia de visitantes, y los patrones de actividad y uso del hábitat de este individuo en uno de los sectores del PNN Chingaza, resaltando la oportunidad de seguimiento durante el periodo de cierre del Parque Nacional Natural Chingaza durante 2020 por pandemia; además se calcularon los parámetros evaluados en hematología y química sanguínea, y el análisis de coproscópico y coprológico. Por otra parte, se instalaron transectos lineales con parcelas circulares en dos sectores del parque, con el fin de evaluar la densidad poblacional utilizando dos métodos y dos técnicas, la estructura de edades y el uso del hábitat.

El individuo marcado se movió por un área de acción total de 1,85 km² por el MCP y 2,22 km² por Kernel, en las épocas climáticas el área de acción fue disminuyendo hacia la época de post-lluvia donde se registran las más pequeñas (1,12 km² MCP y 1,44 km² Kernel); se encontró que con el ingreso de visitantes al área protegida el tamaño del área de acción del individuo marcado disminuyó. Recorrió en promedio $54,5 \pm 10,08$ km mensualmente, $11,85 \pm 3,04$ km semanalmente y $1,78 \pm 0,64$ km diariamente, y su patrón de actividad fue diurno.

La densidad poblacional con técnica FSC para Monterredondo fue entre 2,51 y 2,06 ind/km², mientras que para el sector de la Paila fue entre 1,69 y 1,01 ind/km². Al estimarla utilizando PELLET se obtuvieron valores de entre $0,7 \text{ ind/km}^2 \pm 0,6$ y $0,28 \text{ ind/km}^2 \pm 0,3$ para Monterredondo y entre $0,5 \text{ ind/km}^2 \pm 0,8$ y $0,09 \text{ ind/km}^2 \pm 0,1$ para La Paila. Con la técnica FAR la densidad de Monterredondo fue de 2,09 ind/km² y en la Paila fue de 0,94 ind/km², y con PELLET los valores de densidad poblacional para Monterredondo fueron de 0,37

ind/km² ± 0,4 y 0,16 ind/km² ± 0,2 para La Paila. La proporción en las clases de edad (adulto, juvenil y cervatillo) para el sector Monterredondo fue 1: 0,29: 0 (147 adultos, 42 juveniles y cero crías); para el sector de La Paila, la proporción fue de 1: 0,57: 0,04 (69 adultos 39 juveniles y 3 crías).

En cuanto al análisis de uso del hábitat, usando transectos se observó que el venado cola blanca muestra preferencias por cinco tipos de coberturas una de las cuales solo se encuentra en el sector de la Paila (pastos limpios). En Monterredondo prefiere arbustales abiertos, mientras que para la Paila prefiere los mosaicos y pastos limpios, y evita los bosques en ambos sectores. El individuo marcado prefiere en todas las épocas la cobertura de mosaico y evita el arbustal denso en todos los casos.

Los análisis sanguíneos, de coproscópico y coprológico mostraron la ausencia de enfermedades virales y de parásitos gastrointestinales en valores críticos; los valores de bioquímica sanguínea se encontraron dentro de lo reportado para la especie con modificaciones asociadas al tipo de captura, se resalta la ausencia de ectoparásitos en el individuo capturado. El ciclo de astas no está sincronizado entre los individuos y existe un alto grado de acostumbramiento de los venados a la presencia humana.

El área de acción aquí estimada difiere de estudios realizados tanto en Colombia como en los países nortños, en este caso el área es menor y no presenta diferencias entre épocas climáticas, pero si hubo diferencias con el ingreso de visitantes al parque, el patrón de actividad altamente diurno se ha reportado en otros estudios a lo largo de su distribución. Se resalta la importancia de este primer estudio en los páramos colombianos bajo condiciones de mínimo contacto con humanos y la necesidad de ampliar el número de muestra. La estimación de la densidad poblacional de venado cola blanca en el PNN Chingaza varía temporal y espacialmente, con una disminución en comparación con lo reportado por estudios anteriores en el área protegida. Las mayores estimaciones se concentran hacia el sector Monterredondo en comparación con La Paila. Finalmente, es importante dar continuidad a estudios de este tipo con el fin de corroborar lo que aquí se propone y obtener más información sobre la química sanguínea de individuos en vida silvestre, además de muestras

de pelo que permitan clarificar el estado taxonómico de la especie que aún se encuentra en discusión para el país.

Palabras clave: Venado cola blanca, área de acción, densidad poblacional, páramo, uso del hábitat, selección del hábitat.

Abstract

Home range and habitat use of White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and spatial variation of its density in the PNN Chingaza

Knowledge of the white-tailed deer in the paramo, its populations and habitats is still incipient and the recommendations for its management and conservation are still based on sporadic observations. In order to answer some questions related to these issues, an adult male was captured and followed for eight months using a satellite telemetry collar, the home range was calculated and analyzed monthly, weekly, by climatic seasons and in the absence and presence of visitors, patterns of activity and habitat use of this individual in one of the sectors of the PNN Chingaza, highlighting the opportunity for follow-up during the closure period of the Chingaza National Natural Park during 2020 due to a pandemic. In addition, parameters in hematology and blood chemistry analysis were performed. On the other hand, linear transects with circular plots were installed in two sectors of the park, in order to evaluate the population density using two methods and two techniques, age structure and habitat use.

The marked individual moved through a total home range of 1.85 km² by the MCP and 2.22 km² by Kernel, in climatic seasons the home range decreased towards the post-rain season where the smallest are registered (1.12 km² MCP and 1.44 km² Kernel). It was found that with the presence of visitors in the protected area, the size of the home range decreased. He traveled an average of 54.5 ± 10.08 km monthly, 11.85 ± 3.04 km weekly and 1.78 ± 0.64 km daily, and his activity pattern was diurnal.

The population density with the FSC technique for Monterredondo was between 2.51 and 2.06 ind / km², while for La Paila sector it was between 1.69 and 1.01 ind / km². When estimating it using PELLET, values between 0.7 ind / km² ± 0.6 and 0.28 ind / km² ± 0.3 were obtained for Monterredondo and between 0.5 ind / km² ± 0.8 and 0.09 ind / km² ± 0.1 for La Paila. With the FAR technique the density of Monterredondo was 2.09 ind / km² and in La Paila it was 0.94 ind / km², and with PELLET the population density values for Monterredondo were 0.37 ind / km² ± 0.4 and 0.16 ind / km² ± 0.2 for La Paila. The proportion in the age classes (adult, juvenile and fawn) for the Monterredondo sector was 1: 0.29: 0 (147 adults, 42 juveniles and zero fawns); for La Paila sector, the ratio was 1: 0.57: 0.04 (69 adults, 39 juveniles and 3 fawns).

Regarding the analysis of habitat use, using transects it was observed that the white-tailed deer shows preferences for five types of cover, one of which is only found in La Paila (clean pastures). In Monterredondo it prefers open shrubs, while for La Paila it prefers mosaics and clean pastures, and avoids forests in both sectors. The marked individual prefers mosaic coverage at all times and avoids dense shrubland in all cases.

Blood and coproscopic analysis showed the absence of viral diseases and gastrointestinal parasites at critical values; blood biochemistry values were found within that reported for the species with modifications associated with the type of capture, the absence of ectoparasites in the captured individual is highlighted. The antler cycle is not synchronized between individuals and there is a high degree of accustoming of deer to human presence.

The home range estimated here differs from studies carried out both in Colombia and in northern countries, in this case the area is smaller and does not show differences between climatic seasons, but there were differences with the presence of visitors in the park, the pattern of activity highly diurnal has been reported in other studies throughout its distribution. The importance of this first study in the Colombian paramos under conditions of minimal contact with humans and the need to expand the sample number is highlighted. The population density estimation of white-tailed deer in the PNN Chingaza varies temporally and spatially, with a decrease compared to previous studies in the protected area. The highest

estimates are concentrated towards the Monterredondo sector compared to La Paila. Finally, it is important to continue this type of studies in order to corroborate what is proposed here and to obtain more information on the blood chemistry of individuals in the wild, as well as hair samples that allow clarifying the taxonomic status of the species that it is still under discussion for the country.

Keywords: White-tailed deer, home range, population density, habitat use, habitat selection.

Lista de figuras

1. Estimación preliminar del área de acción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un sector del Parque Nacional Natural Chingaza durante la pandemia 2020.

Figura 1.1. Mapa del área de estudio en el que se resalta el sector Monterredondo.

Figura 1.2. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector Monterredondo. A. Herbazal denso no arbolado. B. Arbustal denso. C. Venado en los alrededores de las instalaciones del PNN. D. Venado cerca de visitantes y de la casa. E. Embalse de Chuza. F. Área de camping. G. Vivero. H. Visitante alimentando al venado.

Figura 1.3. Esquema del corral en tela de encierro verde.

Figura 1.4. Contención química y restricción física del individuo de venado cola blanca. **A.** Disparo con pistola con gas comprimido. **B.** Aplicación del dardo. **C.** Restricción física. **D.** Instalación del collar de telemetría satelital.

Figura 1.5. Caja de recuperación del individuo de venado cola blanca capturado.

Figura 1.6. Liberación y verificación de frecuencia de collar instalado.

Figura 1.7. Polígono del área de acción entre febrero y noviembre de 2020, para un macho adulto de venado cola blanca en el sector Monterredondo PNN Chingaza, utilizando el método de densidad de Kernel.

Figura 1.8. Polígono del área de acción por medio del método de Kernel. Época de pre-lluvia arriba al lado izquierdo en color morado. Época de lluvia arriba al lado derecho en color azul.

Época de post-lluvia abajo en color naranja. En todos los casos se resalta con rojo el área núcleo para cada época estudiada.

Figura 1.9. Estimación del área de acción semanal usando el método de Kernel. En verde se resaltan las semanas anteriores a la reapertura del PNN, en rojo la semana que se abrió el parque y en amarillo las semanas posteriores a la reapertura del PNN.

Figura 1.10. Gráficos de caja y bigotes para las distancias recorridas durante el día y la noche. **A.** Durante la totalidad del muestreo. **B.** En la época de pre-lluvia. **C.** En la época de lluvia. **D.** En la época de post-lluvia.

2. Variación espacial en la densidad poblacional y estructura de edades del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza

Figura 2.1. Mapa del área de estudio en el que se resaltan con naranja los dos sectores a evaluar (Monterredondo y la Paila).

Figura 2.2. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector Monterredondo. A. Herbazal denso no arbolado. B. Arbustal denso. C. Venado en los alrededores de las instalaciones del PNN. D. Venado cerca de visitantes y a la casa. E. Embalse de Chuza. F. Área de camping. G. Vivero. H. Visitante alimentando al venado.

Figura 2.3. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector La Paila. A. Arbustal denso. B. Pastos limpios. C. Mosaico de pastos con áreas naturales. D. Herbazal denso no arbolado. E. Instalaciones del PNN.

Figura 2.4. Disposición de parcelas circulares en un transecto de ancho fijo de 500 m x 4 m (Modificado de Mateus-Gutiérrez 2014).

Figura 2.5. Ubicación espacial de los transectos para conteo de pellets en los sectores Monterredondo en rojo (izquierda) y La Paila en amarillo (derecha) del PNN Chingaza.

Figura 2.6. Instalación de transectos y recolección de pellets en campo

Figura 2.7. Gráfica del análisis de K-Medias para la totalidad el muestreo en A) el sector de Monterredondo y B) el sector de La Paila. En el clúster 1 en rojo se agrupan los grupos fecales de las hembras y en el clúster 2 en azul los de los machos.

Figura 2.8. Variación en la densidad del venado cola blanca en dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza desde 1995 hasta el presente.

3. Variación en la selección y uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza

Figura 3.1. Mapa del área de estudio en el que se resaltan con naranja los dos sectores a evaluar (Monterredondo y la Paila).

Figura 3.2. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector Monterredondo. A. Herbazal denso no arbolado. B. Arbustal denso. C. Venado en los alrededores de las instalaciones del PNN. D. Venado cerca de visitantes y a la casa. E. Embalse de Chuza. F. Área de camping. G. Vivero. H. Visitante alimentando al venado.

Figura 3.3. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector La Paila. A. Arbustal denso. B. Pastos limpios. C. Mosaico de pastos con áreas naturales. D. Herbazal denso no arbolado. E. Instalaciones del PNN.

Figura 3.4. Disposición de parcelas circulares en un transecto de ancho fijo de 500 m x 4 m (Modificado de Mateus-Gutiérrez 2014).

4. Aportes adicionales al conocimiento de la biología del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza

Figura 4.1. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación encontrados en el sector Monterredondo y de las zonas con alta influencia humana. De izquierda a derecha y de arriba abajo: herbazal denso no arbolado, arbustal, venado cerca de las instalaciones de parques, casa de parques, embalse de chuza, sitio de camping, vivero, turista alimentando a un venado.

Figura 4.2. Captura del individuo de venado cola blanca. A. Aplicación del dardo. B. Restricción física. C. Instalación del collar de telemetría satelital. D. Toma de la muestra de sangre. E. Caja de recuperación con puerta corrediza. F. Venado en recuperación.

Figura 4.3. Ciclo de astas del individuo marcado de venado cola blanca en el sector Monterredondo del PNN Chingaza. A. Día de captura, B. 187 días astas pulidas. C. 242 días inicio del rebrote.

Figura 4.4. Fotografías de los registros de la carretera. A. Macho, hembra y cría en la parte alta del sector la Mina (8 diciembre 2020). B. Macho con paquete de maní cerca a sus patas en el sector Monterredondo (9 diciembre 2020). C. Macho acercándose a la camioneta en el sector Monterredondo (11 diciembre 2020). D. Macho con astas iniciando su crecimiento, se pueden observar las dos protuberancias en el sector Monterredondo (1 diciembre 2019).

Figura 4.5. Venados acercándose e ingresando al corral instalado en el sector Monterredondo, PNN Chingaza.

Lista de tablas

- 1. Estimación preliminar del área de acción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un sector del Parque Nacional Natural Chingaza durante la pandemia 2020.**

Tabla 1.1. Valores para el área de acción del macho de venado cola blanca capturado en el PNN Chingaza.

Tabla 1.2. Distancia recorrida por el macho de venado cola blanca capturado en el PNN Chingaza.

- 2. Variación espacial en la densidad poblacional y estructura de edades del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza**

Tabla 2.1. Valores para el cálculo de la densidad poblacional del venado cola blanca en los sectores de Monterredondo y La Paila en el PNN Chingaza.

Tabla 2.2. Valores para el cálculo de la densidad poblacional del venado cola blanca en los sectores de Monterredondo y La Paila en el PNN Chingaza, utilizando las técnicas FAR y FSC.

Tabla 2.3. Análisis de agrupamiento por K-Medias y Fuzzy clustering para los sectores en los dos muestreos realizados. En negrilla los valores que presentan mayores cambios entre los momentos de muestreo para los dos sectores.

3. Variación en la selección y uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza

Tabla 3.1. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en Monterredondo primera visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.2. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en La Paila primera visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.3. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en Monterredondo segunda visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.4. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en La Paila segunda visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.5. Intervalos de Bonferroni para el área de acción total, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.6. Intervalos de Bonferroni para el área de acción en época de pre-lluvia, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.7. Intervalos de Bonferroni para el área de acción en época de lluvia, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Tabla 3.8. Intervalos de Bonferroni para el área de acción en época de post-lluvia, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás las evita.

4. Aportes adicionales al conocimiento de la biología del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza

Tabla 4.1. Comparación de los valores registrados de química sanguínea para un macho adulto capturado en el PNN Chingaza, con los valores de otros estudios. *Valores que se encuentran fuera del rango reportado por Salazar-Granados y Álvarez-Méndez (2020).

Tabla 4.2. Resultados análisis coproscópico para un macho adulto de venado cola blanca en el PNN Chingaza.

Tabla 4.3. Parámetros de comparación para las dos metodologías utilizadas en el análisis del uso del hábitat.

Introducción general

Marco Conceptual

Ecología del movimiento animal

El movimiento es una de las características más importantes de los animales, su objetivo principal es encontrar recursos críticos como alimento o pareja y evitar factores de riesgo como depredadores, los procesos que determinan estos movimientos son tanto ecológicos como evolutivos (Kays *et al.*, 2015). Para conocer el movimiento de los individuos de una especie se utilizan técnicas como la telemetría, a partir de la cual se obtienen datos que proporcionan información básica sobre una especie y con los que se han hecho importantes descubrimientos que abarcan movimientos colectivos en aves, mortalidad en aves migratorias, dispersión de semillas, ecofisiología y uso del hábitat para conservación de especies, entre otros. (Sanderson, 1966; Kays *et al.*, 2015).

El término “movimiento” en mamíferos se ha usado para referirse a la actividad, área de acción, migración, inmigración, emigración, comportamiento y territorialidad (Sanderson, 1966). Los datos obtenidos a partir del análisis del movimiento de individuos de una especie proporcionan información útil en diferentes áreas de la biología, por ejemplo, en manejo de la vida silvestre, conocer los patrones de movimiento permite seleccionar las mejores áreas para la liberación de individuos en un área determinada y predecir el efecto de dicha liberación (Sanderson, 1966), además, es una herramienta importante para la toma de decisiones pues a partir de esta información se pueden identificar las áreas más usadas y adecuadas para la población y definir estrategias para su conservación. De igual manera, los patrones de movimiento pueden influir en la eficacia adaptativa y generar una variación espacio-temporal en la dinámica de la población (Ofstad *et al.*, 2016).

El movimiento animal ocurre en zonas distintivas denominadas “área de acción”, definida por Burt (1943) como el área recorrida por un individuo en sus actividades de búsqueda de alimento, apareamiento y cuidado de los jóvenes, excluyendo excursiones ocasionales fuera

de ella; conceptos más actuales incluyen la probabilidad de encontrar a un individuo en un área determinada, también se propone que el área de acción es una parte del mapa cognitivo de un animal que se mantiene actualizada teniendo en cuenta los recursos disponibles y los sitios que está dispuesto a recorrer para suplir sus requerimientos (Powell y Mitchell, 2012). El área de acción representa un rasgo clave importante a nivel ecológico, evolutivo y con implicaciones en el manejo y conservación de poblaciones y ecosistemas, y se ve influenciada por diferentes factores como el tipo hábitat, el tipo de dieta o el nivel trófico, el sexo, la densidad de la población y tamaño de grupo, la forma de apareamiento y la masa corporal vista desde la perspectiva del requerimiento metabólico de la especie (Ofstad *et al.*, 2016).

En mamíferos como los ungulados, el tipo de hábitat es uno de los factores que afecta el tamaño del área de acción, se considera que especies que tienen mayores áreas de acción usan hábitats abiertos, mientras que especies con menor área de acción utilizan en su mayoría hábitats cerrados (Ofstad *et al.*, 2016). Esto se debe a que el uso del espacio no se relaciona solamente con la búsqueda de alimento sino también con la protección ante depredadores y condiciones ambientales críticas, entonces, individuos en hábitats abiertos tienden a aumentar su área de acción con el fin de incluir ambientes que ofrezcan protección y refugio. Por otra parte, las plantas en hábitats cerrados presentan menos compuestos secundarios y menor cantidad de fibra, permitiendo un forrajeo de mayor calidad que aumenta la ganancia de energía, por ende, el área de acción necesaria para suplir los requerimientos metabólicos es menor (Ofstad *et al.*, 2016).

El tamaño del área de acción varía con el tipo de dieta y el nivel trófico al que pertenece la especie (Sanderson, 1966; Fauvelle *et al.*, 2017). Se ha encontrado que individuos de especies con hábitos herbívoros tienden a ocupar un área de acción más pequeña que los de especies carnívoras de talla similar, así, el área de acción que usa un individuo está directamente relacionada con los requerimientos metabólicos de la especie (Lindstedt *et al.*, 1986). Para el grupo de los ungulados existen dos categorías en cuanto al tipo de alimentación, los ramoneadores (de hábitats cerrados) y los pastadores (de hábitats abiertos), los primeros tienden a ocupar áreas de acción menores a las de los segundos, sin embargo, la dieta de

especies ramoneadoras se relaciona con la búsqueda activa de alimento, por lo que se esperaría un área de acción más grande. Por lo tanto, la variación en el tamaño del área de acción no se explica de manera satisfactoria por estas categorías (Ofstad *et al.*, 2016).

Así mismo, se espera que los machos recorran áreas de acción mayores a las de las hembras, esto se debe al dimorfismo sexual que resulta en diferencias en el tamaño corporal. Sin embargo, el movimiento de las hembras puede verse afectado por el cuidado de las crías y puede disminuir cuando se encuentran en el periodo de lactancia (Soto-Werschwitz *et al.*, 2018). Por otra parte, en machos varía de acuerdo con la territorialidad y el tipo de apareamiento, de este modo, las especies monógamas tienden a encontrarse en hábitats cerrados (menor área de acción), mientras que las especies polígamas tienden usar ambientes más abiertos (mayor área de acción) (Ofstad *et al.*, op. cit.).

Ahora bien, desde el inicio de los estudios del movimiento animal, se cree que el área de acción de un individuo depende del tamaño corporal; dado que el área de acción también es considerada una medida de la energía disponible, ésta debe ser proporcional a la tasa metabólica del individuo (Lindstedt *et al.*, 1986). Se propone también que el tamaño del área de acción disminuye cuando la densidad en la población aumenta (Sanderson, 1966). Finalmente, Ofstad y colaboradores (2016) a partir de sus análisis en ungulados concluyen que el tipo de hábitat es el factor que más influye en la variación del tamaño del área de acción, sin dejar de lado el efecto de la masa corporal, el tamaño de grupo y la densidad de la población, pues los patrones de uso del espacio en estas especies son una combinación de todos estos factores.

El área de acción para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), así como para otras especies, debe ser tan grande como para contener la suficiente comida, agua y cobertura vegetal requerida por la especie tanto anual como diariamente (DeYoung y Miller, 2011). Estas áreas difieren en tamaño de acuerdo con factores ambientales y varían entre regiones, tipos de hábitats y estaciones o épocas climáticas (Marchinton y Hirth, 1984; DeYoung y Miller, 2011).

Existen varios estudios sobre el área de acción del venado cola blanca a lo largo de su distribución y especialmente hacia el norte de América, dado que es una de las especies más estudiadas de mamíferos; se ha estimado que esta puede variar desde 8 ha de acuerdo con lo encontrado por Rodríguez *et al.* (1985) y Espach y Sáenz (1994) en poblaciones de Costa Rica, siendo el rango más pequeño, hasta poco más de 2400 ha para poblaciones estudiadas en Canadá por Lesage *et al.* (2000).

En particular, estudios sobre venado cola blanca han demostrado que esta especie en los hábitats con buena diversidad vegetal, vegetación más densa, agua y refugio tiende a presentar la menor área de acción, mientras que cuando el hábitat es menos diversificado y abierto el área de acción es mayor (Marchinton y Hirth, 1984). También, el VCB puede utilizar salados artificiales o naturales, que pueden o no encontrarse dentro de su área de acción; sin embargo, muchos individuos viajan varios kilómetros fuera de su área de acción para suplir la demanda de minerales en estos sitios. Adicionalmente, los adultos de esta especie presentan fidelidad de sitio y sus áreas de acción se transmiten de generación en generación. (DeYoung y Miller, 2011).

Densidad poblacional

La densidad poblacional se relaciona con el número de individuos de la misma especie por unidad de área (Begon *et al.*, 2004). Conocer la densidad de una población permite realizar comparaciones entre poblaciones a lo largo del tiempo, permitiendo reconocer tendencias en poblaciones silvestres (Gallina, 1994). De acuerdo con Brown (1984) y Naoki *et al.*, (2006). Los patrones de distribución y abundancia de los individuos de una población están influenciados por la disponibilidad y oferta de recursos específicos, encontrados en ciertos hábitats considerados adecuados para cada especie. En mamíferos, la densidad está relacionada con el tamaño del hábitat, la oferta de especies ya sea de fauna o flora que sirvan de alimento, sitios de refugio y agua, así, cuando más adecuado y mejores recursos ofrezca el hábitat, mayor es la densidad poblacional, ya que la reproducción depende de la calidad y cantidad de recursos disponibles (Pettorelli *et al.*, 2001; Marsden y Whiffin, 2003).

La densidad de las poblaciones de venado cola blanca a lo largo de su distribución presenta gran variación por diferentes factores, la disponibilidad de alimento, el agua, el refugio, condiciones climáticas, presencia de depredadores y competidores son ejemplos de ello; por lo general, las mayores abundancias de esta especie están relacionadas con la complejidad del hábitat, especialmente en coberturas mixtas o de mosaico (Brokx, 1984; Gallina, 1994; Gallina *et al.*, 1998; Villarreal, 1999; Delfín-Alfonso y Gallina, 2007; Gallina *et al.*, 2010). Aspectos relacionados con la influencia antrópica como la cacería, cercanía a asentamientos humanos y modificación del hábitat afectan también sus densidades (Flores- Armillas *et al.*, 2011; Ramos-Robles *et al.*, 2013). Se han estimado densidades desde cerca de 1 venado/km² (Ramos, 1995; Garavito, 2004; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005; López-Téllez *et al.*, 2007) hasta aproximadamente 28 venados/km² (Mandujano, 1992; Rodríguez *et al.*, 2004). En Colombia, las poblaciones más abundantes de venado cola blanca se encuentran en la región de la Orinoquía y en la región Andina en el Parque Nacional Natural Chingaza (Rojas-Pardo, 2010; Mateus-Gutiérrez, 2014; Gómez-Castellanos, 2017).

Uso del hábitat

El hábitat es un concepto especie-específico y se define como los recursos y condiciones de un área que permiten el establecimiento de una especie, ofreciendo las condiciones adecuadas para que sobreviva y se reproduzca; el hábitat implica aspectos más allá de las características de la vegetación, es la suma de recursos específicos que necesita una población (Hall *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 2006).

La especificidad del hábitat se debe a que los aspectos necesarios para que una especie sobreviva y se reproduzca, no son los mismos que los de otra especie, cada una de ellas tiene requerimientos específicos relacionados a grandes rasgos con alimentación, refugio, reproducción y agua, que están limitados por su calidad, cantidad y disponibilidad (Gysel y Lyon, 1980). Estas necesidades pueden variar de acuerdo con la edad, el sexo o la época del año (Scalet *et al.*, 1996).

Para el venado cola blanca *O. virginianus* el hábitat óptimo es aquel en el que se encuentran coberturas de protección contra el clima y contra depredadores, coberturas de descanso y movimiento, áreas para alimentación, apareamiento, nacimiento y crianza, así como agua en cantidad y calidad adecuadas (Mandujano, 1994). En general, el venado tiende a utilizar varios tipos de hábitats a lo largo de su distribución, sin embargo, de acuerdo con las características locales presenta preferencias por ciertos tipos de cobertura vegetal (Pérez-Moreno *et al.*, 2020). Por ejemplo, a lo largo del trópico, tienden a preferir interfases entre sabanas y bosques, con pendientes poco pronunciadas y cercanas a fuentes de agua (Méndez, 1984; Bello y Mandujano, 1994), sin embargo, se ha encontrado que en localidades de la Orinoquía colombiana prefiere arbustales o pajonales densos (Pérez-Moreno *et al.*, 2020).

Antecedentes

Estudio del área de acción del venado cola blanca a lo largo de su distribución

El venado cola blanca ha sido una de las especies más estudiadas en América, principalmente en Estados Unidos, Canadá y México. De Latinoamérica el país con mayor cantidad de estudios sobre el venado cola blanca es México, con aproximadamente 502 estudios de los cuales el 75% se centra solo en el estudio de esta especie (Mandujano, 2004).

Algunas de las estimaciones realizadas para Estados Unidos sugieren una variación en el tamaño del área de acción relacionada con el cambio en las estaciones y la disponibilidad de alimento y refugio durante ellas, por ejemplo, el tamaño del área de acción disminuye a medida que aumenta la productividad para el caso de los machos, quienes a su vez aumentan el área de acción cuando la productividad disminuye (Relyea *et al.*, 2000). En cuanto a las estimaciones realizadas para Norte América, se ha encontrado una variación entre 59 ha para poblaciones sedentarias y 2435 ha en verano, siendo esta la mayor área de acción encontrada para Norte América (Smith, 1991, Lesage *et al.*, 2000).

En Estados Unidos, Thomas (2014) encontró que el tamaño del área de acción no está determinado por la edad pues en el rango estimado para su estudio (25 a 305 ha), tanto los

tamaños más pequeños de área de acción como los más grandes corresponden a individuos jóvenes de aproximadamente un año. Adicionalmente, no se ha encontrado evidencia de territorialidad entre machos jóvenes de esta especie, por el contrario, se ha documentado mayor evidencia de que las áreas de acción se sobreponen entre ellos e incluso pueden llegar a estar muy cerca (Thomas, 2015).

Para México, se ha encontrado que en el bosque seco durante la época seca el tamaño del área de acción de las hembras es menor en comparación a la época de lluvias; para la primera de ellas, el tamaño fue de 11 ha mientras que para la segunda varió entre 21 y 34 ha. Para los machos se ha encontrado que durante la época seca su área de acción es de 26 ha; como se ha reportado para otras zonas de estudio, el área de acción del macho es de mayor tamaño que la de las hembras alcanzando casi el doble (Sánchez-Rojas *et al.*, 1997).

Los estudios realizados en las zonas áridas y semiáridas de México han estimado áreas de acción que van desde 212 ha hasta 271 ha (Bello *et al.*, 1998; Bello *et al.*, 2001; Bello *et al.*, 2004). Cuando las condiciones de disponibilidad de agua son un factor importante en el movimiento de los individuos de venado cola blanca, como en estos ecosistemas, se ha encontrado que los venados tienden a moverse por un área de acción mayor y a recorrer mayores distancias cuando las lluvias aumentan, esta relación se debe a que cuando hay mayores lluvias hay mayor disponibilidad y calidad de recursos y bajo estas condiciones, el desplazamiento para búsqueda de mejor alimento no supone un riesgo de pérdida de agua por evapotranspiración (Gallina *et al.*, 1998; Bello *et al.*, 2004).

Además, en México se ha encontrado que la temporada reproductiva es también un factor importante en la variación tamaño del área de acción, es así como las áreas de acción mayores se han estimado durante las temporadas reproductiva y post-reproductiva y las menores en las épocas de crianza (Bello *et al.*, 2001). Finalmente, en Costa Rica se ha encontrado que, para el bosque seco tropical, el área de acción varía entre 8 y 30 ha (Rodríguez *et al.*, 1985; Espach y Sáenz, 1994), y los valores anuales reportados para individuos en vida silvestre alcanzan hasta 317,2 ha (Sáenz y Vaughan, 1998)

Estudio del área de acción del venado cola blanca en Colombia

Los estudios sobre el venado cola blanca (*O. virginianus*) en Colombia son aún muy escasos, entre 1912 y 2017 se han encontrado 91 investigaciones sobre la especie que en su mayoría se han publicado entre 2001 y 2017 (Mateus-Gutiérrez *et al.*, 2020). De ellas, en el 60% el venado cola blanca fue el objeto principal del estudio, mientras que en el porcentaje restante (40%) se incluye información sobre otras especies (Mateus-Gutiérrez y López-Arévalo, 2020). Con relación al tema de movimientos, la especie ha sido estudiada en condiciones de cautiverio o semicautiverio, mientras que estudios de individuos en vida silvestre no se han desarrollado en Colombia.

Dentro de los aspectos que se han estudiado del venado cola blanca en el país son: su biología (22%) donde se incluyen temas sobre genética, comportamiento, aspectos reproductivos y médicos; ecología (20,9%) que abarca temas como categorías de edad, movimientos, hábitos alimenticios, caracterización y uso de hábitat; generalidades (24,2%) como listados taxonómicos y comentarios; y finalmente, aspectos sobre manejo y conservación (Mateus-Gutiérrez y López-Arévalo, 2020). A continuación, se hace una revisión de los estudios sobre área de acción, densidad y uso del hábitat del venado cola blanca en Colombia.

En cuanto al área de acción se ha encontrado que en general, las hembras de esta especie tienen un área de acción menor a la de los machos. Para las localidades de Cundinamarca, las áreas de acción de venados estimadas por medio del método del polígono mínimo convexo con el 95% de las localizaciones, se estiman entre 12,26 y 16,43 ha para la hembra, y 22,01 y 26,93 ha para el macho (Camargo-Sanabria, 2004; Mateus-Gutiérrez, 2004). De acuerdo con Gómez-Giraldo (2005), se estima un área de acción entre 115 y 378 ha para hembras y machos respectivamente, calculada a partir de datos obtenidos de 4 venados liberados en una hacienda y seguidos por aproximadamente 13 meses. Aunque el área de acción sea mayor, se puede observar que conserva el mismo patrón, en el que las hembras tienden a ocupar un área de acción menor. Cabe resaltar que estos estudios se realizaron con venados que se encontraban en semicautiverio.

En relación con el uso del hábitat se ha encontrado que individuos de venado cola blanca estudiados en ecosistemas de bosque seco tropical usan en mayor proporción coberturas de vegetación como pastos y cultivos, que representan algún grado de alteración probablemente por la mayor disponibilidad de alimentos, mientras que las unidades de vegetación como bosques y arbustales se usan en menores proporciones a su disponibilidad; además se encuentra que los venados utilizan hábitats con calidades medias dado que en la zona de estudio las coberturas cuya calidad fue esta representaban los mejores hábitats (Camargo-Sanabria, 2004; Mateus-Gutiérrez, 2004).

Estudios realizados en los ecosistemas de sabana inundable de la Orinoquía colombiana muestran patrones similares de uso del hábitat, donde los venados prefieren las áreas de sabanas, bordes de bosque, pajonales densos y arbustales, mientras que los bosques se usan en menores proporciones aunque todas estas coberturas sean importantes para diferentes aspectos de su ecología; por ejemplo, la sabana proporciona alimento, mientras que el bosque y arbustales ofrecen refugio, espacio para la reproducción y aportan otras especies de gran importancia en la dieta del venado (Rojas-Pardo, 2010; Pérez-Moreno *et al.*, 2020).

Aunque la distribución del venado cola blanca en Colombia abarca la mayor parte del territorio, son pocos los estudios de su abundancia y densidad poblacional. En ecosistemas de sabana inundable de la Orinoquía colombiana, se ha encontrado una densidad de aproximadamente 43 venados/km² en el hato Taparas y cerca de 13 venados/km² para el hato Miramar. Esta densidad se ve afectada por factores ambientales como disponibilidad de alimento, agua y refugio, así como por la presencia de depredadores, competidores (Pérez-Moreno *et al.*, 2020).

Estudio del venado cola blanca en el PNN Chingaza

En el Parque Natural Nacional (PNN) Chingaza se han estudiado diferentes características de la biología y ecología del venado cola blanca (*O. virginianus*), como su dieta y comportamiento alimentario, estudios poblacionales y estudios relacionados con la calidad de su hábitat (Ramos, 1995; Mora y Mosquera, 2000; Cárdenas-Torres *et al.*, 2005; Herrera-

Cuellar y Sarmiento-Rincón, 2007; Aconcha-Abril, 2008; Mateus-Gutiérrez, 2014; Rodríguez-Castellanos, 2016; Gómez-Castellanos, 2017; Brieva-Rico *et al.*, 2019).

De los estudios desarrollados en el PNN Chingaza, según Mora y Mosquera (2000) el venado cola blanca es un animal selectivo pues se alimenta diferencialmente de ciertas plantas y partes de éstas buscándolas activamente, sin limitarse a consumir solo lo que está a sus alrededores. Particularmente no se ha observado una relación directa entre el tiempo de consumo de las especies vegetales y la frecuencia y disponibilidad de éstas, por lo tanto, el consumo de especies particulares no está relacionado con su abundancia en los sectores estudiados.

En cuanto a los aspectos comportamentales de esta especie, se ha encontrado que dedica casi todo el día a actividades como la búsqueda y consumo de alimento, y a la locomoción (Mora y Mosquera, 2000; Cárdenas-Torres *et al.*, 2005; Aconcha-Abril, 2008), incluso utilizando parte de la noche en estas actividades, aunque se presentan picos de actividad a las 10:00 y 14:00 horas (Mora y Mosquera, 2000; Cárdenas-Torres *et al.*, 2005).

Tanto las actividades de alimentación como las de locomoción, se ven influenciadas directamente por la cantidad y calidad del alimento disponible para el consumo por los venados (Cárdenas-Torres *et al.*, 2005). Teniendo en cuenta que el tamaño del rumen en comparación con el tamaño del cuerpo del venado cola blanca es pequeño, los individuos de esta especie necesitan invertir una mayor cantidad de tiempo en la búsqueda e ingesta de alimento de alta calidad nutricional (Mandujano *et al.*, 2004), por lo que las actividades que impliquen movimiento y alimentación se verán mejor representadas en los etogramas. Las categorías restantes, mantenimiento y descanso, representan los menores valores para los venados en el PNN Chingaza (Cárdenas-Torres *et al.*, 2005; Aconcha-Abril, 2008).

Teniendo en cuenta la dinámica poblacional del venado en el PNN Chingaza, Aconcha-Abril (2008) encontró en dos sectores del parque (Monterredondo y La Playa) que las proporciones de sexos en adultos no presentan mucha variación (1:0,6 en Monterredondo y 1:0,9 en la Playa) y las proporciones de sexos entre juveniles son también similares (1:1,12 en

Monterredondo y 1:1,7 en la Playa), sin embargo, la proporción de juveniles es menor en comparación con la proporción de adultos, 2:1 y 3:1, en Monterredondo y la Playa, respectivamente. En cuanto a las densidades obtenidas por medio de pellets, para el sector de Monterredondo se encuentran cerca de 17,8 venados/km² y para la Mina aproximadamente 23,2 venados/km². Además, Mateus-Gutiérrez (2014) define tres clases de edad para las dos poblaciones locales, cervatillos, juveniles y adultos en una relación 2:2:7 para Monterredondo y para la Mina 2:2:10 (Mateus-Gutiérrez, 2014).

Teniendo en cuenta los modelos de dinámica poblacional y distribución potencial del venado cola blanca realizados por Rodríguez-Castellanos (2016) utilizando los valores reportados por Mateus-Gutiérrez (2014) para los sectores donde es más frecuente el avistamiento de la especie, se estima que la población de venado cola blanca en el PNN Chingaza alcanza cerca de 4868 individuos, distribuidos en un área efectiva de aproximadamente 237,788 km² que corresponden al 31% del total de área de Parque Nacional Natural Chingaza, con esta estimación se calcula un valor en el que pareciera que en el área protegida se distribuye el venado homogéneamente.

A partir de estas modelaciones y de lo encontrado por Mateus-Gutiérrez (2014), se considera además que la población del venado cola blanca en esta zona está creciendo exponencialmente por la baja influencia de factores que regulan su abundancia, como los depredadores; en este caso, el recurso alimenticio es el factor controlador del tamaño poblacional para esta especie (Rodríguez-Castellanos, 2016). Por otra parte, Gómez-Castellanos (2017) identifica la visibilidad y la distancia a fuentes de agua como los factores principales que influyen en la abundancia del venado, donde al aumentar la distancia a cuerpos de agua disminuye la abundancia, mientras que las áreas con poca visibilidad son aquellas en las que se reportan mayores abundancias.

Por su parte, estudios recientes sobre el uso del hábitat en cuatro sectores del PNN Chingaza, donde se identificaron coberturas de matorral, pastizal, pajonal, chuscal y mosaico, reportan una tendencia al uso diferencial de los ambientes estudiados; en general, los individuos prefieren sitios donde la vegetación ofrezca una cobertura densa, con algunas diferencias para

cada sexo. Las hembras se asocian a sitios que presenten mayor cobertura arbustiva, menor cobertura herbácea y cobertura de escape; mientras que los machos se relacionan con sitios con mayor porcentaje de especies alimenticias, cobertura herbácea, cobertura de escape, y menor cobertura arbustiva (Brieva-Rico *et al.*, 2019).

La mayoría de los registros reportados por Aconcha-Abril (2008), se presentaron en zonas asociadas a intervención antrópica como praderas, carreteras, fuentes de agua, zonas dedicadas a la ganadería, entre otros, mientras que para Ramos (1995), los individuos prefieren zonas altas y boscosas durante el día y zonas abiertas durante la noche, sin embargo, estas diferencias pueden deberse a que los estudios se realizaron con 13 años de diferencia, tiempo en el cual las características de las coberturas en el parque pudieron modificarse. El uso diferencial de las coberturas en los diferentes sectores del parque, indican que los individuos de esta especie pueden utilizarlos complementariamente con el fin de suplir todos sus requerimientos alimenticios, de refugio y de reproducción; se propone que el sector la Mina hace las veces de saladero para el venado cola blanca, aportando otros requerimientos del hábitat (Mateus-Gutiérrez, 2014).

Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el tamaño del área de acción de los individuos de venado cola blanca en el sector Monterredondo del PNN Chingaza?
- ¿La distribución de la densidad poblacional de venado cola blanca en el área protegida es heterogénea? ¿qué factores afectan la densidad en esta población?
- ¿Existe un uso diferencial de las coberturas existentes en dos sectores del PNN Chingaza? ¿hay un uso diferencial de coberturas a partir de datos de telemetría?

Hipótesis

Los venados del sector Monterredondo tendrán áreas de acción pequeñas que estarán relacionadas con las actividades humanas del sector. La calidad del hábitat estará relacionada

inversamente con el tamaño del área de acción, así, a mayor calidad de hábitat menor será el área de acción.

La densidad poblacional de venado cola blanca será heterogénea entre los diferentes sectores del Parque Nacional Natural Chingaza siendo el sector Monterredondo, donde se encontraría la mayor estimación de la densidad. Los venados preferirán las coberturas de matorrales y áreas mezcladas o mosaicos, y aquellas de bosque o vegetación muy densa tenderán a ser evitadas.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar las variaciones espaciales en la densidad poblacional del venado cola blanca, y calcular el área de acción y uso del hábitat del venado cola blanca en el PNN Chingaza.

Objetivos específicos

- Identificar y analizar los patrones de movimiento en un individuo de venado cola blanca en el sector Monterredondo del PNN Chingaza.
- Evaluar el efecto de la presencia humana en el sector de Monterredondo sobre el área de acción del venado cola blanca.
- Evaluar la densidad del venado cola blanca en dos sectores del PNN Chingaza.
- Analizar el uso del hábitat por los individuos de venado cola blanca en dos sectores del PNN Chingaza, mediante métodos indirectos.
- Analizar el uso del hábitat de un macho de venado cola blanca marcado con una unidad de telemetría satelital en el sector Monterredondo del PNN Chingaza.

Literatura citada

1. Aconcha-Abril, I. (2008). *Comparación del comportamiento del venado cola blanca* *Odocoileus virginianus* *entre dos sectores del Parque Nacional Natural*

- Chingaza, Colombia*. [Trabajo de grado]. Universidad Militar Nueva Granada.
2. Begon, M., Towend, C. R., & Harper, J. L. (2004). *Ecology: From Individuals to Ecosystems* (Fourth Edi). Blackwell Publishing Ltd.
 3. Bello, J., Gallina, S., Delfín, C. A., Mandujano, S., & Equihua, M. (1998). *Ámbito hogareño y uso de asociaciones vegetales del venado cola blanca en una zona con alta disponibilidad de agua del noreste de México*. VI Simposio sobre Venados de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM:127-137.
 4. Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2001). Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *Journal of Range Management*, 54(5), 537–545. <https://doi.org/10.2307/4003582>
 5. Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2004). Movements of the white-tailed deer and their relationship with precipitation in northeastern Mexico. *InterCiencia-Caracas*, 29(7), 357–361.
 6. Bello, J., & Mandujano, S. (1994). *Estado actual de las poblaciones de venado cola blanca y temazate en los “Thuxtlas”, Veracruz*. Memorias del V Simposio Sobre Venados en Tamaulipas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
 7. Brieva-Rico, C., Carrillo-Villamizar, J. Z., Díaz-Rodríguez, G., Holguín-Villarreal, L., Jiménez-Ramírez, S., Sánchez-Nivicela, J. C., Vega-Garrido, Y., Montenegro-Díaz, O. L., & Rudas-Lleras, A. (2019). *Caracterización y análisis de idoneidad de hábitat (HSI) del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii) en un sector del Parque Nacional Natural Chingaza*. Universidad Nacional de Colombia
 8. Brokx, P. (1984). South America. In L. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (pp. 525–546). Stackpole Books.
 9. Brown, J. H. (1984). On the Relationship between Abundance and Distribution of Species. *The American Naturalist*, 124(2), 255–279.
 10. Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), 346–352. <https://doi.org/10.2307/1374834>
 11. Camargo Sanabria, A. A. (2004). *Evaluación preliminar de una alternativa de manejo ex situ para el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en un Bosque Seco Tropical, (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad

Nacional de Colombia.

12. Cárdenas-Torres, A., Cristancho-Cruz, L. E., & Osbahr, K. (2005). Caracterización del comportamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza - Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 8(22), 55–66.
13. Delfín-Alfonso, C. A., & Gallina Tessaro, S. A. (2007). Modelo de evaluación de nabitat para el venado cola blanca en un Bosque Tropical Caducifolio en México. In M. Zunino y A. Meliá (eds.), *Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter* (pp. 193–202). Monografías Tercer Milenio, Vol. 7. S.E.A., Zaragoza, España. ISBN 978-84-935872-1-5.
14. DeYoung, R. W., & Miller, K. V. (2011). White-tailed Deer Behavior. In D. Hewitt (Ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer* (First, pp. 311–351). CRC Press.
15. Espach, H., & Sáenz, J. C. (1994). Comportamiento de cervatos criados en cautiverio y reintroducidos en la Finca La Emilia, Costa Rica. In C. Vaughan & M. Rodríguez (Eds.), *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (pp. 163–180). Editorial de la Universidad Nacional.
16. Fauvelle, C., Diepstraten, R., & Jessen, T. (2017). A meta-Analysis of home range studies in the context of trophic levels: Implications for policy-based conservation. *PLoS ONE*, 12(3), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173361>
17. Flores-Armillas, V. H., Gallina, S., García Barrios, J. R., Sánchez-Cordero, V., & Jaramillo Monrroy, F. (2011). Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya*, 2(3), 263–277. <https://doi.org/10.12933/therya-11-31>
18. Gallina, S. (1994). Dinámica poblacional y manejo de la población de venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera la Michilia, Durango, México. In C. Vaughan & M. A. Rodríguez (Eds.), *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (Primera, pp. 207–234). Editorial de la Universidad Nacional.
19. Gallina, S., Mandujano, S., Bello, J., López-Arévalo, H. F., & Weber, M. (2010). White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780). In J. M. Barbanti &

- S. González (Eds.), *Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer* (pp. 101–118).
20. Gallina, S., Mandujano, S., & Villareal-Espino, O. A. (Eds.). (2014). *Monitoreo y manejo del Venado cola blanca: Conceptos y métodos* (Issue June). INECOL-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Veracruz, México. 220 pp. ISBN:978-607-7579-41-0
 21. Gallina, S., Pérez-Arteaga, A., & Mandujano, S. (1998). Patrones de actividad del venado cola blanca *Odocoileus virginianus texanus* en un matorral xerófilo de México. *Bol. Soc. Biol. Concepción*, 69, 221–228. <https://doi.org/10.12933/theyra-14-200>
 22. Garavito, A. (2004). *Caracterización y uso de hábitat del venado cola blanca en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco (Cundinamarca)*. [Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
 23. Gómez-Castellanos, Y. Y. (2017). *Efecto de la oferta de recurso en la distribución y densidad de venado cola blanca en tres zonas del ecotono del Bosque altoandino y Páramo*. [Tesis de maestría]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
 24. Gómez-Giraldo, C. (2005). *Radio-telemetría aplicada a la reintroducción del venado cola blanca (Odocoileus virginianus)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
 25. Gysel, L. W., & Lyon, L. J. (1980). Análisis y evaluación de hábitat. In Rodríguez-Tarrés (Ed.), *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre* (pp. 331-334). Wildlife Society.
 26. Hall, L. S., Krausman, P. R., & Morrison, M. L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(1), 173–182.
 27. Herrera-Cuellar, D. C., & Sarmiento-Rincón, L. F. (2007). *Parámetros comportamentales y alimenticios del venado cola blanca in situ en el Parque Nacional Natural Chingaza*. [Trabajo de grado]. Universidad Agraria de Colombia.
 28. Kays, R., Crofoot, M. C., Jetz, W., & Wikelski, M. (2015). Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science*, 348(6240), aaa2478. <https://doi.org/10.1126/science.aaa2478>
 29. Lesage, L., Crête, M., Huot, J., Dumont, A., & Ouellet, J.-P. (2000). Seasonal home

- range size and philopatry in two northern white-tailed deer populations. *Canadian Journal of Zoology*, 78(11), 1930–1940. <https://doi.org/10.1139/cjz-78-11-1930>
30. Lindstedt, S. L., Miller, B. J., & Buskirk, S. W. (1986). Home Range, Time, and Body Size in Mammals. *Ecological Society of America*, 67(2), 413–418.
 31. López-Téllez, M. C., Mandujano, S., & Yánes, G. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la mixteca poblana. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 23(3), 1–16. <https://doi.org/10.21829/azm.2007.233581>
 32. Mandujano, S. (1992). *Estimaciones de densidad el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en un Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco*. Universidad Nacional Autónoma de México.
 33. Mandujano, S. (1994). Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. In C. Vaughan y M. Rodríguez (Eds.) *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (283-297). Editorial de la Universidad Nacional.
 34. Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G., & Pérez-Jiménez, I. A. (2004). Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 20(2), 45–67.
 35. Marchinton, R. L., & Hirth, D. H. (1984). Behavior. In L. K. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (First, pp. 129–168). Stackpole Books.
 36. Marsden, S. J., & Whiffin, M. (2003). The relationship between population density, habitat position and habitat breadth within a neotropical forest bird community. *Ecography*, 26(4), 385–392. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03465.x>
 37. Mateus-Gutiérrez, C. (2004). *Evaluación preliminar de la dieta y monitoreo del movimiento del venado cola blanca, Odocoileus virginianus, en semi-cautiverio en un Bosque Seco Tropical (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
 38. Mateus-Gutiérrez, C. (2014). *Efecto de la estructura del hábitat sobre las características demográficas de dos poblaciones locales de Venado Cola Blanca, Odocoileus virginianus goudotii, en el Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia)*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

<http://www.bdigital.unal.edu.co/46096/1/52487485.2014.pdf>

39. Mateus-Gutiérrez, C., López-Arévalo, H. F., Montenegro, O. L., & Pérez-Moreno, H. (2020). Análisis de la información bibliográfica sobre el venado cola blanca en Colombia. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia en Colombia* (pp. 31–43). Universidad Nacional de Colombia.
40. Méndez, E. (1984). Mexico and Central America. In L. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (pp. 513–524). Stackpole Books.
41. Mora, C., & Mosquera, S. (2000). *Estudio preliminar del comportamiento alimenticio del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii) en el ecosistema de subpáramo y páramo del Parque Nacional Natural Chingaza en Cundinamarca - Meta, Colombia*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
42. Morrison, M. L., Marcot, B. G., & Mannan, R. W. (2006). Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. In *NCASI Technical Bulletin* (Vol. 2, Issue 781). <https://doi.org/10.2307/4002558>
43. Naoki, K., Gómez, M., López, R., Meneses, R., & Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología En Bolivia: Revista Del Instituto de Ecología*, 41(1), 65–78.
44. Ofstad, E. G., Herfindal, I., Solberg, E. J., & Sæther, B. E. (2016). Home ranges, habitat and body mass: simple correlates of home range size in ungulates. *Proceedings. Biological Sciences*, 283(1845). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1234>
45. Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones-Salas, M., & González, G. (2005). Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*), Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 21(3), 65–78. <https://doi.org/10.21829/azm.2005.2131972>
46. Pérez-Moreno, H., Montenegro, O. L., López-Arévalo, H. F., & Sarmiento, C. (2020). Densidad poblacional y uso de hábitat del venado de cola blanca

- (*Odocoileus virginianus*) durante época de lluvias en la Orinoquía colombiana. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*. (pp. 65-81). Universidad Nacional de Colombia.
47. Pettorelli, N., Gaillard, J. M., Duncan, P., Ouellet, J. P., & Van Laere, G. (2001). Population density and small-scale variation in habitat quality affect phenotypic quality in roe deer. *Oecologia*, 128, 400–405.
<https://doi.org/10.1007/s004420100682>
48. Powell, R. A., & Mitchell, M. S. (2012). What is a home range? *Journal of Mammalogy*, 93(4), 948–958. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-S-177.1>
49. Ramos-Robles, M., Gallina, S., & Mandujano, S. (2013). Habitat and human factors associated with white-tailed deer density in the tropical dry forest of Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 6(1), 70–86.
50. Ramos, D. (1995). *Determinación de la dieta y utilización del hábitat del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii), Gay y Gervais, 1846) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cordillera Oriental, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
51. Relyea, R., Lawrence, R., & Demarais, S. (2000). Home Range of Desert Mule Deer: Testing the Body-Size and Habitat-Productivity Hypotheses. *Journal of Wildlife Management*, 64(1), 146–153.
52. Rodríguez-Castellanos, O. (2016). *Modelación De La Dinámica Poblacional Del Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus goudotii) En El Parque Nacional Natural Chingaza*. [Tesis de maestría]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
53. Rodríguez, G., Rodríguez, A., Vargas, Y., & Zuluaga, A. (2004). *Comparación de la densidad de población y características del hábitat entre dos zonas específicas del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
54. Rodríguez, M. ., Vaughan, C., Villalobos, V., & McCoy, M. (1985). Notas sobre el movimiento del venado colablanca (*Odocoileus virginianus rafinesque*) en un bosque seco tropical de Costa Rica. *EUNED, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica*, 103.

55. Rojas-Pardo, L. (2010). *Evaluación Del Uso Y Calidad Del Hábitat En Poblaciones Del Venado Cola Blanca Odocoileus Virginianus En La Reserva Natural La Aurora, Municipio De Hato Corozal, Casanare*. [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
56. Sáenz, J. C., & Vaughan, C. (1998). Ambito de hogar y utilización de hábitat de dos grupos de venados Cola Blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) reubicados en un ambiente tropical. *Revista de Biología Tropical*, 46(4), 1185–1197. <https://doi.org/10.15517/rbt.v46i4.20741>
57. Sánchez-Rojas, G., Gallina, S., & Mandujano, S. (1997). Area de Actividad y uso del habitat de dos venados cola blanca en un bosque tropical de la costa de Jalisco Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 72 39–54.
58. Sanderson, G. C. (1966). The Study of Mammal Movements: A Review. *Journal of Wildlife Management*, 30(1), 215–235.
59. Scalet, C., Flake, L. D., & Willis, W. (1996). *Introduction to wildlife and fisheries: an integrated approach*. W. H. Freeman and Company.
60. Smith, W. P. (1991). *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species*, 388, 1–13.
61. Soto-Werschitz, A., Mandujano, S., & Gallina Tessaro, S. A. (2018). Home-range analyses and habitat use by white-tailed deer females during the breeding season. *Therya*, 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.12933/therya-18-513>
62. Thomas, L. (2014). *New Data On Buck Home-Range Size by Age*. <https://www.qdma.com/new-data-buck-home-range-size-age/>
63. Thomas, L. (2015). *Whitetail Bucks Are Not Territorial*. <https://www.qdma.com/whitetail-bucks-not-territorial/>
64. Villarreal, J. G. (1999). Venado de cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético. *Union Ganadera Regional de Nuevo León*.

1. Estimación preliminar del área de acción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el sector Monterredondo del Parque Nacional Natural Chingaza durante la pandemia 2020

(Movement ecology)

Resumen

El área de acción es la superficie que recorre un individuo en sus actividades diarias que incluyen la búsqueda de alimento, de pareja y el cuidado de las crías. En el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) el área de acción se ve afectada por factores como la densidad poblacional, el tipo de hábitat y factores ambientales. Con el objetivo de calcular y analizar el área de acción y los patrones de actividad del venado cola blanca en el sector Monterredondo del PNN Chingaza, se capturó un macho adulto y se realizó el seguimiento por ocho meses haciendo uso de un collar de telemetría satelital. Se estimó el área de acción del individuo por medio del polígono mínimo convexo (MCP) con el 95% de las ubicaciones y de la estimación de densidad de ubicación de Kernel, para la totalidad del muestreo, mensualmente, semanalmente y en tres épocas climáticas (pre-lluvia, lluvia y post-lluvia). También se estimó la distancia recorrida en promedio diaria, semanal y mensualmente, además del patrón de actividad. El macho adulto marcado se movió por un área de acción total de 1,85 km² según el MCP y 2,22 km² según Kernel, en las épocas climáticas el área de acción fue disminuyendo hacia la época de post-lluvia donde presentó la menor área de acción (1,12 km² MCP y 1,44 km² Kernel). El tamaño del área de acción en Monterredondo disminuyó con el aumento de la presencia de visitantes. Recorrió en promedio 54,5 ± 10,08 km mensualmente, 11,85 ± 3,04 km semanalmente y 1,78 ± 0,64 km diariamente, y su patrón de actividad fue diurno. El área de acción estimada para el individuo marcado difiere de los

estudios realizados tanto en Colombia como en los países más al norte del continente, en este caso es menor y no presenta diferencias entre épocas climáticas, como ocurre en países con variaciones marcadas estacionalmente, pero si existen diferencias en el área de acción en presencia y ausencia de visitantes. El venado estudiado tiene un patrón de actividad diurno tal y como se reporta a lo largo de su distribución. Se resalta la importancia de este primer estudio en los páramos colombianos y la necesidad de ampliar el número de muestra.

Introducción

En los animales, el movimiento es una de las características más importantes cuyo principal objetivo es encontrar recursos como alimento, pareja y evitar factores de riesgo como los depredadores, además, está determinado por procesos tanto ecológicos como evolutivos (Kays *et al.* 2015). El análisis de los patrones de movimiento de los individuos de una especie permite tomar decisiones en pro de su conservación y manejo, identificando las áreas más usadas y adecuadas para la población, además, se pueden reconocer y seleccionar las mejores áreas para la liberación de individuos y predecir el efecto de dicha liberación (Sanderson 1966, Ofstad *et al.* 2016).

Las áreas de acción son aquellas zonas donde ocurre el movimiento animal y se ha definido como el área recorrida por un individuo en sus actividades de búsqueda de alimento, apareamiento y cuidado de los jóvenes, excluyendo excursiones ocasionales fuera de ella (Burt 1943), conceptos más actuales incluyen la probabilidad de encontrar a un individuo en un área determinada y también se propone que el área de acción es una parte del mapa cognitivo de un animal que se mantiene actualizada teniendo en cuenta los recursos

disponibles y los sitios que está dispuesto a recorrer para suplir sus requerimientos (Powell y Mitchell 2012). Los factores que afectan el área de acción son el tipo de hábitat, las estaciones o épocas climáticas, el nivel trófico, el sexo, la densidad poblacional, estado fisiológico y la masa corporal vista en términos de requerimiento metabólico de la especie (DeYoung y Miller 2011, Ofstad *et al.* 2016).

Según Ofstad *et al.* (2016) en ungulados, los patrones de uso del espacio están determinados por una combinación de factores como el tipo de hábitat, la masa corporal, el estado fisiológico, el tamaño del grupo y la densidad poblacional, siendo el tipo de hábitat el factor que más influye en la variación del tamaño del área de acción. Es así como para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) las menores áreas de acción se relacionan con hábitats con buena diversidad vegetal, vegetación densa, agua y refugio, mientras que cuando el hábitat es menos diversificado y abierto el área de acción es mayor (Marchinton y Hirth 1984).

A lo largo de su distribución el área de acción del venado cola blanca puede variar desde menos de 8 ha hasta más de 2000 ha. En las zonas más nórdicas de su distribución se conoce que el área de acción de esta especie es menos estable y se modifica a medida que cambian las estaciones, por ejemplo, Lesage *et al.* (2000) encontraron que en invierno los venados se mueven cerca de 129 ha mientras que en verano se mueven por un área de aproximadamente 2400 ha. En contraste, en los países hacia el sur la especie tiene poblaciones más sedentarias con áreas de acción desde menos de 10 ha hasta 530 ha (Rodríguez *et al.* 1985, Sáenz 1990, Smith 1991, Espach y Sáenz 1994, Calvopiña 1994, Sánchez-Rojas *et al.* 1997, Sáenz y Vaughan 1998, Bello *et al.* 1998, Bello *et al.* 2001, Bello *et al.* 2004).

En Colombia no existen estudios sobre el área de acción y patrones de actividad del venado cola blanca en vida silvestre. Sin embargo, se han estudiado los movimientos de esta especie en condiciones de cautiverio o semicautiverio y se ha encontrado que en general las hembras de esta especie tienen un área de acción menor a la de los machos. Para el bosque seco tropical las áreas de acción de venados estimadas por medio del método del polígono mínimo convexo con el 95% de las localizaciones, se encuentran entre 12,26 y 16,43 ha para la hembra, y 22,01 y 26,93 ha para el macho (Camargo-Sanabria 2004, Mateus-Gutiérrez 2004). De acuerdo con Gómez-Giraldo (2005), se estima un área de acción entre 115 y 378 ha para hembras y machos respectivamente, calculada a partir de datos obtenidos de 4 venados liberados en una finca ganadera con ecosistema de bosque seco tropical y seguidos por aproximadamente 13 meses.

El objetivo de este estudio fue identificar y analizar los patrones de movimiento de un macho de venado cola blanca en el sector Monterredondo del PNN Chingaza y evaluar el efecto de la presencia humana sobre el área de acción del venado cola blanca.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el Parque Nacional Natural Chingaza, ubicado en la cordillera oriental de los Andes colombianos al noreste de Bogotá y en los departamentos de Cundinamarca y Meta (fig. 1.1). Tiene una extensión de cerca de 76600 ha, presenta un

gradiente altitudinal entre los 800 y 4500 m s.n.m. pero la mayoría del territorio se encuentra por encima de los 3300 m s.n.m., el régimen de lluvias es monomodal donde la mayor parte de las precipitaciones se concentran entre los meses de mayo y agosto, y la época seca va de diciembre a febrero (Plan de manejo (2014–2018) 2013). Dentro del área protegida se han descrito 53 comunidades vegetales distribuidas en siete tipos de vegetación dentro de los que se incluyen pajonales, frailejonales, matorrales, prados, chuscales, relictos boscosos de páramo y bosques achaparrados (Vargas y Pedraza 2003).

Para este estudio se seleccionó el sector Monterredondo (fig. 1.1) pues por sus características físicas, bióticas y de influencia de la presencia humana, facilitan el proceso de captura en comparación con los demás sectores del área protegida.

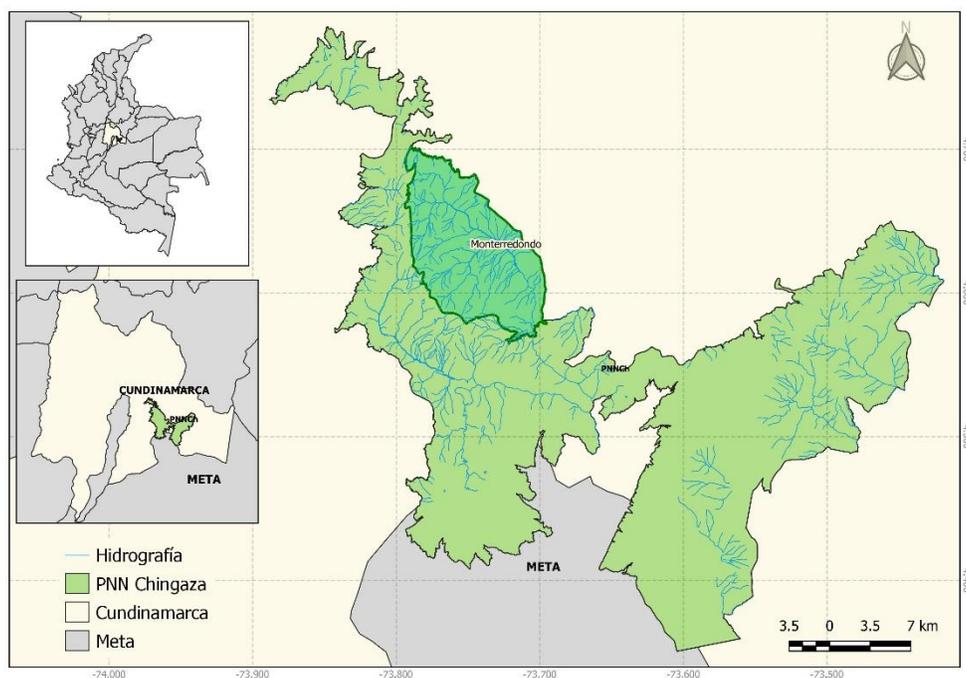


Figura 1.1. Mapa del área de estudio en el que se resalta el sector Monterredondo

El sector de Monterredondo se caracteriza por estar ubicado entre los 3000 y 3600 m s.n.m. y por presentar coberturas clasificadas por medio de interpretación de imágenes satelitales

como arbustal abierto, arbustal denso, bosque denso de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal denso de tierra firme no arbolado y mosaico de pasto con espacios naturales (fig. 1.2), donde la cobertura que ocupa la mayor parte del sector es el herbazal denso de tierra firme con arbustos (Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857 2018).

De acuerdo con el plan de manejo del Parque Nacional Natural Chingaza (2014 - 2018) (2013), Monterredondo se encuentra en un estado de conservación medio con funcionalidad baja. Además, se ha identificado una mayor influencia de la presencia humana ya que en él se encuentran las zonas destinadas a actividades de camping por parte de los turistas, quienes les ofrecen en ocasiones diferentes alimentos a los venados, y también se encuentran las instalaciones de los operarios del acueducto de Bogotá.

Es importante resaltar que el periodo de muestreo coincidió con la pandemia actual por COVID 19 y la mayor parte este tiempo el parque estuvo cerrado a turistas e investigadores. Sin embargo, entre la fecha de la captura del venado (11 marzo) y del cierre del parque (16 marzo) en el sector Monterredondo se hospedaron gran cantidad de campistas ocupando todos los sitios destinados a camping. Durante el cierre solamente se permitió un aforo de 4 trabajadores de Parques Nacionales Naturales que vivieran en los municipios aledaños durante aproximadamente siete meses, tras los cuales el 6 de octubre de abrió nuevamente para turistas y visitas de investigación cortas.



Figura 1.2. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector Monterredondo. A. Herbazal denso no arbolado. B. Arbustal denso. C. Venado en los alrededores de las instalaciones del PNN. D. Venado cerca de visitantes y de la casa. E. Embalse de Chuza. F. Área de camping. G. Vivero. H. Visitante alimentando al venado.

Captura de venados

Se realizó una salida de campo en el mes de marzo de 2020 para la captura, marcaje y liberación de un macho adulto de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el sector de Monterredondo del PNN Chingaza. Para la captura se plantearon dos metodologías: por una parte, se construyó un corral circular con tela de encierro verde y con entradas y salidas de 1,5 m, 10 m de diámetro y 78,53 m² de área como se muestra en la figura 1.3, que permiten fácilmente la manipulación de los individuos (Braza *et al.* 1994). El corral se cebó con melaza, avena y sal mineralizada en el interior para atraer a los individuos y se instaló una cámara trampa para verificar el ingreso de los individuos de esta especie. Se utilizó tela de encierro verde con agujeros cada metro a una altura de 1,20 m con el fin de evitar el contacto

visual de los individuos dentro del encierro con el exterior y reducir el estrés ocasionado, facilitando el disparo del dardo desde el exterior (Braza *et al.* 1994).



Figura 1.3. Esquema del corral en tela de encierro verde.

La segunda metodología, fue acorralar al macho adulto entre varias personas ubicadas en lugares por los que pueda escapar y se llevó hacia un área segura donde se realizó el disparo del dardo con la mezcla de anestésicos. Este proceso de contención química se realizó haciendo uso de una pistola de gas comprimido marca Teleinject con dardos de 5 ml marca Teledart. Se usó de este tipo de pistola siguiendo las recomendaciones de Braza *et al.* (1994) quienes indican que el impacto es menor, la penetración del dardo en el músculo depende de la longitud de la aguja y se disminuye el estrés ya que no hay una detonación fuerte.

A partir de estudios en los que se evalúan los efectos diferentes dosis de estos anestésicos en la especie de interés (*O. virginianus*), se utilizó la siguiente dosis: Ketamina 5 mg/kg, Xilacina 0,5 mg/kg y Atropina 0,044 mg/kg vía intramuscular, puesto que no alteran las funciones cardiorrespiratorias y no generan efectos colaterales que comprometan la vida del individuo (Rodríguez *et al.* 2003, Barragán-Fonseca *et al.* 2020).

Una vez dardeado el animal, se siguió al individuo hasta que el contenido del dardo hizo efecto, se acondicionó el lugar protegiendo al individuo del sol y se procedió a realizar la restricción física sujetando al individuo por las patas y las astas, se vendaron los ojos con el fin de reducir el estrés y se realizó el marcaje del individuo adulto con una unidad de telemetría satelital TGSAT marca Telenax, modelo TGB 337 con un collar cuyo peso total es 700 g, menor al 5 % del peso corporal de acuerdo con lo recomendado en la literatura (fig. 1.4D) (Hidalgo y Olivera 2011). Se tomaron muestras de sangre y de materia fecal que fueron analizadas en el Laboratorio Clínico Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia (ver capítulo 4).



Figura 1.4. Contención química y restricción física del individuo de venado cola blanca. **A.** Disparo con pistola con gas comprimido. **B.** Aplicación del dardo. **C.** Restricción física. **D.** Instalación del collar de telemetría satelital.

Adicionalmente, se tomaron las medidas estándar para mamíferos (longitud total LT, longitud pata LP y longitud oreja LO), el peso y se realizó una búsqueda activa de ectoparásitos presentes en diferentes áreas del cuerpo como alrededor de la cola, cerca de las orejas, cuello, dorso y vientre. Una vez tomada toda la información necesaria, se llevó al venado a una caja de recuperación con las dimensiones adecuadas para el venado y con dos puertas corredizas como se muestra en la figura 1.5. En el transcurso de tres horas el individuo se encontraba alerta y se podía incorporar fácilmente indicando una recuperación total, en ese momento se realizó la liberación abriendo una de las puertas corredizas de la caja de recuperación dejando que saliera sin ahuyentarlo.



Figura 1.5. Caja de recuperación del individuo de venado cola blanca capturado.

Se siguió al venado durante las siguientes dos horas para verificar que no hubiera efectos secundarios a la aplicación de los anestésicos y que se alimentara con normalidad, durante este tiempo se verificó la frecuencia a la que emite la señal el collar a diferentes distancias (fig. 1.6). Otro venado adulto fue dardeado con el mismo protocolo, pero, lamentablemente escapó y no pudo ser marcado.



Figura 1.6. Liberación y verificación de frecuencia de collar instalado.

Área de acción

La unidad de telemetría satelital utilizada se programó para tomar localizaciones (posiciones GPS) cada 2 horas en los días pares (12 localizaciones) y cada 3 horas en los días impares (8 localizaciones). El tiempo de espera de conexión de la unidad GPS con el sistema de satélites fue programado a 130 segundos, tiempo después del cual la unidad GPS se apaga si no se obtienen las coordenadas de la posición geográfica del animal. Las unidades están programadas para que si después de 4 horas no se detecta movimiento del animal se active la opción de mortalidad que será desactivada una vez se realice algún movimiento. Una vez obtenidas 10 localizaciones exitosas, la unidad envía la señal al satélite y son enviadas por medio del enlace Iridium a una plataforma en línea (<https://linc.metocean.com/>) desde donde los datos se descargaron semanalmente.

El área de acción del individuo marcado con la unidad de telemetría satelital fue estimada por medio del paquete AdehabitatHR para R desarrollado por Calenge (2007), usando estimadores como el método del polígono mínimo convexo (MCP por sus siglas en inglés)

incluyendo el 95% de las localizaciones y del método de estimación de densidad de ubicación de Kernel (KDE por sus siglas en inglés).

Para la estimación del polígono mínimo convexo, se crea un polígono sin ángulos internos mayores a 180° con todos los puntos de ubicación reunidos para un individuo o con 95% de localizaciones, este último permite identificar las áreas de mayor uso (Gregory 2017). Por otra parte, el método de estimación de densidad de ubicación de Kernel usa los datos de localización para crear una distribución de utilización a partir de la cual se describe la probabilidad que un animal pueda estar en una ubicación determinada (Gregory 2017). Posteriormente, se extrajo el archivo tipo shape del programa R para cada una de las áreas de acción calculadas, para posteriores análisis utilizando el programa de libre acceso QGIS v.3.4.15 (Quantum GIS Development Team 2018).

Se realizó la estimación del área de acción total con datos de ocho meses de seguimiento, además del área de acción mensual y semanal de todo el periodo de muestreo con los dos métodos mencionados y un análisis teniendo en cuenta las características de las épocas climáticas del PNN; así, se separaron los datos en tres épocas, pre-lluvia (marzo y abril), lluvia (mayo a agosto) y post-lluvia (septiembre a noviembre). Finalmente, para conocer el efecto de la presencia humana sobre el área de acción se realizó la estimación del promedio semanal del área de acción de ocho semanas antes y ocho semanas después de la reapertura del área protegida.

Distancia recorrida

Se estimó la distancia máxima y mínima recorrida durante los ocho meses en total, para cada mes y cada semana del tiempo de seguimiento del individuo y para las épocas climáticas anteriormente mencionadas. Esta variable se define como la distancia ya sea máxima o mínima recorrida entre dos localizaciones por un individuo en un día (Kay *et al.* 2017). Para ello se utilizó la herramienta “calcular geometría” del programa QGis, organizando las localizaciones por fecha para poder calcular la distancia entre un punto y el punto siguiente y uniéndolas por una línea a partir de la cual se estimó la distancia, su promedio mensual y semanal con sus respectivas desviaciones. Para verificar si existían diferencias significativas en la distancia recorrida por épocas climáticas, se realizaron análisis de normalidad y aleatoriedad, y una prueba de F pues los datos fueron normales y aleatorios.

Patrón de actividad

Finalmente, los patrones de actividad se calcularon teniendo en cuenta la suma de las distancias sucesivas entre las localizaciones durante 24 horas (Contreras-Moreno *et al.* 2019) que para el análisis de actividad se separaron en las horas de luz y las horas de oscuridad. El análisis se realizó con base en las épocas climáticas pre-lluvia, lluvia y post-lluvia. Para verificar si existían diferencias significativas entre el día y la noche, se realizaron inicialmente análisis de normalidad y aleatoriedad, y posteriormente se realizó una prueba de T pues los datos fueron normales y aleatorios.

Resultados

El área de acción total estimada para ocho meses de muestreo por medio del polígono mínimo convexo (MCP) fue de 1,85 km² (185 ha) y usando el método de densidad de Kernel fue de 2,02 km² (202 ha). Por el primer método el venado se movió mensualmente en promedio por un área de 1,26 km² ($\pm 0,32$), y por el segundo el promedio mensual fue 1,87 km² ($\pm 0,52$) (tabla 1.1). El valor máximo obtenido en los análisis mensuales correspondió al mes de junio. Semanalmente el venado se movió en promedio por un área de acción de $0,71 \pm 0,37$ km² (MCP) y $1,57 \pm 0,78$ km² (Kernel), el área de acción máxima por semanas se dio en la semana 15 que se encuentra a finales del mes de junio y fue de 1,56 km².

		MCP		Kernel	
		km ²	ha	km ²	Ha
Mensual	Promedio	1,26 \pm 0,32	126 \pm 32	1,87 \pm 0,52	187 \pm 52
	Máximo	1,60	160	2,62	262
	Mínimo	0,81	81	1,12	112
Semanal	Promedio	0,71 \pm 0,37	71 \pm 37	1,57 \pm 0,78	157 \pm 78
	Máximo	1,56	156	3,36	336
	Mínimo	0,16	16	0,30	30
Época	Pre-lluvia	1,68	168	2,22	222
	Lluvia	1,63	163	2,04	204
	Post-lluvia	1,12	112	1,44	144

Tabla 1.1. Valores para el área de acción del macho de venado cola blanca capturado en el PNN Chingaza.

La forma del área de acción total se muestra en la figura 1.7 donde se resalta el polígono calculado por el método de densidad de Kernel, cuya forma fue irregular, pero tiende a ser rectangular; también se puede observar el área núcleo, donde tienden a concentrarse el 50% de las localizaciones del venado.

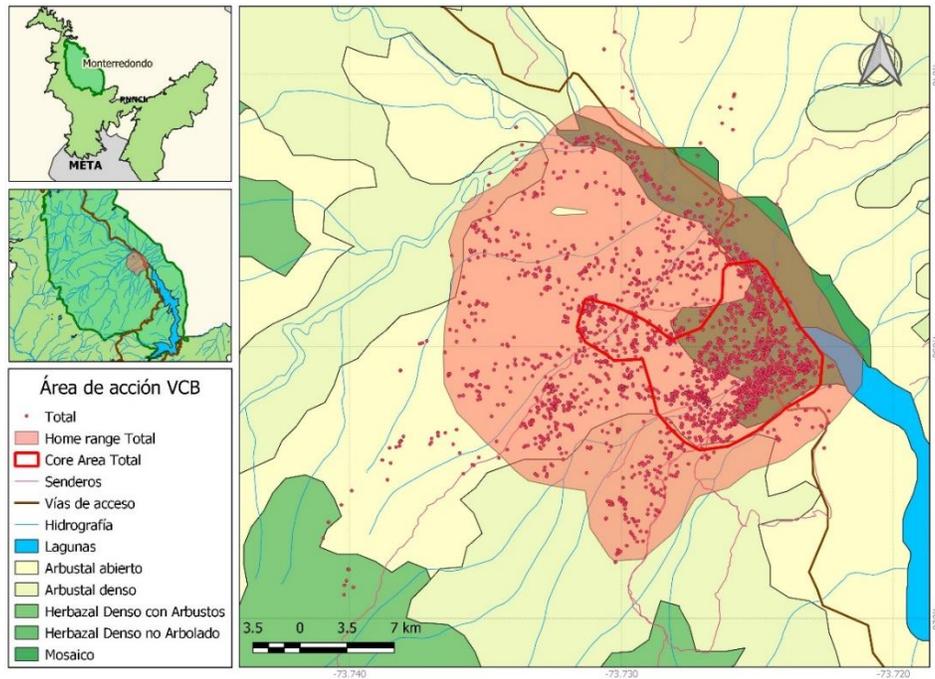


Figura 1.7. Polígono del área de acción entre febrero y noviembre de 2020, para un macho adulto de venado cola blanca en el sector Monterredondo PNN Chingaza, utilizando el método de densidad de Kernel.

Al analizar los datos obtenidos por época climática, en los meses de pre-lluvia (marzo y abril) la estimación obtenida por medio del MCP fue de 1,68 km² y por el método de Kernel 2,22 km². En la época de lluvias (mayo - agosto) el área de acción disminuyó y su valor fue 1,63 km² (MCP) y 2,04 km² (Kernel) y finalmente para la época de post-lluvia (septiembre - noviembre) el individuo recorrió un área menor que en las épocas anteriores con 1,12 km² y 1,44 km² por medio del MCP y por el método de Kernel, respectivamente.

En la figura 1.8 se representan los polígonos del área de acción por medio del método de Kernel correspondientes a las tres épocas estudiadas con su respectiva área núcleo, es decir, el área donde se encuentra el 50% de las localizaciones. Para el caso de la época de pre-lluvia

(morado) el área núcleo se encuentra hacia las coberturas de mosaico, arbustal abierto y denso y se concentraron los puntos hacia los lugares más cercanos a las instalaciones de parques. Para la época de lluvia (azul) los polígonos del área de acción y del área núcleo se modificaron y aumentaron su tamaño, cerca del 50% de las localizaciones se encontraron en las coberturas de mosaico y arbustal abierto, finalmente, en la época de post-lluvia (naranja) se modificó nuevamente su forma, y los polígonos obtenidos fueron más pequeños que en las épocas anteriores, en este caso el área núcleo se concentró aún más hacia la cobertura de mosaico.

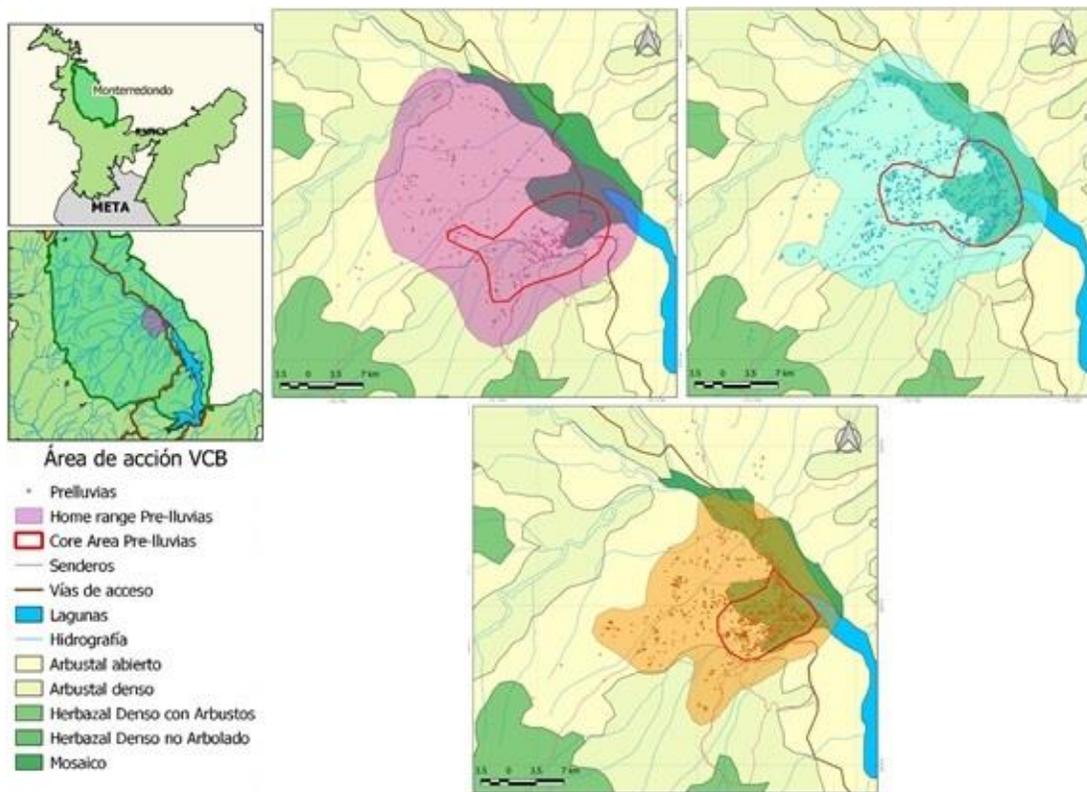


Figura 1.8. Polígono del área de acción por medio del método de Kernel. Época de pre-lluvia arriba al lado izquierdo en color morado. Época de lluvia arriba al lado derecho en color azul. Época de post-lluvia abajo en color naranja. En todos los casos se resalta con rojo el área núcleo para cada época estudiada.

En general, en el total y en el análisis por épocas climáticas la mayoría (95%) de los puntos se concentraron hacia la misma área y se presentaron algunas excursiones fuera de los polígonos hacia la parte inferior izquierda. El área de acción varió entre épocas climáticas, sin embargo, esta variación no fue significativa para ninguno de los dos métodos (**MCP**: $F_{(2,6)} = 3,19$, $p > 0,05$, **Kruskal-Wallis** = 4,35556, $p > 0,05$; **Kernel**: $F_{(2,6)} = 2,35$, $p > 0,05$, **Kruskal-Wallis** = 3,28889, $p > 0,05$); la superposición entre los polígonos del área de acción por épocas climáticas fue del 50,55%. En los meses de post-lluvia, aproximadamente seis meses luego de la captura del individuo se empezaron a registrar posiciones en sitios que no había visitado durante los meses anteriores, como se puede ver en la figura 1.8 en color naranja donde se desplaza hacia la parte superior.

En cuanto al efecto de la presencia humana sobre el área de acción del individuo marcado, se pudo notar que según el método del MCP en promedio semanalmente antes de la reapertura del parque se movió por un área de $0,82 \pm 0,18 \text{ km}^2$ y según el método de Kernel por un área de $1,75 \pm 0,36 \text{ km}^2$, mientras que luego de la reapertura su área de acción disminuyó y en este caso fue de $0,38 \pm 0,17 \text{ km}^2$ y $0,82 \pm 0,34 \text{ km}^2$, según el método del MCP y el método de Kernel, respectivamente (figura 1.9). Esta variación en el tamaño del área de acción en ausencia y presencia de visitantes fue significativa tanto para el método del MCP ($t = 4,16$, $gl = 7$, $p < 0,05$) como para el método de Kernel ($t = 4,30$, $gl = 7$, $p < 0,05$).

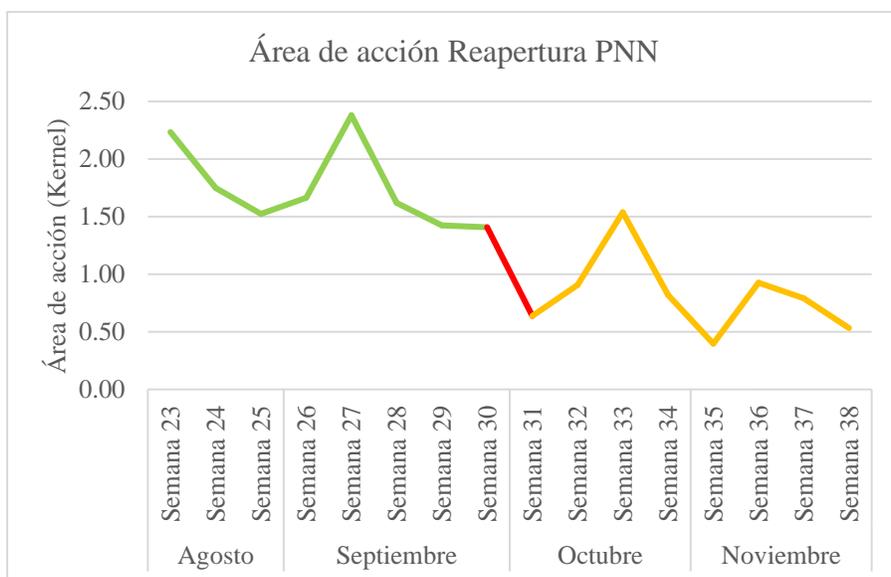


Figura 1.9. Estimación del área de acción semanal usando el método de Kernel. En verde se resaltan las semanas anteriores a la reapertura del PNN, en rojo la semana que se abrió el parque y en amarillo las semanas posteriores a la reapertura del PNN.

Durante la totalidad del estudio, el individuo de venado cola blanca seguido por telemetría satelital recorrió en promedio $54,5 \pm 10,08$ km mensualmente, $11,85 \pm 3,04$ km semanalmente y $1,78 \pm 0,64$ km diariamente. En el análisis realizado por épocas climáticas con la prueba F, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($F_{(gl=2, 6)} = 0,64, p > 0,05$), se pudo observar que durante los meses de lluvias el venado recorrió las mayores distancias promedio diarias. En los meses previos a los meses de lluvias el venado recorrió en promedio $1,45 \pm 0,71$ km diariamente. Para el caso de los meses de mayores precipitaciones el venado aumentó la distancia promedio recorrida durante el día ($1,96 \pm 0,58$ km) y para los meses posteriores disminuyó de nuevo, en este periodo de tiempo caminó en promedio $1,49 \pm 0,54$ km por día (tabla 1.2).

	Pre-lluvia	Lluvia	Post-lluvia
Total	73,81 km	241,22 km	135,25 km
Promedio diario	1,45 ± 0,71 km	1,96 ± 0,58 km	1,49 ± 0,54 km
Máximo	3,74 km	3,75 km	3,09 km
Mínimo	0,24 km	0,70 km	0,52 km

Tabla 1.2. Distancia recorrida por el macho de venado cola blanca capturado en el PNN Chingaza.

El valor máximo recorrido durante un día por el venado cola blanca se dio a principios del mes de mayo y de la época de lluvia y la distancia más baja recorrida fue a los 10 días de la captura durante la época de pre-lluvia. En los días posteriores a la captura, el venado se alejó del lugar donde fue capturado y volvió a esta área aproximadamente siete días después, pero la distancia recorrida en este periodo de tiempo no se encontró entre las más altas. Es importante resaltar que a los seis días de la captura se cerró el parque debido a la pandemia por COVID 19 y es probable que esto haya modificado sus movimientos debido a la disminución de interacciones con los visitantes del sector Monterredondo.

Las pruebas estadísticas preliminares indican que todos los conjuntos de datos analizados son aleatorios y se ajustaron a una distribución normal con el 95% de confianza. A partir de los resultados obtenidos con una prueba de t, comparando las distancias calculadas en la noche con las calculadas para el día en cada una de las épocas, la distancia recorrida durante el día fue significativamente mayor que en la noche tanto para el total del muestreo ($t = 19,0071$, $gl = 264$, $p < 0,05$) como para las épocas climáticas estudiadas (Pre-lluvia: $t = 6,9174$, $gl = 50$, $p < 0,05$; lluvia: $t = 14,468$, $gl = 122$, $p < 0,05$; post-lluvia: $t = 12,3976$, $gl = 90$, $p < 0,05$) (figura 1.10). Así, el individuo capturado se movió más durante el día que durante la noche por lo que su patrón de actividad es mayormente diurno.

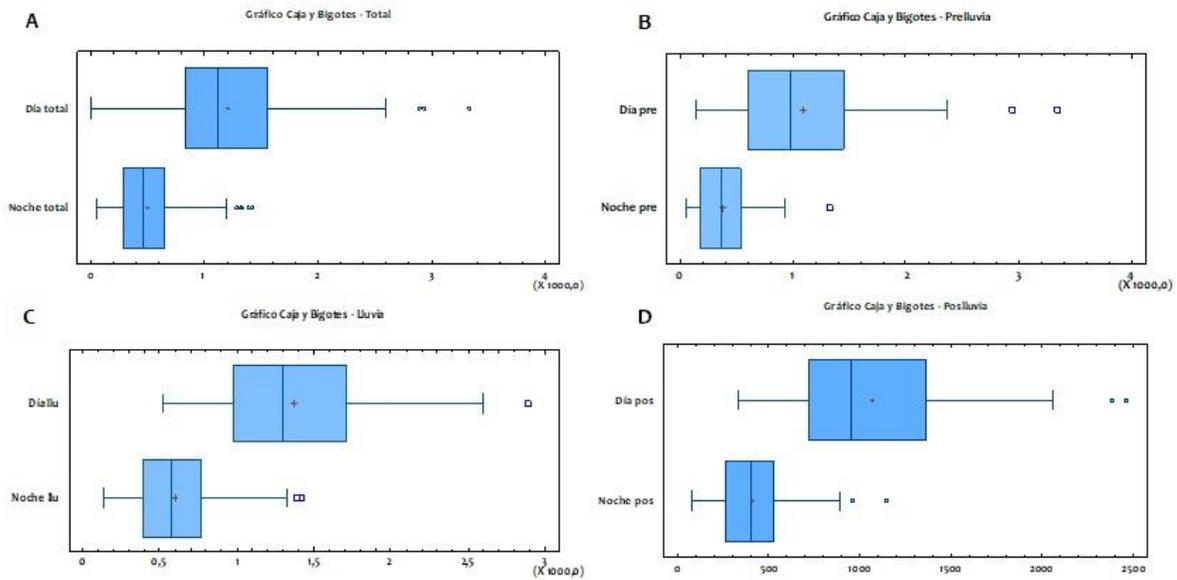


Figura 1.10. Gráficos de caja y bigotes para las distancias recorridas durante el día y la noche. **A.** Durante la totalidad del muestreo. **B.** En la época de pre-lluvia. **C.** En la época de lluvia. **D.** En la época de post-lluvia.

Discusión

Con este estudio se estiman los primeros valores de área de acción o ámbito hogareño para el venado cola blanca en vida silvestre en un páramo de Colombia y es el cuarto estudio de este aspecto de la biología de la especie en el país. Las primeras estimaciones corresponden a individuos en semicautiverio reintroducidos en ambientes de Bosque Seco Tropical en un parque recreativo y zoológico (Camargo-Sanabria 2004, Mateus-Gutiérrez 2004) y en una finca ganadera (Gómez-Giraldo 2005), mientras que éste fue de un individuo macho silvestre.

Es importante resaltar que los resultados del presente estudio se calcularon a partir del marcaje de un individuo en el sector más influenciado por la presencia humana, por lo que no es adecuado hacer generalizaciones para la especie en esta zona, sin embargo, aporta

información importante que puede ser comparada con otros estudios en su distribución y representa el inicio de estudios posteriores en los que se puedan incluir más individuos y comprobar lo que aquí se encontró para este individuo. Además, la ausencia de visitantes puede mostrar la respuesta del individuo bajo condiciones más naturales, dado que el suministro de alimento y la cantidad de interacciones disminuyó considerablemente.

Al comparar el área de acción total con los estudios realizados en el país, en este estudio se calcularon valores mayores a los presentados por Camargo-Sanabria (2004) y Mateus-Gutiérrez (2004) y menores al calculado por Gómez-Giraldo (2005). En las primeras estimaciones, el área de acción total calculada con el polígono mínimo convexo varía entre 22,01 ha y 26,63 ha respectivamente, es decir, entre siete y ocho veces menor que la calculada en este estudio de 186 ha. Además, los valores del área de acción recorrida en promedio mensualmente (16,67 y 12,92 ha), también son menores a los encontrados en el páramo (132 ± 28 ha). Sin embargo, es importante resaltar que el área disponible para el movimiento de los individuos era menor, los individuos tenían constante interacción con personas y el área de estudio se encontraba cercada lo que limitaba sus movimientos (Mateus-Gutiérrez 2004), razón por la cual comparativamente el individuo de este estudio pudo moverse por un área de acción mayor.

Por el contrario, las estimaciones realizadas por Gómez-Giraldo (2005), para dos venados reintroducidos se encuentran entre 231,82 ha y 378,09 ha, estas estimaciones superan al área de acción calculada en el presente estudio. La variación en el área de acción del venado cola blanca se debe a diversos factores, para el caso de los venados reintroducidos, se cree que la presencia de cercas limita los movimientos y favorece áreas de acción más pequeñas similar

a lo ocurrido en el parque recreativo y zoológico, además, la liberación fue cerca de su refugio y se suministró alimentación complementaria en las fases iniciales (Mateus-Gutiérrez 2004), mientras que para la finca ganadera una vez liberados los animales se observó una etapa de reconocimiento que pudo aumentar inicialmente el área de acción antes de establecerse definitivamente (Gómez-Giraldo 2005), esta respuesta inicial se observó también en venados reintroducidos en ecosistemas de bosque seco de Costa Rica (Sáenz y Vaughan 1998).

De acuerdo con Smith (1991) el área de acción de poblaciones sedentarias de venado cola blanca se encuentra entre 59 y 520 ha en hábitats de pino en Norte América, lo que se ajusta a la estimación realizada para el área protegida en el páramo de Colombia cuyas primeras estimaciones corresponden a 186 ha (MCP) y 206 ha (Kernel). Con relación a otros estudios realizados en el rango de distribución del venado cola blanca, en el bosque seco tropical de Costa Rica se han estimado áreas de acción menores que se encuentran entre las 8 y 25 ha (Rodríguez *et al* 1985, Sáenz 1990, Espach y Sáenz 1994), mientras que para ecosistemas de bosque húmedo tropical en Costa Rica el área de acción estimada en este estudio se encuentra en el rango estimado (25 – 530 ha) por Calvopiña (1994).

En zonas más al norte de la distribución del venado cola blanca, el área de acción tiende a ser más amplia y menos estable que en aquellas zonas más sureñas (Lesage *et al* 2000), debido a que las condiciones climáticas se modifican periódicamente y así mismo se modifica la disponibilidad de recursos importantes como el alimento y el agua. Es así como para la mayoría de los estudios realizados en ambientes áridos o semiáridos de México y en los bosques de Estados Unidos y Canadá, el área de acción es más amplia que la calculada en este estudio.

Por ejemplo, Bello y colaboradores en diferentes años (1998, 2001 y 2004) encontraron áreas de acción entre 255 - 271 ha, 212 ± 19 ha y 234 ± 14 ha respectivamente por el polígono mínimo convexo, que son mayores a las 186 ha calculadas en este estudio por el mismo método. A diferencia de una localidad de bosque seco caducifolio donde el área de acción es de 26 ha (Sánchez-Rojas *et al* 1997). Así mismo, en las localidades de Estados Unidos y Canadá con tipos de vegetación como bosques de coníferas, matorrales y praderas, la mayoría de áreas de acción calculadas se encuentran en un rango de entre 113 y 2435 ha (Lesage *et al* 2000, Campbell 2003, Webb *et al* 2007, Karns 2008, Grovenburg *et al* 2009, Hasapes y Comer 2016), de los cuales los valores más amplios son los reportados por Lesage *et al* (2000) en un mosaico de campos agrícolas con bosques de coníferas y caducifolios, con áreas de acción que van desde 129 ha en invierno a 2435 ha en verano, y los más bajos los registrados por Campbell (2003) con valores de 95 ha en verano y 175 ha en invierno.

Como se pudo observar existen diferencias marcadas entre las estaciones, sin embargo, aunque la variación de la temperatura anual en el páramo es pequeña (2-10 °C), los mayores cambios se dan diariamente; así, cada día la temperatura varía desde el punto de congelación hasta cerca de los 30 °C (Madríñan *et al.* 2001). Aunque en Colombia no exista una estacionalidad marcada como en los países norteros, existen épocas de lluvias fuertes y sequías severas. Para el PNN Chingaza, la época de mayores lluvias se concentra en los meses de mayo a agosto y las menores precipitaciones o época seca en los meses de diciembre a febrero de acuerdo con Vargas y Pedraza (2003).

En los análisis realizados teniendo en cuenta esta variabilidad climática se pudo observar, por primera vez para el páramo de Colombia, que en la época de pre-lluvia el área de acción es mayor (168 ha MCP y 222 ha Kernel) y va disminuyendo a medida que pasan las lluvias más fuertes (163 ha y 204 ha) y se acerca la época seca en el periodo post-lluvia (114 ha y 159 ha). Sin embargo, ocurre lo contrario con las distancias diarias recorridas, pues éstas aumentan en la época de lluvia con un promedio diario de $1,96 \pm 0,58$ km, mientras que en las otras épocas esta distancia fue menor (tabla 1.2).

Los valores de área de acción por épocas climáticas muestran que a medida que la temporada de lluvias se acerca, el área de acción disminuye pues la oferta alimenticia se hace más disponible una vez las lluvias inician. Así mismo, aunque la distancia recorrida durante la época de lluvias aumentó, todo el alimento requerido para satisfacer la demanda energética del macho capturado se encontraba en un área menor y este aumento en la distancia recorrida puede relacionarse con el hecho de que para aumentar la producción de calor los venados tienden a pasar mayor tiempo activos (Gallina *et al* 1998) y con la disponibilidad de recursos, pues es posible moverse mayores distancias para buscar mejor alimento de calidad (Bello *et al* 2004).

De acuerdo con Relyea *et al* (2000), los cambios en el tamaño del área de acción en respuesta a cambios estacionales se han observado en diferentes mamíferos, entre ellos el venado cola blanca. En esta especie el área de acción para los machos disminuye al aumentar la productividad del área que ocupa (Relyea *et al* 2000), es decir, que menores áreas de acción en machos de venado cola blanca son indicadores de ambientes con una buena calidad de hábitat y que en un área comparativamente pequeña suple los requerimientos para esta

especie. Teniendo en cuenta lo anterior, se propone que la época más productiva para el venado cola blanca en el páramo de Chingaza es la época de post-lluvia pues fue en la que se calculó la menor área de acción.

En el sector Monterredondo, donde se capturó el venado estudiado, se ha encontrado que la calidad del hábitat es muy adecuada para el venado cola blanca (Brieva-Rico *et al* 2019) pues el porcentaje de cobertura de especies que hacen parte de la dieta del venado es alto, proporciona suficiente cobertura de escape como defensa ante predadores o condiciones climáticas adversas y hay gran cantidad de fuentes de agua por lo que el individuo marcado no necesita desplazarse grandes distancias en busca de estos recursos.

Por otra parte, la ausencia de visitantes puede mostrar una respuesta del individuo marcado a condiciones más naturales, dado que las interacciones disminuyeron; es así como al calcular el área de acción antes y después de la reapertura del parque se evidencia una disminución del tamaño del área de acción con el aumento la cantidad de visitantes en el área protegida. Se ha encontrado que para otras especies existe un efecto negativo entre la densidad humana y el área de acción, donde el área de acción estimada fue menor en áreas con influencia humana, probablemente debido al aumento en la disponibilidad de alimentos provenientes de fuentes antropogénicas (Main *et al.* 2020).

Con respecto al patrón de actividad, los resultados de este estudio muestran mayor actividad, en relación con la distancia recorrida, en las horas de luz solar y una menor actividad hacia las horas sin luz solar. Este patrón de actividad se ha encontrado en diferentes estudios tanto de Colombia (Camargo-Sanabria 2004, Mateus-Gutiérrez 2004, Aconcha-Abril 2008) como

en diferentes localidades de su distribución (Gallina *et al.* 1998, Gallina *et al.* 2003, Bello *et al.* 2004, Webb *et al.* 2010, Gallina y Bello 2014, López-Tello 2014, Contreras-Moreno *et al.* 2019).

Es importante resaltar que como se encontró en Webb *et al.* (2010) y Contreras-Moreno *et al.* (2019), las distancias pueden estar subestimadas en comparación con otros estudios, pues el cálculo se realizó a partir de las localizaciones sucesivas que fueron tomadas cada dos o tres horas en este caso, por lo que no se tomó en cuenta las variaciones en el movimiento entre las localizaciones durante este intervalo de tiempo.

Finalmente, a diferencia de otros estudios en los que el venado evita los senderos, este venado se mueve cerca de los senderos y de la carretera principal que atraviesa su área de acción, probablemente debido a que la especie es susceptible al acostumbramiento a la presencia humana más aún cuando se suministran alimentos, en este sector se desarrollan actividades de ecoturismo y en muchas ocasiones, aunque no esté permitido, los visitantes alimentan a estos individuos (Aconcha-Abril 2008).

Se ha encontrado que alimentar venados en vida silvestre representa más desventajas, por ejemplo, además del acostumbramiento a la presencia humana, la dispersión de enfermedades entre los individuos por altas densidades en áreas pequeñas, la dispersión de especies de plantas no nativas, riesgo de muerte por alimentos peligrosos, modificación del comportamiento para volver al sitio donde fue alimentado, ocasionando pérdidas de energía y riesgos de colisión con los vehículos de la zona (Shalaway s.f., Fish and Game Department 2018). Por esta razón, se hace necesario que se garantice el cumplimiento de las

recomendaciones sobre no alimentar a los animales silvestres por parte de los contratistas del área protegida y de las entidades prestadoras de servicios ecoturísticos.

Conclusiones

El tamaño del área de acción para el macho de venado cola blanca estudiado, difiere de los demás estudios realizados en Colombia probablemente por las características de las áreas de estudio, pues al ser áreas cercadas sus movimientos pueden verse limitados. En comparación con los países más al norte del continente, el área de acción en este caso es menor y no presenta grandes diferencias entre épocas climáticas, como ocurre en países con variaciones estacionalmente marcadas. El patrón de actividad del venado estudiado es diurno tal y como se reporta en otros estudios a lo largo de su distribución.

El área de acción fue menor en la época de lluvias, sin embargo, es probable que esto se deba a la influencia de las lluvias en el aumento en la disponibilidad de los recursos, además, el área de captura en el sector Monterredondo tiene valores de calidad del hábitat altos, lo que permite que el individuo supla sus necesidades de alimento, cobertura, refugio, reproducción y agua en un área menor en comparación con otras localidades. El tamaño del área de acción en Monterredondo disminuyó con la reapertura del PNN y aumento de la presencia de visitantes.

Sería de gran importancia poder continuar con estudios de este tipo, ampliando el número de individuos marcados y de ser posible, los sectores estudiados, para confirmar los patrones que aquí se describen. Además, por las actividades ecoturísticas realizadas en el área

protegida, sería interesante corroborar el efecto que tiene la presencia de visitantes sobre los patrones de movimiento del venado cola blanca.

Literatura Citada

1. Aconcha-Abril, I. (2008). *Comparación del comportamiento del venado cola blanca* *Odocoileus virginianus* entre dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. [Trabajo de grado]. Universidad Militar Nueva Granada.
2. Barragán-Fonseca, K., Álvarez Méndez, O., & Salazar Granados, O. (2020). Determinación de constantes fisiológicas en un grupo de venados cola blanca en cautiverio. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 107-112). Universidad Nacional de Colombia.
3. Bello, J., Gallina, S., Delfín, C. A., Mandujano, S., & Equihua, M. (1998). *Ámbito hogareño y uso de asociaciones vegetales del venado cola blanca en una zona con alta disponibilidad de agua del noreste de México*. VI Simposio sobre Venados de México Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM:127-137.
4. Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2001). Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *Journal of Range Management*, 54(5), 537–545. <https://doi.org/10.2307/4003582>
5. Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2004). Movements of the white-tailed deer and their relationship with precipitation in northeastern Mexico. *InterCiencia-Caracas*, 29(7), 357–361.
6. Braza, F., Soriguer, R. C., San José, C., Delibes, J. R., Aragón, S., Fandos, P., & León, L. (1994). Métodos para el estudio y manejo de cérvidos. *Serie Monografía.*,

January, 81.

7. Brieva-Rico, C., Carrillo-Villamizar, J. Z., Díaz-Rodríguez, G., Holguín-Villarreal, L., Jiménez-Ramírez, S., Sánchez-Nivicela, J. C., Vega-Garrido, Y., Montenegro-Díaz, O. L., & Rudas-Lleras, A. (2019). *Caracterización y análisis de idoneidad de hábitat (HSI) del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii) en un sector del Parque Nacional Natural Chingaza*. Universidad Nacional de Colombia.
8. Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), 346–352. <https://doi.org/10.2307/1374834>
9. Calenge, C. (2007). Exploring Habitat Selection by Wildlife with adehabitat. *Journal of Statistical Software*, 22(6). <https://doi.org/10.18637/jss.v022.i06>
10. Calvopiña, J. (1994). Evaluación de la reintroducción del venado cola blanca en Cóbano de Puntarenas, Costa Rica. In C. Vaughan & M. . Rodríguez (Eds.), *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (pp. 369–382). Editorial de la Universidad Nacional.
11. Camargo Sanabria, A. A. (2004). *Evaluación preliminar de una alternativa de manejo ex situ para el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en un Bosque Seco Tropical, (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
12. Campbell, T. A. (2003). *Movement ecology of White-tailed deer in the central Appalachians og West Virginia*. [Tesis de doctorado]. University of Georgia.
13. Contreras-Moreno, F. M., Hidalgo Mihart, M. G., & Contreras Sánchez, W. M. (2019). Daily traveled distances by the White-Tailed deer in relation to seasonality and reproductive phenology in a tropical lowland of Southeastern Mexico. *Movement Ecology of Neotropical Forest Mammals: Focus on Social Animals*,

- 111–123. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03463-4_8
14. DeYoung, R. W., & Miller, K. V. (2011). White-tailed Deer Behavior. In D. Hewitt (Ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer* (First, pp. 311–351). CRC Press.
15. Espach, H., & Sáenz, J. C. (1994). Comportamiento de cervatos criados en cautiverio y reintroducidos en la Finca La Emilia, Costa Rica. In C. Vaughan & M. Rodríguez (Eds.), *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (pp. 163–180). Editorial de la Universidad Nacional.
16. Fish and Game Department. (2018). *More Harm Than Good: Why You Shouldn't Feed Deer*. <https://extension.unh.edu/resource/more-harm-good-why-you-shouldnt-feed-deer>
17. Gallina, S., & Bello Gutierrez, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5(2), 423–436. <https://doi.org/10.12933/therya-14-200>
18. Gallina, S., Corona-Zárate, P., & Bello, J. (2003). El venado cola blanca: comportamiento en zonas semiáridas del Noreste de México. In *Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de Trabajos V Congreso Internacional*. (Polanco-Ochoa, R. ed.). CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia (pp. 165-173).
19. Gallina, S., Pérez-Arteaga, A., & Mandujano, S. (1998). Patrones de actividad del venado cola blanca *Odocoileus virginianus texanus* en un matorral xerófilo de México. *Bol. Soc. Biol. Concenpción*, 69, 221–228. <https://doi.org/10.12933/therya-14-200>
20. Gómez-Giraldo, C. (2005). *Radio-telemetría aplicada a la reintroducción del*

- venado cola blanca* (*Odocoileus virginianus*). [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
21. Gregory, T. (2017). Home Range Estimation. *The International Encyclopedia of Primatology*, April, 1–4. <https://doi.org/10.1002/9781119179313.wbprim0177>
22. Grovenburg, T. W., Jenks, J. A., Klaver, R. W., Swanson, C. C., Jacques, C. N., & Todey, D. (2009). Seasonal movements and home ranges of white-tailed deer in north-central South Dakota. *Canadian Journal of Zoology*, 87(10), 876–885. <https://doi.org/10.1139/Z09-076>
23. Hasapes, S. K., Comer, C. E., Austin, S. F., Hasapes, S. K., Temple, A., Austin, S. F., Station, B. S. F. A., Comer, C. E., Temple, A., Austin, S. F., & Station, B. S. F. A. (2016). Adult white-tailed deer seasonal home range and habitat composition in Northwest Louisiana. *Journal of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*, 3(June), 243–252.
24. Hidalgo-Mihart, M. G., & Olivera-Gómez, L. D. (2011). Radio telemetría de vida silvestre. *Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación*, 8, 165–202.
25. Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857, fecha de adquisición: 30/12/18, aplicando la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, a escala 1:100.000. EQUIPO TÉCNICO PNN CHINGAZA. SGMAP – GSIR
26. Karns, G. (2008). *Impact of Hunting on Adult Male White-tailed Deer Behavior*. [Tesis de maestría]. North Carolina State University.
27. Kay, S., Fischer, J., Monaghan, A., Beasley, J., Boughton, R., Campbell, T., Cooper, S., Ditchkoff, S., Hartley, S., Kilgo, J., Wisely, S., Wyckoff, A., VerCauteren, K., & Pepin, K. (2017). Quantifying drivers of wild pig movement across multiple spatial and temporal scales. *Movement Ecology*, 5(14), 1–15.

<https://doi.org/10.1186/s40462-017-0105-1>

28. Kays, R., Crofoot, M. C., Jetz, W., & Wikelski, M. (2015). Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science*, *348*(6240), aaa2478.
<https://doi.org/10.1126/science.aaa2478>
29. Lesage, L., Crête, M., Huot, J., Dumont, A., & Ouellet, J.-P. (2000). Seasonal home range size and philopatry in two northern white-tailed deer populations. *Canadian Journal of Zoology*, *78*(11), 1930–1940. <https://doi.org/10.1139/cjz-78-11-1930>
30. López, E. (2014). *Patrón de actividad del venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. [Tesis de maestría]. Universidad Veracruzana.
31. Madriñan, S., Zapata, F., Aponte, A., Bello, M. A., & González, F. (2001). Flora Ilustrada del Páramo de Chingaza, Colombia. *Laboratorio de Botánica & Sistemática, Universidad de Los Andes, Bogotá*.
<https://chingaza.uniandes.edu.co/FIC/article.html>
32. Marchinton, R. L., & Hirth, D. H. (1984). Behavior. In L. K. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (First, pp. 129–168). Stackpole Books.
33. Mateus-Gutiérrez, C. (2004). *Evaluación preliminar de la dieta y monitoreo del movimiento del venado cola blanca, Odocoileus virginianus, en semi-cautiverio en un Bosque Seco Tropical (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
34. Main, M. T., Davis, R. A., Blake, D., Mills, H., & Doherty, T. S. (2020). Human impact overrides bioclimatic drivers of red fox home range size globally. *Diversity and Distributions*, *26*(9), 1083-1092. <https://doi.org/10.1111/ddi.13115>
35. Ofstad, E. G., Herfindal, I., Solberg, E. J., & Sæther, B. E. (2016). Home ranges,

- habitat and body mass: simple correlates of home range size in ungulates. *Proceedings. Biological Sciences*, 283(1845).
- <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1234>
36. Plan de Manejo (2014-2018). (2013). *PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA PLAN DE MANEJO 2014 – 2018*.
37. Powell, R. A., & Mitchell, M. S. (2012). What is a home range? *Journal of Mammalogy*, 93(4), 948–958. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-S-177.1>
38. QGIS.org. (2018). *QGIS Geographic Information System. QGIS Association*.
<http://www.qgis.org>
39. Relyea, R., Lawrence, R., & Demarais, S. (2000). Home Range of Desert Mule Deer: Testing the Body-Size and Habitat-Productivity Hypotheses. *Journal of Wildlife Management*, 64(1), 146–153.
40. Rodríguez, M. ., Vaughan, C., Villalobos, V., & McCoy, M. (1985). Notas sobre el movimiento del venado colablanca (*Odocoileus virginianus rafinesque*) en un bosque seco tropical de Costa Rica. *EUNED, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica*, 103.
41. Rodríguez, R. E., Cobos, M. L., & Fuentes, E. (2003). Estudio comparativo de tres tipos de inmovilización química y anestecia general endovenosa balanceada, evaluados a traves de registros electrocardiográficos y perfiles electrolíticos séricos, en venado llanero (*Odocoileus virginianus*), en cautiveri. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16.
42. Sáenz, J. C. (1990). *Ecología de dos grupos de venados (Odocoileus virginianus) liberados en un nuevo hábitat*. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
43. Sáenz, J. C., & Vaughan, C. (1998). Ambito de hogar y utilización de hábitat de dos

- grupos de venados Cola Blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) reubicados en un ambiente tropical. *Revista de Biología Tropical*, 46(4), 1185–1197. <https://doi.org/10.15517/rbt.v46i4.20741>
44. Sánchez-Rojas, G., Gallina, S., & Mandujano, S. (1997). Area de Actividad y uso del habitat de dos venados cola blanca en un bosque tropical de la costa de Jalisco Mexico. *Acta Zoologica Mexicana*, 72(January), 39–54.
45. Sanderson, G. C. (1966). The Study of Mammal Movements: A Review. *The Journal of Wildlife Management*, 30(1), 215–235.
46. Shalaway. (n.d.). *Please Don't Feed the Deer*.
47. Smith, W. P. (1991). *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species*, 388, 1–13.
48. Vargas Ríos, O., & Pedraza, P. (2003). *El Parque Nacional Natural Chingaza* (Primera). Gente Nueva Editorial.
49. Webb, S. L., Gee, K. L., Strickland, B. K., Demarais, S., & DeYoung, R. W. (2010). Measuring fine-scale white-tailed deer movements and environmental influences using GPS collars. *International Journal of Ecology*, 2010. <https://doi.org/10.1155/2010/459610>
50. Webb, S. L., Hewitt, D. G., & Hellickson, M. (2007). Effects of permanent water on home ranges and movements of adult male white-tailed deer in southern Texas. *Texas J. of SCI*, 59(4), 261–276.

2. Variación espacial en la densidad poblacional y estructura de edades del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia

(Therya)

Resumen

La densidad poblacional se ve afectada por factores como la disponibilidad y oferta de recursos, la presencia de depredadores y competidores, y la influencia antrópica. Además, la estimación y análisis de las proporciones en las clases de edad y los factores ambientales que las modifican, son importantes en la conservación, aprovechamiento o control de poblaciones. El objetivo de este estudio fue evaluar la densidad poblacional y estructura de edades del venado cola blanca en los sectores de Monterredondo y La Paila del PNN Chingaza, Colombia. Para ello, se instalaron 10 transectos de 500 metros de largo y 4 de ancho, con 51 parcelas circulares distanciadas entre si cada 10 metros en cada sector al inicio y al final de la época seca. En cada parcela se recogió la totalidad de los grupos fecales de venado y cada pellet se midió para estimar su volumen. La densidad poblacional se calculó utilizando el método de Eberhardt & Van Etten (1956) y el procedimiento semiautomatizado PELLET para Excel utilizando las técnicas FSC (Faecal Standing Crop) y FAR (Faecal Accumulation Rate), y la estructura de edades se estimó por medio del agrupamiento con k-medias y con k-medias difuso. Con técnica FSC la densidad calculada para Monterredondo fue entre 2,51 y 2,06 ind/km², mientras que para el sector de la Paila fue entre 1,69 y 1,01 ind/km². Al estimarla utilizando PELLET se obtuvieron valores de entre 0,7 ind/km² ± 0,6 y 0,28 ind/km² ± 0,3 para Monterredondo y entre 0,5 ind/km² ± 0,8 y 0,09 ind/km² ± 0,1 para La Paila. Con la técnica FAR la densidad de Monterredondo fue

de 2,09 ind/km² y en la Paila fue de 0,94 ind/km². Con PELLET los valores de densidad poblacional para Monterredondo fueron de 0,37 ind/km² ± 0,4 y 0,16 ind/km² ± 0,2 para La Paila. La proporción en las clases de edad y sexos (macho, hembra, juvenil y cría) para el sector Monterredondo fue 1: 1,1; 0,60: 0 (70 machos, 77 hembras, 42 juveniles y cero crías); para el sector de La Paila, la proporción fue de 1: 1,46: 1,39: 0,11 (28 machos, 41 hembras, 39 juveniles y tres crías). El tamaño de la población de venado cola blanca estudiada en el PNN Chingaza, varía temporalmente y se presenta una disminución en comparación con lo reportado por estudios anteriores en el área protegida. Además, la densidad poblacional varió espacialmente donde las mayores abundancias están en el sector Monterredondo en comparación con La Paila. Finalmente, la proporción de individuos por edades sugiere que la población se encuentra estable.

Introducción

La densidad poblacional se relaciona con el número de individuos de la misma especie por unidad de área (Begon *et al.* 2004). Las estimaciones de la densidad poblacional de una especie permiten realizar comparaciones a lo largo del tiempo y reconocer las tendencias en las poblaciones silvestres (Gallina 1994). De acuerdo con Brown (1984) y Naoki *et al.* (2006) los factores que afectan la distribución y abundancia de los individuos de una población son la disponibilidad y oferta de los recursos encontrados en el hábitat de cada especie. En mamíferos, la densidad poblacional se relaciona con aspectos como la calidad del hábitat, la oferta de especies incluidas en la dieta, sitios de refugio y agua, de este modo las mayores densidades se asocian con hábitats que ofrezcan los recursos adecuados para

cada especie tanto en cantidad como en calidad (Pettorelli *et al.* 2001, Marsden y Whiffin 2003).

A lo largo de su distribución, la densidad poblacional de venado cola blanca varía por factores como la disponibilidad de alimento, agua, refugio, las condiciones climáticas, la presencia de depredadores y competidores, y la modificación en el hábitat; las mayores abundancias se han asociado con la complejidad del hábitat y se encuentran en su mayoría en coberturas como los matorrales, bosques secos caducifolios, bosques mixtos templados (Gallina 1994, Gallina *et al.* 1998, Villarreal 1999, Delfín-Alfonso y Gallina 2007, Gallina *et al.* 2010, Stewart *et al.* 2011). La influencia antrópica relacionada con cacería y cercanía a asentamientos humanos también afecta la dinámica poblacional disminuyendo la presencia de venados cuando es mayor la cercanía a asentamientos humanos (Flores-Armillas *et al.* 2011, Ramos-Robles *et al.* 2013).

Por otra parte, el estudio de la distribución de edades en una población, es decir, la proporción de individuos que pertenecen a determinada clase de edad es un elemento importante del estudio de la dinámica poblacional, ya que permite conocer el estado pasado y actual de una población y, además, da indicios sobre tendencias futuras en la misma (Ojasti 2000). La estimación y análisis de estos parámetros y los factores ambientales que los modifican, representan información básica para conservar, aprovechar o controlar poblaciones (Mandujano 2011). Se cree que cuando existe una alta proporción de juveniles, la población está en expansión, mientras que cuando el predominio es de adultos caracteriza una población estacionaria o en decadencia (Ojasti 2000)

En Colombia, el venado cola blanca se distribuye por la mayor parte del territorio, sin embargo, existen pocos estudios sobre su densidad poblacional, y se considera que las poblaciones más abundantes se encuentran en la región de la Orinoquía y en la región Andina en el Parque Nacional Natural Chingaza (Rojas-Pardo 2010, Mateus-Gutiérrez 2014, Gómez-Castellanos 2017). En la primera de ellas en dos localidades del departamento de Casanare se han registrado entre 13 venados/km² y 43 venados/km² (Pérez-Moreno *et al.* 2020). Para el caso del PNN Chingaza en dos sectores Mateus-Gutiérrez (2014) entre 17,8 venados/km² (Monterredondo) y 23,2 venados/km² (la Mina). Para el primero, unos años después, se calcularon cerca de 8,9 venados/km² (Gómez-Castellanos 2017).

En cuanto a la estructura de edades y proporción de sexos en el PNN Chingaza, Aconcha-Abril (2008) encontró que las proporciones de sexos en adultos no varían mucho (1:0,6 en Monterredondo y 1:0,9 en la Playa) y las proporciones de sexos entre juveniles son también similares (1:1,12 en Monterredondo y 1:1,7 en la Playa), sin embargo, la relación adulto – juvenil muestra que hay una mayor proporción de individuos adultos así, 2:1 en Monterredondo y 3:1 en la Playa. A partir de la definición de tres clases de edad como cervatillos, juveniles y adultos se ha calculado para la misma área protegida una proporción de 2:2:7 para Monterredondo y para la Mina 2:2:10 (Mateus-Gutiérrez 2014).

Utilizando modelos de nicho con el promedio de la densidad obtenida por Mateus-Gutiérrez (2014) se estima que la población de venado cola blanca en el PNN Chingaza alcanza cerca de 4868 individuos, distribuidos en un área de aproximadamente 237,788 km² que corresponden al 31% del total de área de Parque Chingaza (Rodríguez-Castellanos 2016). A

partir de estas modelaciones y de la estimación de la densidad y parámetros poblacionales realizada por Mateus-Gutiérrez (2014), se considera que la población del venado cola blanca en esta zona está creciendo exponencialmente por la baja influencia de factores que regulan su abundancia, como los depredadores (Rodríguez-Castellanos 2016).

Por otra parte, Gómez-Castellanos (2017) identificó la visibilidad y la distancia a fuentes de agua como los factores principales que influyen en la abundancia del venado, donde al aumentar la distancia a cuerpos de agua disminuyó la abundancia, mientras que las áreas con poca visibilidad fueron aquellas en las que se reportaron mayores abundancias. El objetivo de este estudio fue evaluar la densidad poblacional y estructura de edades del venado cola blanca en dos sectores del PNN Chingaza.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el Parque Nacional Natural Chingaza, ubicado en la cordillera oriental de los Andes colombianos al noreste de Bogotá y en los departamentos de Cundinamarca y Meta, Colombia (fig. 2.1). Tiene una extensión de cerca de 76600 ha, presenta un gradiente altitudinal entre los 800 y 4500 m s.n.m. pero la mayoría del territorio se encuentra por encima de los 3300 m s.n.m. El régimen de lluvias es monomodal, la mayor parte de las precipitaciones se concentran entre los meses de mayo y agosto y la época seca se encuentra en los meses de diciembre a febrero (Vargas y Pedraza 2003, Plan de manejo (2014–2018) 2013). Dentro del área protegida se han descrito 53 comunidades vegetales distribuidas en siete tipos de vegetación dentro de los que se incluyen pajonales,

frailejonales, matorrales, prados, chuscales, relictos boscosos de páramo y bosques achaparrados (Vargas y Pedraza 2003).

Para este estudio específicamente, se seleccionaron los sectores Monterredondo y la Paila (fig. 2.1) pues sus características físicas, bióticas y de influencia de la presencia humana son diferentes. En ambos sectores se realizó la comparación de densidad poblacional del venado cola blanca.

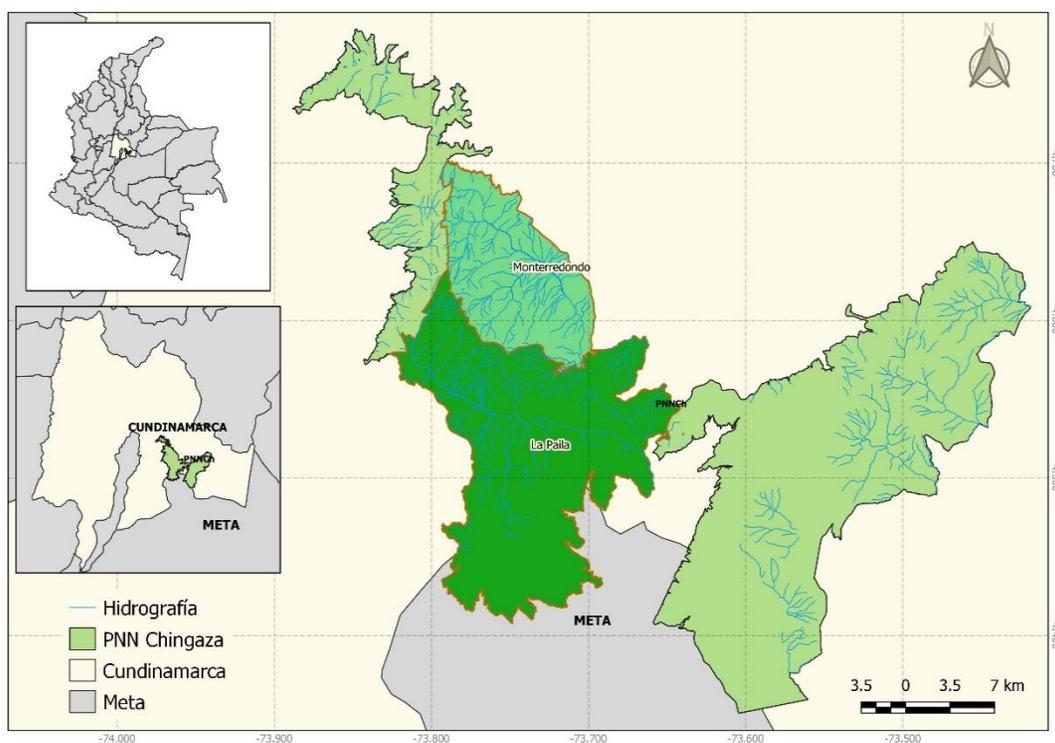


Figura 2.1. Mapa del área de estudio en el que se resaltan con naranja los dos sectores a evaluar (Monterredondo y la Paila).

El sector de Monterredondo se caracteriza por presentar coberturas como arbustal abierto (22,9 %), arbustal denso (12,1 %), bosque denso alto de tierra firme (1,7 %), bosque fragmentado con vegetación secundaria (0,8 %), herbazal denso de tierra firme con arbustos

(33,9 %), herbazal denso de tierra firme no arbolado (23,5 %), mosaico de pasto con espacios naturales (0,6 %) (fig. 2.2) y cuerpos de agua artificiales (4,6 %), donde la cobertura que ocupa la mayor parte del sector es el herbazal denso de tierra firme con arbustos (Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857 2018).

De acuerdo con el plan de manejo del Parque Nacional Natural Chingaza (2014 - 2018) (2013), Monterredondo se encuentra en un estado de conservación medio con funcionalidad baja. Además, se ha identificado una mayor influencia de la presencia humana ya que en él se encuentran las zonas destinadas a actividades de camping por parte de los turistas, quienes les ofrecen en ocasiones diferentes alimentos a los venados (Plan de manejo (2014–2018) 2013).



Figura 2.2. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector Monterredondo. A. Herbazal denso no arbolado. B. Arbustal denso. C. Venado en los alrededores de las instalaciones del PNN. D. Venado cerca de visitantes y a la casa. E. Embalse de Chuza. F. Área de camping. G. Vivero. H. Visitante alimentando al venado.

Por otra parte, el sector de La Paila se caracteriza por presentar coberturas como arbustal abierto (12 %), arbustal denso (9,5 %), bosque denso alto de tierra firme (13,8 %), bosque fragmentado con pastos y cultivos (1 %), bosque fragmentado con vegetación secundaria (8,2 %), herbazal denso de tierra firme con arbustos (15,3 %), herbazal denso de tierra firme no arbolado (32,9 %), mosaico de pasto con espacios naturales (4,1 %), pastos enmalezados (0,1 %), pastos limpios (1,2 %), vegetación secundaria o en transición (1,3 %) (fig. 2.3) y cuerpos de agua (0,5 %), siendo el herbazal denso de tierra firme no arbolado la cobertura más abundante (Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857 2018).

En este sector se encuentran especies de subpáramo con predominio de arbustales de especies de Asteraceae (*Pentacalia*, *Diplostephium* y *Baccharis*), Hypericaceae (*Hypericum*) y Ericaceae (*Macleania*, *Cavendishia*, *Gaultheria* y *Vaccinium*); y zonas de páramo donde se encuentran principalmente frailejonales de las especies *Espeletia grandiflora*, *E. killipii*, *E. uribei*, *E. argétea* y *Espeletiopsis corymbosa*, pajonales de *Calamagrostis effusa* y chuscales con *Chusquea tessellata*.

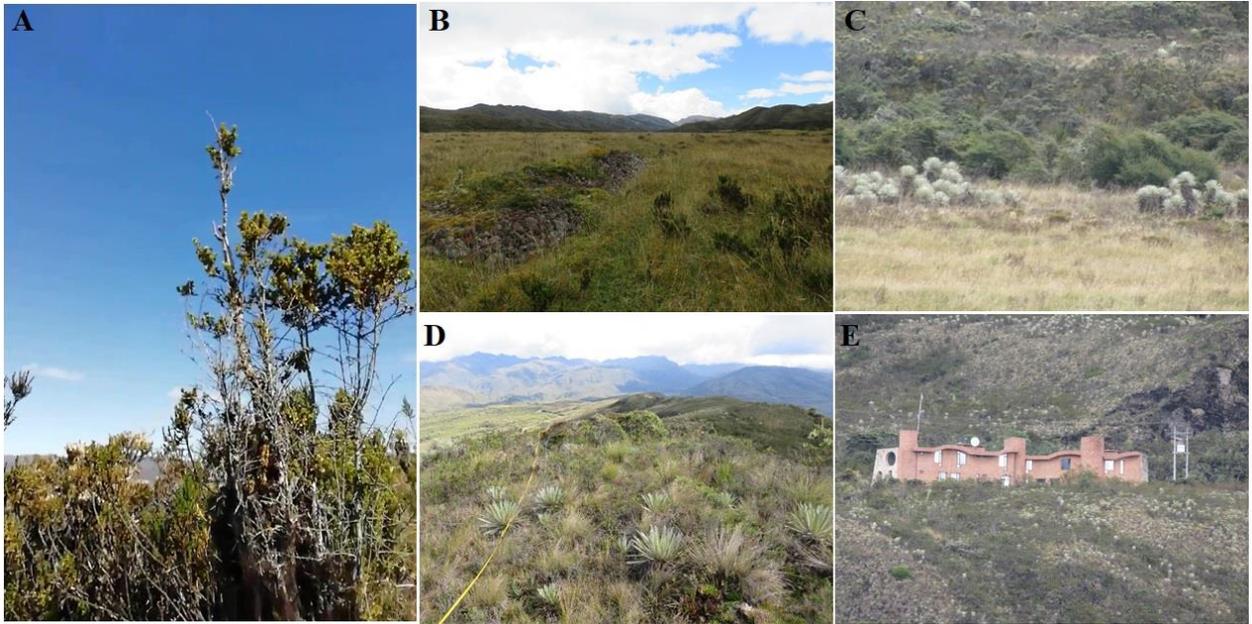


Figura 2.3. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector La Paila. A. Arbustal denso. B. Pastos limpios. C. Mosaico de pastos con áreas naturales. D. Herbazal denso no arbolado. E. Instalaciones del PNN.

Densidad poblacional

El método de conteo indirecto de venados haciendo uso de sus grupos fecales es un método confiable para estimar la densidad poblacional, dentro de sus ventajas, además de ser un método útil para indicar uso del hábitat, se encuentra la obtención del tamaño de muestras grandes, sin disturbio de los individuos, con aplicabilidad a diferentes tipos de hábitat y que no se ve afectado por el observador (Gallina *et al.* 2014).

El monitoreo de grupos fecales se realizó en dos salidas de campo con el fin de visitar en dos ocasiones los transectos de cada sector, la primera durante los meses de febrero y marzo de 2020 y la segunda en el mes de diciembre de 2020. En cada sector se ubicaron 10

transectos de 500 metros de largo y 4 metros de ancho, en los que se ubicaron 51 parcelas circulares distanciadas entre si cada 10 metros (fig 2.4), para un total de 20 transectos y 1020 parcelas, 510 en cada sector.

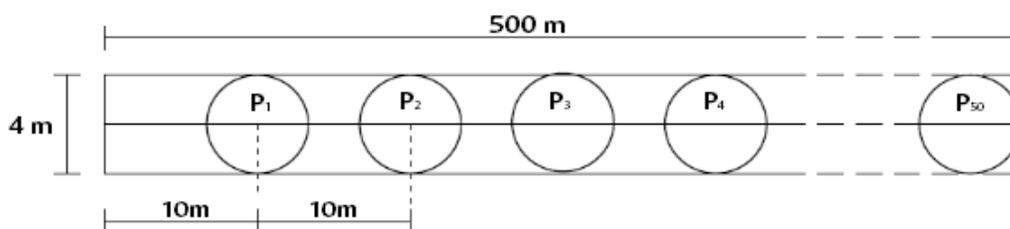


Figura 2.4. Disposición de parcelas circulares en un transecto de ancho fijo de 500 m x 4 m (Modificado de Mateus-Gutiérrez 2014).

Para la ubicación de los transectos se utilizaron herramientas SIG con el fin de ubicar los transectos aleatoriamente teniendo en cuenta el tipo de cobertura vegetal de cada sector para captar la mayor diversidad en cuanto a unidades de cobertura vegetal y uso del suelo para los dos sectores evaluados de Monterredondo (MR) y La Paila (LP), cumpliendo con el requisito de estar separados como mínimo 800 metros que se encuentra en el rango sugerido por Mandujano (2014) y Mandujano y Yañez-Arenas (2016). Adicionalmente, se refinó su orientación teniendo en cuenta elementos como pendientes e información auxiliar de la red de senderos y vías del PNN Chingaza (fig. 2.5).

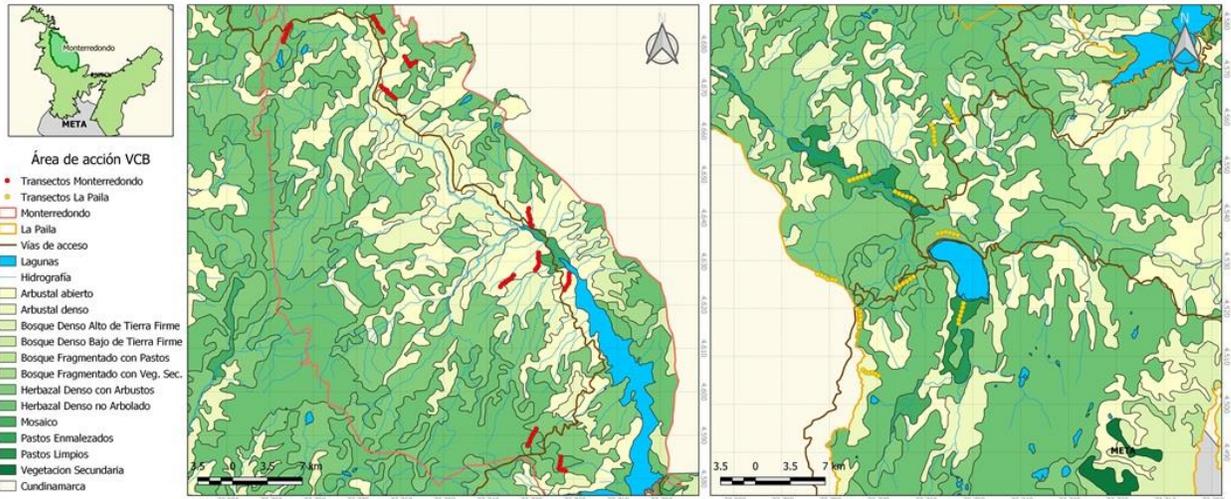


Figura 2.5. Ubicación espacial de los transectos para conteo de pellets en los sectores Monterredondo en rojo (izquierda) y La Paila en amarillo (derecha) del PNN Chingaza.

En cada parcela se recogió la totalidad de grupos fecales encontrados en el área, anotando el número de pellets, el color, consistencia, apariencia y textura teniendo en cuenta lo reportado por Mateus-Gutiérrez (2014) (fig. 2.6); un grupo fecal corresponde al total de bolitas o pellets con características similares encontrados agrupados en el área de muestreo (Gallina *et al.* 2014). Además, se registró la fecha, sector, transecto y parcela; cuando un grupo fecal se encontró en el límite del transecto se tomó su registro si más del 50% de su totalidad estaba dentro del área (Mateus-Gutiérrez 2014).



Figura 2.6. Instalación de transectos y recolección de pellets en campo

La estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca se realizó utilizando la técnica FSC (Faecal Standing Crop), que usa la tasa de defecación diaria y la persistencia de excrementos para estimar la densidad por medio del análisis de todos los grupos fecales en las parcelas (Gallina *et al.* 2014), se utilizó también la técnica FAR (Faecal Accumulation Rate) pues cada transecto se visitó dos veces, el periodo transcurrido entre el primer muestreo y el segundo fue de aproximadamente 300 días para la Paila y 273 para Monterredondo, esto debido al cierre del área protegida por la declaración de pandemia por COVID-19.

La densidad poblacional se estimó usando el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956) con la siguiente fórmula, que calcula el número de venados por kilómetro cuadrado a partir del número de grupos fecales:

$$D = \frac{(NP)(PG)}{(TP)(TD)}$$

Donde *NP* corresponde al número de parcelas circulares o de transectos de ancho fijo que hay o caben en 1 km², *PG* es el número promedio de grupos fecales por parcela o por transecto, *TP* es el tiempo de descomposición de los grupos fecales cuando se usa la técnica FSC o el tiempo de depósito de los grupos fecales con la técnica FAR y *TD* es la tasa de defecación. Por lo general se suele utilizar una tasa de defecación estándar de 12,7 grupos fecales/ind/día obtenida del modelo de Eberhardt y Van Etten (1956), sin embargo, para el caso del PNN Chingaza se calculó una tasa de defecación correspondiente a 23,26 grupos fecales/ind/día y un tiempo de descomposición de 277,80 días (Mateus-Gutiérrez 2014), que son los valores utilizados en este estudio (tabla 2.1).

Adicionalmente, se hizo una estimación por medio del procedimiento semiautomatizado PELLET para Excel, desarrollado por Mandujano (2014) en el que se realiza el cálculo de la densidad suponiendo que esta depende de la variación de parámetros como tasa de defecación, tiempo de permanencia del grupo fecal y distribución espacial de los grupos fecales; con esto se busca eliminar la subjetividad al reportar solo un valor e incorpora la incertidumbre de este tipo de muestreo.

Estructura de edades y proporción de sexos

Con el fin de analizar las estructuras de edad y proporción de sexos de la población de venado cola blanca en dos sectores del PNN Chingaza, se obtuvo para cada pellet la longitud mayor y menor, con base en éstas se calculó el volumen de cada pellet, la relación

de proporción entre las dos medidas y los promedios de estas variables para cada grupo fecal.

Inicialmente, se separaron los grupos fecales teniendo en cuenta el volumen de los pellets en tres clases de edad correspondientes a cervatillos (0 mm^3 a 290 mm^3), juveniles (291 mm^3 a 605 mm^3) y adultos (igual o mayor a 605 mm^3) (Vega *et al.* 2019). Posteriormente, para separar los grupos fecales en la clase adultos por sexos, se llevaron a cabo análisis multivariados de agrupación, el primero de ellos fue un análisis de k-medias, estableciendo dos grupos, que corresponden a los dos sexos (Mateus-Gutiérrez 2014). El siguiente análisis se realizó utilizando la herramienta Fuzzy clustering seleccionando igualmente dos grupos pues corresponden a machos y hembras. Ambos análisis se realizaron utilizando el programa NCSS (Sánchez-Rojas *et al.* 2009).

Resultados

Entre febrero y marzo de 2020 se censaron y recogieron 104 grupos fecales en el sector de Monterredondo y 70 grupos fecales en La Paila; en diciembre de 2020 se recolectaron 85 grupos fecales en Monterredondo y 42 en La Paila (tabla 2.1).

De las tres estimaciones realizadas, con la primera de ellas (FSC 1) la densidad calculada para el sector de Monterredondo fue de $2,51 \text{ ind/km}^2$, mientras que para el sector de la Paila fue de $1,69 \text{ ind/km}^2$. Al estimarla utilizando el procedimiento semiautomatizado PELLET para Excel se obtuvieron valores de $0,7 \text{ ind/km}^2 \pm 0,6$ y $0,5 \text{ ind/km}^2 \pm 0,8$ para Monterredondo y La Paila, respectivamente. Con la segunda estimación (FSC 2) en el

sector Monterredondo hay cerca de 2,06 ind/km² y en la Paila fue de 1,01 ind/km²; con el procedimiento PELLET se calcularon 0,28 ind/km² ± 0,3 para Monterredondo y 0,09 ind/km² ± 0,1 para La Paila (tabla 2.2).

	Monterredondo	La Paila
N° Transectos	10	10
Área del transecto (m²)	2000	2000
Área muestreada (m²)	6405.6	6405.6
N° Parcelas	510	510
N° grupos fecales censados	104 (mar) – 85 (dic)	70 (mar) – 42 (dic)
Promedio de grupos fecales por parcela	0,204	0,137
Tiempo de descomposición	277,8 días	277,8 días
Tasa de defecación	23,26 grupo fecal/ind/día	23,26 grupo fecal/ind/día

Tabla 2.1. Valores para el cálculo de la densidad poblacional del venado cola blanca en los sectores de Monterredondo y La Paila en el PNN Chingaza.

Con la última estimación realizada con la técnica FAR la densidad del sector Monterredondo fue de 2,09 ind/km² y la del sector de la Paila fue de 0,94 ind/km². Usando PELLET para Excel los valores de densidad poblacional para Monterredondo fueron de 0,37 ind/km² ± 0,4 y 0,16 ind/km² ± 0,2 para La Paila (tabla 2.2). Los valores utilizando PELLET se reportan como un promedio con su respectiva desviación estándar pues se calcula a partir de la

estimación con 3 tasas de defecación entre las que se incluyó la estimada por Mateus-Gutiérrez (2014), esto con el fin de incorporar la incertidumbre por el tipo de muestreo.

		Monterredondo	La Paila
Densidad poblacional (PELLET)	FSC 1	0,7 ind/km ² ± 0,6	0,5 ind/km ² ± 0,8
	FSC 2	0,28 ind/km ² ± 0,3	0,09 ind/km ² ± 0,1
	FAR	0,37 ind/km ² ± 0,4	0,16 ind/km ² ± 0,2
Densidad poblacional (Eberhardt & Van Etten, 1956)	FSC 1	2,51 ind/km ²	1,69 ind/km ²
	FSC 2	2,06 ind/km ²	1,01 ind/km ²
	FAR	2,09 ind/km ²	0,94 ind/km ²

Tabla 2.2. Valores para el cálculo de la densidad poblacional del venado cola blanca en los sectores de Monterredondo y La Paila en el PNN Chingaza, utilizando las técnicas FAR y FSC.

Al comparar los valores estimados por las técnicas (FSC 1, FSC 2 y FAR) por medio de las metodologías estudiadas (procedimiento PELLET y modelo de Eberhardt & Van Etten, 1956), se puede observar que, en todos los casos los valores absolutos obtenidos por el modelo Eberhardt & Van Etten fueron mayores al límite superior de los intervalos obtenidos mediante PELLET. Además, al comparar las técnicas utilizadas el cálculo por medio de FCS 1 fue mayor que los dos siguientes (FSC 2 y FAR) en todos los casos, sin embargo, los valores no presentaron diferencias significativas entre los sectores y tampoco entre las ocasiones de muestreo ($p > 0,05$).

Estructura de edades y proporción de sexos

Al realizar la separación de los grupos fecales recolectados durante la totalidad del muestreo utilizando los rangos de volumen propuestos por Vega *et al.* (2019), la proporción estimada en las clases de edad (adulto, juvenil y cervatillo) para el sector Monterredondo fue 1: 0,29: 0 que corresponde a 147 adultos, 42 juveniles y ninguna cría; para el sector de La Paila, la proporción fue de 1: 0,57: 0,04 correspondiente a 69 adultos 39 juveniles y tres crías. Es de resaltar que en el sector La Paila fue en el único en el que se encontraron grupos fecales clasificados como crías de acuerdo con su volumen.

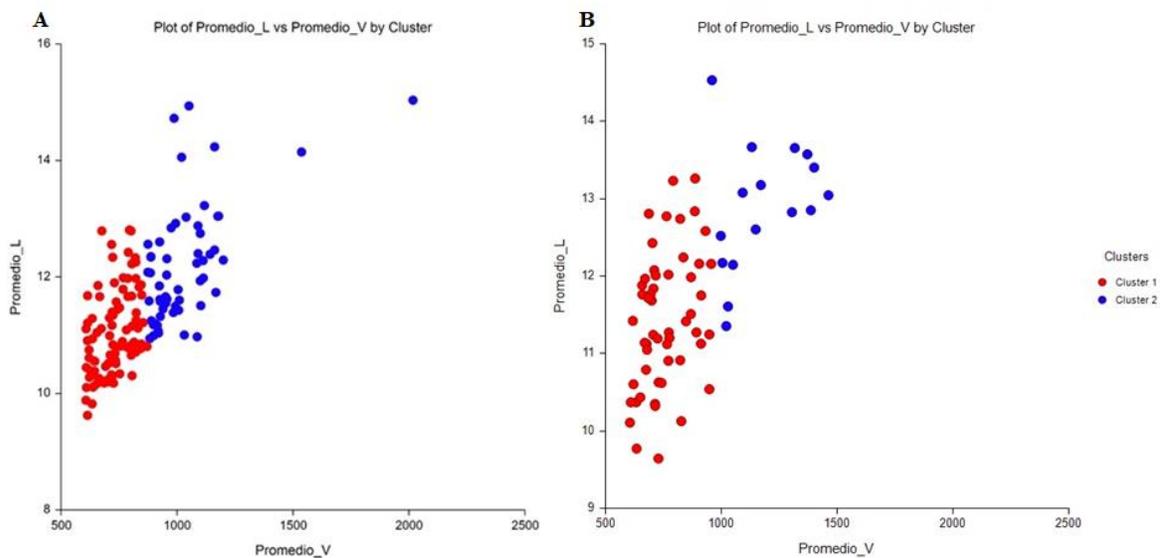


Figura 2.7. Gráfica del análisis de K-Medias para la totalidad el muestreo en A) el sector de Monterredondo y B) el sector de La Paila. En el clúster 1 en rojo se agrupan los grupos fecales de las hembras y en el clúster 2 en azul los de los machos.

Una vez separados los datos, el análisis inicial de k-medias clasificó los 147 adultos del sector Monterredondo en 57 machos y 90 hembras (figura 2.7A) cuya proporción macho:

hembra corresponde a 1: 1,6; en el sector de la Paila los 69 adultos se agruparon en 16 machos y 53 hembras (con una proporción de 1: 3,3) como se observa en la figura 2.7B en azul. Se puede ver que el sector que mayor cantidad de adultos y en general de individuos de venado cola blanca presenta es el de Monterredondo.

Al separar los adultos en los dos sexos utilizando el análisis de Fuzzy clustering, el valor de la proporción macho y hembra fue 1: 1,1 para Monterredondo y 1: 1,46 para La Paila, estos valores corresponden a 70 machos y 77 hembras en Monterredondo y 28 machos y 41 hembras en La Paila. Como se puede observar numéricamente las estimaciones por los dos análisis difieren en la cantidad de individuos agrupados en los sexos.

Edad	Monterredondo				La Paila			
	Febrero - Marzo		Diciembre		Febrero - Marzo		Diciembre	
	K- medias	Fuzzy	K- medias	Fuzzy	K- medias	Fuzzy	K- medias	Fuzzy
Hembra	45	37	36	36	36	26	17	11
Macho	27	35	39	39	15	25	1	7
Juvenil	32	32	10	10	18	18	21	21
Cervatillo	0	0	0	0	1	1	2	2

Tabla 2.3. Análisis de agrupamiento por K-Medias y Fuzzy clustering para los sectores en los dos muestreos realizados. En negrilla los valores que presentan mayores cambios entre los momentos de muestreo para los dos sectores.

Estos análisis se realizaron también separando los dos momentos de muestreo en febrero-marzo y diciembre. Para el sector Monterredondo, se puede observar que el valor que más cambia es la cantidad de juveniles pues en el muestreo de diciembre hay menor cantidad de juveniles. En el caso del sector La Paila, la cantidad de pellets identificados como machos es la que presenta mayores cambios, ya que en diciembre se registraron menos machos (tabla 2.3).

Discusión

Los resultados de este estudio sugieren que la estimación de la densidad del venado cola blanca varía temporalmente en los dos sectores estudiados y hacia los últimos años, se observa una disminución en el número de venados por kilómetro cuadrado. A diferencia de lo reportado por estudios realizados en el área protegida, en los que la población se encuentra en crecimiento exponencial (Figura 2.8) (Rodríguez-Castellanos 2016), para los muestreos realizados en años posteriores incluyendo este estudio, la estimación de la densidad de venados ha disminuido, así, la densidad calculada para el sector Monterredondo varió entre 2,06 ind/km² y 2,51 ind/km², lo que es menor al valor calculado por Mateus-Gutiérrez (2014) y Gómez-Castellanos (2017) donde la densidad por kilómetro cuadrado fue 17,77 ind/km² y 8,9 ind/km² respectivamente. Esta comparación puede realizarse pues la tasa de defecación utilizada en todos los estudios fue la misma, 23,26 grupos fecales/ind/día.

Otras estimaciones realizadas en localidades cercanas al sector Monterredondo y en coberturas vegetales similares indican que existen entre 8 y 4,6 ind/km² (Gómez-

Castellanos 2017) que es mayor al valor encontrado en este estudio. Cabe resaltar que los lugares donde los transectos fueron instalados en los estudios mencionados se escogieron verificando la presencia del venado cola blanca previamente, mientras que en este estudio se instalaron de manera estratificada y aleatoria. Teniendo en cuenta lo anterior, Rodríguez-Castellanos (2016) reporta una cantidad de 4868 individuos de venado cola blanca en el PNN Chingaza, no obstante, este valor puede estar sobreestimado pues el modelo se basó en la densidad reportada por Mateus-Gutiérrez (2014) en uno de los sectores con mayor evidencia de presencia de la especie; además, no se tiene en cuenta la variación espacial de la densidad poblacional que se pudo observar con los resultados de este estudio.

Los muestreos donde se ubican los transectos teniendo previo conocimiento de los lugares que frecuentan los individuos de la especie, pueden resultar en valores sobreestimados de la densidad poblacional y poner en riesgo la especie en el caso de estudios sobre aprovechamiento extractivo de la misma (Mandujano 2014), además, con el muestreo al azar se obtienen mejores datos sobre la variación de la población (Galindo-Leal y Weber 1998 citado en Pineda 2006). Por esta razón, Camargo-Sanabria (2004) y Gallina *et al.* (2014) recomiendan que los transectos sean instalados de manera estratificada de acuerdo a las proporciones de los tipos de cobertura o de la calidad del hábitat.

Por otra parte, para comparar los resultados de este estudio con otras localidades donde la tasa de defecación fue diferente, es necesario hacer este cálculo con la misma tasa de defecación, por lo tanto, al comparar con el estudio realizado por Ramos (1995) se modificó la tasa de defecación por 12,7 grupos fecales/ind/día con lo cual para este estudio

se obtendría una estimación de 4,6 ind/km² que es mayor a lo reportado por Ramos (1995) de 1 ind/km².



Figura 2.8. Variación en la densidad del venado cola blanca en dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza desde 1995 hasta el presente.

Para el sector la Paila específicamente se han realizado dos estimaciones en las que la densidad varió de 28,5 ind/km² a 0,084 ind/km² en los años 2004 y 2019 respectivamente (Rodríguez *et al.* 2004, Caguazango *et al.* 2019). Aunque el valor de la tasa de defecación sea diferente, la densidad estimada para 2019 seguirá siendo más baja comparada con la anterior. La densidad encontrada en esta ocasión fue de 1,69 ind/km² con tasa de defecación de 23,26 que es mayor a la estimación realizada por Caguazango *et al.* (2019) y 3,092 ind/km² con tasa de defecación 12,7 indicando un valor menor al reportado por Rodríguez *et al.* (2004).

Con respecto a otras localidades del país con ecosistema de Páramo, los valores encontrados en este estudio son mucho mayores a lo reportado por Garavito (2004) con $1,1 \times 10^{-4}$ ind/km², mientras que para la localidad en Soata (Alarcón 2009) las densidades son más parecidas (entre 2,44 y 3,54 ind/km²) y se encuentran en el rango estimado en este estudio. En general, en Colombia las poblaciones más abundantes de venado cola blanca se encuentran hacia los llanos orientales en ecosistemas de sabana inundable donde, por conteo directo, varían de 13 a 43 ind/km² (Pérez-Moreno *et al.* 2020).

Las densidades estimadas en este estudio fueron mayores a las registradas en el páramo de Ecuador (1,6 ind/km²) (Albuja 2007), similares a las encontradas por Valenzuela (1994), Ortiz-Martínez *et al.* (2005) y López-Téllez *et al.* (2007) en México, 4,83, 2,28 y 1,08 ind/km² respectivamente, y menores a las reportadas por Mandujano (1992), Gallina (1994) y Camargo-Sanabria (2008) correspondientes en su orden a 28,1, 21 y 5 ind/km². Por su parte, la densidad obtenida en este estudio se encuentra en el rango de la calculada para Honduras donde se estiman entre 1,35 y 10 venados/km² (Portillo *et al.* 2015).

La densidad poblacional del venado cola blanca se ve afectada por factores como la disponibilidad de alimento, agua, refugio, presencia de depredadores y competidores, cacería y cercanía a asentamientos humanos (Brokx 1984; Gallina 1994; Gallina *et al.* 1998; Villarreal 1999; Delfín-Alfonso y Gallina 2007; Gallina *et al.* 2010). Es así, como las densidades estimadas para los sectores evaluados pueden estar influenciadas por factores como la cacería, la presencia de depredadores entre los que se encuentra el puma (*Puma concolor*) del cual se han reportado registros en el piedemonte del área protegida (El Espectador 2016) y en los alrededores del sector Monterredondo en los últimos años, la

competencia con otros herbívoros domésticos (Sánchez-Rojas *et al.* 2009), pues durante los muestreos se observaron vacas principalmente en el sector de la Paila y además, la interacción con estas especies domésticas pone a la especie en riesgo de contagio de diferentes enfermedades, entre ellas enfermedades zoonóticas, que pueden disminuir sus abundancia (Martínez *et al.* 1999, Campbell 2009, Villarreal-Espino *et al.* 2011, Elías y Vásquez 2016).

Adicionalmente, la presencia de manadas de perros ferales que han sido identificadas por medio de secuencias de fotos en cámaras trampa y por relatos de quienes habitan la zona, ya que persiguen a individuos de venado cola blanca hasta causarle la muerte (Reátiga 2015, Rodríguez *et al.* 2019), representan el factor que probablemente causa la mayor reducción en la población estudiada en el área protegida (Plan de manejo (2014–2018) 2013) y de acuerdo con Duarte *et al.* (2016), la presencia de perros ferales puede reducir la diversidad y abundancia de animales silvestres en áreas naturales, y el venado cola blanca es una de las especies más afectadas por la presencia de perros ferales (Bergman *et al.* 2009), por lo que el manejo de las manadas presentes en el área protegida es importante para la conservación del venado cola blanca.

En general se estima que la distribución de edades en una población de venados considerada estable, debe aproximarse a la razón 3:2:5, donde la mayor proporción se les asigna a los adultos (Teer *et al.* 1965). De acuerdo con Ojasti (2000), las poblaciones con alta proporción de juveniles se encuentran en expansión, mientras que cuando existe el predominio de adultos suele relacionarse con poblaciones estacionarias o en decadencia, sin

embargo, los adultos son miembros reproductivos en la población que pueden llegar a aumentar el número de individuos.

La estimación de la estructura poblacional para este estudio fue 1: 0,29: 0 para Monterredondo y 1: 0,57: 0,04 para la Paila (adultos: juveniles: cervatillos) evidenciando en ambos casos una mayor proporción para los adultos, que están de acuerdo con lo reportado por Mateus-Gutiérrez (2014) (8:2:2 y 10:2:2) y por Aconcha-Abril (2008) quien encontró una mayor proporción de adultos en relación con juveniles en 2:1 en Monterredondo y 3:1 en La Playa en el PNN Chingaza. Estos resultados se diferencian de Valenzuela (1994) y Gallina (1994) quienes reportan una mayor proporción de cervatillos (0,23: 0,27: 0,43) y mayores proporciones para los juveniles (0,21: 0,51: 0,28), respectivamente. En el caso de Gallina (1994) estos resultados pueden estar influenciados por la caza furtiva en la zona y por la presencia de depredadores como el puma, que ejercen mayores presiones sobre los adultos resultando en su disminución.

Finalmente, dado que el manejo y conservación de los venados debe tener como base un monitoreo poblacional con estimaciones confiables del número de venados en el área de interés (Mandujano 2014), en este caso el PNN Chingaza, se propone que la densidad poblacional sea calculada y estudiada diferencialmente entre los sectores del parque y se estime teniendo en cuenta el procedimiento semi-automatizado PELLET para Excel desarrollado por Mandujano (2014), que permite calcular un rango en el que se puede encontrar la densidad poblacional, en lugar de un solo valor, incorporando la variación de parámetros como la tasa de defecación y el tiempo de descomposición de los grupos fecales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda realizar un monitoreo continuo de la población, utilizando estas técnicas de muestreo indirecto que suponen ventajas como que el observador no ejerce influencia sobre la población de estudio, el estudio no se ve afectado por condiciones ambientales que impidan la visibilidad de los individuos, entre otros. Se debe tener la precaución de calcular adecuadamente la cantidad de parcelas por kilómetro cuadrado o por hectárea, según sea el caso, ya que este valor influye en el cálculo final de la densidad de venados por unidad de área. Además, se deben usar las tasas de defecación y tiempos de descomposición ya calculados para la zona o calcularlos nuevamente durante el estudio y las recomendaciones del diseño de muestreo propuestas por Mandujano (2014).

Conclusiones

La población de venado cola blanca estudiada en los dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza, Monterredondo y la Paila, presenta una variación en el tiempo y una disminución en comparación con lo reportado por estudios anteriores en esta misma área, donde la mayor abundancia de venados se registró en 2004 para el sector de La Paila y 2014 para Monterredondo, a partir de estas fechas la cantidad de individuos estimada ha ido disminuyendo.

Además, la densidad poblacional varió espacialmente mostrando mayor presencia de individuos en el sector Monterredondo en comparación con La Paila para los dos métodos y las tres técnicas utilizadas. Sin embargo, a partir de los datos de estructura de edades se

sugiere que la población se encuentra estable pues la mayor proporción de individuos se encuentra en la clase adultos y se evidencia la presencia de juveniles y algunos cervatillos.

Literatura Citada

1. Aconcha-Abril, I. (2008). *Comparación del comportamiento del venado cola blanca* *Odocoileus virginianus* entre dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. [Trabajo de grado]. Universidad Militar Nueva Granada.
2. Alarcón, S. M. (2009). *Estado Poblacional del Venado Cola blanca (Odocoileus virginianus) en la Vereda Molinos, Municipio de Soatá, Boyacá. Implementando una estrategia para el uso, manejo y conservación de la especie.* [Trabajo de grado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
3. Albuja, L. (2007). Biología y Ecología del Venado de Cola Blanca (*Odocoileus virginianus ustus* Gray, 1874) en un sector de páramo. *Politécnica*, 27(4), 34–57.
4. Begon, M., Towend, C. R., & Harper, J. L. (2004). *Ecology: From Individuals to Ecosystems* (Fourth Edi). Blackwell Publishing Ltd.
5. Bergman, D. L., Breck, S. W., & Bender, S. C. (2009). Dogs gone wild: Feral dog damage in the United States. *Wildlife Damage Management Conference*, 1–9.
http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/862/
6. Brokx, P. (1984). South America. In L. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (pp. 525–546). Stackpole Books.
7. Brown, J. H. (1984). On the Relationship between Abundance and Distribution of Species. *The American Naturalist*, 124(2), 255–279.
8. Caguazango, Á., Díaz, C., Echeverry, J., Giraldo, S., Guerrero, C., Guerrero, M.,

- Pérez, N., Rincón, N., Román, J., Villota, J., & Zubieta, H. (2019). *Evaluación de la calidad del hábitat de Odocoileus virginianus goudotii en el Parque Nacional Natural Chingaza , Sector La Paila*. Universidad Nacional de Colombia
9. Camargo Sanabria, A. A. (2004). *Evaluación preliminar de una alternativa de manejo ex situ para el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en un Bosque Seco Tropical, (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
 10. Camargo Sanabria, A. A. (2008). *Evaluación del conteo de grupos fecales y del análisis morfológico de pellets como métodos de obtención de parámetros demográficos del venado cola blanca (Odocoileus virginianus mexicanus) en Puebla, México*. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México.
 11. Campbell, T. (2009). Las enfermedades del venado cola blanca en Norteamérica: situación actual y desafíos. *Wildlife Damage Management Conference*.
http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/885/
 12. Delfín-Alfonso, C. A., & Gallina Tessaro, S. A. (2007). Modelo de evaluación de nabitat para el venado cola blanca en un Bosque Tropical Caducifolio en México. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, 7, 193–202.
 13. Duarte, J., García, F. J., & Fa, J. E. (2016). Depredatory impact of free-roaming domestic dogs on Mediterranean deer in southern Spain: Implications for human-wolf conflict. *Folia Zoologica*, 65(2), 135–141.
<https://doi.org/10.25225/fozo.v65.i2.a8.2016>
 14. Eberhardt, L., & Van Etten, R. (1956). Evaluation of the Pellet Group Count as a Deer Census Method. *The Journal of Wildlife Management*, 20(1), 70–74.
 15. El Espectador. (2016). *Por primera vez se registra un puma en un parque nacional*

- colombiano*. <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/por-primera-vez-se-registra-un-puma-en-un-parque-nacional-colombiano/>
16. Elias, R., & Vásquez, P. (2016). Protocolo sanitario para venados cola blanca (*Odocoileus virginianus peruvianus*) del Sector Sauce Grande - Coto de Caza El Angolo, Piura, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 531–538. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.18016>
 17. Flores-Armillas, V. H., Gallina, S., García Barrios, J. R., Sánchez-Cordero, V., & Jaramillo Monrroy, F. (2011). Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya*, 2(3), 263–277. <https://doi.org/10.12933/therya-11-31>
 18. Galindo-Leal, C., & Weber, M. (1998). *El venado en la sierra madre occidental. Ecología, Manejo y conservación*. CONABIO.
 19. Gallina, S. (1994). Dinámica poblacional y manejo de la población de venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera la Michilia, Durango, México. In C. Vaughan & M. A. Rodríguez (Eds.), *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (pp. 207–234). Editorial de la Universidad Nacional.
 20. Gallina, S., Mandujano, S., Bello, J., López-Arévalo, H. F., & Weber, M. (2010). White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780). In J. M. Barbanti & S. González (Eds.), *Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer* (pp. 101–118). Jaboticabal: Funep/IUCN.
 21. Gallina, S., Mandujano, S., & Villareal-Espino, O. A. (Eds.). (2014). *Monitoreo y manejo del Venado cola blanca: Conceptos y métodos* (Issue June). INECOL-

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Veracruz, México. 220 pp.

ISBN:978-607-7579-41-0

22. Gallina, S., Pérez-Arteaga, A., & Mandujano, S. (1998). Patrones de actividad del venado cola blanca *Odocoileus virginianus texanus* en un matorral xerófilo de México. *Bol. Soc. Biol. Concenpción*, 69, 221–228. <https://doi.org/10.12933/therya-14-200>
23. Garavito, A. (2004). *Caracterización y uso de hábitat del venado cola blanca en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco (Cundinamarca)*. [Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
24. Gómez-Castellanos, Y. Y. (2017). *Efecto de la oferta de recurso en la distribución y densidad de venado cola blanca en tres zonas del ecotono del Bosque altoandino y Páramo*. [Tesis de maestría]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
25. Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857, fecha de adquisición: 30/12/18, aplicando la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, a escala 1:100.000. EQUIPO TÉCNICO PNN CHINGAZA. SGMAP – GSIR
26. López-Téllez, M. C., Mandujano, S., & Yánes, G. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la mixteca poblana. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 23(3), 1–16. <https://doi.org/10.21829/azm.2007.233581>
27. Mandujano-Rodríguez, S. (2011). Conceptos generales de ecología poblacional en el manejo de fauna silvestre. *Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación*, 41–59.
28. Mandujano, S. (1992). *Estimaciones de densidad el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en un Bosque Tropical Caducifolio de Jalisco*. Universidad Nacional Autónoma de México.

29. Mandujano, S. (2014). *Manual para estimar la densidad de venados en UMAS y ANPs empleando PELLET*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver., México. 50 pp
30. Mandujano, S., & Yañez-Arenas, C. (2016). Estimación de la densidad poblacional empleando el método de conteo de grupos fecales de venado cola blanca. In S. Mandujano (Ed.), *Venado cola blanca en Oaxaca: potencial, conservación, manejo y monitoreo*. (pp. 247–262). Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.
31. Marsden, S. J., & Whiffin, M. (2003). The relationship between population density, habitat position and habitat breadth within a neotropical forest bird community. *Ecography*, 26(4), 385–392. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03465.x>
32. Martinez, A., Salinas, A., Martinez, F., Cantu, A., & Miller, D. K. (1999). Serosurvey for selected disease agents in white-tailed deer from Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 35(4), 799–803. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-35.4.799>
33. Mateus-Gutiérrez, C. (2014). *Efecto de la estructura del hábitat sobre las características demográficas de dos poblaciones locales de Venado Cola Blanca, Odocoileus virginianus goudotii, en el Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia)*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/46096/1/52487485.2014.pdf>
34. Naoki, K., Gómez, M., López, R., Meneses, R., & Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología En Bolivia: Revista Del Instituto de Ecología*, 41(1), 65–78.
35. Ojasti, J. (2000). *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. <https://doi.org/10.5377/cultura.v23i72.4977>

36. Ortíz-Martínez, T., Gallina, S., Briones-Salas, M., & González, G. (2005). Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 21(3), 65–78. <https://doi.org/10.21829/azm.2005.2131972>
37. Pérez-Moreno, H., Montenegro, O. L., López-Arévalo, H. F., & Sarmiento, C. (2020). Densidad poblacional y uso de hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante época de lluvias en la Orinoquía colombiana. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 65-81). Universidad Nacional de Colombia.
38. Pettorelli, N., Gaillard, J. M., Duncan, P., Ouellet, J. P., & Van Laere, G. (2001). Population density and small-scale variation in habitat quality affect phenotypic quality in roe deer. *Oecologia*, 128, 400–405. <https://doi.org/10.1007/s004420100682>
39. Plan de Manejo (2014-2018). (2013). *PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA PLAN DE MANEJO 2014 – 2018*.
40. Portillo, H., Elvir, F., Hernández, J., Leiva, F., Flores, M., Martínez, I., & Vega, H. (2015). Datos preliminares de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona núcleo del Parque Nacional la Tigra, Honduras. *Mesoamericana*, 19(2), 23–30.
41. Ramos-Robles, M., Gallina, S., & Mandujano, S. (2013). Habitat and human factors associated with white-tailed deer density in the tropical dry forest of Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 6(1), 70–86.
42. Ramos, D. (1995). *Determinación de la dieta y utilización del hábitat del venado*

- cola blanca* (*Odocoileus virginianus goudotii*, Gay y Gervais, 1846) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cordillera Oriental, Colombia). [Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
43. Reátiga, J. F. (2015). *Determinación del efecto de perros ferales (Canis lupus familiaris) sobre los mamíferos del Parque Nacional Natural Chingaza, mediante fototrampeo*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana].
[https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/17913/ReatigaParri shJuanFelipe2015.pdf?sequence=1](https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/17913/ReatigaParri%20shJuanFelipe2015.pdf?sequence=1)
44. Rodríguez-Castellanos, O. (2016). *Modelación De La Dinámica Poblacional Del Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus goudotii) En El Parque Nacional Natural Chingaza*. [Tesis de maestría]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
45. Rodriguez, D., Reyes, A., Vergel, J., Rincón, S., Galindo, M., González, A., Zamudio, B., Camacho, L., Quiñones, A. C., Jaramillo, J., Rodriguez, S., Rincon, C., Mancipe, M., Castillo, Y., Rubio, L. del S., Rivera, F., Cubillos, A., Rojas, Á. V., Gómez, I., ... Rodriguez, M. (2019). *El Macizo Chingaza Tierra de Osos, Tierra de Gente ¡Tierra de todos!*. (pp. 83-89). Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, ESP, Bogotá, Colombia.
46. Rodriguez, G., Rodriguez, A., Vargas, Y., & Zuluaga, A. (2004). *Comparación de la densidad de población y características del hábitat entre dos zonas específicas del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia
47. Rojas-Pardo, L. (2010). *Evaluación Del Uso Y Calidad Del Hábitat En Poblaciones Del Venado Cola Blanca Odocoileus Virginianus En La Reserva Natural La*

- Aurora, Municipio De Hato Corozal, Casanare*. [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
48. 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, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 204–214. <https://doi.org/10.1177/194008290900200207>
49. Stewart, K. M., Bowyer, R. T., & Weisberg, P. J. (2011). Spatial Use of Landscapes. In D. G. Hewitt (Ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer* (pp. 181–217). CRC Press.
50. Teer, J., Thomas, J., & Walker, E. (1965). Ecology and Management of White-Tailed Deer in the Llano Basin of Texas. *Wildlife Monographs*, 15, 3–62. <http://www.jstor.org/stable/10.2307/3830542>
51. Valenzuela, D. (1994). Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el Bosque La Primavera, Jalisco, México. In C. Vaughan & M. Rodríguez (Eds.), *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (pp. 247–262). Editorial de la Universidad Nacional.
52. Vargas Ríos, O., & Pedraza, P. (2003). *El Parque Nacional Natural Chingaza* (Primera). Gente Nueva Editorial.
53. Vega, D., Gallina, S., Correa, M., Parra, M., & Chairez, I. (2019). White-tailed deer sex identification from faecal DNA and pellet morphometry by neural network and fuzzy logic analyses. *Acta Universitaria*, 29, 1–12. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2447>
54. 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.

<https://doi.org/10.12933/therya-11-25>

55. Villarreal, J. G. (1999). Venado de cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético. *Union Ganadera Regional de Nuevo León*.

3. Variación en la selección y uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos sectores del Parque Nacional Natural Chingaza

(Acta Biológica Colombiana)

Resumen

El hábitat de una especie está definido como las condiciones y recursos en un área que permiten su establecimiento, supervivencia y reproducción, y toman en cuenta la cantidad y disponibilidad de recursos como alimento, refugio, reproducción y agua. El venado cola blanca es una especie altamente adaptable, por lo que usa hábitats con diferentes características a lo largo de su distribución, con preferencias que varían localmente de acuerdo con el tipo de cobertura. El objetivo de este estudio fue determinar el uso del hábitat por los individuos de venado cola blanca en dos sectores del PNN Chingaza. Para ello se utilizaron dos metodologías, en la primera se establecieron transectos lineales de 500 metros de largo por cuatro de ancho, con parcelas circulares cada 10 metros, en los que se recogieron grupos fecales de venado cola blanca. En la segunda se instaló un collar de telemetría a un macho adulto en el sector Monterredondo y se evaluó el uso en tres épocas climáticas. El análisis del uso del hábitat se realizó por medio del método de Neu y colaboradores (1974) y el análisis de preferencias utilizando intervalos de Bonferroni. Para la primera metodología el área disponible fue el área total de cada sector y para la segunda fue el área de acción calculada para el individuo. Por medio de los transectos, se observó que el venado cola blanca se asocia con cinco tipos de coberturas, una de las cuales solo se encuentra en el sector de la Paila (pastos limpios). En Monterredondo prefiere arbustales abiertos, mientras que para la Paila prefiere los mosaicos y pastos limpios, y evita los bosques. Con el área de acción el

individuo marcado prefiere en todas las épocas la cobertura de mosaico y evita el arbustal denso. Se observó que en general el venado prefiere tipos de vegetación con buenos porcentajes de especies arbustivas que le ofrecen cobertura de protección ante depredadores y ante condiciones climáticas, y proveen un importante porcentaje de especies alimenticias.

Introducción

El hábitat definido como todas aquellas condiciones y recursos en un área que permiten el establecimiento, supervivencia y reproducción de una especie, es un concepto específico que implica aspectos más allá de las características de la vegetación y se relaciona con la combinación de los recursos que necesita una población en particular (Hall *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 2006). Se considera que el hábitat es específico ya que las condiciones necesarias para que una especie se establezca, sobreviva y se reproduzca son diferentes para todas las especies; en general los requerimientos de cada especie se relacionan con la calidad, cantidad y disponibilidad de recursos como alimento, refugio, reproducción y agua (Gysel y Lyon, 1980). Estas necesidades pueden variar de acuerdo con la edad, el sexo o la época del año (Scalet *et al.*, 1996).

El hábitat adecuado para el venado cola blanca *O. virginianus* es aquel que presenta no solo coberturas de protección contra depredadores y contra las condiciones climáticas, sino también coberturas de descanso, movimiento, áreas que puedan destinarse a actividades como la alimentación, apareamiento, nacimiento y crianza, así como agua en cantidad y calidad adecuadas (Mandujano, 1994).

Debido a que el venado cola blanca es una especie altamente adaptable, puede usar hábitats con diferentes características a lo largo de su distribución, pero localmente presenta preferencias por ciertos tipos de cobertura vegetal (Pérez-Moreno *et al.*, 2020). Por ejemplo, en Norteamérica se encuentra frecuentemente asociado a arbustales, matorrales y algunos bosques, sin embargo, hay una diferenciación estacional en el uso del hábitat; en verano tienden a preferir cultivos y áreas abiertas, mientras que en invierno se desplazan a los bosques pues ofrecen protección ante las condiciones climáticas y disponibilidad de alimentos (Tomberlin, 2007; Stewart *et al.*, 2011; Hasapes y Corner, 2016).

En Costa Rica tienden a preferir hábitats con remanentes boscosos como los mosaicos (Sáenz y Vaughan, 1998). En El Salvador prefieren chaparrales, donde el estrato arbustivo se encuentra mejor representado (Henriquez, 2012). Por su parte, en diferentes localidades de México se ha encontrado que los venados muestran preferencias por el bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo, matorral subtropical, selva subperennifolia y por hábitats donde las especies arbustivas se encuentren bien representadas, con pendientes poco pronunciadas y cercanas a fuentes de agua (Méendez, 1984; Bello y Mandujano, 1994; Mandujano *et al.*, 2004; Medina *et al.*, 2008; Sánchez-Rojas *et al.*, 2009; Flores-Armillas *et al.*, 2011; Flores-Armillas *et al.*, 2013; Contreras-Moreno *et al.*, 2014).

En Colombia los individuos de venado cola blanca estudiados en el bosque seco tropical tienden a usar las coberturas como pastos y cultivos en mayor proporción, mientras que unidades de vegetación como bosques son usadas de acuerdo con su disponibilidad y los arbustales son usados en menor proporción a su disponibilidad (Camargo-Sanabria, 2004; Mateus-Gutiérrez, 2004; Camargo-Sanabria *et al.*, 2020). En la Orinoquia se han encontrado

patrones similares de uso del hábitat, con preferencias hacia coberturas como sabanas bordes de bosque, pajonales densos y arbustales, mientras que los bosques se usan en menores proporciones. Aunque el uso no sea el mismo para todas las coberturas vegetales, todas ellas proporcionan elementos importantes para diferentes aspectos de su ecología, por ejemplo, las sabanas proporcionan alimento, los bosques y arbustales ofrecen refugio, espacio para reproducción y ofrecen otras especies importantes en la dieta del venado (Rojas-Pardo, 2010; Pérez-Moreno *et al.*, 2020).

En ecosistemas como el páramo y bosque altoandino se reporta una tendencia al uso diferencial de los ambientes estudiados; en general, los individuos se registraron en sitios donde la vegetación ofreció una cobertura densa, con algunas diferencias para cada sexo. Las hembras se asocian a sitios con mayor cobertura arbustiva y menor cobertura herbácea, mientras que los machos se relacionan con sitios de mayor porcentaje de cobertura herbácea y menor cobertura arbustiva (Brieva-Rico *et al.*, 2019).

Para el caso del Parque Nacional Natural Chingaza, el uso diferencial de las coberturas en los diferentes sectores indica que los individuos de esta especie pueden utilizarlos complementariamente para suplir todos sus requerimientos alimenticios, de refugio y de reproducción. Adicionalmente Mateus-Gutiérrez (2014) propuso que el sector la Mina, donde se ubicó por varios años una mina de piedra caliza, hace las veces de saladero para el venado cola blanca, aportando otros requerimientos del hábitat como suplementos en minerales. El objetivo de este estudio fue determinar el uso del hábitat por individuos de venado cola blanca en los sectores Monterredondo y La Paila del PNN Chingaza.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el Parque Nacional Natural Chingaza, ubicado en la cordillera oriental de los Andes colombianos al noreste de Bogotá y en los departamentos de Cundinamarca y Meta (fig. 3.1). Tiene una extensión de cerca de 76600 ha, presenta un gradiente altitudinal entre los 800 y 4500 m s.n.m. pero la mayoría del territorio se encuentra por encima de los 3300 m s.n.m., el régimen de lluvias es monomodal donde la mayor parte de las precipitaciones se concentran entre los meses de mayo y agosto y la época seca se encuentra en los meses de diciembre a febrero (Vargas y Pedraza, 2003; Plan de manejo 2014–2018, 2013). Dentro del área protegida se han descrito 53 comunidades vegetales distribuidas en siete tipos de vegetación dentro de los que se incluyen pajonales, frailejonales, matorrales, prados, chuscales, relictos boscosos de páramo y bosques achaparrados (Vargas y Pedraza, 2003).

Operativamente el PNN se divide en seis sectores, de los cuales se seleccionaron los sectores Monterredondo y la Paila (fig. 3.1) pues sus características físicas, bióticas y de influencia de la presencia humana son diferentes, en ambos sectores se realizó la evaluación del uso del hábitat del venado cola blanca.

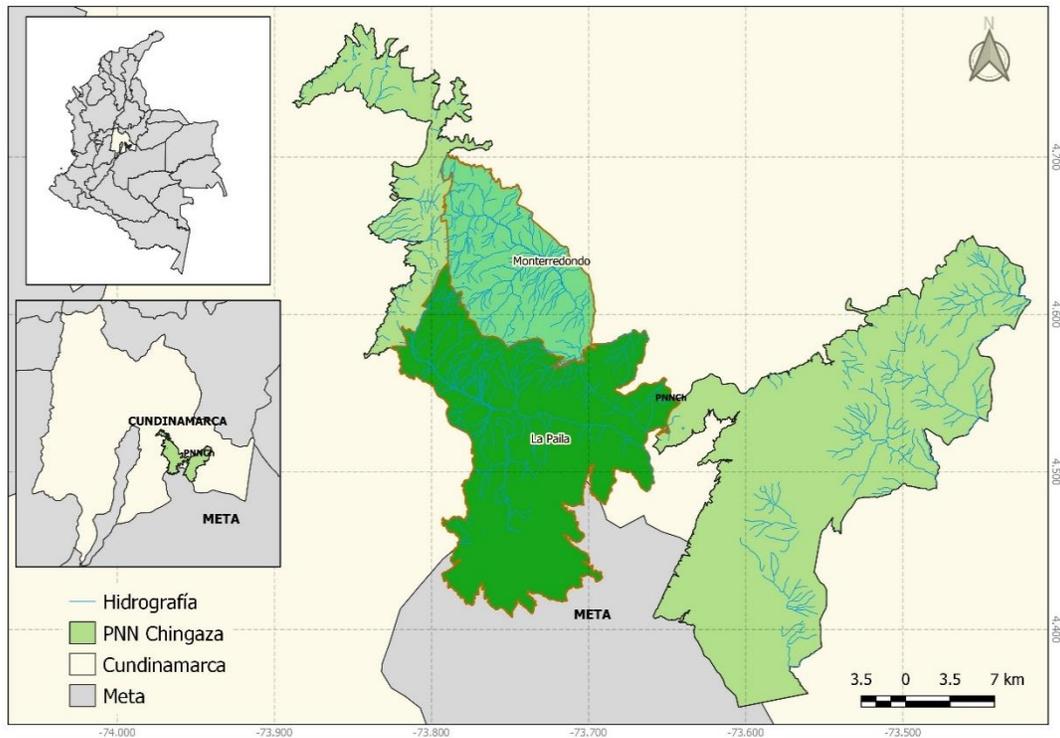


Figura 3.1. Mapa del área de estudio en el que se resaltan con naranja los dos sectores a evaluar (Monterredondo y la Paila).

El sector de Monterredondo se caracteriza por presentar coberturas clasificadas por medio de la interpretación de imágenes satelitales como arbustal abierto, arbustal denso, bosque denso de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal denso de tierra firme no arbolado y mosaico de pasto con espacios naturales (fig. 3.2), donde la cobertura que ocupa la mayor parte del sector es el herbazal denso de tierra firme con arbustos (Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857, 2018)

De acuerdo con el plan de manejo del Parque Nacional Natural Chingaza (2014 - 2018) (2013), Monterredondo tiene aproximadamente 9490 ha y con un rango altitudinal entre 2960

y 4010 m s.n.m., se encuentra en un estado de conservación medio con funcionalidad baja (Hernández-Manrique y Hurtado, 2012 citado en Plan de manejo 2014 – 2018, 2013). Además, se ha identificado una mayor influencia de la presencia humana ya que en él se encuentran las zonas destinadas a actividades de camping por parte de los turistas, quienes les ofrecen en ocasiones diferentes alimentos a los venados.



Figura 3.2. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector Monterredondo. A. Herbazal denso no arbolado. B. Arbustal denso. C. Venado en los alrededores de las instalaciones del PNN. D. Venado cerca de visitantes y a la casa. E. Embalse de Chuza. F. Área de camping. G. Vivero. H. Visitante alimentando al venado.

Por otra parte, el sector de La Paila tiene cerca de 23286 ha y se encuentra en un rango altitudinal entre 1860 y 4010 m s.n.m., se caracteriza por presentar coberturas como arbustal abierto, arbustal denso, bosque denso alto de tierra firme, bosque fragmentado con pastos y cultivos, bosque fragmentado con vegetación secundaria, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal denso de tierra firme no arbolado, mosaico de pasto con espacios naturales, pastos enmalezados, pastos limpios y vegetación secundaria o en transición (fig. 3.3), siendo

el bosque denso alto la cobertura más abundante (Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857, 2018).

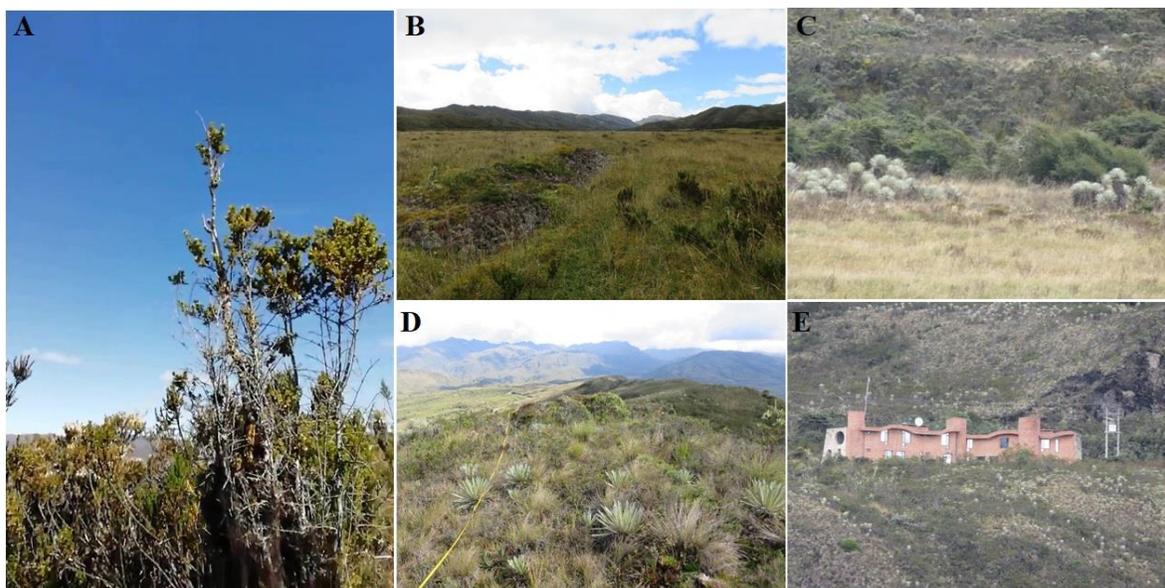


Figura 3.3. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación y uso del suelo encontrados en el sector La Paila. A. Arbustal denso. B. Pastos limpios. C. Mosaico de pastos con áreas naturales. D. Herbazal denso no arbolado. E. Instalaciones del PNN.

Uso del hábitat

La evaluación del uso del hábitat se realizó a partir de dos metodologías, la primera por medio de la instalación de transectos lineales visitados en dos ocasiones (febrero-marzo y diciembre de 2020) para el conteo de grupos fecales, y la segunda usando datos de telemetría satelital con un macho adulto marcado, en ambos casos se tuvo como premisa que los tipos de coberturas de vegetación y uso del suelo son variables importantes en la definición del hábitat para esa especie (Alba-Mejía *et al.*, 2018).

La metodología de transectos lineales se realizó de la siguiente manera: se ubicaron en cada sector 10 transectos de 500 metros de largo y cuatro metros de ancho, en ellos se ubicaron 51 parcelas circulares distanciadas entre si cada 10 metros (figura 3.4), en total se instalaron 20 transectos y 1020 parcelas. Los transectos se ubicaron aleatoriamente teniendo en cuenta el tipo de cobertura vegetal de cada sector para captar la mayor diversidad en cuanto a unidades de cobertura vegetal y uso del suelo, cumpliendo con el requisito de estar separados entre 500 y 1000 metros de acuerdo con lo sugerido por Mandujano (2014) y Mandujano y Yañez-Arenas (2016).

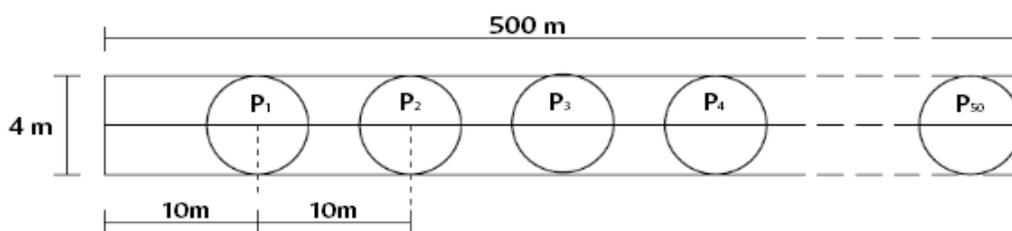


Figura 3.4. Disposición de parcelas circulares en un transecto de ancho fijo de 500 m x 4 m (Modificado de Mateus-Gutiérrez, 2014).

En cada parcela se recogió la totalidad de grupos fecales encontrados teniendo en cuenta que un grupo fecal corresponde al total de bolitas o pellets con características similares encontrados agrupados en el área de muestreo (Gallina *et al.*, 2014). Cada transecto se visitó dos veces, la primera (febrero-marzo) coincidió con el final de la temporada seca e inicio de la temporada de lluvias y la segunda en diciembre de 2020 correspondió a la transición entre época de lluvias y época seca.

La segunda metodología fue por medio de la instalación de una unidad de telemetría satelital en un macho adulto capturado en el sector de Monterredondo. En este caso la unidad se programó para tomar localizaciones o posiciones de GPS cada dos horas en los días pares (12 localizaciones) y cada tres horas en los días impares (ocho localizaciones). Una vez obtenidas 10 localizaciones exitosas, la unidad envía la señal al satélite y son enviadas por medio del enlace Iridium a una plataforma en línea (<https://linc.metocean.com/>) desde donde los datos se descargaron semanalmente. El área de acción a partir de la cual se realizó el análisis del uso del hábitat por el venado marcado se calculó por medio del paquete AdehabitatHR para R (Calenge, 2007), usando el método de estimación de densidad de ubicación de Kernel (KDE por sus siglas en inglés).

La disponibilidad de hábitat se refiere a la superficie de cada cobertura vegetal dentro del área de estudio, es decir, en cada uno de los sectores para la evaluación a partir de transectos. Para el caso de la disponibilidad usando telemetría satelital, ésta se define como la superficie de cada cobertura vegetal dentro del área de acción del individuo evaluado, el análisis por esta metodología se hizo para el área de acción calculada en la totalidad del muestreo y también por épocas climáticas que se dividieron en tres: pre-lluvia, lluvia y post-lluvia.

Análisis del uso del hábitat

Para la evaluación del uso del hábitat (con ambas metodologías) se utilizó el método de Neu y colaboradores (1974), en el que se realiza una prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrado para determinar si existen diferencias significativas entre el uso esperado y observado del hábitat en función a su disponibilidad, usando el número de coberturas presentes menos uno

como los grados de libertad; en caso de existir diferencias significativas, se usarán los intervalos de confianza de Bonferroni para determinar qué tipo de hábitat es preferido o evitado (Byers y Steinhorst, 1984) por medio de la siguiente desigualdad:

$$P_i - Z_{\frac{\alpha}{2k}} \left[\frac{P_i(1 - P_i)}{n} \right]^{1/2} \leq P_i \leq P_i + Z_{\frac{\alpha}{2k}} \left[\frac{P_i(1 - P_i)}{n} \right]^{1/2}$$

Donde P_i es la proporción real de uso en cada hábitat i , y $Z_{\alpha/2k}$ es el valor estándar más alto de la tabla de la distribución normal (Z) correspondiente a la probabilidad del área de $\alpha/2k$, k es el número de tipos de hábitat evaluados y n es el número total de localizaciones obtenidas ($\alpha=0,05$).

De acuerdo con lo anterior, si la proporción esperada de uso (P_i0) se encuentra dentro de los límites (superior e inferior) del intervalo estimado, el individuo usa determinado tipo de hábitat de acuerdo con su disponibilidad. Si la proporción es menor que el límite inferior del intervalo existe preferencia, si es mayor que el límite superior del intervalo, el individuo evita ese tipo de hábitat (Byers y Steinhorst, 1984).

Resultados

El número de coberturas disponibles durante todo el muestreo varió entre los sectores siendo ocho en el caso de Monterredondo y 12 para la Paila. Las ocho coberturas presentes en Monterredondo fueron arbustal abierto, arbustal denso, bosque denso de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal denso de tierra firme no arbolado, mosaico de pasto con espacios naturales y borde de agua.

Por su parte en la Paila se encuentran estas mismas coberturas y como adicionales están el bosque fragmentado con pastos y cultivos, pastos enmalezados, pastos limpios y vegetación secundaria o en transición.

Existieron diferencias entre las proporciones observadas y esperadas para las diferentes coberturas vegetales tanto para Monterredondo (tabla 3.1, $\chi^2 = 59,07$; gl: 7; $p < 0,05$) como para la Paila (tabla 3.2, $\chi^2 = 1284,03$; gl: 11; $p < 0,05$).

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,557	0,229	0,3945 < Pi < 0,7198
Arbustal denso	0,014	0,121	-0,0246 < Pi < 0,0531
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0	0,017	0 < Pi < 0
Bosque con Vegetación Secundaria	0	0,008	0 < Pi < 0
Borde de agua	0	0,046	0 < Pi < 0
Herbazal Denso con Arbustos	0,100	0,339	0,0018 < Pi < 0,1982
Herbazal Denso no Arbolado	0,314	0,235	0,1623 < Pi < 0,4663
Mosaico	0,014	0,006	-0,0246 < Pi < 0,0531

Tabla 3.1. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en Monterredondo primera

visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

En Monterredondo se encontró que durante el mes de marzo existió preferencia por la cobertura de arbustal abierto, las coberturas de mosaico y herbazal denso no arbolado fueron usadas en proporción a su disponibilidad y las demás coberturas fueron evitadas como se

muestra en la tabla 3.1. Por su parte, en el caso de La Paila se pudo observar que prefirió dos tipos de coberturas, el mosaico y los pastos limpios (resaltados en verde en la tabla 3.2). A diferencia de Monterredondo, las coberturas utilizadas proporcionalmente fueron el arbustal abierto y el arbustal denso, mientras que las demás fueron evitadas.

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,0435	0,1196	-0,0425 < Pi < 0,1295
Arbustal denso	0,0435	0,0946	-0,0425 < Pi < 0,1295
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0	0,1384	0 < Pi < 0
Bosque con Pastos y Cultivos	0	0,0097	0 < Pi < 0
Bosque con Vegetación Secundaria	0	0,0825	0 < Pi < 0
Borde de agua	0	0,0048	0 < Pi < 0
Herbazal Denso con Arbustos	0,0435	0,1530	-0,0425 < Pi < 0,1295
Herbazal Denso no Arbolado	0,0652	0,3292	-0,0389 < Pi < 0,1693
Mosaico	0,2174	0,0411	0,0435 < Pi < 0,3913
Pastos Enmalezados	0	0,0012	0 < Pi < 0
Pastos Limpios	0,5870	0,0124	0,3793 < Pi < 0,7946
Vegetación Secundaria o en Transición	0	0,0135	0 < Pi < 0

Tabla 3.2. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en La Paila primera visita,

en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

En el segundo muestreo, realizado en la época de transición de lluvias a sequía, se obtuvieron también diferencias significativas entre las proporciones observadas y esperadas en las

coberturas vegetales presentes en Monterredondo (tabla 3.3, $\chi^2 = 63,47$; gl: 7; $p < 0,05$) y en La Paila (tabla 3.4, $\chi^2 = 317,29$; gl: 11; $p < 0,05$)

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,563	0,229	$0,3926 < P_i < 0,7324$
Arbustal denso	0	0,121	$0 < P_i < 0$
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0	0,017	$0 < P_i < 0$
Bosque con Vegetación Secundaria	0	0,008	$0 < P_i < 0$
Borde de agua	0	0,046	$0 < P_i < 0$
Herbazal Denso con Arbustos	0,063	0,339	$-0,0204 < P_i < 0,1454$
Herbazal Denso no Arbolado	0,375	0,235	$0,2092 < P_i < 0,5408$
Mosaico	0	0,006	$0 < P_i < 0$

Tabla 3.3. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en Monterredondo

segunda visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

En el sector de Monterredondo para la transición de lluvias a sequía, se encontró que la cobertura preferida fue arbustal abierto, existió un uso de acuerdo con su proporción por el herbazal denso no arbolado y las demás coberturas fueron evitadas (tabla 3.3). En cuanto a la variación temporal, a diferencia de la primera visita, en esta ocasión la cobertura de mosaico tiende a ser evitada, aunque el valor obtenido no se aleja tanto del límite superior del intervalo.

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,1935	0,1196	-0,0094 < Pi < 0,3965
Arbustal denso	0,0645	0,0946	-0,0617 < Pi < 0,1907
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0	0,1384	0 < Pi < 0
Bosque con Pastos y Cultivos	0	0,0097	0 < Pi < 0
Bosque con Vegetación Secundaria	0	0,0825	0 < Pi < 0
Borde de agua	0	0,0048	0 < Pi < 0
Herbazal Denso con Arbustos	0,0323	0,1530	-0,0585 < Pi < 0,1230
Herbazal Denso no Arbolado	0,1935	0,3292	-0,0094 < Pi < 0,3965
Mosaico	0,1613	0,0411	0,0276 < Pi < 0,3502
Pastos Enmalezados	0	0,0012	0 < Pi < 0
Pastos Limpios	0,3548	0,0124	0,1091 < Pi < 0,6006
Vegetación Secundaria o en Transición	0	0,0135	0 < Pi < 0

Tabla 3.4. Intervalos de Bonferroni para los transectos ubicados en La Paila segunda visita, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

En los transectos ubicados en la Paila para la segunda visita, al realizar el análisis con los intervalos de Bonferroni se encontró que existe preferencia por la cobertura de pastos limpios, las coberturas que usadas de acuerdo con su disponibilidad fueron los arbustales abiertos y densos, el herbazal denso no arbolado y el mosaico, mientras que las demás coberturas fueron evitadas (tabla 3.4). A diferencia de la primera visita, en diciembre el mosaico y el herbazal denso no arbolado fueron usados y se mantuvo la preferencia por la cobertura de pastos limpios.

En general, el venado cola blanca se asoció positivamente con cinco tipos de coberturas una de las cuales solo se encuentra en el sector de la Paila (pastos limpios). Para las demás en Monterredondo prefirió arbustales abiertos, mientras que para la Paila prefirió los mosaicos y pastos limpios; las coberturas usadas en Monterredondo fueron el herbazal denso no arbolado y el mosaico, para la Paila las coberturas usadas corresponden con aquellas que prefirió en la Monterredondo como el arbustal abierto, además del arbustal denso, el mosaico y el herbazal denso no arbolado.

Al analizar los datos por la segunda metodología en la que se tiene en cuenta el área de acción del individuo marcado en total y para las épocas establecidas en el sector Monterredondo únicamente, se encontró que en el área de acción del venado capturado se encuentran cuatro tipos de coberturas: arbustal abierto, arbustal denso, mosaico de pastos y áreas naturales y borde de agua. Además, existieron diferencias significativas en la proporción esperada y observada de uso en las coberturas para un valor de $p < 0,05$. En todos los casos de este tratamiento los grados de libertad fueron tres y los valores de chi cuadrado calculado fueron 442,5, 44,07, 634,05 y 77.64 para el área de acción total, en época de pre-lluvia, en época de lluvias y en época de post-lluvia respectivamente.

Al evaluar los intervalos de Bonferroni en el área de acción total se pudo definir que existe preferencia por la cobertura de mosaico como se muestra en la tabla 3.5, la cobertura de arbustal abierto fue usada en proporción a su disponibilidad y las demás coberturas tendieron a ser evitadas pues sus valores esperados no se encontraron tan alejados del límite superior del intervalo.

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,570	0,592	0,5451 < Pi < 0,5950
Mosaico	0,358	0,212	0,3334 < Pi < 0,3817
Arbustal denso	0,072	0,188	0,0589 < Pi < 0,0849
Borde de agua	0,0004	0,007	0,0006 < Pi < 0,0014

Tabla 3.5. Intervalos de Bonferroni para el área de acción total, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Al analizar los datos obtenidos usando el área de acción por épocas climáticas, durante la época de pre-lluvia se pudo observar que se mantuvo el mosaico como la cobertura preferida y el arbustal abierto como la cobertura que usó de acuerdo con su disponibilidad, mientras que el borde de agua y el arbustal denso siguieron siendo las coberturas que tendieron a ser evitadas por el individuo seguido por telemetría (tabla 3.6).

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,589	0,591	0,5356 < Pi < 0,6420
Mosaico	0,221	0,137	0,1757 < Pi < 0,2654
Arbustal denso	0,191	0,258	0,1482 < Pi < 0,2331
Borde de agua	0	0,013	0 < Pi < 0

Tabla 3.6. Intervalos de Bonferroni para el área de acción en época de pre-lluvia, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Con los datos obtenidos en la época de lluvia ocurrió la misma situación que para el área de acción total, donde existió preferencia por la cobertura de mosaico, mientras que las demás coberturas fueron evitadas. Para este caso la cobertura de arbustal abierto tuvo tendencia a

evitarse, sin embargo, sus valores esperados no se encontraron tan alejados del límite superior del intervalo (tabla 3.7), por lo que su uso se acercó más a la proporción de acuerdo con su disponibilidad.

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,542	0,593	0,5073 < Pi < 0,5774
Mosaico	0,419	0,176	0,3841 < Pi < 0,4536
Arbustal denso	0,038	0,221	0,0246 < Pi < 0,0515
Borde de agua	0,001	0,010	-0,0012 < Pi < 0,0028

Tabla 3.7. Intervalos de Bonferroni para el área de acción en época de lluvia, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

Finalmente, en los datos analizados para la época de post-lluvia (tabla 3.8) el macho seguido por telemetría tiende a preferir al igual que en los anteriores análisis la cobertura de mosaico, la cobertura de arbustal abierto fue usada en proporción a su disponibilidad y las demás coberturas fueron evitadas.

Cobertura	Proporción observados	Proporción esperados	Intervalos de Bonferroni
Arbustal abierto	0,615	0,573	0,5683 < Pi < 0,6620
Mosaico	0,343	0,266	0,2975 < Pi < 0,3890
Arbustal denso	0,042	0,151	0,0224 < Pi < 0,0608
Borde de agua	0	0,010	0 < Pi < 0

Tabla 3.8. Intervalos de Bonferroni para el área de acción en época de post-lluvia, en verde las coberturas preferidas y en amarillo las usadas en proporción a su disponibilidad. Las demás fueron evitadas.

De este modo, la tendencia que se pudo observar en el uso del hábitat por medio del área de acción del individuo marcado es que en todas las épocas existieron preferencias por la cobertura de mosaico y el venado evitó el arbustal denso en todos los casos; para la cobertura de arbustal abierto es usada en proporción a su disponibilidad tanto en época de pre-lluvia como en época de post-lluvia y en la época de mayores lluvias mostró tendencia a usarse en menor proporción.

Con los resultados de este estudio se sugiere que en general, tanto para la metodología por transectos como para la metodología por área de acción, el venado cola blanca tiende a preferir aquellas coberturas con elementos arbustivos distribuidos irregularmente en una matriz de pastos o vegetación baja como el arbustal abierto y los pastos limpios, y con algunos relictos de coberturas arbustivas y boscosas como el mosaico. Sin embargo, los diferentes tipos de bosques tienden a ser evitados durante todo el periodo de muestreo.

Discusión

El uso del hábitat por el venado cola blanca en ecosistemas de páramo ha sido poco estudiado. En general al comparar el uso del hábitat aquí determinado con otras estimaciones y análisis del hábitat del venado cola blanca en el PNN Chingaza, se puede observar que la tendencia en el uso y preferencia de espacios abiertos con una mezcla de arbustos y especies de gramíneas se ha mantenido a lo largo de los años (Ramos, 1995; Mora y Mosquera, 2000; Garavito, 2004). No obstante, aunque Mora y Mosquera (2000) encontraron que el venado usa las áreas abiertas durante la noche, se reporta la preferencia por territorios altos y

boscosos durante el día, en este estudio las coberturas boscosas fueron evitadas en todos los análisis.

De acuerdo con estimaciones de la calidad del hábitat para los dos sectores estudiados realizadas por Brieva-Rico *et al.* (2019) y Caguazango *et al.* (2019) en el área protegida, se puede observar que los tipos de cobertura con los valores más altos fueron los mosaicos, herbazales y pastizales con elementos arbustivos dispersos. Estos resultados ayudan a explicar lo encontrado en nuestro estudio pues se esperaba que al ser los hábitats con características más apropiadas para la especie sean los más usados.

Teniendo en cuenta lo anterior, el tipo de coberturas preferidas por el venado cola blanca en Chingaza, le proveen los elementos necesarios para que la población se mantenga y se reproduzca. Brieva-Rico *et al.* (2019) encontraron que en general los venados tienden a preferir coberturas con presencia de especies arbustivas y herbáceas, sin embargo, la densidad de especies en el estrato arbustivo no debe limitar el movimiento de los individuos ni la visibilidad (Mateus-Gutiérrez, 2014), estas características se encuentran en los tipos de cobertura como arbustal abierto, mosaico y pastos limpios, que fueron los preferidos por los venados con las diferentes metodologías de este estudio.

Otras estimaciones realizadas en ecosistemas de bosque seco tropical reportan usos similares a las encontradas en este estudio, pues el venado prefiere coberturas de pastos manejados similares a los pastizales con que cuenta el parque, con una calidad media de hábitat (Camargo-Sanabria, 2004; Mateus-Gutiérrez, 2004). A diferencia del páramo, en el bosque seco tropical los individuos de esta especie evitan las coberturas de arbustales (Camargo-

Sanabria, 2004; Mateus-Gutiérrez, 2004) y usan el bosque en proporción a su disponibilidad (Camargo-Sanabria, 2004). Para el caso de la Orinoquia colombiana, hay mayores similitudes pues en las diferentes localidades estudiadas los venados prefieren arbustales, pajonales densos y áreas abiertas como las sabanas, y tienden a evitar los bosques y pajonales dispersos pues en ellos el riesgo de depredación es mayor ya que no proporcionan la cobertura necesaria para refugiarse (Rojas-Pardo, 2010; Gómez *et al.*, 2016; Pérez-Moreno *et al.*, 2020).

En otras localidades de la distribución del venado cola blanca, como Norteamérica, se han encontrado patrones similares, donde los venados muestran preferencia por coberturas como arbustos (Hasapes y Corner, 2016), praderas (Storm *et al.*, 2007) y matorrales, y se considera que un hábitat óptimo para esta especie es aquel en el que se encuentran claros con pastos entremezclados en una matriz de bosque (Stewart *et al.*, 2011).

En el Neotrópico, se ha encontrado que en el bosque seco tropical de Costa Rica los venados prefieren hábitats con remanentes boscosos (Sáenz y Vaughan, 1998), similares a coberturas como los mosaicos preferidos o usados en los análisis aquí mostrados. En el bosque húmedo subtropical de El Salvador, Henríquez (2012) reporta la preferencia de coberturas donde el estrato arbustivo está mejor representado y evitan coberturas boscosas, lo que concuerda con lo encontrado en este estudio.

Del mismo modo, en el bosque templado de México se ha registrado que los individuos de venado cola blanca prefieren hábitats con más vegetación arbustiva y vegetación secundaria (Medina *et al.*, 2008; Sánchez-Rojas *et al.*, 2009; Flores-Armillas *et al.*, 2011; Flores-

Armillas *et al.*, 2013) que son de fácil acceso, tienen gran cantidad de plantas que son palatables para los venados, y en algunas localidades prefieren interfases sabana-potrero (Contreras-Moreno *et al.*, 2014) similar a lo encontrado con este estudio.

A diferencia del uso del hábitat en el Parque Nacional Natural Chingaza, en localidades como el bosque tropical caducifolio, el bosque mesófilo y algunas zonas áridas en México, y en los bosques de Norteamérica los venados prefieren coberturas boscosas que ofrecen todos los elementos para que la especie sobreviva y pueda reproducirse (Kolberlkowsky-Sosa *et al.*, 2001; Mandujano *et al.*, 2004; Delfín-Alfonso *et al.*, 2007; Delfín-Alfonso *et al.*, 2009; Flores-Armillas *et al.*, 2011), además, se registran estas preferencias durante el invierno probablemente como respuesta a las condiciones climáticas (Tomberlin, 2007).

Es importante resaltar que la estructura de los bosques norteamericanos es diferente a la de los bosques en el neotrópico y en la región altoandina, donde existen franjas de bosque que se caracterizan por una mezcla entre árboles y arbolitos andinos con matorrales de páramo lo que hace que exista una vegetación densa y cerrada (Vargas y Pedraza, 2003) que dificulta el movimiento de los venados por estas zonas. En el caso de los bosques norteamericanos el estrato arbustivo se encuentra casi ausente y permite el movimiento de los venados (Beier y McCullough, 1990).

Teniendo en cuenta el uso del hábitat por el venado cola blanca marcado con el collar de telemetría, se pudo observar que, en todas las épocas estudiadas, existió una preferencia por el mosaico, usó en proporción a su disponibilidad el arbustal abierto y evitó el arbustal denso. A diferencia de lo encontrado por Beier y McCullough (1990) en Norteamérica, no se

observan cambios estacionales en el uso del hábitat, esto puede deberse a que las condiciones climáticas en estos países son más severas, mientras que en el Parque Nacional Natural Chingaza existe una disponibilidad de los recursos de importancia para el venado cola blanca que es constante durante todo el año (Mateus-Gutiérrez, 2014) y los cambios en la temperatura más severos se dan diariamente (Madríñan *et al.*, 2001).

De acuerdo con Olson (2010), los hábitats con la calidad óptima para el venado cola blanca deben tener una combinación de diversos factores, entre ellos se destaca la importancia de la presencia de coberturas con especies importantes en la dieta del venado (60%), además de cobertura para protección ante depredadores (22%), cobertura térmica (11%) y cobertura para crianza (7%).

En el caso del PNN Chingaza, se ha encontrado que los hábitats más adecuados el porcentaje de cobertura arbustiva es mayor al 35%, la cobertura de las especies incluidas en la dieta es mayor al 50% y la cobertura de escape mayor al 75% (Brieva-Rico *et al.*, 2019). Adicionalmente, las plantas presentes en el estrato herbáceo son también importantes en la dieta de los venados, de acuerdo con lo encontrado por Mateus-Gutiérrez y López-Arévalo (2020) éstas representan cerca del 52% de la totalidad de especies, seguido de los arbustos con aproximadamente el 20%.

Al igual que lo encontrado por Medina *et al.* (2008), uno de los factores más importantes en la selección del hábitat por el venado cola blanca es el tipo de vegetación por la cantidad de especies que le sirven de alimento. Lo anterior permite explicar la preferencia por coberturas en donde el estrato arbustivo se encuentra bien representado, pues al ser una especie

ramoneadora, es donde los venados encuentran su alimento (Deperno *et al.*, 2002). Además, al ser un ramoneador selectivo, el venado cola blanca se encuentra estrechamente asociado a este tipo de coberturas (Sánchez-Rojas *et al.*, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior, los tipos de coberturas en las que los estratos arbustivo y herbáceo estén bien representados, como las usadas y preferidas por el venado cola blanca en este estudio y en otras localidades, ofrecen cobertura contra depredadores y contra el hombre, protección contra las condiciones climáticas propias del Páramo (en este caso) (Medina *et al.*, 2008; Henríquez, 2012), además de alimento en la cantidad y calidad adecuada para suplir las necesidades energéticas del venado cola blanca.

Conclusiones

En conclusión, el venado cola blanca en los sectores de Monterredondo y La Paila del Parque Nacional Natural Chingaza, prefirió el arbustal abierto, presentó tendencia a usar de acuerdo con su disponibilidad coberturas como el mosaico, pastos limpios, herbazal denso no arbolado y arbustal denso, mientras que las coberturas boscosas fueron evitadas durante el estudio. En cuanto al venado seguido por telemetría satelital en el sector Monterredondo del PNN Chingaza, se registró la preferencia por el mosaico, uso del arbustal abierto y evitación del arbustal denso durante los ocho meses de estudio.

La selección de tipos de vegetación cuyas características incluyan especies en el estrato arbustivo, le ofrecen al venado la cobertura necesaria para la protección de las crías y de los adultos de los depredadores, de las condiciones climáticas y además provee uno de los

factores claves para la selección que es el alimento. Finalmente, el análisis del uso y calidad del hábitat en varias localidades de la distribución del venado cola blanca incluyendo este estudio, muestra una vez más su capacidad para adaptarse a las condiciones de los diferentes ecosistemas en los que se puede encontrar.

Literatura Citada

1. Alba-Mejía, L., Serrano Vásquez, H. A., López-Arévalo, H. F., Montenegro-Díaz, O. L., & Sánchez-Palomino, P. (2018). Patrones de movimiento y uso de hábitat de los cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) en la Orinoquía colombiana. In *Caracterización de las poblaciones de cerdos asilvestrados (Sus scrofa) y su hábitat en la sabana inundable de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta. Informe final. Convenio interadministrativo no 246 de 2017.* (pp. 153–179). Universidad Nacional de Colombia.
2. Beier, P., & McCullough, D. (1990). Factors influencing White-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monographs*, 109, 1–51.
3. Bello, J., & Mandujano, S. (1994). *Estado actual de las poblaciones de venado cola blanca y temazate en los “Tuxtlas”, Veracruz.* Memorias del V Simposio Sobre Venados en Tamaulipas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
4. Brieva-Rico, C., Carrillo-Villamizar, J. Z., Díaz-Rodríguez, G., Holguín-Villarreal, L., Jiménez-Ramírez, S., Sánchez-Nivicela, J. C., Vega-Garrido, Y., Montenegro-Díaz, O. L., & Rudas-Lleras, A. (2019). *Caracterización y análisis de idoneidad de hábitat (HSI) del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii) en un sector del Parque Nacional Natural Chingaza.* Universidad Nacional de Colombia.

5. Byers, C. R., & Steinhorst, R. (1984). Clarification of a Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *Journal of Wildlife Management*, 48(3), 1050–1053.
6. Caguazango, Á., Díaz, C., Echeverry, J., Giraldo, S., Guerrero, C., Guerrero, M., Pérez, N., Rincón, N., Román, J., Villota, J., & Zubieta, H. (2019). *Evaluación de la calidad del hábitat de Odocoileus virginianus goudotii en el Parque Nacional Natural Chingaza, Sector La Paila*. Universidad Nacional de Colombia.
7. Calenge, C. (2007). Exploring Habitat Selection by Wildlife with adehabitat. *Journal of Statistical Software*, 22(6). <https://doi.org/10.18637/jss.v022.i06>
8. Camargo Sanabria, A. A. (2004). *Evaluación preliminar de una alternativa de manejo ex situ para el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en un Bosque Seco Tropical, (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
9. Camargo Sanabria, A. A., López-Arévalo, H. F., & Sarmiento-Parra, D. (2020). Evaluación de la calidad del hábitat del venado cola blanca en un bosque seco tropical del municipio de Nilo, Cundinamarca, Colombia. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 191–206). Universidad Nacional de Colombia.
10. Contreras-Moreno, F. M., Zúñiga-Sánchez, S., & Bello-Gutierrez, J. (2014). Preferencia de hábitat de *Odocoileus virginianus thomasi* Merriam en dos Ejidos ganaderos del sureste de México. *Agroproductividad*, 49–55.
11. Delfín-Alfonso, C. A., Gallina, S., & López-González, C. A. (2009). Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 215–228. <https://doi.org/10.1177/194008290900200208>

12. Delfín-Alfonso, C. A., & Gallina Tessaro, S. A. (2007). Modelo de evaluación de habitat para el venado cola blanca en un Bosque Tropical Caducifolio en México. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, 7, 193–202.
13. DePerno, C. S., Jenks, J. A., Griffin, S. L., Rice, L. A., & Higgins, K. F. (2002). White-tailed deer habitats in the central Black Hills. *Journal of Range Management*, 55, 242–252.
14. Flores-Armillas, Víctor Hugo, Botello, F., Sánchez-Cordero, V., García- Barrios, R., Jaramillo, F., & Gallina-Tessaro, S. (2013). Caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en los bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano. *Therya*, 4(2), 377–393. <https://doi.org/10.12933/therya-13-118>
15. Flores-Armillas, Victor Hugo, Gallina, S., García Barrios, J. R., Sánchez-Cordero, V., & Jaramillo Monrroy, F. (2011). Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya*, 2(3), 263–277. <https://doi.org/10.12933/therya-11-31>
16. Gallina, S., Mandujano, S., & Villareal-Espino, O. A. (Eds.). (2014). Monitoreo y manejo del Venado cola blanca: Conceptos y métodos (Issue June). INECOL- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Veracruz, México. 220 pp. ISBN:978-607-7579-41-0
17. Garavito, A. (2004). *Caracterización y uso de hábitat del venado cola blanca en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco (Cundinamarca)*. [Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.

18. Gómez, B., Montenegro, O., & Sánchez-Palomino, P. (2016). Variación en la abundancia de ungulados en dos áreas protegidas de la Guayana colombiana estimadas con modelos de ocupación. *Therya*, 7(1), 89–106.
<https://doi.org/10.12933/therya-16-342>
19. Gysel, L. W., & Lyon, L. J. (1980). Análisis y evaluación de hábitat. In Rodríguez-Tarrés (Ed.), *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. (pp. 331-334). Wildlife Society.
20. Hall, L. S., Krausman, P. R., & Morrison, M. L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(1), 173–182.
21. Hasapes, S. K., Comer, C. E., Austin, S. F., Hasapes, S. K., Temple, A., Austin, S. F., Station, B. S. F. A., Comer, C. E., Temple, A., Austin, S. F., & Station, B. S. F. A. (2016). Adult white-tailed deer seasonal home range and habitat composition in Northwest Louisiana. *Journal of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*, 3(June), 243–252.
22. Henríquez, I. (2012). Preferencia de hábitat de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el área natural montaña de Cinquera. [Trabajo de grado]. Universidad del El Salvador.
23. Hernández-Manrique, O. L. (2012). Análisis de funcionalidad ecológica. In A. Hurtado (Ed.), *Análisis de diversidad, distribución y estado de amenaza de las especies de cinco grupos taxonómicos, e integridad y funcionalidad ecológica del Paisaje de Conservación Los Katíos*.
24. Interpretación Visual de Imagen Satelital Landsat 857, fecha de adquisición: 30/12/18, aplicando la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, a escala 1:100.000. EQUIPO TÉCNICO PNN CHINGAZA. SGMAP – GSIR

25. Kobelkowsky Sosa, R., Palacio Núñez, J., Clemente Sánchez, F., Mendoza Martínez, G., Herrera Haro, J., & Gallegos Sánchez, J. (2001). Calidad del hábitat y estado poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Hays) en ranchos cinegéticos de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 6(2), 125–130.
26. Madriñan, S., Zapata, F., Aponte, A., Bello, M. A., & González, F. (2001). Flora Ilustrada del Páramo de Chingaza, Colombia. *Laboratorio de Botánica & Sistemática, Universidad de Los Andes, Bogotá*.
<https://chingaza.uniandes.edu.co/FIC/article.html>
27. Mandujano, S. (1994). Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. In C. Vaughan y M. Rodríguez (Eds.) *Ecología y manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica* (283-297). Editorial de la Universidad Nacional.
28. Mandujano, S. (2014). *Manual para estimar la densidad de venados en UMAS y ANPs empleando PELLET*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver., México. 50 pp
29. 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 (Nueva Serie)*, 20(2), 45–67.
30. Mandujano, S., & Yañez-Arenas, C. (2016). Estimación de la densidad poblacional empleando el método de conteo de grupos fecales de venado cola blanca. In S. Mandujano (Ed.), *Venado cola blanca en Oaxaca: potencial, conservación, manejo y monitoreo*. (pp. 247–262). Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.

31. Mateus-Gutiérrez, C. (2004). *Evaluación preliminar de la diera y monitoreo del movimiento del venado cola blanca, Odocoileus virginianus, en semi-cautiverio en un Bosque Seco Tropical (Cundinamarca, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.
32. Mateus-Gutiérrez, C. (2014). *Efecto de la estructura del hábitat sobre las características demográficas de dos poblaciones locales de Venado Cola Blanca, Odocoileus virginianus goudotii, en el Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia)*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<http://www.bdigital.unal.edu.co/46096/1/52487485.2014.pdf>
33. Mateus-Gutiérrez, C., López-Arévalo, H. F., Montenegro, O. L., & Pérez-Moreno, H. (2020). Análisis de la información bibliográfica sobre el venado cola blanca en Colombia. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia en Colombia* (pp. 31–43). Universidad Nacional de Colombia.
34. Medina, S. M., García, E., Márquez, M., Vaquera, H., Romero, A., & Martínez, M. (2008). Factores que influyen en el uso del hábitat por el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) En La Sierra Del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3), 191–212.
35. Méndez, E. (1984). Mexico and Central America. In L. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (pp. 513–524). Stackpole Books.
36. Mora, C., & Mosquera, S. (2000). *Estudio preliminar del comportamieno alimenticio del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii) en el ecosistema de subpáramo y páramo del Parque Nacional Natural Chingaza en Cundinamarca - Meta, Colombia*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de

Colombia.

37. Morrison, M. L., Marcot, B. G., & Mannan, R. W. (2006). Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. In *NCASI Technical Bulletin* 2(781).
<https://doi.org/10.2307/4002558>
38. Neu, C. W., Byers, C. R., & Peek, J. M. (1974). A Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *The Journal of Wildlife Management*, 38(3), 541.
<https://doi.org/10.2307/3800887>
39. Olson, R. (1992). Mule deer habitat requirements and management in Wyoming. *Bulletin-Wyoming University, Cooperative Extension Service (USA)*, 1–19.
40. Pérez-Moreno, H., Montenegro, O. L., López-Arévalo, H. F., & Sarmiento, C. (2020). Densidad poblacional y uso de hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante época de lluvias en la Orinoquía colombiana. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*. (pp. 65-81). Universidad Nacional de Colombia.
41. Plan de Manejo (2014-2018). (2013). *PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA PLAN DE MANEJO 2014 – 2018*.
42. Ramos, D. (1995). *Determinación de la dieta y utilización del hábitat del venado cola blanca (Odocoileus virginianus goudotii, Gay y Gervais, 1846) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cordillera Oriental, Colombia)*. [Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
43. Rojas-Pardo, L. (2010). *Evaluación Del Uso Y Calidad Del Hábitat En Poblaciones Del Venado Cola Blanca Odocoileus Virginianus En La Reserva Natural La Aurora, Municipio De Hato Corozal, Casanare*. [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.

44. Sáenz, J. C., & Vaughan, C. (1998). Ambito de hogar y utilización de hábitat de dos grupos de venados Cola Blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) reubicados en un ambiente tropical. *Revista de Biología Tropical*, 46(4), 1185–1197. <https://doi.org/10.15517/rbt.v46i4.20741>
45. 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, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 204–214. <https://doi.org/10.1177/194008290900200207>
46. Scalet, C., Flake, L. D., & Willis, W. (1996). *Introduction to wildlife and fisheries: an integrated approach*. W. H. Freeman and Company.
47. Stewart, K. M., Bowyer, R. T., & Weisberg, P. J. (2011). Spatial Use of Landscapes. In D. G. Hewitt (Ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer* (pp. 181–217). CRC Press.
48. Storm, D., Nielsen, C., Schauber, E., & Woolf, A. (2007). Space Use and Survival of White-Tailed Deer in an Exurban Landscape. *Journal of Wildlife Management*, 71(4), 1170–1176. <https://doi.org/10.2193/2006-388>
49. Tomberlin, J. (2007). *Movement, Activity, and Habitat Use of Adult Male White-Tailed Deer at Chesapeake Farms, Maryland*. [Tesis de maestría]. North Carolina State University.
50. Vargas Ríos, O., & Pedraza, P. (2003). *El Parque Nacional Natural Chingaza* (Primera). Gente Nueva Editorial.

4. Aportes adicionales al conocimiento de la biología del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza

Resumen

El conocimiento del venado cola blanca de páramo, sus poblaciones y hábitats es aún incipiente y las recomendaciones para su manejo y conservación aún se basan en observaciones esporádicas. A partir de la oportunidad de capturar, marcar y liberar un individuo de vida silvestre, del análisis de las metodologías usadas y observaciones durante el periodo de pandemia y cierre del Parque Nacional Natural Chingaza durante 2020, se presenta la información sobre los valores de parámetros evaluados en hematología y química sanguínea, y el análisis de coproscópico y coprológico. Se discuten las ventajas y oportunidades de las metodologías de análisis de hábitat y finalmente se realizan recomendaciones para el área protegida. Los análisis sanguíneos, coproscópico y coprológico realizados al individuo, muestran la ausencia de enfermedades virales y de parásitos gastrointestinales abundantes; los valores de bioquímica sanguínea se encuentran dentro de lo reportado, aunque los parámetros de ALT (Alanina aminotransferasa) y FA (Fosfatasa alcalina) se encuentran más arriba del límite superior del rango reportado para la especie en cautiverio en Colombia. Se resalta la ausencia de ectoparásitos en el individuo capturado y los resultados negativos para detectar anticuerpos de IBR (Rinotraqueítis Infecciosa de los Bovinos), DVD, leucosis viral y neospora. El ciclo de astas no está sincronizado entre los individuos y existe un alto grado de acostumbramiento de los venados a la presencia humana. Finalmente, es importante dar continuidad a estudios de este tipo para obtener más información sobre la química sanguínea de individuos en vida silvestre y muestras de pelo que permitan clarificar el estado taxonómico de la especie que aún se encuentra en discusión para el país.

Introducción

El conocimiento del venado cola blanca de páramo, sus poblaciones y hábitats es aún incipiente y las recomendaciones para su manejo y conservación aún se basan en observaciones esporádicas (López-Arévalo *et al.*, 2020). Además, los valores para parámetros evaluados en hematología y química sanguínea, y en análisis coproscópico y coprológico se desconocen para las poblaciones silvestres del páramo. Teniendo en cuenta que se pudo realizar la captura de un individuo adulto exitosamente, se decidió obtener más información del individuo, del proceso de investigación y observaciones y comentarios recibidos durante la fase de campo.

Los análisis de sangre permiten conocer y hacer estimaciones sobre el estado nutricional, sanitario y reproductivo de diferentes especies, entre ellas del venado cola blanca; dado que estos valores se modifican de acuerdo con diferentes factores tales como la localización geográfica, el protocolo de captura, la condición corporal y la nutrición, es importante contar con valores de referencia para la especie en sitios cercanos al área de estudio (Lovera *et al.*, 2011). En Colombia se han establecido estos valores de referencia para el venado cola blanca en cautiverio, teniendo en cuenta los resultados de varios zoológicos del departamento de Cundinamarca que son cercanos al Parque Nacional Natural Chingaza, pero de individuos de poblaciones de otras regiones del país o de origen desconocido (Salazar-Granados y Álvarez-Méndez, 2020).

Así mismo, el conocimiento los parásitos y nemátodos gastrointestinales presentes en esta especie, permiten conocer el estado de la población y prevenir posibles contagios de enfermedades que, de acuerdo con estudios realizados en áreas protegidas de Estados Unidos representan una mortalidad de cerca del 2,7% (Montes *et al.*, 1998).

Finalmente, el ciclo de astas del venado cola blanca en zonas templadas es regular y sincrónico entre los individuos de una misma población, no obstante, en el trópico no existe este tipo de sincronía y como resultado se encuentran machos con astas pulidas a lo largo del año (Brokx, 1984; Blouch, 1987). De acuerdo con Guzmán-Lenis y López-Arévalo (2020),

se espera que, en los páramos al no haber una estacionalidad marcada a lo largo del año, los venados en estas poblaciones presenten ciclos no sincrónicos.

A partir de la oportunidad de capturar, marcar y liberar un individuo en vida silvestre, del análisis de las metodologías usadas y de observaciones durante el periodo de pandemia y cierre del Parque Nacional Natural Chingaza durante 2020, se presenta información adicional obtenida del proceso de captura sobre los valores de parámetros evaluados en hematología y química sanguínea, y en los análisis de coproscópico y coprológico. Además, se discuten las ventajas y oportunidades de las metodologías utilizadas en el análisis del hábitat. Finalmente, se proponen algunas recomendaciones para el área protegida.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el Parque Nacional Natural Chingaza, ubicado en la cordillera oriental de los Andes colombianos al noreste de Bogotá y entre los departamentos de Cundinamarca y Meta (figura 1.1, capítulo 1). Tiene una extensión de cerca de 76600 ha, presenta un gradiente altitudinal entre los 800 y 4500 m s.n.m., el régimen de lluvias es monomodal y la mayor parte de las precipitaciones se concentran entre mayo y agosto y la época seca se encuentra en los meses de diciembre a febrero (Plan de manejo (2014–2018), 2013).

Este estudio se llevó a cabo en el sector Monterredondo (figura 1.1, capítulo 1) caracterizado por la presencia de coberturas como arbustal abierto, arbustal denso, bosque denso de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal denso de tierra firme no arbolado y mosaico de pasto con espacios naturales (fig. 4.1), donde la cobertura más abundante es el herbazal denso de tierra firme con arbustos. El plan de manejo del PNN Chingaza (2014 – 2018), 2013), clasifica a este sector en un estado de conservación medio con funcionalidad baja, en el que se ha identificado una mayor influencia antrópica por la presencia de zonas destinadas a actividades ecoturísticas y camping, además de las instalaciones y operarios de la Empresa

de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. En este sector los venados cola blanca se encuentran más acostumbrados a la presencia humana, lo que facilitó la captura de uno de ellos para este estudio.



Figura 4.1. Fotografías de algunos de los tipos de vegetación encontrados en el sector Monterredondo y de las zonas con alta influencia humana. De izquierda a derecha y de arriba abajo: herbazal denso no arbolado, arbustal, venado cerca de las instalaciones de parques, casa de parques, embalse de chuza, sitio de camping, vivero, turista alimentando a un venado.

Captura de venados

En el mes de marzo de 2020 se realizó la captura, marcaje y liberación de un macho adulto de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el sector de Monterredondo del PNN Chingaza. La captura del individuo se realizó acorralando al macho adulto entre varias personas ubicadas en lugares por donde pudiera escapar, se llevó hacía un área segura y despejada donde se realizó el disparo del dardo con la mezcla de anestésicos. El proceso de contención química se realizó haciendo uso de una pistola de gas comprimido marca Teleinject con dardos de 5 ml marca Teledart. Se usó este tipo de pistolas, pues de acuerdo con Braza *et al.*, (1994) el impacto es menor y se disminuye el estrés ya que no hay una detonación fuerte.

A partir de estudios en los que se evalúan los efectos diferentes dosis de anestésicos en la especie de interés (*O. virginianus*), se utilizó una dosis de Ketamina 5 mg/kg, Xilacina 0,5 mg/kg y Atropina 0,044 mg/kg vía intramuscular, que no alteran las funciones cardiorrespiratorias y no generan efectos colaterales que comprometan la vida del individuo (Rodríguez *et al.*, 2003; Barragán-Fonseca *et al.*, 2020).

Una vez dardeado el animal, se siguió al individuo hasta que el contenido del dardo hizo efecto, se acondicionó el lugar protegiendo al individuo del sol y se procedió a realizar la restricción física sujetando al individuo por las patas y las astas, se vendaron los ojos con el fin de reducir el estrés y se realizó el marcaje del individuo adulto con una unidad de telemetría satelital TGSAT marca Telenax, modelo TGB 337 con un collar cuyo peso total fue menor al 5 % del peso corporal de acuerdo con lo recomendado en la literatura (fig. 4.2B, C) (Hidalgo y Olivera, 2011).



Figura 4.2. Captura del individuo de venado cola blanca. A. Aplicación del dardo. B. Restricción física. C. Instalación del collar de telemetría satelital. D. Toma de la muestra de sangre. E. Caja de recuperación con puerta corrediza. F. Venado en recuperación.

Se tomaron muestras de sangre que se almacenaron en tubos de tapa roja sin anticoagulante (fig. 4.2D) y muestras de materia fecal fresca recolectadas en el sitio de captura, estas fueron analizadas en el Laboratorio Clínico Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia. Se tomaron además las medidas estándar para mamíferos (longitud total LT, LC longitud cola, longitud pata LP y longitud oreja LO) y algunas medidas adicionales, se tomó el peso y se realizó una búsqueda activa de ectoparásitos presentes en diferentes áreas del cuerpo como alrededor de la cola, cerca de las orejas, cuello, dorso y vientre. Además, se tomaron muestras de pelo para análisis posteriores que pueden ser importantes como insumos en proyectos que busquen clarificar el estado taxonómico de la especie, pues en Colombia aún no hay claridad sobre la variación para esta especie.

Una vez tomada toda la información necesaria, se llevó al venado a una caja de recuperación con las dimensiones adecuadas para el venado y con dos puertas corredizas como se muestra en la figura 4.2E. En el transcurso de tres horas el individuo se encontraba alerta y se podía incorporar fácilmente indicando una recuperación total, en ese momento se realizó la liberación abriendo una de las puertas corredizas de la caja de recuperación dejando que saliera sin ahuyentarlo (fig. 4.2F). Se siguió al venado durante las siguientes dos horas para verificar que no hubiera efectos secundarios a la aplicación de los anestésicos y que se alimentara con normalidad, durante este tiempo se verificó la frecuencia a la que emite la señal el collar a diferentes distancias. Adicionalmente, a lo largo del muestreo de ocho meses (marzo – noviembre 2020) se obtuvieron registros fotográficos con el fin de ver el ciclo de astas del individuo.

Al día siguiente se intentó la captura de otro individuo con la misma metodología del primero, sin embargo, en esta ocasión el venado se mostró más nervioso por el sonido de la bomba al recargar el aire de la pistola y tiempo después de dardeado se escapó por uno de los lados donde no había alguien para ahuyentarlo. El individuo se movió hacia uno de los matorrales cercanos a una fuente de agua, se realizó la búsqueda durante aproximadamente dos horas, pero, aunque se encontraron rastros del recorrido, no se pudo encontrar al individuo por lo que se suspendió la búsqueda.

Observaciones adicionales

Además de la información obtenida durante el procedimiento de la captura, se obtuvo información importante al hablar con los funcionarios del parque, así como observaciones adicionales durante el muestreo en campo. Esta información se obtuvo durante las cuatro salidas de campo que se realizaron a finales del 2019 (24-25 octubre, 8-11 noviembre, 1 y 15 diciembre) y las dos que tuvieron lugar al inicio del 2020 (14-20 febrero y 6-15 marzo), luego de las cuales se suspendieron las actividades de campo por el inicio de la pandemia por COVID 19 y se cerró el parque entre el 16 de marzo y el 6 de octubre de 2020.

Análisis de metodologías

Adicionalmente, como se menciona en el capítulo uno, se plantearon dos metodologías para la captura del venado, una de ellas se basó en la construcción de un corral con tela de encierro verde (ver capítulo uno) en el cual se ubicó una cámara trampa para verificar el ingreso de los individuos y la otra, dardeo, se especificó anteriormente. Finalmente, se mencionan las ventajas y oportunidades para el análisis del uso del hábitat a partir de las dos metodologías utilizadas, la primera por medio de los transectos lineales y la segunda utilizando las localizaciones de un macho adulto marcado con un collar de telemetría satelital (ver capítulo tres). Dentro de los parámetros a comparar se encuentran los costos, la cobertura geográfica, el número de muestra, la facilidad de acceso

Resultados

Los resultados obtenidos en los análisis de química sanguínea a partir de las muestras colectadas evidencian que todos los parámetros evaluados se encuentran dentro de los rangos reportados en la base de datos de la organización ISIS, por sus siglas en inglés International Species Information System. Sin embargo, al comparar los resultados con lo obtenido en especies en cautiverio en Colombia los parámetros de ALT (Alanina aminotransferasa) y FA (Fosfatasa alcalina) se encuentran más arriba del límite superior del rango reportado (tabla 4.1). Es importante aclarar que tanto la información de la base de datos de ISIS como los

valores registrados por en el país, se obtuvieron de venados en condiciones de cautiverio y en este estudio, el venado fue capturado en vida silvestre.

Parámetros	Resultado	Rangos	
		Salazar-Granados y Álvarez-Méndez (2020)	Isis (2002)
Creatinina (mg/dl)	1,5	1,1 – 2,2	0,7 – 2,6
BUN (mg/dl)	14	11 – 39,9	10 – 46
ALT (U/L)	66,0*	20 – 50	14 - 101
AST (U/L)	84	69 – 163	62 – 510
GGT (U/L)	59,0	31 – 106	45 – 424
Calcio (mg/dl)	7,7	7,3 – 10,9	7,3 – 11,3
Fósforo (mg/dl)	6,3	2,2 – 6,6	4,3 – 11,9
Magnesio (mg/dl)	2,3		1,0 – 3,16
FA (U/L)	166*	13 – 114	18 – 424

Tabla 4.1. Comparación de los valores registrados de química sanguínea para un macho adulto capturado en el PNN Chingaza, con los valores de otros estudios. *Valores que se encuentran fuera del rango reportado por Salazar-Granados y Álvarez-Méndez (2020).

Con relación al análisis de la muestra fecal, el coproscópico y coprológico arrojan valores que se encuentran dentro de los límites normales para la especie (tabla 4.2) y se reporta la presencia de 350 huevos de *Strongyloides* sp. por gramo de heces. No se encontraron ectoparásitos en la búsqueda realizada al momento de la captura. En cuanto a los análisis por ELISA para detectar anticuerpos de IBR (Rinotraqueítis Infecciosa de los Bovinos), DVD, leucosis viral y neospora los resultados en todos los casos fueron negativos.

Parámetro	Resultado	Parámetro	Resultado
Color	Café oscuro	Sangre oculta	Negativo
Consistencia	Dura – seca	Bacterias	Aparentemente normal
Olor	Sui generis	Gram (+)	30
		Gram (-)	60

Leucocitos	Negativo	Levaduras	Ocasionales
Eritrocitos	Negativo	Hongos	Negativo
Cel. Epiteliales	Escasos	Grasa	Negativo

Tabla 4.2. Resultados análisis coproscópico para un macho adulto de venado cola blanca en el PNN Chingaza.

Por otra parte, los valores de las medidas externas tomadas al macho adulto capturada fueron: LT: 148 cm, LC: 34 cm, LP: 26 cm, LO: 18 cm, diámetro a la base del cuello: 30 cm, este individuo tuvo un peso de 47 kg.

Ciclo de astas

Durante los ocho meses de muestreo se pudo observar parte del ciclo de crecimiento y muda de astas del venado pues al ser el único individuo marcado con el collar de telemetría se facilitó su identificación. Para el momento de la captura (11 de marzo de 2020) el venado presentaba astas con terciopelo y tres puntas, poco más de seis meses después (14 de septiembre de 2020) las astas estaban completamente pulidas aún con las tres puntas y en el siguiente mes (de acuerdo con los funcionarios de parque que permanecieron en el sitio) se dio la muda e inicio el crecimiento de las nuevas, este proceso se puede ver en la figura 4.3 en la que la última imagen corresponde a la fecha del 8 de noviembre del 2020, donde las astas tienen un crecimiento de cerca de un mes.



Figura 4.3. Ciclo de astas del individuo marcado de venado cola blanca en el sector Monterredondo del PNN Chingaza. A. Día de captura, B. 187 días astas pulidas. C. 242 días inicio del rebrote.

Finalmente, en las visitas realizadas al área protegida se encontraron venados cuyas astas se encontraban en una etapa diferente del ciclo de desarrollo (Anexo 1). Por ejemplo, al momento de la captura se registraron dos individuos (incluyendo al capturado) en la etapa astas en terciopelo con tres puntas, dos individuos en etapa de astas en terciopelo en este caso con dos puntas apenas iniciando su crecimiento, un macho con astas pulidas y un macho en muda de astas donde solo en uno de los lados tenía astas. El mayor número de puntas observado fue el 1 de diciembre de 2019 en el sector la Mina, donde uno de los individuos presentó astas con cuatro puntas (Anexo 1).

Observaciones adicionales

Con respecto a la información obtenida a partir de entrevistas y comentarios previos a la captura del individuo, se ha observado que varios individuos de venado cola blanca ingresan al vivero, localizado en la zona de infraestructura del sector de Monterredondo (figura 4.1), allí los venados entran para alimentarse de plántulas de la especie *Escallonia myrtilloides* (rodamonte, tibar), que pueden ser usadas también como cebo en estudios posteriores donde se requiera la captura de más individuos pues de acuerdo con los funcionarios de parques, les atraen bastante. Además, los venados que entran en el vivero se han acostumbrado a la presencia de quienes trabajan allí y también se han habituado a este tipo de encierro pues no se muestran nerviosos.

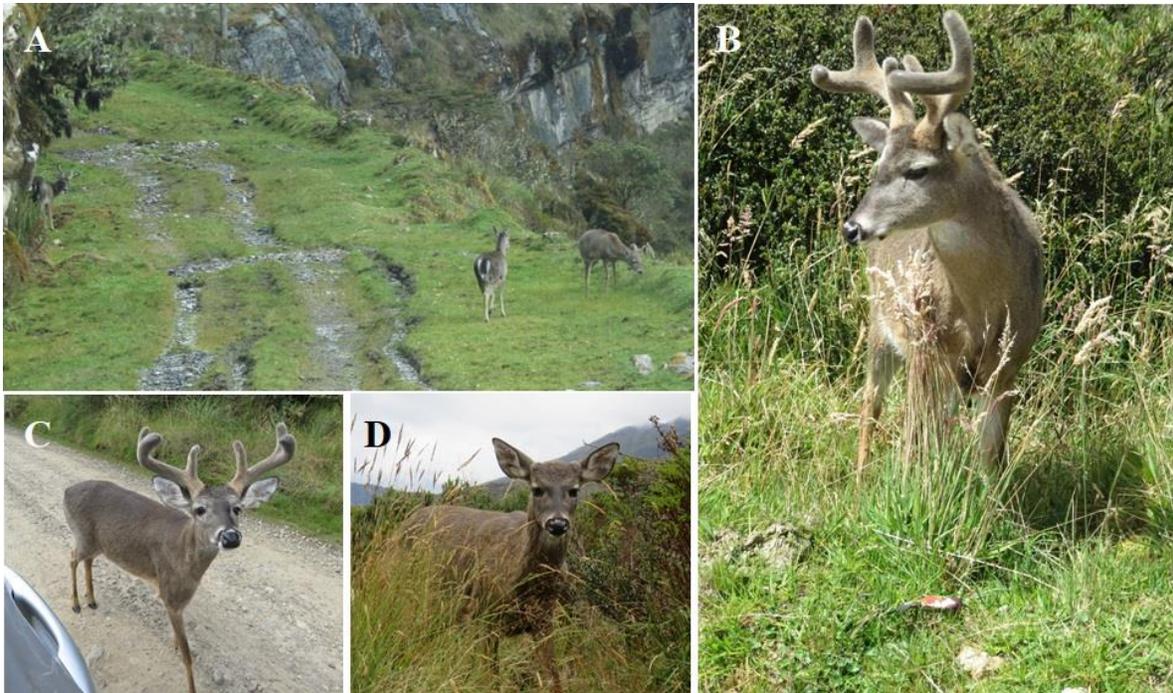


Figura 4.4. Fotografías de los registros de la carretera. A. Macho, hembra y cría en la parte alta del sector la Mina (8 diciembre 2020). B. Macho con paquete de maní cerca a sus patas en el sector Monterredondo (9 diciembre 2020). C. Macho acercándose a la camioneta en el sector Monterredondo (11 diciembre 2020). D. Macho con astas iniciando su crecimiento, se pueden observar las dos protuberancias, sector Monterredondo (1 diciembre 2019).

Dentro de las observaciones adicionales obtenidas durante las visitas al área protegida, en el recorrido por la carretera en noviembre de 2019, se vieron entre dos y siete venados cuyos registros son más frecuentes en el tramo entre el inicio del sector de la Mina y la llegada al embalse de Chuza y las instalaciones del parque en el sector de Monterredondo; los machos observados durante los recorridos tenían diferente grado de desarrollo de sus astas (figura 4.4C y D).

Durante diciembre de 2019 se observó que en los registros de la carretera la mayoría de las hembras se encontraban acompañadas de un macho, pero no se vieron crías en este momento, mientras que para diciembre de 2020 se obtuvieron registros de una hembra con cría en el sector de la Mina, acompañada también de un macho; además, la presencia del carro en el que nos movilizábamos llamó la atención de un macho en la carretera que se acercó

considerablemente (figura 4.4C), luego observamos un macho lamiendo un paquete de maní (figura 4.4B). Además, en las instalaciones de parques ubicadas en Monterredondo, Piedras Gordas y la Paila es común que algunos individuos se acerquen a las casas e incluso se ha reportado la presencia de algunos osos de anteojos que frecuentan estas zonas.



Figura 4.5. Venados acercándose e ingresando al corral instalado en el sector Monterredondo, PNN Chingaza.

Durante las observaciones hechas en cercanías al corral instalado en Monterredondo, se pudo observar que los venados pasan cerca al corral (figura 4.5A), pero no ingresan en este momento. Sin embargo, si se registró el ingreso principalmente de hembras al corral que fueron capturadas con la cámara trampa (figura 4.5B).

Adicionalmente, durante las entrevistas nos informaron de la presencia de manadas de perros ferales que acorralan a los venados cuando se acercan a tomar agua en el embalse de Chuza en el sector Monterredondo, los ahuyentan y en ocasiones también los hieren. Sin embargo, esta información no se encuentra consignada en los documentos e informes del PNN Chingaza, además, la especie no se ha considerado como valor objeto de conservación en los

planes de manejo del parque por lo que no cuenta con un plan de monitoreo y las recomendaciones para su manejo y conservación se basan en registros de observaciones esporádicas.

Análisis de metodologías

Finalmente, el análisis del hábitat por las dos metodologías usadas representa diferentes ventajas y desventajas. En cuanto a la instalación de transectos, representa ventajas como el bajo costo en el muestreo, se puede cubrir un mayor rango geográfico, el número de muestra (en este caso la cantidad de transectos instalados) debe estar relacionado con la cantidad de coberturas vegetales de la zona y los objetivos del muestreo, la facilidad de acceso es mayor, pues no se requieren equipos especiales ni una gran cantidad de personal para su instalación y hay poca manipulación de los individuos.

Parámetro	Uso del hábitat	
	Transectos	Telemetría
Costo	Bajo	Alto
Cobertura geográfica	Mayor	Menor
Número de datos	Intermedio	Mayor
Facilidad de acceso	Fácil	Difícil
Manipulación	Ninguna	Alta
Riesgo a los individuos	Ninguno	Medio
Seguimiento	Presencial	Remoto

Tabla 4.3. Parámetros de comparación para las dos metodologías utilizadas en el análisis del uso del hábitat.

Con respecto al uso de telemetría satelital, el costo de la investigación aumenta por la adquisición de los collares y los accesorios que se requieren para el seguimiento de los individuos, la cobertura geográfica depende del área de acción de los individuos marcados, el número de datos es mayor por la cantidad de localizaciones posibles, requiere personal capacitado para la inmovilización tanto física como química de los individuos, existe una alta

manipulación de los individuos en la captura que podría incluso repercutir en su salud por el estrés generado. Sin embargo, el seguimiento se puede hacer remotamente.

Discusión

Los resultados del análisis de bioquímica sanguínea y coproscópico realizados al venado cola blanca capturado en el Parque Nacional Natural Chingaza, sugieren que el individuo se encontraba saludable pues los valores están dentro del rango de referencia para la especie. No obstante, al compararlos con lo reportado en individuos en cautiverio en Colombia (Salazar-Granados y Álvarez-Méndez, 2020) los parámetros de ALT (Alanina Aminotransferasa) y FA (Fosfatasa Alcalina) se encuentran más arriba del límite superior del rango reportado (tabla 4.1).

Además, el valor de creatinina se encuentra en el valor promedio para lo reportado en Colombia y es menor al promedio reportado por ISIS (1,7 mg/dl). El valor del BUN estuvo por debajo del promedio obtenido en ambos estudios. Esta situación puede deberse al método de captura del venado pues se ha encontrado que los valores en sangre de estos parámetros se modifican por el efecto de la Xilacina (Bolaños-Chaves, 2010), por ejemplo, se indica un aumento en ALT tal y como ocurre con el individuo capturado; los valores de BUN disminuyen por bajas proporciones de proteína y alta energía (Bolaños-Chaves, 2010), eso se debe a que probablemente al consumo de alimentos de fácil digestión y con alta energía que permiten hacer un uso más eficiente de la proteína por los microorganismos que se encuentran en el rumen. Además, los valores del BUN aumentan cuando se encuentran en periodos largos sin consumo de alimentos por el catabolismo de los tejidos (Verme y Ullrey, 1984) situación que seguramente no se presentó en este caso.

La presencia de huevos de *Strongyloides* sp., 350 por gramo de heces, se ha reportado para diferentes localidades a lo largo de su distribución, pero la cantidad de huevos no se encuentra muy alejada de los encontrados por Mukul-Yerves *et al.* (2014), quienes contaron cerca de 200 huevos por gramo de heces y donde este valor no representa un riesgo para la salud del individuo o de la población. Se ha encontrado que individuos jóvenes infectados gravemente

con *Strongyloides* sp., presentan hasta 28600 huevos por gramo de heces y una mortalidad del 39% (Forrester *et al.*, 1974). Es probable que la presencia de este parásito en el individuo capturado se deba a contaminación cruzada por otros rumiantes domésticos como las vacas, de las que se ha reportado su presencia en sitios aledaños al lugar de captura, o por el contacto con otro individuo que haya sido contaminado (Lux y do Nascimento, 2010). Sin embargo, aunque en el examen físico el individuo no parece presentar ninguno de los síntomas de la enfermedad causada por este parásito, es importante tener en cuenta que la mortalidad más alta por este parásito se ha presentado en los animales jóvenes (Forrester *et al.*, 1974), por esta razón es importante hacer un monitoreo de estos parásitos, principalmente en áreas con presencia de bovinos, con el fin de evitar la transmisión y actuar en el momento adecuado.

Adicionalmente, a diferencia de estudios realizados en el trópico de México en la selva baja caducifolia (Mukul-Yerves *et al.*, 2014), el venado capturado no presentaba ectoparásitos de ningún tipo. Es importante resaltar que la ausencia de ectoparásitos es benéfica pues representan un peligro tanto para las poblaciones silvestres como para los turistas que visitan el Parque Nacional Natural Chingaza. Dentro de los ectoparásitos que puede tener el venado cola blanca se encuentran tres especies de garrapatas, que a su vez son vectores de diferentes enfermedades y aunque el individuo no presente signos de enfermedad, son hospederos de patógenos que podrían llegar a infectar a los humanos y otras especies en vida silvestre (Campbell y VerCauteren, 2011). Dentro de estas enfermedades se destaca la enfermedad de Lyme, causada por la bacteria *Borrelia burgdorferi* y transmitida por garrapatas de la especie *Ixodes scapularis*, los venados no son reservorios importantes de la enfermedad, pero actúan como transportadores de las garrapatas que la causan (Campbell y VerCauteren, 2011).

Ciclo de astas

En cuanto al ciclo de astas documentado durante el muestreo se puede ver que concuerda con lo obtenido por González (2001) y Blanco y Zabala (2005) citado por Gallina *et al.* (2010) y con la hipótesis en la que los venados de esta especie en páramo presentan ciclos no sincronizados (Guzmán-Lenis y López-Arévalo, 2020) debido que en estas áreas la estacionalidad no es marcada a lo largo del año. Con respecto a los meses en los que se

presenta el ciclo, se ajusta a lo propuesto por Guzmán-Lenis y López-Arévalo (2020) donde entre abril y noviembre se encuentran en la etapa de astas pulidas.

Observaciones adicionales

Teniendo en cuenta lo encontrado en este estudio (capítulo 1), el venado cuya captura no fue exitosa, pudo haberse alejado del área el día de la captura cerca de 1,78 km. Es probable el venado capturado y el que no se pudo capturar sean hermanos o tengan un vínculo estrecho pues durante el tiempo de muestreo se mantuvieron juntos la mayor parte del tiempo. Esto indica que sus áreas de acción pueden ser muy similares pues generalmente los venados de esta especie no tienen territorialidad, presentan fidelidad de sitio y sus áreas de acción se heredan de generación en generación (Marchinton y Hirth, 1984). Es importante resaltar que estos dos individuos inicialmente se encontraban juntos forrajeando, durante el periodo de recuperación del primero el otro estuvo cerca del sitio y luego de la captura del primer individuo, se les vio juntos de nuevo forrajeando en los alrededores del sendero.

Por otra parte, los registros de venados encontrados en la carretera podrían ser usados como forma de monitoreo de la especie, por lo que se propone la participación de los visitantes en el registro de los individuos de la especie que se encuentren en los recorridos, por medio de formatos en los que se incluyan datos de ubicación y sexo que al finalizar la visita sean entregados a los funcionarios del parque para su posterior análisis (Anexo 2).

Además, se debe garantizar el cumplimiento de las recomendaciones sobre el acercamiento y sobre no proveer alimentos a los individuos, pues se ha encontrado que alimentarlos puede causar más daños que beneficios. Por ejemplo, el acostumbramiento a la presencia humana que representa mayores riesgos de colisión con los vehículos de la zona, agrupamiento de gran cantidad de individuos en zonas pequeñas que aumentan dispersión de enfermedades entre individuos, dispersión de plantas no nativas, riesgo de muerte por consumo de alimentos peligrosos para los venados, modificación del comportamiento para volver a los sitios de alimentación que representan pérdida de energía, y finalmente, conflictos que se puedan derivar del acercamiento inadecuado a los individuos pues a pesar de que se han habituado a la presencia humana no han sido domesticados y pueden atacar cuando lo consideren

necesario (Shalaway, s.f.; Fish and Game Department, 2018). Por esta razón, se hace necesario que se garantice el cumplimiento de las recomendaciones sobre no alimentar a los animales silvestres por parte de los contratistas del área protegida y de las entidades prestadoras de servicios ecoturísticos.

Adicionalmente, las manadas de perros ferales reportadas por Reátiga (2015) por medio de fototrampeo y relatos, evidencian el peligro que representan para la población de venado en el área protegida, pues en ocasiones persiguen a los individuos hasta causarles la muerte y pueden convertirse en el factor causante de la reducción de la población en el área protegida (Plan de manejo (2014–2018), 2013; Reátiga, 2015; Rodríguez *et al.*, 2019), al ser el venado una de las especies más afectadas por la presencia de perros ferales (Bergman *et al.*, 2009), por lo que el manejo y control efectivo de las manadas presentes en el área protegida es importante en la conservación del venado cola blanca.

Análisis de metodologías

A pesar de que el análisis de la selección del hábitat en el área de acción pueda estar sesgado pues esta área incluye atributos del paisaje que el individuo ha seleccionado (Stewart *et al.*, 2011), puede también ser una buena aproximación del uso del espacio por los individuos de la especie, pues no se tienen en cuenta solamente los registros por grupos fecales, sino que se incluyen aquellas áreas que recorre, pero en las que no se encuentra el registro por pellets.

Conclusiones y recomendaciones

Los análisis sanguíneos, coproscópico y coprológico realizados y la ausencia de ectoparásitos en el individuo capturado permiten suponer que el individuo marcado se encuentra en buena condición a pesar de las interacciones que se presentan en este sector.

El ciclo de astas no está sincronizado entre los individuos del PNN Chingaza con astas en diferente etapa de crecimiento durante todo el año, esta condición puede proponerse como atractivo turístico a los visitantes. Sin embargo, debe promoverse la no alimentación de los

venados y evitar su contacto, evidente por el alto grado de acostumbramiento de los venados a la presencia humana.

Evaluar el uso del hábitat usando grupos fecales en transectos permite ver un patrón más general de la población y a una escala mayor, mientras que su estudio por telemetría satelital permite ver el patrón individual que puede ser replicado capturando una mayor cantidad de individuos para reducir el sesgo que representa el análisis de un solo venado. Aun así, de acuerdo con lo encontrado en este estudio, las metodologías son complementarias pero el seguimiento de rastros permite obtener información útil para el monitoreo a bajo costo.

Se recomienda evaluar y monitorear la presencia de ectoparásitos en los demás sectores del área protegida, especialmente en aquellos con mayor presencia de especies domésticas, para conocer el efecto de su interacción con la fauna silvestre y el riesgo contaminación entre los sectores. Es importante dar continuidad a estudios de este tipo y proponer un plan de monitoreo para el venado cola blanca en el Parque Nacional Natural Chingaza, así como obtener mayor cantidad de muestras de sangre y de pelo, que permiten clarificar diferentes aspectos veterinarios, poblacionales y taxonómicos de la especie.

Literatura Citada

1. Barragán-Fonseca, K., Álvarez Méndez, O., & Salazar Granados, O. (2020). Determinación de constantes fisiológicas en un grupo de venados cola blanca en cautiverio. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 107-112). Universidad Nacional de Colombia.
2. Bergman, D. L., Breck, S. W., & Bender, S. C. (2009). Dogs gone wild: Feral dog damage in the United States. *Wildlife Damage Management Conference*, 1–9. http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/862/
3. Blanco, L., & Zabala, A. (2005). *Recopilación del conocimiento local sobre el venado cola blanca (Odocoileus virginianus), como base inicial para su conservación en la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Pisba, en los municipios de Tasco y Socha*. [Trabajo de grado]. Universidad Pedagógica y

Tecnológica de Colombia.

4. Blouch, R. A. (1987). Reproductive seasonality of the white-tailed deer on the Colombian Llanos. In C. Wemmer (Ed.), *Biology and Management of the Cervidae* (pp. 339–343). Smithsonian Institution Press.
5. Bolaños-Chaves, A. (2010). *Valores referenciales de hematología y bioquímica de venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en cautiverio en Costa Rica*. Universidad Nacional, Costa Rica.
6. Braza, F., Soriguer, R. C., San José, C., Delibes, J. R., Aragón, S., Fandos, P., & León, L. (1994). Métodos para el estudio y manejo de cérvidos. *Serie Monografía*, January, 81.
7. Brokx, P. (1984). South America. In L. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management I* (pp. 525–546). Stackpole Books.
8. Campbell, T. A., & VerCauteren, K. (2011). Diseases and parasites of White-Tailed Deer. In D. G. Hewitt (Ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer* (pp. 219–249). CRC Press.
9. Fish and Game Department. (2018). *More Harm Than Good: Why You Shouldn't Feed Deer*. <https://extension.unh.edu/resource/more-harm-good-why-you-shouldnt-feed-deer>
10. Forrester, J., Jape, W., & Nair, K. P. C. (1974). Strongyloidosis in captive White-tailed deer. *Journal of Wildlife Diseases*, 10, 11–17.
11. González, A. (2001). *Análisis de la variabilidad fenotípica de una población de Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780) ante las condiciones ambientales del Parque Nacional Natural El Tuparro, departamento del Vichada, Colombia*. [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de Colombia.
12. Guzmán-Lenis, A., & López-Arévalo, H. F. (2020). Historia natural del venado cola blanca en Colombia bajo condiciones de cautiverio. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 45–53). Universidad Nacional de Colombia
13. Hidalgo-Mihart, M. G., & Olivera-Gómez, L. D. (2011). Radio telemetría de vida silvestre. *Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación*, 8, 165–202.
14. International Species Information System (ISIS). (2002). *Medical animal record*

- keeping system. ISIS.* <https://www.species360.org/>
15. López-Arévalo, H. F., Pardo, L. E., & Pérez-Moreno, H. (2020). Generalidades de la especie. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 19–30). Universidad Nacional de Colombia.
 16. Lovera, E., Lí, O., Perales, R., Falcón, N., & Ríos, P. (2011). Valore hematológicos y bioquímica renal referenciales de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus peruvianus*) en cautiverio. *Revista Inv Vet Perú*, 22(1), 28–34.
 17. Lux, E., & Do Nascimento, A. (2010). Helminthic diseases. In J. Barbatini & S. González (Eds.), *Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer* (pp. 376–382). Jaboticabal: Funep/IUCN.
 18. Marchinton, R. L., & Hirth, D. H. (1984). Behavior. In Lowell K. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (First, pp. 129–168). Stackpole Books.
 19. Montes Pérez, R. C., Rodríguez Vivas, R. I., Torres Acosta, J. F., & Ek Pech, L. G. (1998). Seguimiento anual de la parasitosis gastrointestinal de venados cola blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en cautiverio en Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 821–827.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v46i3.20467>
 20. Mukul-Yerves, J. M., Zapata-Escobedo, M., Montes-Pérez, R. C., Rodríguez-Vivas, R. I., & Torres-Acosta, J. F. (2014). Parásitos gastrointestinales y ectoparásitos de ungulados silvestres en condiciones de vida libre y cautiverio en el trópico mexicano. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 5(4), 459–469.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v5i4.4017>
 21. Plan de Manejo (2014-2018). (2013). *PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA PLAN DE MANEJO 2014 – 2018*.
 22. Reátiga, J. F. (2015). *Determinación del efecto de perros ferales (Canis lupus familiaris) sobre los mamíferos del Parque Nacional Natural Chingaza, mediante fototrampeo*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana].
[https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/17913/ReatigaParri shJuanFelipe2015.pdf?sequence=1](https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/17913/ReatigaParri%20shJuanFelipe2015.pdf?sequence=1)
 23. Rodriguez, D., Reyes, A., Vergel, J., Rincón, S., Galindo, M., González, A., Zamudio, B., Camacho, L., Quiñones, A. C., Jaramillo, J., Rodriguez, S., Rincon,

- C., Mancipe, M., Castillo, Y., Rubio, L. del S., Rivera, F., Cubillos, A., Rojas, Á. V., Gómez, I., ... Rodríguez, M. (2019). *El Macizo Chingaza Tierra de Osos, Tierra de Gente ¡Tierra de todos!* (pp. 83-89). Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, ESP, Bogotá, Colombia.
24. Rodríguez, R. E., Cobos, M. L., & Fuentes, E. (2003). Estudio comparativo de tres tipos de inmovilización química y anestecia general endovenosa balanceada, evaluados a traves de registros electrocardiográficos y perfiles electrolíticos séricos, en venado llanero (*Odocoileus virginianus*), en cautiverio. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16.
25. Salazar-Granados, O., & Álvarez-Méndez, O. (2020). Hematología y química sanguínea de venados cola blanca en zoológicos de Colombia. In H. F. López-Arévalo (Ed.), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* (pp. 95–106). Universidad Nacional de Colombia.
26. Shalaway. (n.d.). *Please Don't Feed the Deer*.
27. Stewart, K. M., Bowyer, R. T., & Weisberg, P. J. (2011). Spatial Use of Landscapes. In D. G. Hewitt (Ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer* (pp. 181–217). CRC Press.
28. Verme, L. J., & Ullrey, D. E. (1984). Physiology and nutrition. In L. K. Halls (Ed.), *White-tailed Deer Ecology and Management* (pp. 91–118). Stackpole Books.

Conclusiones generales

Con este estudio se estimó el área de acción de un macho adulto de venado cola blanca por primera vez en vida silvestre en el páramo de Colombia. Esta área de acción difiere de otros estudios en Colombia probablemente debido a las condiciones de semicautiverio de los individuos estudiados, donde los movimientos pueden verse limitados por la presencia de cercas. A diferencia de los países nortños, no hay diferencias relacionadas con las épocas climáticas y el patrón de actividad coincide con lo reportado en otros estudios a lo largo de su distribución. Se encontró que el área de acción durante la época de lluvias es menor, ya que con la temporada de lluvias aumenta la disponibilidad de recursos, lo que le permite satisfacer sus necesidades alimenticias en una menor área. Se recomienda dar continuidad a este tipo de estudios aumentando la cantidad de individuos y sectores estudiados, evaluando los patrones aquí descritos, las diferencias entre sectores y también el efecto de la presencia de visitantes sobre los patrones de movimiento del venado cola blanca.

Con relación a la densidad poblacional, se reporta una variación temporal ya que en comparación a lo encontrado en estudios anteriores la cantidad de individuos ha ido disminuyendo en ambos sectores. Además, existe una variación espacial en la densidad evidenciada en una mayor presencia de individuos hacia el sector Monterredondo en comparación con el sector de La Paila, donde los individuos que se encuentran tienden a huir. Sin embargo, los valores de estructura de edades sugieren que la población se encuentra estable.

Dado que el manejo y conservación de los venados debe tener como base un monitoreo poblacional con estimaciones confiables del número de venados en el PNN Chingaza, se propone que la densidad poblacional sea calculada y estudiada diferencialmente entre los sectores del parque y se estime utilizando técnicas de muestreo indirecto, teniendo en cuenta el procedimiento semi-automatizado PELLET para Excel desarrollado por Mandujano (2014), que permite calcular un rango en el que se puede encontrar la densidad poblacional, en lugar de un solo valor, incorporando la variación de parámetros como la tasa de defecación y el tiempo de descomposición de los grupos fecales. Además, se deben usar las tasas de

defecación y tiempos de descomposición ya calculados para la zona o calcularlos nuevamente durante el estudio y las recomendaciones del diseño de muestreo propuestas por Mandujano (2014).

Con respecto al uso del hábitat se encontró que el venado cola blanca en los sectores estudiados del PNN Chingaza, prefiere el arbustal abierto, usa de acuerdo con su disponibilidad el mosaico, pastos limpios, herbazal denso no arbolado y arbustal denso, y evita las coberturas boscosas. El venado seguido por telemetría en el sector Monterredondo, prefiere el mosaico, usa el arbustal abierto y evita el arbustal denso durante los meses de muestreo. Se evidencia la selección de coberturas donde el estrato arbustivo se encuentra bien representado y hay un estrato herbáceo, estas características le permiten encontrar protección ante depredadores, ante las condiciones climáticas, ante los encuentros con humanos y provee suficiente alimento.

La evaluación del uso del hábitat por medio de grupos fecales en transectos permite ver el patrón a una escala mayor, mientras que su estudio por telemetría satelital permite ver el patrón individual que puede ser replicado capturando una mayor cantidad de individuos para reducir el sesgo que representa el análisis de un solo individuo. Aun así, de acuerdo con lo encontrado, el patrón individual del uso del espacio concuerda con el patrón general.

En cuanto a los análisis adicionales realizados se pudo evidenciar que el individuo se encuentra en buena condición física, reflejada en valores de química sanguínea dentro de los reportados para la especie, ausencia de enfermedades virales y de parásitos gastrointestinales abundantes. Además, se resalta la ausencia de ectoparásitos que pueden ser focos de enfermedades con potencial zoonótico, protegiendo tanto a las especies silvestres como a los turistas que visitan el área protegida. Se recomienda evaluar y monitorear tanto a la especie como a los ectoparásitos en los diferentes sectores del área protegida, especialmente en aquellos con presencia de especies domésticas para conocer el efecto de su interacción con la fauna silvestre y el riesgo contaminación entre los sectores.

Finalmente, es importante apoyar estudios en los que se evalúen estos aspectos del venado cola blanca y proponer un plan de monitoreo para el venado cola blanca en el Parque Nacional Natural Chingaza, con el fin de hacer un seguimiento de la población en el que se tengan en cuenta aspectos como el análisis de parásitos, análisis de sangre, exámenes físicos, cálculo de parámetros poblacionales y recolección de muestras de pelo que permitan hacer análisis sobre su taxonomía, ya que aún no se ha clarificado en el país.

Anexo 1. Registro fotográfico de los estados de desarrollo de las astas en los individuos de venado cola blanca durante el periodo de muestreo (2019 - 2020) en el Parque Nacional Natural Chingaza.

Fecha	Sector	Comportamiento	
01/12/2019	La Mina	Indiferente	
01/12/2019	Monterredondo	Observa	

15/12/2019	La Mina	Observa			
15/12/2019	Monterredondo	Indiferente			

15/12/2019	Monterredondo	Indiferente			
15/12/2019	La Mina	Indiferente			

11/03/2020	Monterredondo	Venado capturado		 A photograph of a captured deer with a collar. The deer is shown in profile, facing left, with its head slightly lowered. It has dark brown fur and a black collar around its neck. The background consists of tall grass and green foliage.	
11/03/2020	Monterredondo	Se acerca		 A photograph of a deer with large antlers. The deer is facing the camera, with its head slightly tilted. It has light brown fur and large, dark antlers. The background shows a grassy field with trees and a cloudy sky.	

15/03/2020	Monterredondo	Indiferente			
08/12/2020	La Mina	Indiferente			

08/12/2020	Monterredondo	Se acerca			
09/12/2020	Monterredondo	Huye			

11/12/2020	Monterredondo	Observa			
15/12/2020	La Paila	Huye			

Anexo 2. Formato para el seguimiento de registros de venado cola blanca en la carretera del Parque Nacional Natural Chingaza.

Nombre: _____

Fecha	Hora	Ubicación	Sexo		Edad			# individuos	Actividad			Comportamiento			Observaciones adicionales
			M	H	A	J	C		Alim.	Desc.	Cam.	Acerca	Huye	Indiferente	

- **Fecha:** Registrar la fecha en formato dd/mm/aaaa.
- **Hora:** Reportar la hora de avistamiento en formato de 24 horas.
- **Ubicación:** Reportar el sitio de avistamiento y si es posible las coordenadas.
- **Sexo:** Macho (M) o Hembra (H).
- **Edad:** Adulto (A), juvenil (J) o cría (C).
- **Número de individuos:** Cantidad de individuos que se encontraban en la misma ubicación (si son varios diligenciar cada uno por separado).
- **Actividad:** Alimentándose (Alim), descansando (desc), caminando (cam), etc.
- **Comportamiento:** Se acerca, huye, indiferente