

Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33

Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia



Hugo Fernando López-Arévalo
Editor

*Instituto de Ciencias Naturales
Facultad de Ciencias
Sede Bogotá*



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Ecología, uso, manejo y
conservación del venado cola
blanca en Colombia

Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia

Hugo Fernando López-Arévalo
Editor

Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33
Instituto de Ciencias Naturales
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Colombia



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

| | |
|--|---|
| <p>© Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Facultad de Ciencias Instituto de Ciencias Naturales</p> <p>© Hugo Fernando López-Arévalo (Editor)</p> <p>Asistentes de edición</p> <p>Angela Camargo-Sanabria Bibiana Gómez Carolina Mateus Dalí Alejandra Rojas-Díaz Heidi Pérez-Moreno Laín Pardo Luisa Fernanda Liévano-Latorre</p> | <p>Director Instituto de Ciencias Naturales</p> <p>M. Gonzalo Andrade-C.</p> <p>Comité de Publicaciones del Instituto de Ciencias Naturales</p> <p>Julio Cesar Betancur Betancur Martha Lucía Calderón Espinoza Martha H. Rocha de Campos Olga Lucía Montenegro Díaz Jesús Orlando Rangel-Ch. Carlos Eduardo Sarmiento Monroy</p> |
| <p>Primera edición, febrero de 2020</p> <p>ISBN 978-958-783-880-0 (impreso) ISBN 978-958-783-881-7 (e-book)</p> | <p>Editor José Jerónimo Triana</p> <p>Martha H. Rocha de Campos</p> <p>Asistente de edición</p> <p>Juliana Rodríguez Ortiz</p> |
| <p>Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33 Instituto de Ciencias Naturales Facultad de Ciencias</p> | <p>Impresión</p> <p>Proceditor Ltda.</p> |
| <p>Corrección de estilo</p> <p>Jimena Cortés Duque</p> | <p>Diagramación</p> <p>Diego Aguilera Velasco</p> |

| |
|---|
| <p>Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia/ Hugo Fernando López-Arévalo _Primera edición._ Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, 2019. 247 páginas en dos columnas: ilustraciones, diagramas, fotografías, mapas. (Biblioteca José Jerónimo Triana: N.º33) “Literatura citada” al final de cada artículo” ISBN 978-958-783-880-0 (papel).— ISBN 978-958-783-881-7 (digital) 1. <i>Odocoileus virginianus</i> 2. Grupo en conservación y manejo de vida silvestre 3. Manejo <i>ex situ</i> 4. Poblaciones 5. Arqueozoología</p> |
|---|

Imagen de la portada: Salvador Mandujano

Salvo cuando se especifica lo contrario, las figuras y tablas son propiedad de los autores;
prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización
escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en Bogotá, D. C, Colombia

LISTA DE AUTORES

Angela Andrea Camargo Sanabria

Facultad de Zootecnia y Ecología
CONACYT- Universidad Autónoma de Chihuahua
angela.andrea.camargo@gmail.com

Angélica R. Guzmán-Lenis

Docente Investigador, Grupo en Conservación,
Bioprospección y Desarrollo Sostenible – Cobides
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio
Ambiente. Zona Amazonía Orinoquía - Cead Acacias
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - Unad
aguzmanlenis@yahoo.com – angelica.guzman@unad.edu.co

Carlos A. Sánchez-Isaza

Profesional Universitario
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
casanchezis@unal.edu.co

Carlos E. Sarmiento P.

Consultor
Geógrafo. M.Sc. - Biología
Universidad Nacional de Colombia
carlossarmiento2006@gmail.com

Carolina Mateus-Gutiérrez

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Bióloga
Parques Nacionales Naturales de Colombia
carobioun@gmail.com

Clara L. Matallana-Tobón

Investigadora Programa Gestión Territorial de la Biodiversidad
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander
von Humboldt
cmatallana@humboldt.org.co

Diana Sarmiento-Parra

Jefe Departamento de Cultura
Gerencia de Educación y Cultura - Colsubsidio
diana.sarmientop@colsubsidio.com

Germán Alberto Peña-León

Docente
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

Heidi Pérez-Moreno

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Coordinadora Regional Orinoquía
Programa Riqueza Natural-Usaid
heidiyohana@gmail.com

Hugo F. López-Arévalo

Profesor Asociado
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
hlflopeza@unal.edu.co

Karol B. Barragán-Fonseca

Docente
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia
kbbarraganf@unal.edu.co

Lain Efrén Pardo Vargas

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Postdoctoral Research Fellow
Wildlife Ecology Lab
School of Natural Resource Management
Nelson Mandela University, George Campus, South Africa
lepardov@gmail.com

Ligia Mercedes Jiménez-Robayo

Profesora Asociada
Unidad de Citogenética y de Genotipificación de Animales
Domésticos UGA
Departamento de Producción Animal
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia
lmjimenezr@unal.edu.co

Luz Stella Rincón-Rodríguez

Antropóloga
Universidad Nacional de Colombia
lsrinconr@unal.edu.co

María Fernanda Martínez-Polanco

Doctoranda
Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili
Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució
Social (IPHES)
Tarragona, España
mfmartinezp@gmail.com

Olga L. Montenegro

Profesora Asociada
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
olmontenegrod@unal.edu.co

Omar Alejandro Salazar-Granados

Médico veterinario
Universidad Nacional de Colombia
omar.alejandro.salazar@gmail.com

Oscar Alfredo Álvarez-Méndez

Qualified Education Agent Counselor
QEAC G215
oscar.alvarez@youstudentaustralia.com

Dedicatoria

Por sus enseñanzas, apoyo, comprensión, compañía y amor...
A todas las mujeres en mi vida.

El Editor

PRÓLOGO

Me llena de orgullo que el Dr. Hugo López Arévalo, al que tuve la fortuna de dirigir la tesis de doctorado en el Instituto de Ecología, A.C. (que por cierto no fue sobre venados), y al que le tengo gran consideración como amigo y colega, me haya hecho la invitación para escribir el prólogo de este importante libro sobre “Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia”, del cual es el editor. Como él lo señala en la presentación, es importante publicar los resultados de muchos años de trabajo estudiando esta maravillosa especie, en los que se han visto involucrados estudiantes e investigadores que van conformando un grupo de trabajo con intereses similares.

Como profesores tenemos la obligación no solo de formar estudiantes desde el punto de vista académico, que es importante, sino de tratar de transmitir esa pasión por la investigación, lo que se demuestra con la trayectoria que han tenido los distintos coautores de los capítulos. De hecho, yo llevo más de cuarenta años haciendo estudios diversos sobre los venados y no ha disminuido mi interés en ellos, ya que me siguen sorprendiendo. Durante esos años he tratado de formar jóvenes con la pasión que yo experimento y muchos de ellos se han convertido en grandes amigos y colegas, como es el caso de Hugo López. Poco a poco, se van formando los grupos de trabajo con un mismo fin: generar conocimiento sobre una especie, como en este caso, el cautivador venado que tiene un gran valor no solo desde el punto de vista ecológico, sino también cultural.

Editar un libro es un reto que demanda mucho trabajo; en primer lugar, invitar a los que de una u otra forma se han visto involucrados con la especie; luego, revisar los trabajos y, posteriormente, estar “persiguiendo” a los coautores de los capítulos. Todo este camino, que parece nunca tendrá final, siempre llega con una gran satisfacción cuando uno por fin ve el resultado realizado y siente que todo el esfuerzo empleado ha valido la pena.

El libro “Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia” contiene 17 artículos independientes elaborados por 18 autores, de los cuales 11 son mujeres, lo cual revela el interés que el sexo femenino ha desarrollado en el estudio de los venados me da mucho gusto. Los artículos se organizaron en las siguientes cuatro secciones: “Biología y ecología del venado cola blanca”, “Genética y constantes fisiológicas del venado cola blanca”, “Aspectos arqueozoológicos del venado cola blanca” y “Herramientas y estrategias para la conservación del venado cola blanca”. El libro, bastante completo en cuanto a conocimiento generado, seguramente será un referente para todos los interesados en trabajar con la especie, ya sea para su conservación o aprovechamiento en Colombia y en América Latina. Además, será una obra que inspire seguir estudiando diversos aspectos de la biología y ecología del venado en los diferentes hábitats.

Sonia Gallina Tessaro
Red de Biología y Conservación de Vertebrados
Inecol

CONTENIDO

| | |
|---------------------|----|
| PRESENTACIÓN | 13 |
|---------------------|----|

| | |
|------------------------|----|
| AGRADECIMIENTOS | 15 |
|------------------------|----|

| | |
|------------------|----|
| SECCIÓN I | 17 |
|------------------|----|

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL VENADO COLA BLANCA

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE | 19 |
|---------------------------------------|----|

Hugo F. López-Arévalo, Laín Efrén Pardo Vargas y Heidi Pérez-Moreno

| | |
|--|----|
| 2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL VENADO COLA BLANCA EN COLOMBIA | 31 |
|--|----|

Carolina Mateus-Gutiérrez, Hugo F. López-Arévalo, Olga L. Montenegro y Heidi Pérez-Moreno

| | |
|--|----|
| 3. HISTORIA NATURAL DEL VENADO COLA BLANCA EN COLOMBIA BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO | 45 |
|--|----|

Angélica R. Guzmán-Lenis y Hugo F. López-Arévalo

| | |
|--|----|
| 4. PLANTAS CONSUMIDAS POR EL VENADO COLA BLANCA EN COLOMBIA | 55 |
|--|----|

Carolina Mateus-Gutiérrez y Hugo F. López-Arévalo

| | |
|---|----|
| 5. DENSIDAD POBLACIONAL Y USO DE HÁBITAT DEL VENADO COLA BLANCA (<i>Odocoileus virginianus</i>) DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS EN LA ORINOQUÍA COLOMBIANA | 65 |
|---|----|

Heidi Pérez-Moreno, Olga L. Montenegro, Hugo F. López-Arévalo y Carlos E. Sarmiento P.

SECCIÓN II

| | |
|--|----|
| GENÉTICA Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS DEL VENADO COLA BLANCA | 83 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| 6. CARACTERIZACIÓN CROMOSÓMICA DEL VENADO COLA BLANCA EN COLOMBIA | 85 |
|--|----|

Karol B. Barragán-Fonseca, Ligia Mercedes Jiménez-Robayo y Carlos Sánchez-Isaza

| | |
|--|----|
| 7. HEMATOLOGÍA Y QUÍMICA SANGUÍNEA DE VENADOS COLA BLANCA EN ZOOLOGICOS DE COLOMBIA | 95 |
|--|----|

Omar Alejandro Salazar-Granados y Oscar Alfredo Álvarez-Méndez

| | |
|---|-----|
| 8. DETERMINACIÓN DE CONSTANTES FISIOLÓGICAS EN UN GRUPO DE VENADOS COLA BLANCA EN CAUTIVERIO | 107 |
|---|-----|

Karol B. Barragán-Fonseca, Oscar Alfredo Álvarez-Méndez y Omar Alejandro Salazar-Granados



SECCIÓN III

ASPECTOS ARQUEOZOOLÓGICOS DEL VENADO COLA BLANCA

113

9. **LA CACERÍA DEL VENADO COLA BLANCA EN AGUAZUQUE: UN SITIO DE CAZADORES-RECOLECTORES TARDÍOS EN LA SABANA DE BOGOTÁ** 115

María Fernanda Martínez-Polanco, Olga L. Montenegro, Germán Alberto Peña-León y Luz Stella Rincón-Rodríguez

10. **ARQUEOZOLOGÍA DEL VENADO COLA BLANCA EN SAN CARLOS, MUNICIPIO DE FUNZA, SABANA DE BOGOTÁ** 137

Luz Stella Rincón-Rodríguez

11. **REVISIÓN DE LOS REGISTROS ARQUEOLÓGICOS DE VENADO COLA BLANCA EN LA SABANA DE BOGOTÁ** 151

Germán Alberto Peña-León y Luz Stella Rincón-Rodríguez

SECCIÓN IV

HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL VENADO COLA BLANCA

165

12. **RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DEL MANEJO *EX SITU* DE VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN COLOMBIA** 167

Angélica R. Guzmán-Lenis y Hugo F. López-Arévalo

13. **EL SEMICAUTIVERIO COMO OPCIÓN DE MANEJO PARA EL VENADO COLA BLANCA EN EL PARQUE RECREATIVO Y ZOOLOGICO PISCILAGO (NILO, CUNDINAMARCA)** 179

Angela Andrea Camargo-Sanabria, Hugo F. López-Arévalo y Diana Sarmiento-Parra

14. **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT DEL VENADO COLA BLANCA EN UN BOSQUE SECO TROPICAL DEL MUNICIPIO DE NILO, CUNDINAMARCA, COLOMBIA** 191

Angela Andrea Camargo-Sanabria, Hugo F. López-Arévalo y Diana Sarmiento-Parra

15. **GUÍA PARA DETERMINAR LA EDAD MEDIANTE REPOSICIÓN Y DESGASTE DENTAL EN ESPECÍMENES DE COLECCIÓN DE VENADO COLA BLANCA** 207

Heidi Pérez-Moreno, Laín Efrén Pardo Vargas y Hugo F. López-Arévalo

16. **DISEÑO DE CORREDORES BIOLÓGICOS PARA VENADO COLA BLANCA ENTRE LOS PARQUES NACIONALES NATURALES CHINGAZA Y SUMAPAZ** 215

Clara Lucía Matallana-Tobón y Hugo F. López-Arévalo

17. **PROPUESTAS SOBRE LA INVESTIGACIÓN, EL MANEJO Y LA CONSERVACIÓN DEL VENADO COLA BLANCA EN COLOMBIA** 237

Hugo F. López-Arévalo, Heidi Pérez-Moreno y Olga L. Montenegro



PRESENTACIÓN

En varios escenarios se ha planteado que si la investigación no se publica no existe, lo cual en la mayoría de los casos puede ser cierto. Sin embargo, en el marco del quehacer como docente universitario, el proceso de investigación en el que se involucran estudiantes y colegas, tiene además un proceso formativo que paralelamente consolida un grupo de trabajo. Este es el caso de las investigaciones sobre el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) desarrolladas por el GRUPO EN CONSERVACIÓN Y MANEJO DE VIDA SILVESTRE GCMVS, cuyos resultados se ponen a disposición de la comunidad académica y del público en general para cerrar un ciclo investigativo de un poco más de una década.

Mi interés por investigar el venado cola blanca en Colombia nace de las primeras visitas al Parque Nacional Natural Chingaza, cuyas poblaciones de este animal no eran tan abundantes hacia finales del siglo pasado y cada avistamiento generaba gran emoción. En la actualidad, este parque continúa siendo de gran interés y afortunadamente la existencia de esta área protegida permite que tal vez hoy sea el núcleo poblacional de venado cola blanca, más grande del país. Fue para esos años y en esa área que exploramos, con mis primeras estudiantes (Diana Ramos y Claudia Núñez) y mi amigo y colega Pedro Sánchez, el estado poblacional del venado cola blanca y el borugo de montaña (*Cuniculus taczanowski*), aprovechando los trabajos que había realizado con la Fundación Natura, como biólogo en el Parque Nacional Natural Chingaza y como profesor de mamíferos en la Pontificia Universidad Javeriana.

Posterior a mis estudios de maestría en Conservación y Manejo de Vida Silvestre en la Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, durante los cuales tuve la oportunidad de conocer a varios investigadores que habían trabajado con venado (Chris Vaughan, Isabel Di Mare y Vivianne Solis), y a mi ingreso para vincularme como docente de la Universidad Nacional de Colombia en el año 2000, fue financiado por la División de Investigación de la Sede Bogotá el proyecto “Investigación en especies de fauna silvestre como estrategia para la consolidación de un grupo en conservación y manejo de vida silvestre”, a partir del cual se planteó un proyecto derivado con venado cola blanca que permitió la adquisición de equipo de campo y fue la base del actual grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (GCMVS). Tiempo después, el grupo recibió financiación del programa Fauna de Colombia de la Fundación Natura, para el proyecto “Estrategia de conservación y manejo del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, con énfasis regional en los andes colombianos” entre el 2003 y el 2004.

Desde el 2001 al 2006, el GCMVS, compuesto por docentes del Instituto de Ciencias Naturales, del Departamento de Biología y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, así como por estudiantes de pregrado y posgrado de las carreras de Biología, Medicina Veterinaria y Antropología de esta misma universidad y de la Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-(UPTC), sede Tunja, y de la Pontificia Universidad Javeriana, adelantó estudios ecológicos, etológicos, veterinarios y arqueológicos sobre el venado cola blanca, cuyos resultados de investigación se presentan en este libro. Es importante mencionar que desde el momento en el que fueron realizados los estudios no se ha avanzado mucho más en el conocimiento de esta especie y la información obtenida es estas investigaciones, principalmente a nivel pregrado, es novedosa y única para el país. Una revisión de la literatura publicada hasta 2017 es presentada por Mateus-Gutiérrez *et al.*, en este volumen.

Entre el 2006 y el 2010 realicé mis estudios doctorales en México bajo la dirección de la doctora Sonia Gallina quien, a todas luces, es la especialista con mayor trayectoria en el estudio del venado cola blanca en Latinoamérica y de otros cérvidos mexicanos. La cantidad de información recibida en el doctorado y mi interés por los cérvidos, en general, me convenció aún más sobre la importancia de los resultados que habíamos generado en el grupo entre el 2000 y el 2006, y, aunque estos se mantuvieron como literatura gris, parte de la información sobre Colombia se había podido compartir en publicaciones regionales sobre la especie como “*Biology and Management of White-tailed Deer*”, o sobre asuntos generales de cérvidos como “*Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer*”.

Por fortuna, otros autores de este libro continuaron con su interés en el estudio del venado cola blanca a través de investigaciones a nivel de maestría y doctorado en el exterior. Es el caso de Angela Andrea Camargo, quien actualmente hace su doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México, luego de terminar su maestría en el Instituto de Ecología (Inecol), Xalapa, México, investigando aspectos de la ecología de esta especie; y Carolina Mateus, coautora de varios capítulos, quien culminó sus estudios de maestría bajo mi dirección y la codirección de Pedro Sánchez, sobre la evaluación de aspectos demográficos del venado cola blanca en el Parque Nacional Natural Chingaza y actualmente está vinculada al sistema de Parques Nacionales Naturales.

Clara Matallana continuó su formación académica y con ella presentamos en el año 2001 su tesis de ecóloga en la Pontificia Universidad Javeriana titulada “Propuestas de corredores biológicos entre el PNN Chingaza y el PNN Sumapaz, cordillera Oriental colombiana” en la que tomó como modelo el venado cola blanca y el oso de anteojos. Sus estudios de posgrado se centraron en el tema de áreas protegidas y actualmente es investigadora del Instituto Alexander von Humboldt. Finalmente, otro ejemplo de esta continuidad en la formación e impacto de varios de los autores es Karol Barragán, veterinaria de la Universidad Nacional, a quien apoyamos en los estudios citogenéticos de venados en cautiverio y quien posteriormente fue contagiada por el interés en el manejo de vida silvestre terminando su maestría en Ciencias Biología en esta línea de investigación. Actualmente, Karol es profesora de la Universidad Nacional de Colombia, miembro del GCMVS y terminó su doctorado en Wageningen University (Países Bajos).

El venado cola blanca es tal vez la especie de mamífero más estudiada en América. Sin embargo, según el listado de mamíferos para Colombia presentado por Solari *et al.* (2013) la especie *O. virginianus* no está presente en el país y corresponde en su lugar a dos especies diferentes ubicadas en los Andes y en la Orinoquía. Pese a lo publicado por Solari *et al.* (2013), hasta no tener estudios que corroboren esta propuesta, en el presente libro se asume que el venado cola blanca presente en Colombia corresponde a la especie *O. virginianus*. Adicionalmente, la nueva información sobre la taxonomía y filogenia de cérvidos americanos a partir de análisis moleculares, señala la necesidad de una exhaustiva revisión taxonómica del grupo de venados neotropicales (Escobedo-Morales *et al.*, 2016; Gutiérrez *et al.*, 2017).

Así, este libro titulado *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia* presenta 17 artículos independientes elaborados por los distintos profesionales participantes, que para la publicación se asumen como capítulos y se distribuyen en cuatro secciones: la primera de ellas, “*Biología y ecología del venado cola blanca*”, presenta la taxonomía de la especie e incluye nombres comunes, distribución geográfica, uso histórico y actual y categorías. A su vez, integra un análisis de la revisión bibliográfica de la especie en Colombia para posteriormente estudiar, bajo condiciones de cautiverio, su historia natural y las plantas consumidas, finalizando con una evaluación de la densidad poblacional y uso de hábitat en la Orinoquía. En la segunda sección, se abordan aspectos genéticos, hematología y química sanguínea, así como las constantes fisiológicas. La tercera sección incluye tres estudios arqueozoológicos en los que se aborda la cacería del venado y su importancia para los grupos prehispánicos en la sabana de Bogotá, así como la revisión de los registros arqueológicos. Finalmente, en la cuarta sección, presentamos herramientas y estrategias para la conservación a diferentes escalas, lo que incluye la recopilación del manejo en cautiverio, así como la evaluación de la calidad del hábitat en condiciones de semicautiverio y la evaluación de esta opción de manejo. De manera importante, esta última sección aporta dos herramientas relevantes para la conservación de la especie, la primera es una guía para determinación la edad del venado a partir del desgaste dental y la segunda es el diseño de corredores en la región andina colombiana. Para cerrar, el capítulo final recoge nuestras conclusiones y reflexiones hacia la gestión futura del venado cola blanca en Colombia.

Hugo Fernando López-Arévalo

Líder del Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre

Agosto de 2018



AGRADECIMIENTOS

A lo largo de este proceso y en aspectos específicos de cada uno de los capítulos o en la obra completa, son múltiples las personas e instituciones que nos han apoyado, esperamos no olvidar a ninguna de ellas. De ser así no sería una omisión premeditada, sino una broma de la memoria:

A la Unidad Administrativa Especial de Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia PNN por la financiación del contrato de prestación de servicios 116/2005: “Estudio biológico que determine la viabilidad de la reintroducción del venado cola blanca al Parque Nacional Natural Los Nevados”.

Al Parque Nacional Natural Chingaza, sus directores, funcionarios y encargados del área de cartografía.

A la Fundación Natura por el financiamiento parcial de varias de las investigaciones derivadas del proyecto “Estrategia de conservación y manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con énfasis regional en los Andes colombianos”.

Al Parque Recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio (PRZP), a sus directivas, empleados, guardaparques y funcionarios, por aceptarnos y apoyarnos en el desarrollo de varias de las investigaciones.

A las personas que suministraron la información y prestaron la ayuda necesaria sobre el manejo en cautiverio en la Fundación Zoológica de Cali, Fundación Zoológico de Santacruz, Parque Recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio, Bioparque Los Ocarros, Zoológico Matecaña, Zoológico Jaime Duque, Finca Balmoral, Finca Ceboruco y Fundación Gabriel Arango Restrepo.

Los trabajos de rescate arqueológico del sitio San Carlos fueron adelantados por la Fundación ERIGATE, bajo la coordinación del arqueólogo Francisco Romano.

A la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales Fian del Banco de la República por el patrocinio de algunos análisis arqueozoológicos acá presentados.

Al Centro de Información e Investigación Georreferenciada de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana, por el apoyo en la tesis que cubrió el capítulo de diseño de corredores.

A la Universidad Nacional de Colombia, División de Investigación, sede Bogotá por la financiación DI00C1054 de 2001 “Investigación en especies de fauna silvestre como estrategia de consolidación de un grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre”.

A los programas académicos de la Universidad Nacional de Colombia, Posgrado en Ciencias Biología, a las carreras de Biología y Medicina Veterinaria.

A la Facultad de Ciencias, por el apoyo en la publicación de esta obra.

El Instituto de Ciencias Naturales (ICN), a cada uno de sus directores y a cada uno de nuestros colegas quienes apoyaron los diferentes trabajos desde el inicio hasta la publicación final, así como a los directores del Herbario Nacional Colombiano, por el apoyo en el procesamiento y determinación de las muestras botánicas.

A los colegas y amigos de los grupos de Arqueología y Ambiente, y Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Colombia, por todo su apoyo, dedicación en la enseñanza y guía de muchos de los trabajos acá presentados.

Dentro de cada institución y fuera de ellas queremos resaltar el apoyo personal de:

Carolina Falla y Haydy Monsalve por su colaboración, apoyo veterinario y personal en las actividades realizadas con animales en cautiverio.

Como evaluadores de capítulos cuyos comentarios y sugerencias enriquecieron la información acá presentada, agradecemos a: Agustín Rudas, Carolina Falla, Claudia Brieva, Delio Orjuela, Diana Sarmiento, Elizabeth Meza, Germán Jiménez, Gonzalo Correal, Heidy Monsalve, Jaime Ramírez, José Vicente Rodríguez, Julio Betancur, Martha Bueno, Milton Rodríguez, Patricia Black-Décima, Pedro Sánchez Palomino, Susana González y Adriana Maldonado.

Especial agradecimiento a Luis Alberto Villa-Duran por la asesoría y el acompañamiento, a Carlos Lora Gómez, jefe de programa del PNN Chingaza por sus ideas y apoyo, a Armando Sarmiento por su colaboración en el manejo del software utilizado y a Edgar Segura por toda su colaboración, interés e información suministrada en el proceso de tesis de Clara Matallana.

A Sonia Gallina por su apoyo en la revisión del manuscrito total, por sus comentarios siempre acertados y por motivarnos a que hiciéramos realidad este libro, y por supuesto gracias por su amistad.

A Salvador Mandujano por sus valiosos comentarios en varias de las etapas del manuscrito, tanto como evaluador de capítulos como revisor de todo el documento. Su visión fresca de la obra completa y sus comentarios fueron claves para cerrar de mejor forma este proceso. Además de permitirnos usar una de sus hermosas obras como portada de nuestro libro.

A la profesora Lauren Raz por la revisión de los resúmenes en inglés de los artículos.

A Hernán Serrano por el apoyo en la reelaboración de algunas figuras.

A todos los estudiantes, amigos y colegas que apoyaron la edición: Angela Andrea Camargo Sanabria, Bibiana Gómez Valencia, Carolina Mateus, Laín Pardo, Luisa Fernanda Liévano Latorre, Dalí Alexandra Rojas Díaz y Heidi Pérez Moreno, quien en su proceso académico dio especial impulso a este libro en varias oportunidades y su apoyo fue crucial en la etapa final.

A Olga Lucía Montenegro Díaz por sus aportes críticos, su apoyo personal, colegaje y amistad puesta a prueba muchas veces, al igual que Pedro Sánchez, amigo y colega incondicional.

Finalmente, a nuestras familias y colegas que están con nosotros, algunos de ellos acompañaron el proceso y otros llegaron durante el mismo, gracias por aceptar alejarnos de ellos debido a las actividades que la investigación y la docencia implican. A los familiares y colegas que nos han dejado su legado de trabajo y vida como ejemplo, un sentimiento de gratitud perpetuo.



SECCIÓN I

Biología y ecología del venado cola blanca

(Odocoileus virginianus)

CAPÍTULO 1

Generalidades de la especie

Hugo F. López-Arévalo, Laín Efrén Pardo Vargas y Heidi Pérez-Moreno

RESUMEN

La distribución potencial del venado cola blanca en Colombia abarca la mayor parte del territorio nacional, de 0 a 4000 m s. n. m. tanto en sabanas y bosques abiertos como en los páramos de las cordilleras Central, Oriental y los Andes del departamento de Nariño. Se registran más de 40 nombres locales. El registro arqueozoológico de este venado data de 12 000 años atrás y hace aproximadamente 9000 años, los grupos de cazadores-recolectores del altiplano cundiboyacense lo utilizaban como una fuente de alimento y como herramienta para su supervivencia. En Colombia la gestación en cautiverio dura entre 190 y 210 días, generalmente con una cría en el primer parto y dos en el siguiente. En semicautiverio, se calculó un área de acción menor para la hembra, 12.26 a 18.97 ha y para el macho de 16.97 a 26.63 ha; para individuos liberados en una hacienda ganadera ubicada en bosque seco tropical, se calculó un área de 114 ha para una hembra y 378 ha para un macho.

Las principales causas que afectan las poblaciones silvestres del venado cola blanca son la fragmentación, la destrucción y degradación del hábitat, la interacción con especies domésticas, y la sobreexplotación derivada del uso indiscriminado de las comunidades rurales y la cacería furtiva. Teniendo en cuenta las diferencias fenotípicas presentes en los venados cola blanca de Colombia y la complejidad geográfica del país, en este capítulo se considera la presencia de cuatro subespecies. Según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN se estableció la categoría de CR (en peligro crítico) para la subespecie *O.v. tropicalis*, DD (datos deficientes) para las subespecies *O.v. goudotti* y *O.v. ustus*, y LC (preocupación menor) para la subespecie *O.v. apurensis*.

INTRODUCCIÓN

A pesar de ser uno de los mamíferos más estudiados en el mundo y presentar a lo largo de su distribución geográfica un alto valor cinegético, es poco lo que se conoce en Colombia acerca de la ecología y biología del venado cola blanca (*Odocoileus*

Palabras clave: Venado cola blanca, Colombia, *Odocoileus virginianus*

ABSTRACT

The potential distribution of white-tailed deer in Colombia covers most of the national territory, from 0-4000 meters above sea level, in savannahs and open forests, in addition to the paramos of the Central, Oriental and Nariño Andes. More than 40 local names are registered. The archaeozoological record of the deer dates back to 12 000 years and about 9000 years ago, hunter-gatherer groups of the highlands of Cundinamarca and Boyaca used it as a source of food and as a tool for their survival. In Colombia, gestation in captivity lasts between 190 and 210 days, usually with one fawn in the first birth and two in the next. In semicaptivity, a smaller area of action was calculated for the female, 12.26 to 18.97 ha, and for the male from 16.97 to 26.63 ha; for individuals released on a ranch in tropical dry forest, an area of 114 ha was calculated for a female and 378 for a male. The main causes that affect wild populations of white-tailed deer are habitat fragmentation, destruction and degradation; interaction with domestic species in addition to over exploitation due to indiscriminate use by rural communities and poaching. Taking into account the phenotypic differences present in the white-tailed deer of Colombia and the geographic complexity of the country, this chapter considers the presence of four subspecies. According to the criteria of the IUCN the category of CR (critically endangered) was established for the subspecies *O.v. tropicalis*, DD (deficient data) for subspecies *O.v. goudotti* and *O.v. ustus*, and as LC (least concern) the subspecies *O.v. apurensis*.

Keywords: White-tailed deer, Colombia, *Odocoileus virginianus*

virginianus Zimmerman, 1780). En consecuencia, sus poblaciones silvestres son casi desconocidas para la ciencia, aunque es extensa su distribución en el territorio nacional. Gracias a su amplitud ecológica, su manejo y conservación se relaciona

con otras especies y sus hábitats. Afortunadamente, la aceptación social que tiene en la mayoría de las comunidades humanas permite propiciar un cambio de actitud en el público general sobre la importancia de conservar, conocer y usar nuestra diversidad biológica.

Con base en la revisión de información secundaria sobre el venado cola blanca, en este

capítulo se presenta una visión general de la distribución, estatus taxonómico, morfología, historia natural, manejo de la especie y conservación con énfasis en la información generada en los últimos años para Colombia. Esto es complementario a otras revisiones realizadas para Latinoamérica como la de Gallina *et al.* (2010) y Ortega-S. *et al.* (2011).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La especie se distribuye desde el sur de Canadá hasta el norte de la Amazonia brasileña, generalmente al norte del Amazonas (Eisenberg, 1989), Ecuador, Perú y noroeste de Bolivia (Baker, 1984) con un único registro en este último país para la cordillera de Apolobamba entre los 3900 y 4000 m s. n. m. (Jungius, 1974 citado en Ergueta y de Morales, 1996). Es una especie de extraordinaria amplitud ecológica que se encuentra en selvas ralas, matorrales, cardonales, sabanas tropicales, áreas pantanosas y páramos andinos desde los 0 hasta los 4000 m s. n. m., sin embargo el bioma de sabana parece ser el más favorable (Brokx, 1984).

En Colombia su distribución potencial abarca la mayor parte del territorio nacional (figura 1.1), las sabanas y bosques abiertos de la Orinoquía y Amazonia (solo registrado al norte de ésta), la planicie del Caribe desde Córdoba hasta el sur de La Guajira, la región del alto Magdalena, Tolima, Cundinamarca, Huila y Valle del Dagua. En el piso térmico frío cubre las cordilleras Central y

Oriental y los Andes de Nariño hasta unos 4000 m s. n. m. (Alberico *et al.*, 2000). En el Parque Nacional Natural Los Nevados, cordillera Central, se registraron poblaciones por última vez en la década de los sesenta, aunque recientemente se han vuelto a registrar individuos (Mateus-Gutiérrez, 2006).

Para la cordillera Oriental se registra en Nariño (Laguna de La Cocha), Cundinamarca (Páramo de Sumapaz y Páramo de Chingaza), Boyacá (Sierra Nevada del Cocuy, Iguaque y Páramo de Pisba), Norte de Santander (Serranía de Los Motilones), así como en la Sierra Nevada de Santa Marta (Cuervo *et al.*, 1986; Alberico *et al.*, 2000; López-Arévalo *et al.*, 2004). Los ejemplares depositados en las principales colecciones científicas colombianas provienen de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta, Vichada, Vaupés, Caquetá, Cesar, Santander, Boyacá, Cundinamarca y Cauca. La figura 1.2 muestra los diferentes registros de presencia de la especie.

TAXONOMÍA

Nombres comunes: venado coliblanco, venado de cornamenta, venado de páramo, venado reinoso, venado llanero, venado cola blanca, venado de racimo, venado blanco, taruca, ciervo, cierva, cuerva, ciervita, venado sabanero, venado caramelo o caramerudo, venado de ramazón, venado cachiliso, venado cachiforrado, venado cachienvainado, venado grande, cucampo, venado pelón (Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995).

Nombres indígenas en Colombia: síkarama (lengua tunebo), sawáya mejaca ñama (piaroa) / Sawayá (piaroa), ejaca jama (piaroa), chom quet (puinave), ovébi (guahibo), edúma (para los juveniles) (guahibo), quenánali (para los individuos con cornamenta pequeña) (guahibo), awebi (guahibo), agébi / agebi (guahibo), nerri, Curripaco, rra'ma, namá (wayú), huey (cuniamia, guayabero), chichica (muisca), guahakí (andaki), chuntahe (cuna), sun-

day (cuna), uase (arhuaco), kusaru (arzarío), vima (chimila), viisa (yukpa), irrama (guajiro), amusha (yu'pa) (Rodríguez-Mahecha *et al.*, 1995).

La sistemática de los cérvidos neotropicales ha sido poco estudiada y además es profundamente controvertida (Ruiz-García *et al.*, 2007b). Del mismo modo, la taxonomía del venado cola blanca se ha prestado para varias interpretaciones ya sea a nivel genérico o específico. Aún en la actualidad, se cuestiona la relación de los *O. virginianus* norteamericanos y los de Suramérica. Así, Molina y Molinari (1999) sugirieron que los venados de Venezuela y otros *Odocoileus* neotropicales corresponden a una especie diferente de *O. virginianus*, proponiendo que las formas andinas como *Odocoileus lasiotis* y otras especies restantes de Venezuela corresponderían a *Odocoileus cariacou*, *Odocoileus margaritae* y *Odocoileus curassavicus*.

Por su parte, Moscarella *et al.* (2003) mediante un estudio filogeográfico determinaron niveles moderados de polimorfismo genético en las tres subespecies venezolanas, por lo que estos venados podrían ser considerados como una entidad evolutiva diferente. Sugieren a su vez, que la subespecie *Odocoileus virginianus margaritae* y *Odocoileus virginianus goudotti* son unidades evolutivas germinales y pueden ser establecidas como grupos diferentes. Sin embargo, aclaran que no hay información suficiente para elevarlo de nivel taxonómico, como sugieren Molina y Molinari (1999). Con base en el conocimiento actual para Colombia, se propone mantener la presencia de una única especie *O. virginianus* (Mateus-Gutiérrez y López-Arévalo, 2019), contrario a lo planteado por Solari *et al.* (2013), quienes reconocen dos especies.

En lo que respecta a los géneros de cérvidos colombianos los últimos estudios mediante secuenciación de ADN mitocondrial y marcadores microsatelitales, sugieren que las secuencias de *Mazama americana* tienen una fuerte relación filogenética con varias secuencias de *O. virginianus*. Así mismo, las secuencias de esta última especie provenientes del área central colombiana, mostraron una relación más fuerte con una secuencia de la especie norteamericana *Odocoileus hemionus* que con las secuencias de otros *O. virginianus* de distintas áreas (Ruiz-García *et al.*, 2007b). Complementario al anterior estudio, Ruiz-García *et al.* (2007a) observaron una heterogeneidad genética significativa entre diversas poblaciones de *Mazama americana* y *O. virginianus* de diferentes países neotropicales. A esto se une la nueva información sobre la taxonomía y filogenia de cérvidos americanos a partir de análisis moleculares, cuyos resultados señalan la necesidad de una exhaustiva revisión taxonómica del grupo de venados neotropicales (Escobedo-Morales *et al.*, 2016; Gutiérrez *et al.*, 2017).

Las diferencias fenotípicas a lo largo de su amplia distribución y su flexibilidad ecológica permiten sugerir la existencia de varias subespecies. Por ejemplo, Smith (1991) considera en la revisión de la especie hasta 38 subespecies de *O. virginianus* en América de las cuales, la mayoría de autores reconocen 30 para Norteamérica y América Central (Taylor, 1956; Baker, 1984; ambos citados en Smith, 1991) y se sugieren de siete (Cabrera, 1961) a nueve subespecies (Brokx, 1984) para Suramérica.

De acuerdo al autor que se considere, el número de subespecies presentes en Colombia puede estimarse entre tres y seis (Cabrera, 1918, 1961; Brokx, 1984; Smith, 1991; González, 2001). Según la propuesta de Brokx (1984) y teniendo en cuenta las diferencias fenotípicas presentes en los venados

cola blanca de Colombia, así como la complejidad geográfica del país, en este capítulo se considera la presencia de cuatro subespecies (figura 1.1):

1. *Odocoileus virginianus goudotii* (Gay y Gervais, 1846): localidad típica de regiones altas de la Nueva Granada. Se distribuye en los Andes colombianos y son diferentes a los *Odocoileus* de los Andes venezolanos (Molinari, com. pers.).
2. *Odocoileus virginianus ustus* (Trouessart, 1910): localidad típica “El Pelado” (4100 m s. n. m.), al norte de Quito, Ecuador. Su presencia es muy probable en el sur de Colombia, aunque aún no se tiene evidencia.
3. *Odocoileus virginianus tropicalis* (Cabrera, 1918): localidad típica “La María” en el Valle del Dagua, Colombia y se encontraría al occidente de la cordillera Occidental, costa pacífica colombiana. Sin embargo, es señalada como extinta por Hernández-Camacho *et al.* (1992).
4. *Odocoileus virginianus apurensis* (Brokx, 1972): se encontraría al oriente de los Andes colombianos, Llanos Orientales y Amazonia colombiana. Aunque Molinari (com. pers.) propone que al ser este un nombre asignado sin contar con un holotipo ni una descripción precisa, se considere al venado de Apure y de los Llanos Orientales de Colombia como una subespecie de *O. cariacon*, totalmente aparte de otras subespecies suramericanas.

Existe la posibilidad de la presencia de una quinta subespecie que correspondería a *O. v. curasavicus* (Hummelinck, 1940), con localidad tipo la isla de Curaçao. Sin embargo, esta no cuenta con soporte bibliográfico y solo Hummelinck (1940) la registra en La Guajira. En este sentido, es posible que haya sido introducida a la isla de Curaçao (Husson, 1960 citado en Brokx, 1984; Molina y Molinari, 1999) y también en la península de La Guajira.

Teniendo en cuenta que en el país no existen estudios más específicos sobre las subespecies de *O. virginianus* y que varias de las descripciones originales se basan en individuos mal preservados sin un lugar claro de origen, se considera importante profundizar sobre cuáles de las subespecies posibles están presentes en nuestro país, así como las implicaciones para su manejo y conservación.

ASPECTOS MORFOLÓGICOS

El venado cola blanca es un animal de talla media, con un peso entre 30 y 120 kg y una altura de la cruz de aproximadamente 950 mm en individuos adultos (Eisenberg, 1989). Los individuos de tamaños más grandes se encuentran en latitudes altas, mientras que los individuos más pequeños se presentan en latitudes cercanas al Ecuador (Smith, 1991). En tierras altas tropicales los ejemplares tienden a ser un poco más grandes que los de tierras bajas, con un peso aproximado de 63 a 65 kg para los machos y de 50 a 55 kg para las hembras; mientras los pesos promedios en tierras bajas son de 48 kg en machos y 35 kg en hembras (Geist, 1998).

La longitud corporal registrada para individuos adultos en zoológicos colombianos oscila entre 1130 mm a 2260 mm y la longitud de la cola entre 130-140 mm. Por su parte el peso varía entre 27 y 45 kg en las hembras y 36 a 100 kg en los machos (Guzmán-Lenis, 2005). La coloración general varía un poco según la zona geográfica: es grisácea para individuos de zonas altas o rojiza para individuos de zonas bajas tropicales. El venado cola blanca presenta áreas blancas conspicuas en el vientre, debajo de la cola y en el borde anterior del labio (Brokx, 1984). Las crías recién

nacidas presentan una coloración café oscura con manchas blancuzcas en los costados y en el lomo.

Los machos desarrollan cornamenta rugosa y con varias puntas, mientras que las hembras no presentan dicha característica. En las zonas templadas se presenta un ciclo regular de muda de astas, mientras que para la zona tropical pueden encontrarse machos con astas pulidas a lo largo del año (Blouch, 1987). La cornamenta está formada por tejido óseo, crece cubierta por terciopelo y es irrigada por varios vasos sanguíneos. Luego de un tiempo la circulación sanguínea se suspende, el terciopelo se seca y posteriormente la cornamenta cae para dar comienzo nuevamente al ciclo (Sauer, 1984). En los Llanos Orientales de Colombia se han observado individuos hasta con catorce puntas en la cornamenta, aunque en la mayoría de los casos este número oscila entre seis y diez.

La fórmula dental de la especie es: I 0/3, C 0/1, P 3/3, M 3/3 (Eisenberg, 1989), la cual presenta reposición en las piezas dentales hasta aproximadamente los dos años de edad para posteriormente comenzar a desgastarse (Severinghaus, 1949).

HISTORIA NATURAL

Tanto en América tropical como en las zonas templadas el ciclo de astas de los machos se encuentra relacionado con el ciclo reproductivo (Brokx, 1984). Solo los machos con cornamenta pulida son activos sexualmente y son capaces de reproducirse al año de edad aproximadamente (Brokx, 1972 citado en Geist, 1998). La época en la que son más comunes los machos con astas pulidas depende de la región en la que se encuentran y de la subespecie. De esta manera la tendencia a encontrar machos con esta condición en las localidades septentrionales, va desde finales de año hasta mayo (Verme y Ullrey, 1984; Weber *et al.*, 1994), y durante todo el año en las localidades más ecuatoriales (Brokx, 1984). En esta última zona, el ciclo de los individuos de una misma población no está totalmente sincronizado y en consecuencia se encuentran machos con astas pulidas a través de todo el año, tal como se evidencia en los Llanos Orientales colombianos y bosques secos de Guanacaste, Costa Rica (Blouch, 1987; Rodríguez y Solís, 1994).

En individuos en cautiverio se registran grupos de machos con y sin sincronía en sus ciclos de astas. Para el caso de las hembras, el promedio

de edad del primer estro es de 1.5 años, en el que existe una tendencia hacia la estacionalidad dada por los nacimientos de los cervatillos entre los meses de septiembre y febrero. La gestación tiene una duración de 190 a 210 días, y generalmente se tiene una cría en el primer parto y dos en el siguiente (Guzmán-Lenis, 2005). A los 10.5 años de edad los dientes han llegado al nivel de la línea de la encía y pocos viven luego de esta edad (Sauer, 1984). Información sobre aspectos como la hematología, química sanguínea y la caracterización cromosómica de individuos en cautiverio en Colombia se encuentra en Álvarez-Méndez y Salazar-Granados (2019) y Barragán-Fonseca *et al.* (2019).

El venado cola blanca es un herbívoro generalista que se alimenta de los recursos que están estacionalmente disponibles. Prefiere las hojas tiernas, ramas y frutos de las plantas arbóreas y arbustivas más que de las herbáceas (DiMare, 1994), variando estacionalmente la composición y frecuencia de especies que hacen parte de su dieta (Arceo *et al.*, 2005). En el país se han adelantado estudios sobre la dieta y uso de hábitat en tres ecosistemas diferentes: páramos (Ramos, 1995; Garavi-

to, 2004), bosque seco tropical (Mateus-Gutiérrez, 2005) y sabana de los Llanos Orientales (González, 2001). En condiciones de semicautiverio, el venado cola blanca prefiere áreas de cultivos y de plantas ornamentales debido a que allí puede encontrar mayor variedad de plantas disponibles a lo largo del año (Mateus-Gutiérrez, 2005).

Su actividad como herbívoro influye en la estratificación vertical y en la composición de algunos bosques al modificar la vegetación de acuerdo a sus preferencias alimenticias. Además, el venado cola blanca es una especie importante en esta cadena, no solo por su condición de presa sino porque sus restos son consumidos por organismos carroñeros y necrófagos como chulos, zorros, coleópteros, etc. Los excrementos del venado y sus astas mudadas se ven involucradas en dinámicas ecológicas particulares con otros organismos, al igual que los huesos que son usados como fuente de calcio y fósforo por especies de roedores como ardillas y ratones (Janzen, 1991; Galindo-Leal y Weber, 1998).

El área de acción de la especie es ampliamente variable, desde unas pocas hectáreas hasta más de 500 y depende principalmente de factores ambientales como el clima y el tipo de cobertura, así como de factores comportamentales (Marchinton y Hirth, 1984; Calvopiña, 1994; Bello *et al.*, 2001). En Colombia, durante un seguimiento de siete meses en condiciones de semicautiverio, se calculó un tamaño en el área de acción que varía para la hembra de 12.26 a 18.97 ha y para el macho de 16.97 a 26.63 ha (Camargo-Sanabria, 2005; Mateus-Gutiérrez, 2005). A partir del seguimiento de cuatro individuos liberados en una hacienda ganadera en bosque seco tropical, por un período entre cuatro y once meses, se calculó un área de 114 ha para una hembra y 378 para un macho (Gómez-Giraldo, 2005).

La densidad poblacional de la especie en Colombia es poco conocida, no obstante la tendencia en el número de avistamientos en algunas áreas de páramo del Parque Nacional Natural Chingaza, indica un aumento en sus densidades durante los últimos diez años. Sin embargo, hacen falta estimaciones más rigurosas. En el municipio de Paz de

Ariporo, Casanare en la Orinoquía colombiana, se estimó una densidad poblacional entre 0.11 y 0.44 venados/ha a partir de conteos directos en transectos lineales. Se observó un mayor número de hembras y la distribución de edades se caracterizó por una mayor proporción de adultos, seguida de juveniles y crías (Pérez-Moreno, *et al.* 2019).

A lo largo de su distribución las densidades de la especie varían de acuerdo a la presión de caza, tipo y calidad de hábitat, y al método de estimación usado. Por ejemplo, a partir del conteo de grupos fecales durante diez años en la Reserva de la Biosfera la Machita, México, la densidad varía anualmente entre 0.03 a 0.45 venados/ha (Gallina, 1994). Sin embargo, estos métodos presentan resultados similares estacionalmente por lo que son útiles como índices para el monitoreo poblacional (Mandujano y Gallina, 1995).

En su ambiente natural, los individuos de esta especie son bastante tímidos, silenciosos al moverse, capaces de tener una rápida huida cuando se sienten amenazados o de permanecer inmóviles para camuflarse con el medio. Aunque es un animal típicamente crepuscular, puede encontrarse activo tanto en el día como en la noche, en pequeños grupos o individuos solitarios, principalmente los machos; sin embargo cambia su actividad de acuerdo a las variables ambientales (Marchinton y Hirth, 1984).

Según Camargo-Sanabria *et al.* (2019) el comportamiento social y la posición jerárquica de un grupo de venados en semicautiverio coinciden con lo descrito para la especie en vida silvestre, donde un individuo de alto rango domina sobre un miembro subordinado. En ese estudio la categoría comportamental más común en los machos fue la agresión, mientras que en las hembras las categorías más frecuentes fueron el acicalamiento y el comportamiento de alerta, esta última de mayor frecuencia en los juveniles. Otros trabajos indican que antes del período de apareamiento se presenta un aumento en las interacciones agresivas en el caso de los machos y el establecimiento de una jerarquía bien definida (Townsend, 1973 citado en Marchinton y Hirth, 1984).

USO HISTÓRICO Y ACTUAL DEL VENADO COLA BLANCA

Colombia cuenta con registros arqueológicos del venado cola blanca desde hace 12 000 años, constituyéndose como una especie de alto valor cinegético para las comunidades. Peña-León y Pinto (1996) indican, por ejemplo, que grupos de cazadores recolectores del altiplano cundinamarqués

preferían principalmente el venado cola blanca *O. virginianus* y el curí *Cavia porcellus*, como fuentes de alimento. Hace aproximadamente 9000 años, los grupos de cazadores-recolectores del altiplano cundiboyacense utilizaban el venado cola blanca como una fuente de alimento y como herramienta para

su supervivencia, ya que con sus huesos fabricaban diferentes utensilios y su piel era utilizada para proporcionar abrigo (Correal y Van Der Hammen, 1977; Rincón-Rodríguez, 2019).

Actualmente, el venado cola blanca es una de las especies silvestres más utilizadas por parte de las comunidades en el país, ya sea en caza de subsistencia, de control o deportiva. También es usada

como mascota o elemento decorativo, para el comercio de pieles o partes, e incluso hasta hace poco se usó en celebraciones religiosas en áreas rurales andinas. Aunque no se cuenta con estudios detallados sobre la magnitud de su caza de subsistencia o autoconsumo, se tienen registros recientes para municipios de los departamentos de Boyacá (Blanco y Zabala, 2005), Cundinamarca, Meta y Casanare, entre otros (observaciones personales).

MANEJO EN SEMICAUTIVERIO O *EX SITU*

La mayor experiencia de manejo del venado cola blanca se ha dado en la parte norte del continente americano. En Canadá los individuos de la especie se encuentran comúnmente en granjas de caza (Galbraith *et al.*, 1998) y en Estados Unidos la especie tiene una importancia especial para la caza deportiva generando considerable cantidad de recursos económicos (Terr, 1994).

Por su parte, en México es una de las especies más abundantes en cautiverio y como parte de la fauna silvestre mexicana es la más importante económica y cinegéticamente (Weber y Galindo-Leal, 1992). Este país es quizás el único de Latinoamérica con un programa de manejo constituido que cuenta con granjas establecidas tanto para caza deportiva como para cría en cautiverio (Villarreal, 2000). Sin embargo, los demás países latinoamericanos en los que está presente el venado cola blanca no se tiene un manejo especializado, aunque la especie es fuente importante de alimento (Ojasti, 2000).

Actualmente la legislación colombiana permite el aprovechamiento de cualquier especie de fauna silvestre con fines de fomento para zootecnia y cotos de caza, siempre y cuando los particulares demuestren que esta actividad no afecta negativamente las poblaciones silvestres de acuerdo con la Ley 611 de 2000 y la Resolución 1317 de 2000 (Ministerio del Medio Ambiente, 2000). Sin embargo, hasta la fecha no hay una granja, zoológico o coto de caza legalmente constituido para la especie. No obstante, algunas granjas privadas mantienen grupos relativamente grandes desde hace algún tiempo y existen varias poblaciones de venado cola blanca mantenidas en cautiverio, incluidos zoológicos, parques ecológicos y granjas particulares. Guzmán-Lenis (2005) documentó las experiencias de manejo *ex situ* de la especie en seis zoológicos, dos granjas y una reserva privada a partir de lo cual registró más de 100 individuos en cautiverio entre 2003 y 2004.

ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Las principales causas que afectan y amenazan las poblaciones silvestres del venado cola blanca son básicamente las mismas que han venido afectando otras especies silvestres en el país. Entre estas se encuentra la fragmentación, destrucción y degradación del hábitat; la interacción con especies domésticas y la sobreexplotación derivada del uso indiscriminado de las comunidades rurales y de la cacería furtiva (López-Arévalo y Morales-Jiménez, 2004). El venado cola blanca tiene un alto valor cinegético en la mayoría de zonas del país en las que aún se encuentran poblaciones silvestres de esta especie, lo que aumenta la necesidad de desarrollar estrategias de manejo para su conservación.

Dentro de los apéndices de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies Silvestres Cites, la única referencia de la especie corresponde a la subespecie *Odocoileus virginianus mayensis* en Guatemala incluida en el apéndice número III (Cites, 2005). Dentro de las categorías de conservación, la especie se clasifica a nivel mundial como LC (preocupación menor) (Gallina y López-Arévalo, 2008). La revisión de López-Arévalo y González-Hernández (2006), basada en los criterios de la UICN, sugiere la categoría de CR (en peligro crítico) para la subespecie *O.v. tropicalis*, DD (datos deficientes) para las subespecies *O.v. goudotti* y *O.v. ustus*, y LC (preocupación menor) para la subespecie *O.v. apurensis* (figura 1.1).

LITERATURA CITADA

- ALBERICO, M., A. CADENA, J. HERNÁNDEZ-CAMACHO Y Y. MUÑOZ-SABA. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1): 43-75.
- ARCEO, G., S. MANDUJANO, S. GALLINA Y L.A. PÉREZ-JIMÉNEZ. 2005. Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia* 69(2): 159-168.
- BAKER, R. H. 1984. Origin, classification and distribution. En: L.K. Halls (editor.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 1-18. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- BARRAGÁN-FONSECA, K., L. JIMÉNEZ-ROBAYO Y C. SÁNCHEZ-ISAZA. 2019. Caracterización cromosómica del venado cola blanca en Colombia. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 85-88. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- BELLO, J., S. GALLINA, M. EQUIHUA, S. MANDUJANO Y C. DELFÍN. 2001. Activity areas and distance to water sources by white-tailed deer in northeastern Mexico. *Vida Silvestre Neotropical* 10(1-2): 30-37.
- BLANCO-ESTUPIÑÁN, L. Y A.I. ZABALA-CRISTANCHO. 2005. Recopilación del conocimiento local sobre el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como base inicial para su conservación en la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Pisba, en los municipios de Socha y Tasco (Boyacá, Colombia). Trabajo de grado, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja.
- BLOUCH, R.A. 1987. Reproductive seasonality of the white-tailed deer on the Colombian Llanos. Pags. 339-343 en: C. Wemmer (ed.), *Biology and management of the Cervidae*. Smithsonian Institute Press, Washington, D.C.
- BROKX, P.A. 1984. South America. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 525-546 Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- CABRERA, A. 1918. Sobre los *Odocoileus* de Colombia. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 18: 300-307.
- CABRERA, A. 1961. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. *Revista del museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* (Ciencias zoológicas) 4: 325-328.
- CALVOPIÑA, J. 1994. Evaluación de la reintroducción del venado cola blanca en Cóbano de Puntarenas, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 369-381. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- CAMARGO-SANABRIA, A.A. 2005. Evaluación preliminar del área de acción y patrón de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), como parte de una alternativa de manejo *ex situ* en un bosque seco tropical (Cundinamarca, Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- CAMARGO-SANABRIA, A. A., H.F. LÓPEZ ARÉVALO Y D. SARMIENTO-PARRA. 2019. El semicautiverio como opción de manejo para el venado cola blanca en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago (Nilo, Cundinamarca). En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 179-182. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CITES. 2011. *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre*. Consultado el 9 de marzo de 2017. <https://cites.org/eng/app/appendices.php>
- CORREAL, G. Y T. VAN DER HAMMEN. 1977. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama: 11 000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.
- CUERVO, A., J. HERNÁNDEZ Y A. CADENA. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia. Anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* 15(71-75): 471-501.



- DiMARE, I. 1994. Hábitos alimentarios del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Puntarenas, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 73-90. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics. Volumen 1. The Northern Neotropics. Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana*. University of Chicago Press, Chicago.
- ERGUETA, P. Y C. DE MORALES. 1996. *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. Centro de datos para la conservación, Edobol, Bolivia.
- GALBRAITH, J., G. MATHISON, R. HUDSON, T. McALLISTER Y K. CHENG. 1998. Intake, digestibility, methane and heat production in bison, wapiti and white-tailed deer. *Canadian Journal of Animal Science* 78: 681-691.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D. F.
- GALLINA, S. 1994. Dinámica poblacional y manejo de la población de venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 207-234. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALLINA, S. Y H. LÓPEZ ARÉVALO. 2008. *Odocoileus virginianus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013-3. Consultado el 8 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T42394A22162580>
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, J. BELLO, H. LÓPEZ-ARÉVALO, Y M. WEBER. 2010. White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780). En: J.M. Duarte y S. González (eds.), *Neotropical Cervidology: Biology and medicine of Latin American deer*: 101-118. Funep/UICN, Jaboticabal, Brazil.
- GARAVITO, A. C. 2004. Caracterización y uso de hábitat del venado cola blanca en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco (Cundinamarca). Tesis de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- GEIST, V. 1998. *Deer of the world: Their evolution behavior and ecology*. Stackpole Books, Mechanicsburg, Estados Unidos de América.
- GÓMEZ-GIRALDO, C. 2005. Radio-telemetría aplicada a la reintroducción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Trabajo de grado, Maestría en Bosques y Conservación Ambiental, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- 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. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- GUZMÁN-LENIS, A. 2005. Análisis de las experiencias colombianas de manejo *ex situ* de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como aporte a su conservación. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., A. HURTADO, R. ORTIZ Y T. WALSCHBURGER. 1992. Centros de endemismo. En: G. Halffter (ed.), *La Diversidad Biológica de Ibero América*: 389. Tomo I. Instituto de Ecología, México.
- HUMMELINCK, W. 1940. Zoogeographical remarks. *Studies on the Fauna of Curaçao, Aruba, Bonaire and the Venezuelan Islands* 1: 109-130.
- JANZEN, D.H. 1991. *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca, White tailed deer). En: D.H. Janzen (ed.), *Historia Natural de Costa Rica*: 495-497. Traducción Manuel Echavarría A. Primera edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José de Costa Rica.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A.L. MORALES-JIMÉNEZ. 2004. Conservación de los mamíferos colombianos. En: A.L. Morales-Jiménez, F. Sánchez, K. Poveda y A. Cadena (eds.), *Guía de Mamíferos terrestres de Colombia*: 24-34. Bogotá.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J.V. Rodríguez-M., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros

- rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.
- MANDUJANO, S. Y S. GALLINA. 1995. Comparison of deer censusing methods in tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23(2):180-186.
- MARCHINTON, R.L. Y D.H. HIRTH. 1984. Behavior. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 129-168. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. Y H.F. LÓPEZ ARÉVALO. 2019. Análisis de la información bibliográfica sobre el venado cola blanca en Colombia. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 29-32. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2005. 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, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2006. Informe final del estudio biológico que determine la viabilidad de la reintroducción del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, en el Parque Nacional Natural Los Nevados. Informe final del contrato de prestación de servicios 116/2005. Unidad Especial de Parques Nacionales Naturales. Colombia.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2000. Resolución 1317 de 2000, por la cual se establecen unos criterios para el otorgamiento de la licencia de caza con fines de fomento y para el establecimiento de zocriaderos y se adoptan otras determinaciones.
- MOLINA, M. Y J. MOLINARI. 1999. Taxonomy of Venezuelan white-tailed deer (*Odocoileus*, Cervidae, Mammalia), based on cranial and mandibular traits. *Canadian Journal of Zoology* 77(4): 632-645.
- MOSCARELLA, R.A., M. AGUILERA Y A.A. ESCALANTE. 2003. Phylogeography, population structure, and implications for conservation of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 84(4): 1300-1315.
- OJASTI, J.Y F. DALLMEIER (eds.). 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series N.º 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington, D.C.
- ORTEGA-S.A., S. MANDUJANO, J. VILLARREAL, M.I. DI MARE, H. LÓPEZ-ARÉVALO, M. MOLINA Y M. CORREA-VIANA. 2011. Managing White-tailed Deer: Latin América. En: D. Hewitt (ed.), *Biology and Management of White-tailed Deer*: 565-597. CRC Press, Taylor y Francis Group, Boca Ratón Estados Unidos de América.
- PEÑA-LEÓN, G. Y M. PINTO. 1996. *Mamíferos más comunes en sitios precerámicos de la Sabana de Bogotá. Guía ilustrada para arqueólogos*. Colección Julio Carrizosa Valenzuela N.º 6. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Santafé de Bogotá.
- PÉREZ-MORENO, H., O. L. MONTENEGRO, H. F. LÓPEZ-ARÉVALO Y C. SARMIENTO. 2019. Densidad poblacional y uso de hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante época de lluvias en la Orinoquía Colombiana En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 193-196. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- 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). Tesis de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- RINCÓN-RODRÍGUEZ, L.S. 2018. Arqueozoología del venado cola blanca en San Carlos, municipio de Funza, Sabana de Bogotá. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 137-141. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RODRÍGUEZ M.A. Y V. SOLÍS. 1994. Ciclo de vida del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 63-71. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

- RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., J.I. HERNÁNDEZ-CAMACHO, T.R. DEFLER, M. ALBERICO, R.A. MAST, R.A. MITTERMEIER Y A. CADENA. 1995. *Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas*. Occasional Paper in Conservation Biology N.º 3. Conservation International, Bogotá.
- RUIZ-GARCÍA, M., M. MARTÍNEZ, D. ÁLVAREZ Y S. GOODMAN. 2007a. Variabilidad genética en géneros de ciervos neotropicales (Mammalia: Cervidae) según loci microsatelitales. *Revista de Biología Tropical* 57(3): 879-904.
- RUIZ-GARCÍA, M., E. RANDI, M. MARTÍNEZ-AGÜERO Y D. ÁLVAREZ. 2007b. Relaciones filogenéticas entre géneros de ciervos neotropicales (Artiodactyla: Cervidae) mediante secuenciación de ADN mitocondrial y marcadores microsatelitales. *Revista de Biología Tropical* 55(2): 723-741.
- SAUER, P. 1984. Physical characteristics. En: L.K. Halls. (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 73-90. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- SEVERINGHAUS, C. W. 1949. Tooth Development and Wear as Criteria of Age in White-tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management* 13(2): 195-216.
- SALAZAR-GRANADOS, O.A Y O.A. ÁLVAREZ-MÉNDEZ. 2019. Hematología y química sanguínea de venados cola blanca en zoológicos de Colombia. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 95-98. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- SMITH, W. P. 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species* 388: 1-13.
- SOLARI, S., Y. MUÑOZ-SABA, J.V. RODRÍGUEZ-MAHECHA, T.R. DEFLER, H.E. RAMÍREZ-CHAVES Y F. TRUJILLO. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20(2): 301-365.
- TERR, J. 1994. Prefacio. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 17-20. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- TROUËSSART, E.L. 1910. *Mammifères de la Mission de l'Equateur, d'après les collections formées par Rivet*. *Zoology*. A1-A31. *Mission du Service Géographique de l'Armée pour la Mesure d'un Arc Meridien Equatorial en Amérique du sud*. Gauthier-Villars, Paris.
- VERME L.J. Y D.E. ULLREY. 1984. Physiology and nutrition. En: L. K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 91-118. Stackpole books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- VILLARREAL, J.G. 2000. *Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético*. Primera reimpression. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Monterrey, México.
- WEBER, M. Y C. GALINDO-LEAL. 1992. Distocia en venado cola blanca: Informe de un caso reincidente. *Veterinaria Mexicana* xxiii (1): 69-71.
- WEBER, M., P. ROSAS-BECERRIL, A. MORALES-GARCÍA Y C. GALINDO-LEAL. 1994. Biología reproductiva del venado cola blanca en Durango, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 111-121. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia.

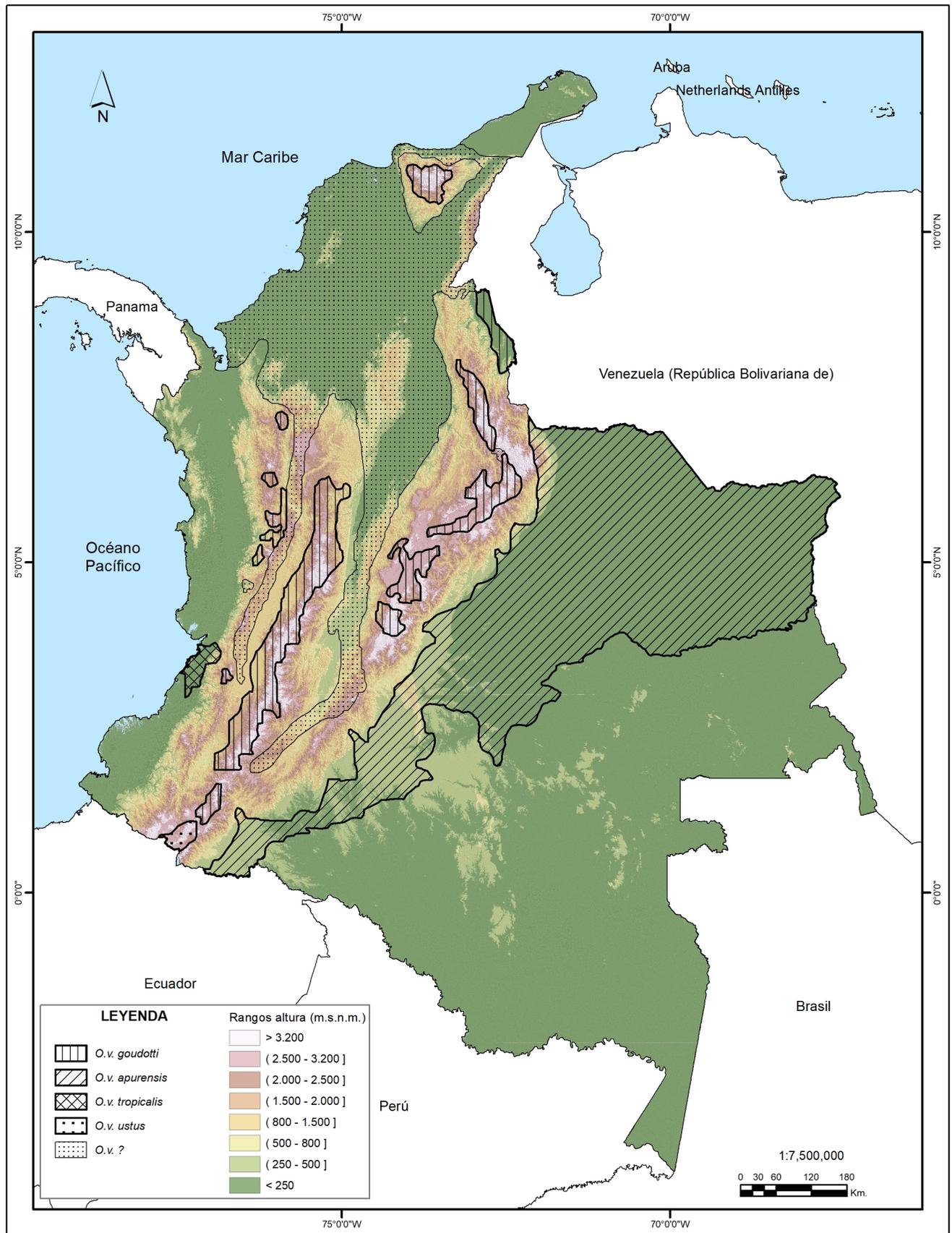


Figura 1.1. Distribución de las subespecies de venado cola blanca en Colombia. El signo de interrogación (?) significa que en esta área es necesario confirmar la subespecie.

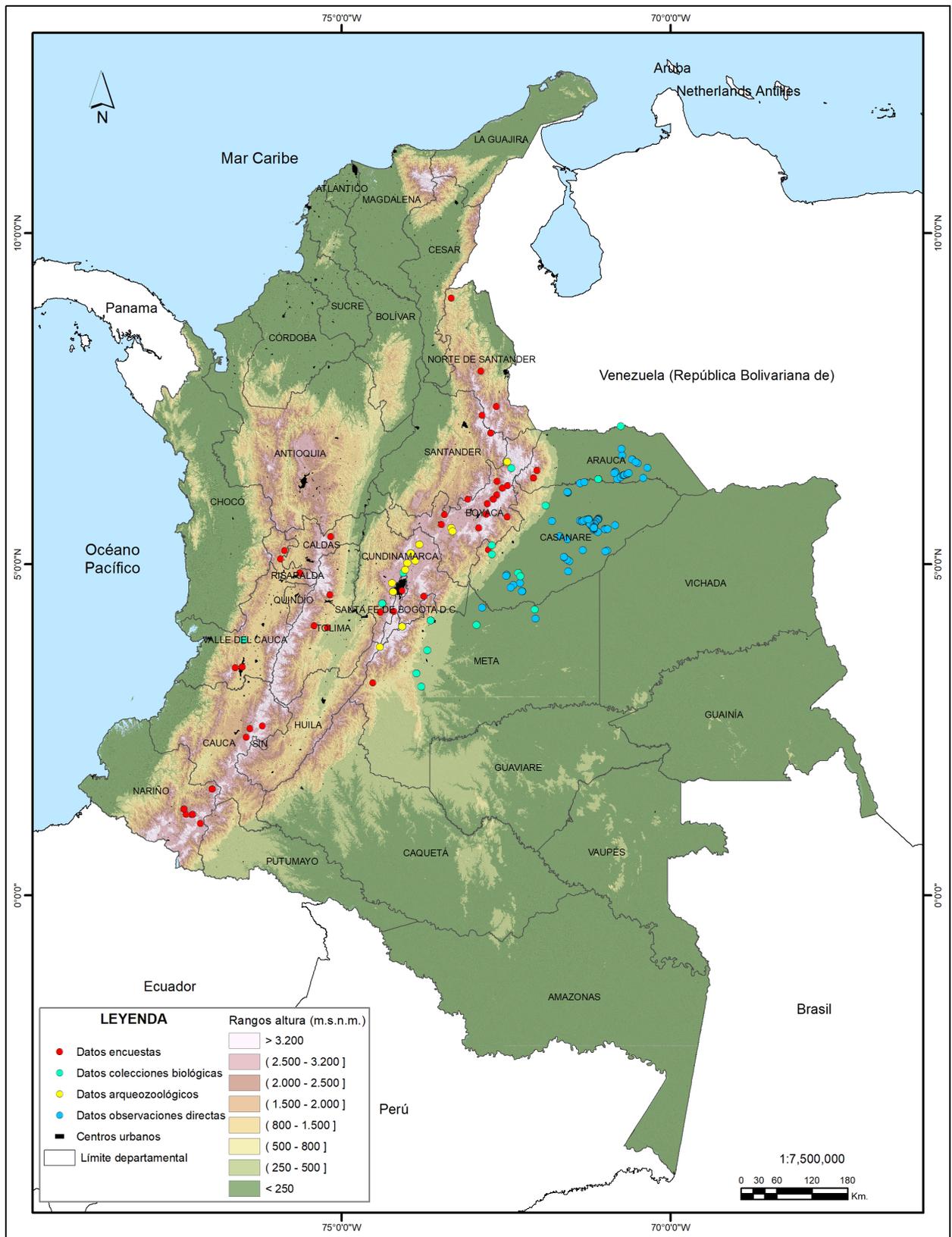


Figura 1.2. Registros confirmados de venado cola blanca en Colombia según distintas aproximaciones (datos de encuestas, datos de colecciones biológicas, datos arqueozoológicos, datos de observaciones directas y datos revisión literatura).

CAPÍTULO 2

Análisis de la información bibliográfica sobre el venado cola blanca en Colombia

Carolina Mateus-Gutiérrez, Hugo F. López-Arévalo, Olga L. Montenegro y
Heidi Pérez-Moreno

RESUMEN

Se recopiló la información generada a través de la investigación del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, en Colombia, con el fin de caracterizar las investigaciones que se han realizado sobre la especie en el país. Se encontraron 91 documentos escritos entre 1912 y 2017. Del total, 33 % de las investigaciones son tesis de grado (pregrado y posgrado), 28.6 % son artículos publicados en revistas, 9.9 % son libros, 8.8 % son capítulos de libro, 7.7 % son documentos técnicos, 5.5 % son proyectos de investigación desarrollados como parte del plan de estudios en semestres universitarios, 4.4 % corresponde a manuscritos publicados en resúmenes de talleres y el 2.2 % restante a documentos divulgativos. Las investigaciones se han enfocado básicamente en diversos aspectos de la biología (24.2 %), generalidades de la especie (22 %), en ecología (20.9 %), arqueozoología (13.2 %), taxonomía y distribución (9.9 %), en manejo y conservación (8.8 %) y finalmente en relaciones filogenéticas de este venado con otros cérvidos neotropicales (1.1 %). Se hacen sugerencias en cuanto a la investigación necesaria sobre este venado en Colombia y finalmente se presenta el listado con todas las referencias bibliográficas recopiladas en este capítulo.

Palabras clave: Cérvidos neotropicales, *Odocoileus virginianus*, Arqueozoología, Biología, Ecología.

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca, *O. virginianus*, se distribuye en Colombia desde los 0 hasta los 4000 m s. n. m. de altura, en las regiones Andina, Caribe, Orinoquía y Amazonia (Alberico *et al.*, 2000; López-Arévalo *et al.*, 2004; López-Arévalo y González-Hernández, 2006). Según el autor que se considere, el número de subespecies presentes en Colombia puede estimarse entre tres y seis (Cabrera, 1918, 1961; Brokx, 1984; Smith, 1991; González, 2001). López *et al.* (2019) siguen la propuesta de Brokx (1984) y consideran la presencia

ABSTRACT

We reviewed the literature about the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Colombia, aiming to characterize the studies carried out on this species throughout the country. We found 91 documents, written between 1912 and 2017. Of the total, 33 % of the investigations are theses (undergraduate and graduate), 28.6 % are articles published in journals, 9.9 % are books, 8.8 % are book chapters, 7.7 % are technical documents, 5.5 % are research projects in university courses, 4.4 % corresponds to manuscripts published in proceedings of workshops, and the remaining 2.2 % are informative documents for the lay public. Research has been focused primarily on the biology (24.2 % of documents), general information about the species (22 %), its ecology (20.9 %), archaeozoology (13.2 %), taxonomy and distribution (9.9 %), its management and conservation (8.8 %) and the 1.1 % on phylogenetic relationships with other Neotropical cervids. We made suggestions for future research, and finally, we present a list of all references compiled in this chapter.

Keywords: Neotropical cervids, *Odocoileus virginianus*, Zooarchaeology, Biology, Ecology.

de cuatro subespecies: *O.v. goudotii*, *O.v. ustus*, *O.v. tropicalis* y *O.v. apurensis*.

En Colombia, al igual que en los demás países donde se distribuye el venado cola blanca, es una especie de alto valor cinegético tanto en el pasado (Correal y Van Der Hammen, 1977; Peña y Pinto, 1996; Rincón, 2019) como en la actualidad (Ojasti, 2000; Blanco-Estupiñán y Zabala-Cristancho, 2005). A nivel mundial, la información publicada sobre la especie es abundante y proviene

principalmente de los Estados Unidos y Canadá. En Latinoamérica es México donde la investigación es más prolífica, contando con estudios a más largo plazo (Ffolliott y Gallina, 1981; Galindo-Leal y Weber, 1998) y con programas estructurados de manejo y aprovechamiento (Villarreal, 1999).

En una revisión de la literatura de cérvidos realizada en México, Mandujano (2004) encontró que de los 502 trabajos realizados el 75 % se enfocan en el venado cola blanca. Vaughan y Rodríguez (1994) presentan los resultados de estudios adelantados en Costa Rica entre 1985 y 1990. La poca in-

formación existente para las subespecies del norte de Suramérica es señalada por Weber y González (2003) quienes no mencionan ninguna referencia para la especie en Colombia.

Este documento caracteriza la información generada a partir de la investigación sobre el venado cola blanca en Colombia, con la finalidad de conocer cuáles aspectos de su biología, ecología y manejo han sido estudiados. Así mismo, se señalan una serie de recomendaciones para que la investigación promueva su conservación e importancia social y ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el análisis de la información secundaria publicada y no publicada sobre el venado cola blanca en Colombia, se realizó una revisión bibliográfica de las investigaciones realizadas en el país y de aquellas que incluyeran información proveniente de individuos o poblaciones colombianas. Esta revisión se hizo en bases de datos bibliográficas, en revistas no incluidas en tales bases, en repositorios institucionales, principalmente de universidades y en bibliotecas virtuales y físicas de diferentes universidades y centros de documentación de instituciones. La revisión incluye documentos desde el primer año en el cual se encuentra alguna publicación que fue en 1912 hasta el año 2017. La información fue clasificada por tipo de documento, así: (a) libros, (b) tesis o trabajos de grado tanto de pregrado como de posgrado, (c) secciones o capítulos de libros, (d) artículos de revistas científicas publicados o en prensa, (e) proyectos semestrales académicos, (f) documentos técnicos, (g) memorias de eventos científicos y (h) documentos divulgativos. Algunos de los trabajos de grado fueron publicados en capítulos de libros, revistas científicas o

en memorias de eventos científicos. En estos casos, solo se tuvieron en cuenta en la categoría de trabajos de grado para evitar duplicar la información en el análisis de los datos. En el anexo se presentan las referencias bibliográficas de todos los documentos consultados.

Sobre las investigaciones identificadas se evaluó: (a) si la especie es el objeto central de la investigación, (b) el tema abordado, (c) el año de publicación y (d) el tipo de publicación. Los estudios fueron clasificados de acuerdo con el tema principal abordado. Los temas fueron: arqueozoología, biología (genética, comportamiento, aspectos reproductivos, aspectos médicos), ecología (categorías de edad, movimientos, hábitos alimentarios, caracterización y uso de hábitat), generalidades (listados taxonómicos y comentarios), manejo-conservación y taxonomía-distribución (taxonomía, descripciones y distribución) y relaciones filogenéticas con otros cérvidos neotropicales. También se tuvo en cuenta si cada estudio fue realizado en vida silvestre o en cautiverio.

RESULTADOS

Se recopilaron 91 investigaciones publicadas entre 1912 y 2017 (anexo 2.1). El 60 % de los trabajos corresponde a estudios en los que el venado cola blanca fue el objeto central de la investigación, mientras que en el 40 % restante también se involucraron otras especies. En este último porcentaje, se incluyen los libros que, aunque no son específicos para la especie, presentan información relevante sobre la distribución e historia natural (Cabrera y Yepes, 1940; Fernández De Oviedo y Valdez, 1944; Castellanos, 1955; Eisenberg, 1989; Piedrahita, 1990) y uso por comunidades precolumbinas (Correal y Van Der Hammen, 1977; Groot De Mahecha, 1979; Correal, 1981; Del Lla-

no, 1990; Rivera, 1992). El 67.1 % de las investigaciones sobre el venado cola blanca se han enfocado en las generalidades de la especie, biología y ecología (24.2 %, 22 % y 20.9 % respectivamente, tabla 2.1). De acuerdo a la condición del estudio el 57.1 % de las investigaciones se han desarrollado sobre animales en condiciones *in situ* y el 19.8 % en condiciones *ex situ* (tabla 2.2). El 61.6 % de las investigaciones fueron tesis de grado y artículos en revistas (33 % y 28.6 % respectivamente, figura 2.1). Aunque la primera referencia encontrada sobre el venado cola blanca en Colombia data de 1912 (Osgood, 1912), el 67 % de los documentos se publicaron entre el 2001 y el 2017 (figura 2.2).

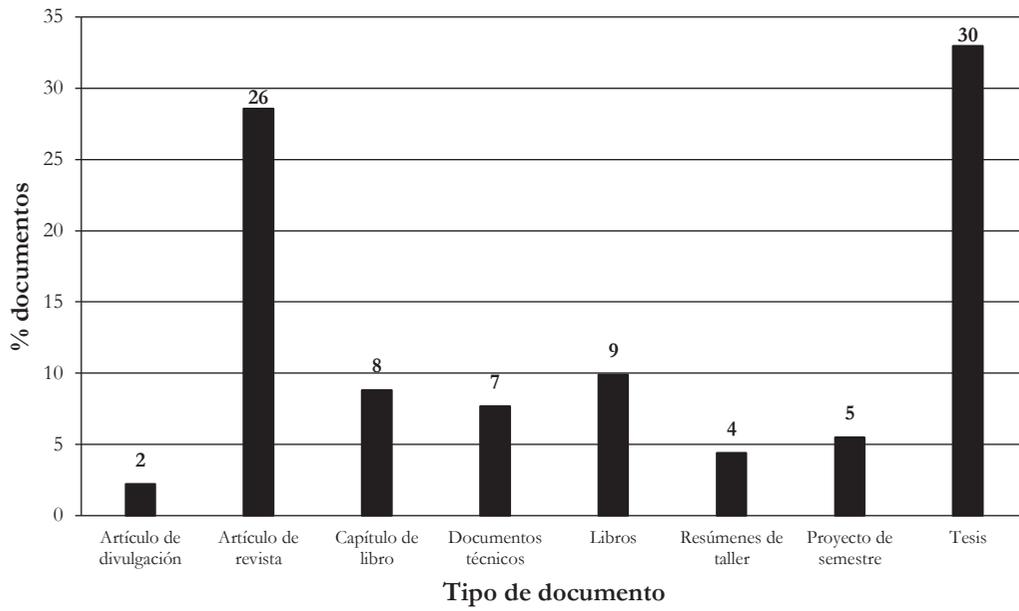


Figura 2.1. Distribución porcentual de los diferentes tipos de documentos consultados sobre las investigaciones en venado cola blanca en Colombia, entre 1912 y 2017. Los valores sobre las barras corresponden al número absoluto de documentos (n=91).

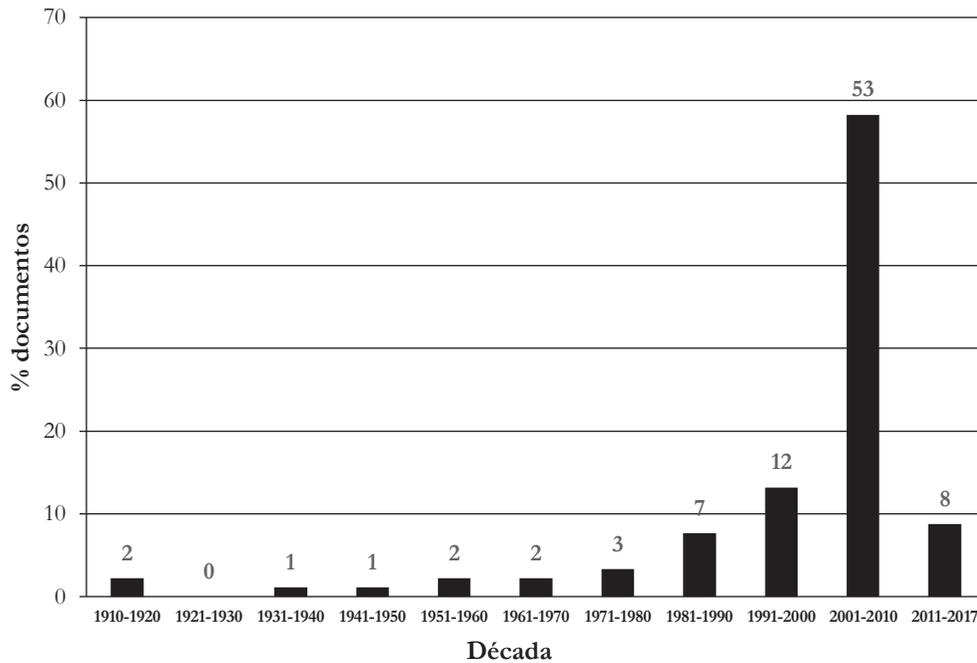


Figura 2.2. Variación temporal en porcentaje de las investigaciones sobre venado cola blanca en Colombia, entre 1912 y 2017. Los valores sobre las barras corresponden al número absoluto de documentos (n=91).

Tabla 2.1. Temas desarrollados en las investigaciones con venado cola blanca en Colombia entre 1912-2017 (n=91).

| Temas | N.º de documentos | % |
|---|-------------------|-------|
| Arqueozoología | 10 | 12.8 |
| Biología (genética, comportamiento, aspectos reproductivos y aspectos médicos) | 20 | 25.6 |
| Ecología (movimientos, hábitos alimentarios, estructura de edades, densidad poblacional y caracterización de hábitat) | 12 | 15.4 |
| Relaciones filogenéticas | 1 | 1.1 |
| Generalidades (comentarios y listados) | 20 | 25.6 |
| Manejo y conservación (uso y cacería, cautiverio, semicautiverio y corredores biológicos) | 7 | 9 |
| Taxonomía y distribución | 9 | 11.5 |
| Total | 78 | 100.0 |

Tabla 2.2. Condiciones en las que se han desarrollado los temas de estudio sobre el venado cola blanca en Colombia entre 1912-2017 (n=91).

| Temas | N.º de investigaciones por tipo de condiciones | | | | Total |
|--------------------------|--|----------------|------------------------|------------|-------|
| | <i>In situ</i> | <i>Ex situ</i> | <i>In situ-Ex situ</i> | Indefinido | |
| Arqueozoología | 12 | - | - | - | 12 |
| Biología | 7 | 10 | 2 | 2 | 21 |
| Ecología | 17 | 3 | - | - | 20 |
| Relaciones filogenéticas | | | | 1 | 1 |
| Generalidades | 8 | - | 1 | 11 | 20 |
| Manejo y conservación | 3 | 5 | - | - | 8 |
| Taxonomía y distribución | 5 | - | - | 4 | 9 |
| Total | 52 | 18 | 3 | 18 | 91 |
| Porcentaje | 57.1 | 19.8 | 3.3 | 19.8 | 100 |

De los 30 trabajos de grado que se han desarrollado entorno al venado cola blanca solamente cuatro corresponden a nivel de maestría, mientras que los demás son tesis de proyectos de pregrado de varias universidades de Colombia. El 49 % de estos trabajos fueron realizados por estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, el 17 % por estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana, el 13 % fue realizado por estudiantes de la Universidad Agraria de Colombia y el porcentaje restante corresponde a seis universidades: la Universidad de Caldas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de

Colombia, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la Universidad del Bosque, Universidad de Antioquia y la Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

Los artículos publicados en revistas científicas corresponden al 28.6 % de los documentos encontrados. Con pocas excepciones, la mayoría de las revistas donde se han publicado los estudios son de procedencia nacional, muchas de ellas con divulgación internacional.

DISCUSIÓN

En Colombia el conocimiento científico sobre el venado cola blanca es aún muy incipiente. Esto se evidencia aún más cuando se compara con los 390 trabajos que se han desarrollado en países como México a lo largo de 150 años, de los cuales la mayoría se han realizado en los últimos 20 años (Mandujano, 2004). En Colombia, el mayor avance se ha dado desde el año 2000, con un aumento en el número de publicaciones durante el periodo 2001-2010.

Aunque entre los cérvidos colombianos, el venado cola blanca es la especie más grande y relativamente más fácil de observar con respecto a las otras cuatro especies de venados (Alberico *et al.*, 2000), son en general pocas las investigaciones realizadas en esta especie en el país. La situación es aún más precaria con otros cérvidos colombianos, de los cuales hay mucho menos información publicada. Varias causas pueden explicar el bajo desarrollo de esta línea de investigación en Colombia, una de ellas es la poca tradición de investigaciones en mamíferos medianos y grandes, ya que el mayor esfuerzo se ha dedicado principalmente a pequeños mamíferos voladores y no voladores. Otra causa relevante, es la falta de motivación, principalmente derivada de los limitados recursos económicos con los cuales cuentan los grupos de investigación. Este aspecto, afecta también la realización de estudios a largo plazo que podrían ser liderados desde las universidades. Además de lo anterior, la situación de conflicto político interno que ha vivido el país por cerca de 60 años, ha limitado seriamente el acceso a muchas localidades rurales donde existe venado de cola blanca o ha dificultado la continuidad de estudios ya iniciados.

A pesar del bajo número de investigaciones, éstas abordan diferentes asuntos relacionados con biología, ecología, manejo y generalidades de la especie. Aunque la mayoría de ellas son cortas y muchas han sido realizadas en campo *in situ*, apor-

tan al conocimiento de la historia de vida de los venados y a varios aspectos en términos biológicos, ecológicos y genéticos. Es de resaltar la contribución al conjunto de publicaciones que hace la arqueozoología y el enfoque interdisciplinario que se ha planteado en las recientes investigaciones, las cuales son recopiladas en la presente publicación. Los estudios realizados en condiciones *ex situ* han aportado información útil en el conocimiento de ciertos aspectos de la fisiología y comportamiento en cautiverio de los venados. Otras áreas del conocimiento sobre el venado cola blanca han sido realmente limitadas, por ejemplo, han sido muy pocos los aportes que ayuden a resolver los problemas taxonómicos de los cérvidos neotropicales, que han sido planteados en publicaciones fuera del país. Así mismo, no hay claridad sobre las diferencias entre las subespecies aceptadas para Colombia, lo que se debe en parte, no solo a los limitados estudios en campo sino a la poca revisión de colecciones de museo, que deriva a su vez de la precaria representación de la variación interespecífica de los venados de cola blanca colombianos en estas colecciones. Esta es una tarea que está por abordarse.

Dado que el mayor porcentaje de los estudios encontrados correspondió a tesis de grado, es importante resaltar el papel que tienen las universidades no solo en la formación de investigadores sino como instituciones generadoras de conocimiento. Sin embargo, es necesario aumentar la tasa de publicación de esas tesis, pues muchas de ellas permanecen como literatura gris, la cual es de difícil acceso en muchos casos. El fortalecimiento de los repositorios institucionales de muchas universidades que dan acceso libre a las tesis, principalmente de posgrado, ha mejorado la difusión de los estudios. Sin embargo, lo deseable es incrementar la publicación en revistas indexadas de amplio acceso internacional para mejorar la divulgación de estos trabajos.

Es necesario desde una perspectiva interdisciplinaria e interinstitucional abordar a corto, mediano y largo plazo diversos temas de investigación como: la diversidad genética de los venados en Colombia y sus relaciones filogenéticas, así como sus variaciones fenotípicas, la dinámica de las poblaciones naturales tanto en áreas protegidas como fuera de ellas, las variaciones en sus rasgos de historia de vida, el comportamiento y requerimientos ambientales e interacciones con otras especies. También se sugieren estudios que integren el conocimiento tradicional que tienen muchos grupos étnicos co-

lombianos sobre los venados. Así mismo, se deben abordar investigaciones con las comunidades campesinas que interactúan con estos cérvidos a través de usos y tradiciones.

El incremento en el número de estudios sobre el venado cola blanca en Colombia desde el año 2000 es alentador, pero aún insuficiente. Esperamos que esta revisión estimule nuevos estudios y nuevas generaciones de estudiantes y científicos dedicados al conocimiento de esta especie en el país.

LITERATURA CITADA

- ALBERICO, M., A. CADENA, J. HERNÁNDEZ-CAMACHO Y Y. MUÑOZ-SABA. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1): 43-75.
- BLANCO-ESTUPIÑÁN, L. Y A. ZABALA-CRISTANCHO. 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. Tesis de grado, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica, Tunja.
- BROKX, P.A. 1984. South America. En: L.K. Halls (ed.), *White tailed-deer: Ecology and management*: 525-546. Wildlife Management Institute, Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- CABRERA, A. 1918. Sobre los *Odocoileus* de Colombia. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 18: 300-307.
- CABRERA, A. 1961. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (Ciencias zoológicas)* 2: 325-328.
- CORREAL, G. Y T. VAN DER HAMMEN. 1977. *Investigaciones Arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama: 11000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.
- FFOLIOTT, P.F. Y S. GALLINA (EDS.). 1981. *Deer Biology, Habitat Requirements and Management in Western North America*. Instituto de Ecología, A.C. México D.F.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio México D.F.
- GONZÁLEZ, A. 2001. Análisis de la variabilidad fenotípica de una población de *Odocoileus virginianus* (Zimmerman, 1780) ante las condiciones ambientales del Parque Nacional Natural El Tuparro, departamento del Vichada, Colombia. Tesis de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F., O. RODRÍGUEZ Y A. CAMARGO-SANABRIA. 2004. Ficha de categorización del venado cola blanca. En: Grupo en conservación y manejo de vida silvestre (eds.). *Taller para la definición de la estrategia de conservación y manejo del venado cola blanca (Odocoileus virginianus) con énfasis en los Andes colombianos*: 2-3. Resúmenes-Ponencias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y B. GÓMEZ-VALENCIA. 2005. Investigación sobre el venado cola blanca en Colombia como herramienta para su conservación y generación de beneficios sociales. Informe técnico final. División de Investigaciones sede Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J.V. Rodríguez-M., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.

- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F., L.E. PARDO-VARGAS Y H.Y. PÉREZ MORENO. 2019. Generalidades de la especie. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 17-21. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MANDUJANO, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(1): 211-251.
- OJASTI, J. Y F. DALLMEIER (eds.). 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series N.º 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington, D.C.
- OSGOOD, W. 1912. Mammals from Western Venezuela and Eastern Colombia. *Field Museum of Natural History. Biological Series* x (5): 33-66.
- PEÑA-LEÓN, G. Y M. PINTO. 1996. *Mamíferos más comunes en sitios precerámicos de la Sabana de Bogotá. Guía ilustrada para arqueólogos*. Colección Julio Carrizosa Valenzuela N.º 6. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Santafé de Bogotá, Colombia.
- SMITH, W.P. 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species* 388:1-13.
- RINCÓN-RODRÍGUEZ, L.S. 2019. Arqueozoología del venado cola blanca en San Carlos, municipio de Funza, Sabana de Bogotá. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 137-141. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- VAUGHAN, C. Y M.A. RODRÍGUEZ (eds.). 1994. *Ecología y Manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- VILLARREAL, J.G. 1999. *Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Monterrey, México.
- WEBER, M. Y S. GONZÁLEZ. 2003. Latin American deer diversity and conservation: A review of status and distribution. *Ecoscience* 10(4): 443-454.

Anexo 2.1. Investigaciones realizadas sobre venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Colombia entre 1912 y 2017.

LIBROS

- CABRERA, A. Y J. YEPES. 1940. *Mamíferos sudamericanos*. Ediar S.A. Editores, Buenos Aires. Argentina.
- CASTELLANOS, J. 1955. *Elegías de varones ilustres de indias*. Tomo I-IV. Biblioteca de la Presidencia de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. Y T. VAN DER HAMMEN. 1977. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama: 11000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.
- CORREAL, G. 1981. *Evidencias culturales y megafauna pleistocénica en Colombia*. FIAN, Banco de la República, Bogotá.
- DEL LLANO, M. 1990. *Los páramos de los Andes. Exploración ecológica integrada a la alta montaña ecuatorial*. Montoya y Araujo LTDA, Bogotá.
- EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics. Volumen 1. The Northern Neotropics. Panamá, Colombia, Venezuela, Guayana, Surinam, French Guiana*. University of Chicago Press, Chicago.
- FERNÁNDEZ DE OVIEDO Y VALDEZ, G. 1944. *Historia general y natural de las indias, islas y tierra firme del mar océano*. Editorial Guaranda, Paraguay.
- GROOT DE MAHECHA, A. M. 1979. *Investigaciones arqueológicas de Nemocón*. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República, Bogotá.
- PIEDRAHITA, L.F. 1990. *Historia general de la conquista del Nuevo Reino de Granada*. Imprenta de Medardo Rivas, Bogotá.
- RIVERA, S. 1992. *Neusa: 9000 años de presencia humana en el páramo*. FIAN, Banco de la República, Santafé de Bogotá.

TESIS DE GRADO

- ALARCÓN-BERNAL, S.E. 2009. Estado poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la vereda Molinos, municipio de Soatá, Boyacá. Implementando una estrategia para el manejo, uso y conservación de la especie. Tesis de grado, Licenciatura en

Biología, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

- ÁLVAREZ, O. Y O. SALAZAR. 2003. Hematología y química sanguínea de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en cautiverio. Tesis de grado, Departamento de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ARBELÁEZ, B.M. Y S.M. MUÑOZ. 1995. Venado de páramo: estudio monográfico. Tesis de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Caldas, Manizales.
- BARRAGÁN, K.B. 2002. Caracterización cromosómica de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780). Trabajo de grado, Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- BLANCO-ESTUPIÑÁN, L. Y A. ZABALA-CRISTANCHO. 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. Tesis de grado, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica, Tunja, Colombia.
- CAMARGO-SANABRIA, A.A. 2005. Evaluación preliminar del área de acción y patrón de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), como parte de una alternativa de manejo *ex situ* en un bosque seco tropical, (Cundinamarca, Colombia). Tesis de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CÁRDENAS, A. Y L. CRISTANCHO. 1998. Recopilación descriptiva sobre algunos aspectos médicos y ecológicos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), involucrando observaciones llevadas a cabo en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cundinamarca-Meta). Tesis de grado, Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá.

- CASTELLANOS, L. 2000. Diagnóstico general del uso y cacería de fauna silvestre en áreas de amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Guanentá-Alto Río Fonce. Tesis de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- GARAVITO, A.C. 2004. Caracterización y uso de hábitat del venado cola blanca en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco (Cundinamarca). Tesis de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- GÓMEZ-GIRALDO, C. 2005. Radio-telemetría aplicada a la reintroducción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Tesis de grado, Maestría en Bosques y Conservación Ambiental, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- GONZÁLEZ, A. 2001. Análisis de la variabilidad fenotípica de una población de *Odocoileus virginianus* (Zimmerman, 1780) ante las condiciones ambientales del Parque Nacional Natural El Tuparro, departamento del Vichada, Colombia. Tesis de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- GUZMÁN, A. 2005. Análisis de las experiencias colombianas de manejo *ex situ* de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como aporte a su conservación. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- HERRERA-CUELLAR, D.C. Y L.F. SARMIENTO RINCÓN. 2007. Parámetros comportamentales y alimenticios del venado cola blanca *in situ* en el Parque Nacional Natural Chingaza. Tesis de grado, Facultad de Zootecnia, Universidad Agraria de Colombia, Bogotá.
- MATALLANA-TOBÓN, C.L. 2001. Propuestas de corredores biológicos entre el Parque Nacional Natural Chingaza y el Parque Nacional Natural Sumapaz (cordillera Oriental, Colombia). Tesis de grado (Ecología), Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2005. Evaluación preliminar de la dieta y monitoreo del movimiento del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, en semicautiverio en un bosque seco tropical (Cundinamarca, Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MATEUS-GUTIÉRREZ. 2014. Efecto de la estructura del hábitat sobre las características demográficas de dos poblaciones locales de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus goudotii*, Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia). Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- MORA, C.A. Y S.E. MOSQUERA. 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, Departamento de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- PÉREZ-MORENO, H.Y. 2006. Densidad poblacional del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, en Paz de Ariporo (Casanare). Tesis de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- 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). Tesis de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- RAYO-AVENDAÑO, W. 2017. Densidad poblacional y abundancia relativa de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Páramo de Sisuncú, Boyacá. Tesis de pregrado en Biología Universidad El Bosque. Bogotá.
- RINCÓN, L. 2003. La fauna arqueológica del sitio San Carlos, Municipio de Funza, sabana de Bogotá. Monografía de Grado. Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RODRÍGUEZ, O., Y GUTIÉRREZ, M. 2016. Modelación de la dinámica poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus goudotii*) en el Parque Nacional Natural Chingaza. Tesis de maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

ROJAS, L. 2010. Evaluación del uso y calidad del hábitat en poblaciones del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el hatillo la Aurora, municipio de Hato Corozal, Casanare. Tesis de pregrado en Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

SABOGAL, L. Y G. LAYTON. 2007. Caracterización parasitaria *in situ-ex situ* del venado cola blanca. Tesis de grado. Facultad de Zootecnia, Universidad Agraria de Colombia, Bogotá.

SEGURA CUESTA, M.O. Y J.C. LÓPEZ. 2007. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de *Odocoileus virginianus*, *ex situ*. Tesis de grado, Facultad de Zootecnia. Universidad Agraria de Colombia, Bogotá.

SECCIONES O CAPÍTULOS DE LIBROS

BLOUCH, R.A. 1987. Reproductive seasonality of the white-tailed deer on the Colombia Llanos. Pags. 339-343 en: C. Wemmer (ed.), *Biology and management of the Cervidae*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

BORRERO, H. J.I. 1967. Venado de Cornamenta. Pags. 76-78 en: J. Borrero (ed.), *Mamíferos neotropicales*. Primera edición. Universidad del Valle, Departamento de Biología, Cali, Colombia.

BROKX, P.A. 1984. South America. Pags. 525-546 en: L. Halls (ed.), *White tailed-deer: Ecology and management*. Wildlife Management Institute, Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.

ENCISO, B. 1996. Fauna asociada a tres asentamientos Muisca del sur de la Sabana de Bogotá. Pags. 40-58 en: B. Enciso y M. Therrien (Compiladoras), *Bioantropología de la Sabana de Bogotá. Siglos VIII al XVI D. C.* Instituto Colombiano de Antropología-Colcultura, Bogotá.

FERNÁNDEZ DE OVIEDO, G. 1851. Historia general y natural de las Indias, islas y tierra-firme del mar océano. Tercera parte, Tomo IV. Real Academia de la Historia, Madrid. Disponible en: <https://archive.org/stream/generalynatural01fernrich#page/n9/mode/2up>

GALLINA, S., S. MANDUJANO, J. BELLO, H. LÓPEZ-ARÉVALO Y M. WEBER. 2010. White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780).

Pags. 101-118 en: J.M. Duarte y S. Gonzalez, (eds.), *Neotropical cervidology: Biology and medicine of Latin American deer*. Funep/IUCN, Jaboticabal, Brazil.

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, G. 1975. *De los chibchas a la colonia y a la República. Del clan a la encomienda y al latifundio en Colombia*. Biblioteca básica colombiana. N.º 9. Instituto Colombiano de Cultura, Bogotá.

LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. Pags. 114-120 en: J.V. Rodríguez-M., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.

VAN DER HAMMEN, T. 1992. El hombre prehistórico en la sabana de Bogotá: datos para una prehistoria ecológica. Pags. 211-230 en: T. Van der Hammen y G. Correal U. (eds.), *Historia, ecología y vegetación*. Fondo FEN, Bogotá.

ARTÍCULOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS

ALBERICO, M., A. CADENA, J. HERNÁNDEZ-CAMACHO Y Y. MUÑOZ-SABA. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1): 43-75.

BARRAGÁN, K. 2005. Citogenética en cérvidos, con énfasis en venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). *Revista de la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre* 1: 3-9.

CABRERA, A. 1918. Sobre los *Odocoileus* de Colombia. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 18: 300-307.

CABRERA, A. 1961. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (Ciencias zoológicas)* 2: 325-328.

CELIS, G., SÁNCHEZ, N., Y LÓPEZ, J. 2010. Evaluación productiva del venado de cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en cautiverio. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias* 2(1): 19-28.

CUERVO, D.A., J. HERNÁNDEZ Y A. CADENA. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia. Anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* 15(71-75): 471-501.

- GÓMEZ-VALENCIA, 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.
- IJZEREEF, G.F. 1978. Faunal remains from the El Abra rock shellers (Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 25: 163-177.
- LARA, P., K. POVEDA, C. CUERVO, J. ALAPE Y M. BUENO. 1999. Datos cariológicos preliminares de tres especies silvestres en Colombia (*Eira barbara*, *Odocoileus virginianus*, *Saimiri sciureus*). Frailejón 1:18-23. Publicación estudiantil del departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- LEHMANN, V. F.C. 1959. *Pudu mephistophylles weitmorei*, Venado conejo. *Novedades Colombianas* 1(4): 202-204.
- MARTINEZ-POLANCO, M. F. 2011. La Biología de la Conservación aplicada a la Zooarqueología: la sostenibilidad de la cacería del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla, Cervidae), en Aguazuque. *Antípoda, Revista de Antropología y Arqueología* (2011): 99-118.
- MARTÍNEZ-POLANCO, M. F., MONTENEGRO, O.L. Y PEÑA L. G. 2015. La sostenibilidad y el manejo de la caza del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por cazadores-recolectores del periodo precerámico de la sabana de Bogotá, en el yacimiento arqueológico de Aguazuque (Colombia). *Caldasía*, 37 (1): 1-14.
- MONTES-PÉREZ R., ESCOBAR-BERNAL E., ALBARRACÍN-GONZÁLEZ Y., ADAME-ÉRAZO S., CAMACHO-REYES J. 2016. Simulación de la dinámica poblacional de venados *Odocoileus virginianus* en la Orinoquía por modelación matemática. *Abanico Veterinario*, 6 (1): 35-42.
- OSGOOD, W. 1912. Mammals from Western Venezuela and Eastern Colombia. *Field Museum of Natural History. Biological Series* x (5): 33-66.
- PEÑA-LEÓN, G. Y M. PINTO. 1996. Mamíferos más comunes en sitios precerámicos de la Sabana de Bogotá. Guía ilustrada para arqueólogos. Colección Julio Carrizosa Valenzuela N.º 6. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Santafé de Bogotá.
- PÉREZ-TORRES, J. Y J. CORREA. 1995. Anotaciones sobre los *Artiodactyla*, *Carnivora* y *Perissodactyla* del Parque Nacional Natural Chingaza (I). *Universitas Scientiarum* 2(2): 25-41.
- RAMÍREZ-PERILLA, J. Y C. ÁNGEL. 1990. Cambios cíclicos de los niveles de 17B estradiol y de progesterona circulantes en sangre periférica del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus gymnotis*) determinado por radio inmuno ensayo. *Acta Biológica Colombiana* 1(4): 75-84.
- RODRÍGUEZ, R.E., M.L. COBOS Y E. FUENTES. 2003. Estudio comparativo de tres tipos de inmovilización química y anestesia general endovenosa balanceada, evaluados a través de registros electrocardiográficos y perfiles electrolíticos séricos, en venado llanero (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 16:40, Suplemento.
- RUIZ-GARCÍA, M., E. RANDI, M. MARTÍNEZ-AGÜERO Y D. ÁLVAREZ. 2007. Relaciones filogenéticas entre géneros de ciervos neotropicales (Artiodactyla: Cervidae) mediante secuenciación de ADN mitocondrial y marcadores microsatelitales. *Revista de Biología Tropical* 55(2): 723-741.
- RUIZ-GARCÍA, M., M. MARTÍNEZ-AGÜERO, D. ÁLVAREZ Y S. GOODMAN. 2003. Análisis de la variabilidad genética en diversos géneros de Cervidae neotropicales mediante el uso de loci microsatélites. *Revista de Biología Tropical* 55: 1225-1242.
- RUIZ-GARCÍA, M. M. MARTÍNEZ-AGÜERO, D. ÁLVAREZ Y S. GOODMAN. 2009. Variabilidad genética en géneros de ciervos neotropicales (Mammalia: Cervidae) según loci microsatelitales. *Revista de Biología Tropical*, 57 (3): 879-904.
- SMITH, W.P. 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species* 388: 1-13.

PROYECTO SEMESTRAL

- GONZÁLEZ, A., J. AGUIRRE, N. CHICA Y T. GEYDAN. 2004. Evaluación del hábitat del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* en dife-

rentes comunidades vegetales del Parque Nacional Natural Chingaza. Proyecto de Ecología Regional Continental, VIII semestre, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

MATEUS-GUTIÉRREZ, C., J. ARIAS, A. MONTAÑEZ Y J. ROMERO. 2003. Acercamiento a la dieta del venado cola blanca en las praderas de Monterredondo, PNN Chingaza. Cundinamarca. Proyecto de Ecología regional continental, VIII semestre, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

PARDO, L. 2004. Revisión de las propuestas para la determinación de subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Cervidae, Mammalia) en Colombia y su importancia en conservación. Proyecto de Profundización II Mastozoología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

PÉREZ, H. 2004. Determinación de categorías de edad mediante reposición y desgaste dental en especímenes de colección de *Odocoileus virginianus* (Cervidae: Mamíferos). Proyecto de Profundización II Mastozoología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

RODRÍGUEZ, G., A. RODRÍGUEZ, Y. VARGAS Y A. ZULUAGA. 2004. Comparación de la densidad de población y características del hábitat entre dos zonas específicas del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. Proyecto de Ecología Regional Continental, VIII semestre, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

DOCUMENTOS TÉCNICOS

FUNDACIÓN MAKÚ. 2004. Tamaño de la población, etología y parasitología de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza. Informe técnico final. Parques Nacionales Naturales, Bogotá.

LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y B. GÓMEZ-VALENCIA. 2005. Investigación sobre el venado cola blanca en Colombia como herramienta para su conservación y generación de beneficios

sociales. Informe técnico final. División de Investigaciones, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2006. Estudio biológico que determine la viabilidad de la reintroducción del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, al Parque Nacional Natural Los Nevados. Informe Técnico Final de consultoría. Contrato 116 de 2005. Parques Nacionales Naturales, Bogotá.

MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2006. Diagnóstico biofísico de los humedales del Otún. Informe Técnico Final de consultoría. Convenio TN-68-WWF. Convenio WWF-Parque Nacional Natural Los Nevados-Carder, Manizales, Colombia.

MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2006. Diagnóstico biofísico de los humedales del Otún-Evaluación del impacto ambiental post-incendio sobre la fauna. Informe Técnico Final de consultoría. Enmienda Convenio TN-68-WWF. Convenio WWF-Parque Nacional Natural Los Nevados-Carder, Manizales, Colombia.

VELOZA, R. 2004. Biogeografía y diversidad en riesgo del Parque Nacional Natural Los Farallones. Documento técnico, Informe final del contrato N.º 005. Convenio CVC-UAESP-NN.

MEMORIAS DE EVENTOS CIENTÍFICOS

FUNDACIÓN ZIZUA. 2007. Memorias del primer foro Uso sostenible del venado cola blanca en Colombia. Bogotá 9 de mayo de 2007. Fundación para la gestión ambiental y comunitaria Zizua- CAR-CorpoBoyacá. Digital.

LÓPEZ-ARÉVALO, H.F., O. RODRÍGUEZ Y A. CAMARGO-SANABRIA. 2004. Ficha de categorización del venado cola blanca. Págs. 2-3 en: Grupo en conservación y manejo de vida silvestre. Taller para la definición de la estrategia de conservación y manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con énfasis en los Andes colombianos. Resúmenes-Ponencias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

MATEUS, D., D. OSSA, D. WILLS Y J. CIFUENTES. 2004. Aproximación al diseño de un sistema de manejo en cautiverio del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en territorio ancestral Muisca de Sesquilé. En: Grupo en conservación y manejo de vida silvestre. Taller

para la definición de la estrategia de conservación y manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con énfasis en los Andes Colombianos. Resúmenes-Ponencias. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

MATEUS-GUTIÉRREZ, C. Y A.A. CAMARGO-SANABRIA. 2006. Actividad y uso de hábitat del venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, en semicautividad. En: Andrade-C., M. G., J. Aguirre C. y J. V. Rodríguez-Mahecha (eds.), Segundo Congreso Colombiano de Zoología. Libro de resúmenes. Editorial Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá.

DOCUMENTOS DIVULGATIVOS

PÉREZ-TORRES, J., A.C. GARAVITO, A. PARDO. 2005. Reserva Forestal Protectora de los ríos Blanco y Negro (municipio de La Calera) un lugar lleno de vida. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

UN PERIÓDICO. 2004. El Venado que llegó del norte. Adaptado de radio acción. Programa de ciencia e investigaciones que transmite UN Radio. Agosto 1 de 2004.

CAPÍTULO 3

Historia natural del venado cola blanca en Colombia bajo condiciones de cautiverio

Angélica R. Guzmán-Lenis y Hugo F. López-Arévalo

RESUMEN

Con el fin de recopilar la información acerca de la historia natural del venado cola blanca en cautiverio, entre diciembre de 2003 y febrero de 2004 se visitaron seis zoológicos de Acopazoa, dos granjas y una reserva privada. A partir de entrevistas estructuradas, observaciones directas y revisión de historias clínicas se identificaron 101 individuos de venado cola blanca en los establecimientos visitados. Se registraron individuos de subespecies de zonas altas y bajas, incluso en el mismo encierro. La proporción de sexos de la población examinada es de 1 H: 0.64 M. La mortalidad es mayor en los machos y en la primera clase de edad, neonatos y crías, disminuyendo con el incremento de la misma. La población en cautiverio se encuentra en crecimiento. Con una fecundidad de 1.04, las hembras presentan su primer estro a los 1.5 años de edad y el período de gestación obtenido es de 204 días en promedio. Tanto el ciclo de astas como los nacimientos pueden presentar o no sincronía, presumiblemente por el origen de los ejemplares.

Palabras clave: Venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, historia natural, conservación *ex situ*, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca *O. virginianus*, es una de las especies que ha sido más utilizada en el continente americano a lo largo de la historia, debido a que presenta una alta productividad, plasticidad y gran valor estético. Estas características lo hacen pieza ideal de caza para alimento y recreación, además de ser preferido como mascota o atractivo de turismo (Solís, 1994; Galindo-Leal y Weber, 1998).

El uso no sostenible de las poblaciones silvestres de venado cola blanca y las características de la especie, han generado dos problemas principales para el manejo y conservación de esta fauna silvestre: la disminución de algunos núcleos poblacionales y el aumento de las poblaciones en cautiverio. Actualmente, la especie se encuentra categorizada en bajo riesgo (LC) (Gallina y López-Arévalo, 2008),

ABSTRACT

In order to gather information about the natural history of the white-tailed deer in captivity, six zoos belonging to the organization Acopazoa, two farms and a private reserve were visited from December 2003 to February 2004, based on structured interviews, direct observations and review of medical records, 101 individuals of white-tailed deer were found in the establishments visited. Individuals of both upland and lowland subspecies were found even in the same enclosure. The sex ratio of the population examined was 1 F: 0.64 M. The mortality was higher in males than in females, and higher in the first age class (neonates and fawns), diminishing with age. The captive population is growing. With a fertility rate of 1.04, females had their first estrus at 1.5 years and the average time of gestation was 204 days. Synchrony in both the antler growth cycle and births varied, presumably by the origin of the specimens.

Keywords: White-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, natural history, *ex situ* conservation, Colombia.

aunque en Colombia sus subespecies se encuentran en diferentes categorías, desde poblaciones en recuperación hasta en estado crítico o extintas (López-Arévalo y González-Hernández, 2006).

Uno de los objetivos de la conservación *ex situ* es generar información para contribuir a la conservación de las poblaciones silvestres y al manejo de la especie. Este capítulo presenta información de historia natural obtenida a partir de algunos individuos encontrados en cautiverio en Colombia, tanto en predios privados como en zoológicos, con la cual se espera contribuir al conocimiento de la especie para lograr el manejo sostenible de la misma. Así mismo, presenta información aplicable a poblaciones silvestres como herramienta para su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el período de diciembre de 2003 a febrero de 2004 se visitaron seis zoológicos inscritos a la Asociación Colombiana de Parques, Zoológicos y Acuarios Acopazo: Parque Recreativo y Zoológico Piscilago (PZ), Fundación Zoológico de Santa Cruz (SC), Fundación Zoológico de Cali (CA), Bioparque Los Ocarros (OC), Zoológico Jaime Duque (JD) y Zoológico Matecaña (PE); dos granjas: Finca Balmoral-Vda. El Peñón-San Francisco y (SF), Finca Ceboruco-Melgar-Carmen de Apicalá (MC) y una reserva privada: Reserva Río Blanco (MA). Para cada uno de estos se hizo una revisión de la información histórica a partir de entrevistas estructuradas y de información secundaria (tabla 3.1). Se elaboró un formulario con preguntas sobre comportamiento y aspectos reproductivos de

los individuos en cautiverio y a partir de este, se realizaron entrevistas estructuradas a los profesionales y demás personas encargadas del manejo de los venados. El formulario fue puesto a prueba en el primer establecimiento visitado y se corrigió para facilitar la toma de información. La clase de edad y el sexo de los individuos se determinaron a partir de observación directa e información de las entrevistas.

Para la obtención del número de individuos a lo largo de la historia de los establecimientos, su edad, sexo, aspectos reproductivos, fecha de nacimiento y muerte, se revisaron las historias clínicas y los archivos relacionados con cada colección.

RESULTADOS

Población en cautiverio

Durante el período de visita se encontraron 101 individuos de venado cola blanca en los establecimientos visitados. Sin embargo, la información histórica entre 1984 y 2004 indica la existencia de 202 individuos de esta especie. En los análisis se adicionaron 94 individuos recordados por el personal que ha trabajado con la especie en cada establecimiento, aunque para estos casos no se contó con ningún tipo de registro (tabla 3.2).

Sexo y edad

Se obtuvo información del sexo de 192 individuos, los cuales correspondieron a 98 hembras y 94 machos, lo que indica una proporción histórica de sexos de 1 hembra por cada 0.96 machos. Sin embargo, la proporción actual de sexos es de 1 hembra por 0.64 machos, variando entre establecimientos. En la mayoría de estos se encontraron más hembras que machos, ya sea por causa natural o por manejo reproductivo, a excepción de PZ y SF donde el número de machos fue mayor que el de hembras. Los establecimientos en donde la proporción de hembras a machos supera 2:1 son CA, OC, PE y MA; y aquellos en donde esta tasa es similar pero menor (1:1.6) son MC, JD, SC, PZ y SF.

Natalidad y mortalidad

El zoológico CA fue el lugar con mayor número de nacimientos, presentó en promedio cinco por año con un total de 81 en 16 años de registro. En PZ y SC el promedio fue de un nacimiento al año con registros desde 1999. En JD los nacimientos registrados corresponden a los tres individuos menores de dos años que se encontraron durante la visita. Para el año 2004 OC no había registrado crías, mientras que PE no llevaba registros. Para las fincas privadas se registró en promedio un nacimiento al año.

Según las historias clínicas, mueren más machos que hembras. De los 96 registros de muertes, 55 correspondieron a machos, 37 hembras y cuatro indeterminados. La mortalidad es mucho mayor en la primera clase de edad, neonatos y crías, y disminuye a medida que aumenta la edad.

La información del parto de 116 individuos, de los 138 nacidos en cautiverio, indica que la totalidad de nacimientos ha sido en el encierro y sin ayuda de los veterinarios. En un 99.1 % de los casos no hubo complicaciones en el parto como tampoco las hubo con los neonatos para el 76.9 % de los mismos. En un 57.3 % hubo cuidado parental por parte de la madre. A lo largo de 16 años se ha incrementado el número de nacimientos en cautiverio (figura 3.1), lo que ha sido significativo en los años 2002 y 2003 con más de 15. Los partos frecuentemente tienen una cría, lo cual se

presentó en 55 casos, sin embargo también se observaron 22 partos con 2 crías y solo uno con tres.

Procedencia

De los 55 individuos adquiridos por los establecimientos se sabe que 32 provienen de los Llanos Orientales de Colombia, de estos 14 fueron extraídos del hábitat y los restantes nacieron en cautiverio. Según lo propuesto por Brokx (1984) y González (2001) estos individuos corresponden a la subespecie *O. v. apurensis*. Los otros 23 individuos provienen de la región Andina. A partir de características externas, color, astas y tamaño, se pudieron diferenciar individuos de zonas altas y bajas. Los de zonas altas corresponden a *O. v. goudotii*. No fue posible el reconocimiento de otras subespecies.

La revisión de la procedencia de los individuos indica que PZ, SF, MC y OC tienen únicamente individuos de los Llanos Orientales, mientras que los demás establecimientos pueden tener de ambas regiones. En JD y PE fue evidente la existencia de subespecies de zonas bajas y altas en el mismo encierro.

Biología reproductiva

Machos

En cuanto al ciclo de astas, que dura entre doce y trece meses, se identificaron dos situaciones: la primera en la que los individuos del mismo establecimiento están sincronizados y la segunda, en la que los individuos no lo están (figura 3.2). Los establecimientos con individuos sincronizados son PZ, MA, MC y SF; los no sincronizados son JD, CA y PE. Los demás establecimientos no cuentan con esta información. El primer par de astas aparece entre los ocho meses y el primer año de edad. En el ciclo sincronizado, las astas caen entre noviembre y ene-

ro. Astas con terciopelo se observan entre febrero y abril, y desde abril a noviembre permanecen pulidas. En la condición no estacional las astas aparecen en terciopelo hasta el tercer mes, se pulen durante el cuarto y permanecen pulidas entre el quinto y el mes decimotercero. Se pueden encontrar individuos con astas pulidas durante todo el año, pero principalmente en la época lluviosa.

Hembras

Al igual que en machos, se encontraron establecimientos cuyas hembras presentan ciclos sincronizados y otros en donde las hembras son de ciclos no sincronizados (figura 3.2). Aquellos con sincronía son PZ, MA y SF, los no sincronizados son JD, CA y PE. Los demás establecimientos no tenían esta información. Para las hembras que sincronizan sus partos se identificaron dos al año: entre enero e inicios febrero, y entre agosto y septiembre. Los nacimientos no sincronizados se dieron a lo largo del año y se presentaron en mayor cantidad entre febrero y septiembre, con una ocurrencia de 74.1 %; sin embargo, enero y febrero cuentan con la mayor cantidad, 16.4 % y 15.5 % respectivamente. La monta se da entre los ocho y 20 días después de parir y la gestación dura entre seis y siete meses. El destete se da entre los dos y tres meses de edad.

Se obtuvo un tiempo promedio de gestación de 204 días, con un intervalo de 179 a 229 días, asumiendo que las hembras de los doce períodos de gestación registrados quedaban preñadas a los ocho días del parto, cuando las crías aún están lactando. La fecundidad promedio fue de 1.04 crías/hembra por año considerando 22 hembras. Sin embargo, cuando se hace una discriminación por establecimientos la mayor fecundidad histórica se da en CA con 1.09 (n=10 hembras), y le siguen SC y PZ con 1 (n=3 hembras en cada uno), MC con 0.85 (n=4 hembras) y por último MA con 0.75 (n=2 hembras).

DISCUSIÓN

Población en cautiverio

La clasificación por sexo y clase de edad es una información valiosa para fines de manejo. La proporción histórica de sexos encontrada indica que el número de hembras y machos en la población está balanceado, asegurando el éxito reproductivo (Gallina, 1994). Sin embargo, la proporción actual de sexos no es igual (1 hembra: 0.64 macho) debido a causas antrópicas y naturales. Las primeras se deben al manejo de la especie en cautiverio, ya que las acciones enfocadas en el aspecto

reproductivo se ejercen principalmente sobre los machos (Guzmán-Lenis y López-Arévalo, 2019) y por tanto su número disminuye. Según Hungerford *et al.* (1981) el número de hembras debe ser mayor que el de machos en una especie poligámica como el venado cola blanca, excepto durante las primeras clases de edad, crías y juveniles. Esta situación también se da en poblaciones naturales bajo presión de caza donde el número de machos es menor que el de hembras, debido a que son las piezas de trofeo más deseadas (Matschke *et al.*, 1984).

Figura 3.1. Número de individuos nacidos a lo largo de 16 años de registro (n=117).

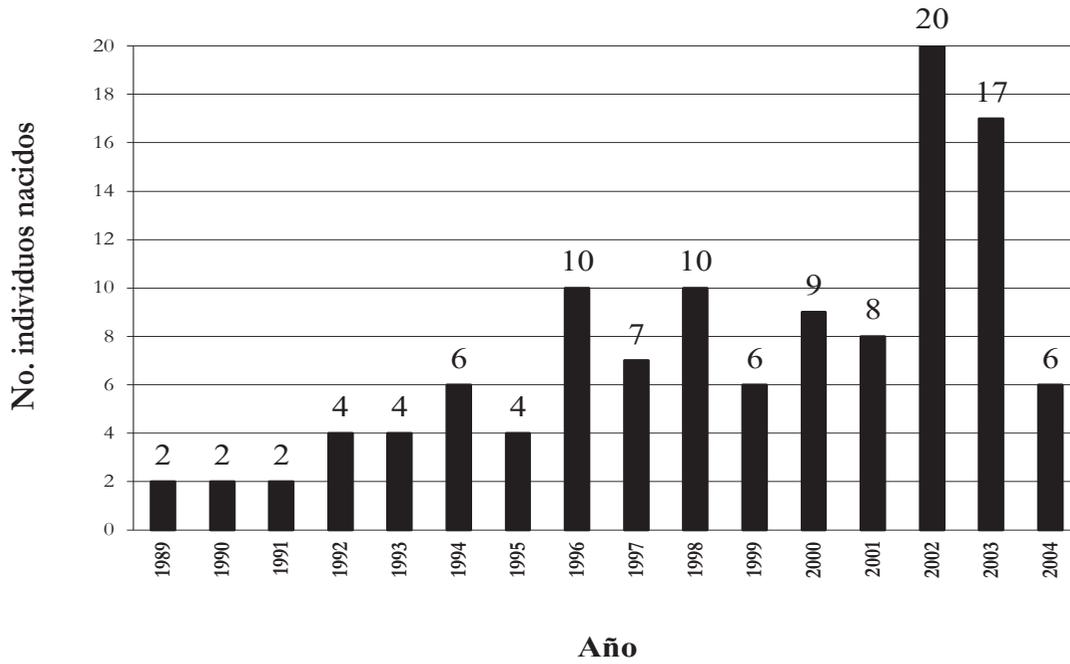


Figura 3.2. Ciclos reproductivos para machos y hembras de venado cola blanca en cautiverio en Colombia. A. Ciclo sincronizado; B. Ciclo no sincronizado.

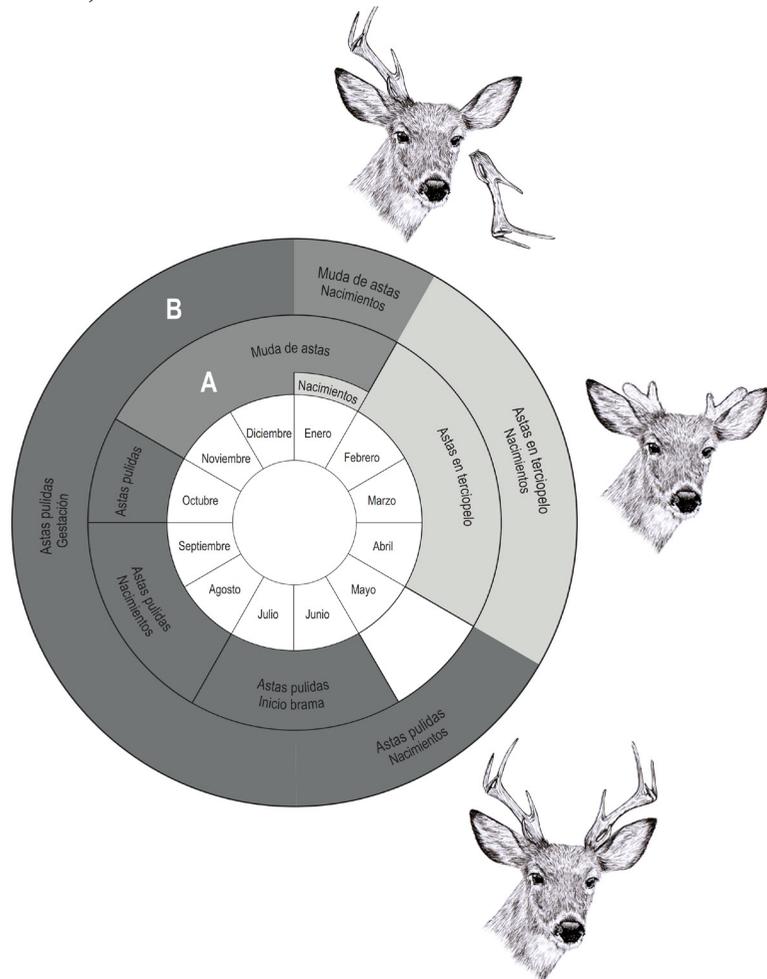


Tabla 3.1. Establecimientos visitados para la obtención de información sobre el manejo *ex situ* de venado cola blanca.

| Nombre del establecimiento | Propietario | Fecha de fundación | Fecha de inicio de la colección de venados | Área del establecimiento (a 2004) |
|--|---------------------------------------|--------------------|--|-----------------------------------|
| Parque Recreativo y Zoológico Piscilago (PZ) | Colsubsidio | 1990 | 1996 | 86 ha |
| Fundación Zoológica de Santa Cruz (SC) | Junta Directiva | 2001 | 1975 | 3.2 ha |
| Fundación Zoológica de Cali (CA) | Municipio | 1971 | 1984 | 21 ha con 8 ha en exhibición |
| Bioparque Los Ocarros (OC) | Gobernación del departamento del Meta | 2003 | 2003 | 5.6 ha |
| Reserva Río Blanco (MA) | Aguas de Manizales | 1904 | 2001 | 4343 ha |
| Zoológico Matecaña (PE) | Sociedad de Mejoras de Pereira | 1961 | 1961 | 7 ha |
| Finca Balmoral-Vda. El Peñón, San Francisco (SF) | Jesús Oviedo | 1987 | 1990 | 6.4 ha |
| Finca Ceboruco, Melgar-Carmen de Apicalá (MC) | Pablo Elías Rueda | 1991 | 1996 | - |
| Zoológico Jaime Duque (JD) | Parque Jaime Duque | 1991 | 1991 | - |

-: sin información. NA: No aplica. No: Ausencia de este personal. *Área de trabajo del profesional.

Tabla 3.2. Número de individuos reportados entre 1984 y 2004, para cada establecimiento visitado.

| | En base de datos | | | Fuera base de datos | Total por establecimiento |
|-------|------------------|---------|----------------|---------------------|---------------------------|
| | Vivos | Muertos | Transferencias | | |
| CA | 13 | 74 | 1 | 0 | 88 |
| MA | 3 | 7 | 1 | 0 | 11 |
| MC | 12 | 2 | 1 | 0 | 15 |
| OC | 11 | 1 | 2 | 0 | 14 |
| PE | 10 | 1 | 0 | 18 | 29 |
| PZ | 12 | 9 | 0 | 40 | 61 |
| SC | 8 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| SF | 18 | 0 | 0 | 11 | 29 |
| JD | 14 | 0 | 0 | 25 | 39 |
| Total | 101 | 96 | 5 | 94 | 296 |

CA: Zoológico de Cali. PZ: Piscilago Zoo. OC: Bioparque Los Ocarros. SC: Zoológico de Santacruz. PE: Zoológico Matecaña de Pereira. JD: Zoológico Jaime Duque. SF: Finca en San Francisco. MC: Finca en Melgar. MA: Reserva Río Blanco de Manizales.

En condiciones de cautiverio se ha demostrado que los machos adultos pueden llegar a ser más agresivos que los machos libres durante la época de brama (Kirkpatrick y Scaloni, 1984), lo cual puede contribuir al desequilibrio de la proporción de sexos. Esta agresividad intraespecífica en machos hace inevitable utilizar acciones de manejo como la eutanasia, cuando su agresividad es alta.

La población en cautiverio se encuentra en crecimiento debido al aumento de la fecundidad y del número de vientres a través del tiempo, y aunque Christian *et al.* (1960, en Robinette *et al.*, 1973) reportan un aumento en la mortalidad con el incremento de la densidad en venados sika (*Cervus nippon*), si la nutrición es apropiada el aumento de esta magnitud en cautiverio no afecta la mortalidad (Robinette *et al.*, 1973).

Subespecies encontradas

La falta de estudios relacionados con la cantidad de subespecies en el país, su distribución y estatus taxonómico, así como la dificultad para diferenciar los individuos mediante características físicas y genéticas, genera inconvenientes en la identificación de subespecies *in situ* y *ex situ*. Actualmente solo se puede diferenciar si corresponden a subespecies de tierras altas, *O.v. goudotii* y *O.v. ustus*, o de tierras bajas, *O.v. apurensis*, *O.v. tropicalis* y *O.v. curassavicus*, (Baker, 1984; Brokx, 1984; López-Arévalo y Rodríguez, 2006).

Brisbin y Lenarz (1984) y Smith *et al.* (1984) exponen que en las especies pertenecientes a los Odocoileinae las diferencias fenotípicas en cuanto a color y medidas morfométricas pueden ocurrir con poca o ninguna divergencia cromosómica, y que pueden ser el resultado de respuestas fisiológicas o fenotípicas al medio ambiente como mecanismo adaptativo a los diferentes hábitats a lo largo de su distribución geográfica; en consecuencia, esto ha dado origen a muchas subespecies. Sumado a lo anterior, Geist (1998) expresa que estudios de ADN mitocondrial y nuclear permiten discutir la concepción de las subespecies de *O. virginianus*, demostrando que esta especie se diferencia genéticamente en áreas muy pequeñas. Molina y Molinari (1999) a partir de caracteres craneales y mandibulares, sugieren que las subespecies de Venezuela y del neotrópico en general no pertenecen a la especie *O. virginianus*, y proponen para Venezuela las especies *O. margaritae*, *O. lasiotis* y *O. cariacou*. Esto implica realizar revisiones de las otras subespecies neotropicales para comprobar su nivel taxonómico. Sin esta evidencia para las poblaciones colombianas Solari *et al.* (2013) proponen la existencia de tres especies diferentes de *Odocoileus* siguiendo lo sugerido por Molinari (2007).

Por otra parte, Barragán (2002) no encontró divergencias cromosómicas entre los once ejemplares que estudió en SC, JD y PZ, adjudicándolos a la subespecie *O.v. apurensis* según sus características morfométricas y la cercanía de los zoológicos a la región de distribución natural de la subespecie. La observación de los individuos presentes en JD demuestra hibridación de subespecies, por cuanto se encontraron individuos de subespecies de tierras altas y bajas en el mismo encierro.

Biología reproductiva

En zonas tropicales se muestra una pérdida de sincronización de los individuos de una misma población mientras más se desplace hacia el sur. En algunas zonas hay una tendencia a la estacionalidad cuando se presentan cambios climáticos fuertes, como por ejemplo en los Llanos Orientales (Brokx, 1984; Méndez, 1984; Verme y Ullrey, 1984; Rodríguez y Solís, 1994; González, 2001), lo que explicaría la presencia de ciclos reproductivos sincronizados en los establecimientos PZ, MA, MC y SF, en donde la totalidad de los individuos proceden de los Llanos Orientales colombianos. Por el contrario, en los páramos los cambios climáticos de los ciclos circadianos son de tres a diez veces más marcados que los cambios mensuales, en consecuencia, no existe una estacionalidad determinada a lo largo del año (Vuilleumier y Monasterio, 1986). Esto nos permite proponer que los individuos de zonas altas *O.v. goudotii* presentan ciclos no sincronizados, encontrados en JD y PE, y que además es probable que haya hibridación.

Fecundidad

La fecundidad de la población de venado cola blanca en cautiverio en Colombia (1.04 crías por hembra) es menor que la indicada por Gallina (1994) de 1.27 crías por hembra adulta en la reserva de la biosfera La Michilía (México) y que los valores reportados por Davis (1967), y Walters y Bandy (1972) de 1.6 a 1.8 en Estados Unidos, respectivamente. Sin embargo, la fecundidad obtenida de 2.4 en el 2002 y de 1.80 en el 2003 demuestra un buen manejo de la población en cautiverio, una dieta adecuada y un encierro en buenas condiciones (Guzmán-Lenis, 2005).

La productividad o fecundidad de los venados es afectada por factores (Verme y Ullrey 1984) como 1) la edad donde la productividad aumenta rápidamente a su máximo potencial en hembras de tres a siete años, pero declina gradualmente des-

pués de esta fase; en La Michilía, Ezcurra y Gallina (1981) también encontraron aumento de la fecundidad después de los tres años; 2) la nutrición, importante porque la productividad es limitada cuando existe una deficiencia proteínica; un 7 % de proteína en el total de la dieta es suficiente para obtener una tasa normal de 1.7 crías por hembra. El valor aumenta a 1.9 crías por hembra con un 13 % de proteína (Murphy y Coates, 1966 en Verme y Ullrey, 1984).

Por otra parte y como tercer factor, el estrés de la lactancia disminuye la fertilidad: las hembras que lactaron mellizos presentaron en su siguiente parto una tasa de 1.6 crías, las que lactaron una cría tuvieron una tasa de 1.7 y las que perdieron ambas crías mostraron una tasa de 1.9. Por último, un factor limitante de la productividad es el hábitat de los individuos. Por ejemplo, Julander *et al.* (1961, en Verme y Ullrey, 1984) encontraron fecundidades de 1.19 crías por hembra en un hábitat con baja capacidad de carga y 1.85 crías por hembra en un hábitat con alta capacidad de carga.

Gestación

El promedio de gestación de 204 días con un intervalo de 179 a 229 días obtenido en este estudio fue mayor al tiempo promedio expuesto en México de 198.7 días (Weber *et al.*, 1994; Galindo-Leal y Weber, 1998). Sin embargo, se encuentra dentro de los rangos reportados por Verme y Ullrey (1984) de 187 a 222 días y Galindo-Leal y Weber (1998) de 196 a 205 días; además es similar al obtenido por Ezcurra y Gallina (1981) para La Michilía con 210 días.

Época de nacimientos

En la zona tropical la ovulación, la gestación y los nacimientos ocurren durante todo el año, aunque dependiendo de las condiciones ambientales del hábitat, las mayores frecuencias se dan en épocas determinadas. Los picos de nacimientos y la duración del período, generalmente largos, dependen de las condiciones ambientales del lugar y de la subespecie estudiada (Brokx, 1984; Verme y Ullrey, 1984; Rodríguez y Solís, 1994; González, 2001).

Los nacimientos de la población en cautiverio muestran una tendencia a la estacionalidad con mayor porcentaje entre septiembre y febrero (74.1 %). Esta distribución se ajusta a lo indicado por Blouch (1987, en Rodríguez, 1994) para la subespecie *O.v. apurensis*, donde la época con mayor número de nacimientos es de septiembre a marzo (79.3 %). También concuerda con Brokx (1984),

aunque el período presentado por este autor es menos prolongado a pesar de ser la misma subespecie en Venezuela, y parcialmente con González (2001) quien estudio ejemplares de museo de los Llanos Orientales colombianos. De acuerdo con esto, la mayor parte de la población de venado cola blanca en cautiverio en Colombia pertenece a la subespecie *O.v. apurensis*.

Ciclo de astas

El ciclo de astas sincronizados encontrado en los establecimientos con machos de *O.v. apurensis* concuerda parcialmente con los ciclos presentados para la especie en la Isla San Lucas (Rodríguez y Solís, 1994) y Honduras (Klein, 1982). La época en la que ocurre la caída de astas de los individuos investigados es más temprana, se da entre noviembre y enero, en relación con el periodo para la Isla San Lucas entre enero y febrero, y para Honduras entre enero y abril. En localidades como Surinam, la caída de las astas es aún más temprana (octubre-noviembre) (Branan y Marchinton, 1987 en Rodríguez, 1994) y en Durango-México se presenta generalmente durante las dos últimas semanas del mes de mayo (Galindo-Leal y Weber, 1998). Teniendo en cuenta esta información, la tendencia identificada es que la caída de astas es más temprana entre más meridional esté ubicada la localidad. Por otra parte, la temporada de astas pulidas, presentada entre abril y diciembre, concuerda con la obtenida por González (2001) para *O.v. apurensis* en Colombia a partir de ejemplares de colección.

Ciclo reproductivo del venado cola blanca en cautiverio en Colombia

El ciclo reproductivo de los ejemplares en cautiverio en Colombia es similar al registrado para poblaciones silvestres de la subespecie *O.v. apurensis*. La mayor frecuencia de nacimientos se da en los meses más secos, tal como ocurre en la Isla San Lucas, donde aparentemente los cervatillos nacidos a mediados de la estación seca tienen una alta probabilidad de sobrevivencia, ya que al empezar las lluvias estarán por completo destetados y fisiológicamente aptos para utilizar el forraje verde durante esta temporada. Por el contrario, los cervatillos nacidos muy temprano en la estación seca estarán destetados antes de que el forraje esté disponible y los nacidos muy tarde no podrán competir con sus congéneres, puesto que tendrán menor capacidad para utilizar los recursos alimenticios al inicio de la estación lluviosa (Rodríguez y Solís, 1994).

Finalmente, las poblaciones en cautiverio que fueron evaluadas se encuentran en un período de crecimiento debido al aumento del número de

vientres y de la fecundidad ocasionado por una mayor experiencia de manejo a lo largo de los años del establecimiento. Sin embargo, es muy importante evaluar el destino y objetivo de mantener estos nuevos individuos y aprovechar el éxito reproductivo de la especie en cautiverio para promover su uso sostenible.

Se recomienda hacer estudios moleculares de las subespecies *in situ* para reunir bases que permitan su diferenciación *ex situ*, así como realizar estudios *in situ* del ciclo reproductivo de la subespecie *O.v. apurensis* para corroborar los datos obtenidos.

LITERATURA CITADA

- BAKER, R.H. 1984. Origin, classification and distribution. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 571-600. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- BARRAGÁN, K.B. 2002. Caracterización cromosómica de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780). Trabajo de grado, Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- BRISBIN, I.L. Y M.S. LENARZ. 1984. Morphological comparisons of insular and mainland populations of southeastern white-tailed deer. *Journal of Mammalogy* 65(1):44-50.
- BROKX, P.A. 1984. South America. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 525-546. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- DAVIS, L.S. 1967. Dynamic programming for deer management planning. *The Journal of Wildlife Management* 31(4): 667-679.
- EZCURRA, E. Y S. GALLINA. 1981. Biology and Population Dynamics of White-Tailed Deer in Northwestern Mexico. En: P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.), *Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America*: 79-108. Instituto de Ecología A.C., México D.F.
- GALINDO-LEAL, C. y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D.F.
- GALLINA, S. 1994. Dinámica poblacional y manejo de la población del venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 207-234. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GEIST, V. 1998. *Deer of the world: Their evolution, behavior and ecology*. Stackpole Books, Mechanicsburg, Estados Unidos de América.
- 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 grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- GUZMÁN-LENIS, A.R. y H. F. LÓPEZ-ARÉVALO 2019. Recopilación y análisis del manejo *ex situ* de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Colombia. En: H.F. LÓPEZ-ARÉVALO (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 193-196. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- HUNGERFORD, C.R., M.D. BURKE Y P.F. Ffolliott. 1981. Biology and Population Dynamics of Mule Deer in South-western United States. En: P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.), *Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America*: 109-132. Instituto de Ecología A.C., México D.F.
- KIRKPATRICK, R.L. Y P.F. SCALON. 1984. Care of captive whitetails. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 687-696. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- KLEIN, E.H. 1982. Phenology of breeding and antler growth in white-tailed deer in Honduras. *The Journal of Wildlife Management* 46(3): 826-829.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J.V. Rodríguez-Mahecha, M., Alberico, F. Trujillo, J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros rojos de especies amenazadas

- de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.
- MATSCHKE, G.H., K.A. FAGERSTONE, R.F. HARLOW, F.A. HAYES, V.F. NETTLES, W. PARKER Y D.O. TRAINER. 1984. Population Influences. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 169-188. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- MÉNDEZ, E. 1984. Mexico and Central America. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 513-524. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- MOLINA, M. Y J. MOLINARI. 1999. Taxonomy of Venezuelan white-tailed deer (*Odocoileus*, Cervidae, Mammalia), based on cranial and mandibular traits. *Canadian Journal of Zoology* 77(4): 632-645.
- MOLINARI, J. 2007. Variación geográfica en los venados de cola blanca (Cervidae, *Odocoileus*) de Venezuela, con énfasis en *O. margaritae*, la especie enana de la Isla de Margarita. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 167: 29-72.
- ROBINETTE, W.L., C.H. BAER, R.E. PILLMORE Y C.E. KNITTLE. 1973. Effects on nutritional change on captive mule deer. *The Journal of Wildlife Management* 37(3): 312-326.
- RODRÍGUEZ, M.A. 1994. Ciclo de astas del venado cola blanca en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 103-109. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- RODRÍGUEZ, M.A. Y V. SOLÍS. 1994. Ciclo de vida del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 63-71. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- SMITH, M.H., R. BACCUS, H.O. HILLESTAD Y M.N. MANLOVE. 1984. Population Genetics of the white-tailed deer. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 119-128. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- SOLARI, S., Y. MUÑOZ-SABA, J.V. RODRÍGUEZ-MAHECHA, T.R. DEFLER, H.E. RAMÍREZ-CHAVES Y F. TRUJILLO. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20(2):301-365.
- SOLÍS, V. 1994. Uso tradicional y conservación del venado cola blanca en Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 351-357. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- VERME, L.J. Y D.E. ULLREY. 1984. Physiology and nutrition. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 91-118. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- VUILLEUMIER, F. Y M. MONASTERIO. 1986. *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press and the American Museum of Natural History, Nueva York.
- WALTERS, C.J. Y P.J. BANDY. 1972. Periodic harvest as a method of increasing big game yields. *The Journal of Wildlife Management* 36(1): 128-134.
- WEBER, M.P., P. ROSAS-BECERRIL, A. MORALES-GARCÍA Y C. GALINDO-LEAL. 1994. Biología reproductiva del venado cola blanca en Durango, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 111-127. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

CAPÍTULO 4

Plantas consumidas por el venado cola blanca en Colombia

Carolina Mateus-Gutiérrez y Hugo F. López-Arévalo

RESUMEN

Se llevó a cabo una revisión de las investigaciones relacionadas con la dieta del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en Colombia, tanto en vida silvestre como en semicautiverio y cautiverio. De los siete trabajos revisados, cuatro utilizaron métodos de observación directa, dos utilizaron encuestas o entrevistas informales y uno encuestas estructuradas. Como parte de la dieta del venado se registran 112 especies de plantas consumidas pertenecientes a 45 familias, de las cuales el 25 % corresponden a plantas cultivadas con fines agrícolas u ornamentales. Las familias con mayor número de especies correspondieron a Asteraceae y Poaceae y la forma de vida predominante fueron las hierbas. Respecto a los trabajos publicados para Centro y Suramérica, se adicionan 105 nuevos registros de especies de plantas consumidas por el venado cola blanca.

Palabras clave: Dieta, hábitos alimentarios, manejo de vida silvestre, *Odocoileus virginianus*, venado cola blanca.

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca se distribuye en Colombia en las regiones Caribe, Andina, Amazonia y Orinoquía desde el nivel del mar hasta los 4000 m s. n. m. (Cuervo *et al.*, 1986; Alberico *et al.*, 2000; López-Arévalo y González-Hernández, 2006). Es un animal forrajero selectivo que dedica más tiempo a alimentarse que a otras actividades (Smith, 1991; Bello *et al.*, 2003). Por otra parte, esta especie ha sido clasificada dentro del grupo de los rumiantes selectores de concentrados, puesto que selecciona plantas ricas en contenidos celulares de rápida fermentación, fácilmente digeribles y nutritivos. Una característica importante del sistema digestivo del venado es que tiene un rumen pe-

ABSTRACT

We carried out a review of studies related to the diet of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Colombia, both in the wild, captivity and semi-captivity. Out of the seven papers we reviewed four used direct observation methods, two used informal surveys or interviews and one a structured survey. There are 112 plant species, belonging to 45 families, conforming the deer's diet, of which 25 % are cultivated plants grown for food or ornamental purposes. Families with the greatest number of species were Asteraceae and Poaceae and the dominant life form was herbaceous. This review adds 105 new records of plant species consumed by the white-tailed deer, when compared with other published accounts from Central and South America.

Keywords: Diet, food habits, Wildlife management, *Odocoileus virginianus*, white-tailed deer.

queño respecto a su tamaño corporal por lo que no tolera una lenta digestión de la fibra, lo que ocasiona el consumo de alimentos de alta calidad para compensar su menor capacidad rumino-reticular (Short, 1963; Hanley, 1982; Vangilder *et al.*, 1982; Church, 1993; Van Soest, 1994).

La selección de las plantas consumidas por un animal depende de algunos factores como: (a) la composición química y nutricional de las plantas, lo que incluye el contenido de fibra, paredes celulares, proteínas, minerales y metabolitos secundarios (Allison, 1985); (b) la disponibilidad del alimento (Batzli, 1994) y (c) el tipo de sistema digestivo (Vangilder *et al.*, 1982). Por otra parte, las

necesidades alimentarias del organismo pueden variar dependiendo de la edad y el sexo, la época del año, la hora del día y la proximidad a diferentes tipos de hábitats (Scalet *et al.*, 1996).

Se han implementado métodos directos e indirectos para estudiar la alimentación de los herbívoros, especialmente de los rumiantes. Los métodos indirectos incluyen las observaciones, el “test de cafetería”, la estimación del impacto de los herbívoros sobre la vegetación, los rastros o pistas sobre la nieve, la observación de animales domesticados y la utilización de cercados. Los métodos directos analizan los restos ingeridos por el animal, como por ejemplo las fístulas esofágicas y del rumen, los contenidos estomacales y el análisis microscópico de excrementos (Braza *et al.*, 1994).

Los estudios de los hábitos alimentarios del venado cola blanca en Suramérica, el Caribe

y Mesoamérica han utilizado métodos como la observación directa (DiMare, 1986; Espach y Sáenz, 1994; Hernández *et al.*, 2001; Arceo *et al.*, 2005), la microhistología de heces (Escobar y González, 1976; Gallina *et al.*, 1981; Di Mare, 1986; Granados, 1989 citado en Daniels, 1991; Gallina, 1993; Arceo *et al.*, 2005) y los contenidos ruminales (Borkx y Andresen, 1970 y Daniels, 1987 citados en Daniels, 1991; Hernández y Urquiola, 2003).

Este documento sintetiza la información conocida sobre las especies de plantas consumidas por el venado cola blanca en Colombia y los métodos que se han empleado para el estudio de sus hábitos alimenticios, con el fin de contribuir con el conocimiento y la conservación de la especie, así como al diseño de protocolos de alimentación de los venados en zoológicos, granjas y zoológicos criaderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la recopilación de la información sobre la dieta del venado cola blanca en Colombia se consultaron todos los trabajos de grado y la demás literatura disponible sobre el tema. Solo se seleccionaron los trabajos que explicaron claramente los métodos empleados, especialmente en lo referente a la recolección y registro de las especies de plantas consumidas.

Se realizó un listado general con las especies de plantas incluyendo la familia, la forma de vida, el

nombre vernáculo y su procedencia, es decir *silvestre o cultivada*. Los nombres vernáculos de las plantas fueron consultados en la versión en línea del diccionario de nombres comunes de las plantas de Colombia (Bernal *et al.*, 2006). Se utilizó el sistema de clasificación de Cronquist (1981) para organizar el listado de plantas y para la correcta escritura de los nombres científicos se utilizó la base de datos electrónica de Tropicos (www.tropicos.org).

RESULTADOS

Se encontraron siete trabajos de investigación relacionados con la dieta del venado cola blanca en Colombia, de los cuales siete explicaron claramente los métodos empleados. La mayoría de las investigaciones se llevaron a cabo en condiciones *in situ* y fueron realizadas en los departamentos de Cundinamarca (Ramos, 1995; Mora y Mosquera, 2000; Mateus-Gutiérrez *et al.*, 2003), Vichada (González, 2001) y Boyacá (Blanco-Estupiñán y Zabala-Cristancho, 2005). Los estudios en condiciones *ex situ* fueron realizados por Guzmán-Lenis (2005) con venados en cautiverio en zoológicos y granjas a lo largo del país. Por su parte, Mateus-Gutiérrez (2005) estudió venados mantenidos en semicautiverio en el departamento de Cundinamarca.

El 57.1 % de las investigaciones se han realizado en los ecosistemas de páramo y sub-

páramo (Ramos, 1995; Mora y Mosquera, 2000; Blanco-Estupiñán y Zabala-Cristancho, 2005; Mateus-Gutiérrez, 2005), el 14.3 % en sabanas (González, 2001), 14.3 % en bosque seco tropical (Mateus-Gutiérrez, 2005) y el porcentaje restante corresponde a diferentes ecosistemas en los que se localizan los zoológicos estudiados por Guzmán-Lenis (2005).

Para identificar las plantas consumidas Ramos (1995), Mora y Mosquera (2000), Mateus-Gutiérrez *et al.* (2003) y Mateus-Gutiérrez (2005) se emplearon métodos de observación directa. González (2001) entrevistó a investigadores y Blanco-Estupiñán y Zabala-Cristancho (2005) y Guzmán-Lenis (2005), realizaron encuestas informales y estructuradas a los habitantes y a los responsables del manejo del venado cola blanca en cautiverio, respectivamente.

Se encontró que la dieta del venado cola blanca en Colombia incluye 112 especies de plantas que se distribuyen en 45 familias (tabla 4.1). Las familias Asteraceae y Poaceae tienen el mayor número de especies consumidas, con 15 y 16 especies respectivamente. La forma de vida predominante de las plantas consumidas fueron las hierbas con un 52.6 % del total, entre las que sobresalen las especies de las familias Cyperaceae y Poaceae (figura 4.1).

DISCUSIÓN

La implementación de encuestas y entrevistas para conocer las plantas consumidas por el venado cola blanca no hace parte de los métodos convencionales descritos para los estudios de dieta (Korschgen, 1987; Braza *et al.*, 1994). Aun así, el uso de este tipo de métodos permitió obtener datos adicionales sobre las plantas silvestres y cultivadas que son consumidas por los venados silvestres (González, 2001; Blanco-Estupiñán y Zabala-Cristancho, 2005) y en cautiverio en zoológicos y granjas privadas (Guzmán-Lennis, 2005).

La observación directa de la actividad alimentaria en venados cola blanca se ha empleado exitosamente en zonas secas de América, el Caribe y Mesoamérica (Di Mare, 1986; Espach y Sáenz, 1994; Hernández *et al.*, 2001; Arceo *et al.*, 2005). Sin embargo, Di Mare (1986) menciona que el método es inadecuado por problemas de visibilidad, mientras que Mateus-Gutiérrez (2005) encontró que el método se vio favorecido puesto que los animales estudiados provenían de cautiverio y estaban acostumbrados a la cercanía humana. Por otra parte, Ramos (1995) y Mateus-Gutiérrez *et al.* (2003) indicaron que la buena visibilidad en el páramo facilitó el registro de las plantas consumidas, a pesar de que los venados eran silvestres. Por último, Espach y Sáenz (1994) mencionaron que este método resultó ser el más apropiado para contar y registrar las plantas ingeridas, ya que el venado incluyó en su dieta frutos y partes reproductivas de las plantas que no pueden ser identificadas en los análisis microhistológicos. La desventaja de usar métodos de observación directa radicó en la dificultad de distinguir plantas muy pequeñas o que fueron consumidas en su totalidad (Espach y Sáenz, 1994; Ramos, 1995; Mora y Mosquera, 2000; Mateus-Gutiérrez *et al.*, 2003).

Métodos tan variados como la observación directa, el análisis microhistológico de muestras fecales, los contenidos ruminales, las encuestas y las entrevistas han hecho posible registrar 743 especies de plantas consumidas por el venado cola

Por otra parte, se encontró que del total de las especies registradas el 25 % corresponde a plantas cultivadas con fines agrícolas y ornamentales (tabla 4.1). Adicionalmente, se observó que los individuos de la especie en estado silvestre o en semicautiverio consumen en su mayoría plantas silvestres, 88.4 % y 76.8 %, respectivamente. La dieta de los individuos en cautiverio está basada en plantas cultivadas (86.7 %).

blanca en el Caribe, Mesoamérica y Suramérica: 89 en Costa Rica, 205 en Cuba, 313 en México, 24 en Venezuela y 112 en Colombia. Del total de especies registradas, siete son comunes entre el estudio de Mateus-Gutiérrez (2005) y en las investigaciones de Daniels (1987, citado en Daniels, 1991), Espach y Sáenz (1994) y Arceo *et al.* (2005): *Chamaesyce hirta*, *C. hyssoipifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Mangifera indica*, *Malvastrum coromandelianum*, *Samanea saman* y *Zea mays*. Las otras 105 especies registradas en esta revisión constituyen nuevos registros de plantas consumidas por el venado cola blanca en ecosistemas de páramo, subpáramo, sabanas y bosques secos tropicales. Estos resultados corroboran que esta especie tiene una dieta muy diversa debido principalmente a su amplia distribución geográfica y altitudinal (Di Mare, 1986; Galindo y Weber, 1998).

En investigaciones realizadas en otros países también se ha registrado que el venado cola blanca consume plantas que hacen parte de cultivos agrícolas como la calabaza, chile, haba, frijol, maíz y sorgo, entre otras. Así mismo, los estudios mencionaron los efectos directos que el venado puede causar sobre los cultivos y plantaciones comerciales, como el ramoneo sobre los brotes tiernos y las yemas terminales ocasionando retraso en el crecimiento y deformación de las partes que se comercializan (Varela, 1980 citado en Ramos, 1995; Gladfelter, 1984; Daniels, 1987 citado en Daniels, 1991; Galindo y Weber, 1998; Hernández *et al.*, 2001).

El venado cola blanca posiblemente cumple un papel importante para la dispersión de algunas semillas como se ha propuesto en el bosque seco con algunas de gran tamaño como *Samanea saman* y *Melicocca bijugatus* y de menor tamaño como *Chamaesyce hyssoipifolia*, *Carica papaya* y *Psidium guajava*, entre otras. Al respecto, Janzen (1983) mencionó que no todas las semillas pueden ser dispersadas ya que las heces del venado cola blanca son de material molido muy fino y es posible que las semillas pequeñas como las de *G. ulmifolia*, hayan sido

trituras, generando que solo las grandes como las de *Byrsonima crassifolia* puedan ser dispersadas ya que son rechazadas en la rumia. González (2001) registró que el venado cola blanca ingiere los frutos enteros de palmas como *Euterpe* sp., *Oenocarpus* sp. y *Maximiliana regia* y que las semillas de estas plantas son rechazadas durante la rumia.

La forma de vida frecuente en la dieta del venado cola blanca en Colombia fue la herbácea, mientras que Hernández y Urquiola (2003) registraron que en Cuba son más importantes los árboles. Las hierbas como la forma de vida predominante en la dieta del venado cola blanca también han sido registradas en los estudios realizados en Costa Rica, México y Venezuela. Sin embargo, los investigadores reportan que la presencia de hierbas en la dieta varía estacionalmente, y son estas las más importantes en la estación lluviosa (Escobar y González, 1976; Gallina *et al.*, 1981; Di Mare, 1986; Daniels, 1987 citado en Daniels, 1991; Espach y Sáenz, 1994; Arceo *et al.*, 2005).

Lo anterior permite suponer que la selección de los componentes de la dieta no se da por las formas de vida de las plantas sino por su disponibilidad y calidad nutricional, pues consume

desde hierbas hasta ramas de árboles. Cabe aclarar que aunque el enfoque nutricional no se abarca en este trabajo, se reconoce la importancia y la necesidad de su contribución al estudio y conocimiento de los hábitos alimentarios del venado cola blanca en Colombia. Así por ejemplo, se ha detectado que los venados en cautiverio en zoológicos y granjas del país presentan deficiencias nutricionales, lo cual está afectando la fecundidad, la proporción de sexos y la sobrevivencia de los neonatos (Guzmán, 2005).

Los venados cola blanca en semicautiverio incluyen en su dieta 76.8 % de plantas silvestres, lo cual sugiere que aun estando en esta condición los venados pueden llegar a comportarse como venados silvestres. Por otra parte, las especies de plantas cultivadas con fines agrícolas y ornamentales están presentes en la dieta de los venados mantenidos o no en cautiverio. Para el caso de los individuos en estado silvestre, esto significa que cuando el hábitat natural en el que realizan sus movimientos diarios y demás actividades es transformado, pueden desplazarse en la búsqueda de otras fuentes alimentarias de mayor disponibilidad que les provean iguales o mejores requerimientos nutricionales.

LITERATURA CITADA

- ALBERICO, M., A. CADENA, J. HERNÁNDEZ-CAMACHO Y Y. MUÑOZ-SABA. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1): 43-75.
- ALLISON, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *Journal of Range Management* 38(4): 305-311.
- ARCEO, G., S. MANDUJANO, S. GALLINA Y L.A. PÉREZ-JIMÉNEZ. 2005. Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia* 69(2): 159-168.
- BATZLI, G.O. 1994. Special feature: mammal-plant interactions. *Journal of Mammalogy* 75(4): 813-815.
- BELLO, J., S. GALLINA Y M. EQUIHUA. 2003. El venado cola blanca: uso de hábitat en zonas semiáridas y con alta disponibilidad de agua del noreste de México. En: R. Polanco-Ochoa (ed.), *Manejo de vida silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional*: 67-76. Cites, Fundación Natura, Bogotá.
- BERNAL, R., G. GALEANO, A. RODRÍGUEZ, H. SARMIENTO Y M. GUTIÉRREZ. 2006. Diccionario de nombres comunes de las plantas de Colombia. Versión en línea. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Consultado el 15 de agosto de 2017. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>
- BLANCO-ESTUPIÑÁN, L. Y A.I. ZABALA-CRISTANCHO. 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, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
- BRAZA, F., R.C. SORIGUER, C. SAN JOSÉ, J.R. DELIBES, S. ARAGÓN, P. FANDOS Y L. LEÓN. 1994. *Métodos para el estudio y manejo de cérvidos*. Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera, Jerez Industrial, S.A., Sevilla, España.

- CHURCH, D.C. 1993. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Editorial Acriba, Zaragoza, España.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, Nueva York.
- CUERVO, A., J. HERNÁNDEZ-CAMACHO Y A. CADENA. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia: Anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* 15(71-75): 471-501.
- DANIELDS, H. 1991. Biología y hábitat del venado caramerudo. En: Fudeci, Profauna, Fedecave (eds.), *El venado en Venezuela: Conservación, manejo, aspectos biológicos y legales*: 59-66. *Memorias Simposio*. Fudeci/Profauna/Fedecave, Caracas.
- DI MARE, M.I. 1986. Food habits of an insular neotropical white-tailed Deer (*O. virginianus*) population. In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science. Department of fishery and wildlife biology, Colorado State University, Colorado.
- ESCOBAR, A. Y E. GONZÁLEZ-JIMÉNEZ. 1976. Estudio de la competencia alimenticia de herbívoros mayores del llano inundable con referencia especial al chigüire (*Hydrochoeris hydrochaeris*). *Agronomía Tropical* 24(3): 215-227.
- ESPACH, H Y J.C. SÁENZ. 1994. Comportamiento de cervatos criados en cautiverio y reintroducidos en la Finca La Emilia, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 163-179. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D.F.
- GALLINA, S. 1993. White-tailed deer and cattle diets at la Michilía, Durango, México. *Journal of Range Management* 46(6): 487-492.
- GALLINA, S., E. MAURY Y V. SERRANO. 1981. Food habits of white-tailed deer. En: P. Ffolliott y S. Gallina (eds.), *Deer Biology, Habitat Requirements and Management in Western North America*: 135-148. Instituto de Ecología A.C., México D.F.
- GLADFELTER, H.L. 1984. White tailed deer populations and habitats of the midwest agricultural regions. En: L.K. Halls (ed.), *White tailed-deer: Ecology and management*: 427-440. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- GONZÁLEZ, A. 2001. Análisis de la variabilidad fenotípica de una población de *Odocoileus virginianus* (Zimmerman, 1780) ante las condiciones ambientales del Parque Nacional Natural El Tuparro, departamento del Vichada, Colombia. Tesis de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- GUZMÁN-LENIS, A. 2005. Análisis de las experiencias colombianas de manejo *ex situ* de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como aporte a su conservación. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- HANLEY, T.A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management* 35(2): 146-151.
- HERNÁNDEZ, F.R. Y A.J. URQUIOLA. 2003. Composición de la dieta de *Odocoileus virginianus* Zimmermann (venado cola blanca) en la Península de Guanahacabibes (Cuba). *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 18: 39-46.
- HERNÁNDEZ, F., R. ARANDA Y J. UVALLE. 2001. Observaciones sobre el ramoneo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en bosques semidecíduos de las provincias del Pinar del Río y Matanzas, Cuba. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 16: 67-73.
- JANZEN, D.H. (ed.). 1983. *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago.
- KORSCHGEN, L. 1987. Procedimientos para el análisis de hábitos alimentarios. En: R. Rodríguez(ed.), *Manual de técnicas de gestión en vida silvestre*: 119-134. Edición en español. Wildlife Society, Inc. Maryland, Estados Unidos de América.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J. V Rodríguez-M, M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.

- MATEUS-GUTIÉRREZ, C., J. ARIAS, A. MONTAÑEZ Y J. ROMERO. 2003. Acercamiento a la dieta del venado cola blanca en las praderas de Monterredondo, PNN Chingaza. Cundinamarca. Proyecto de Ecología regional continental, VIII semestre, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2005. Evaluación preliminar de la dieta y monitoreo del movimiento del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, en semicautiverio en un bosque seco tropical (Cundinamarca. Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MORA, C.A. Y S.E. MOSQUERA. 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, Departamento de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RAMOS, D. 1995. Determinación de la dieta y distribución del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus goudotii*, Gay y Gervais, 1846) en el Parque Nacional Natural Chingaza (cordillera Oriental, Colombia). Tesis de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- SCALET, CH.G., L.D. FLAKE Y D.W. WILLIS. 1996. *Introduction to wildlife and fisheries: an integrated approach*. W.H. Freeman and Company, Nueva York.
- SMITH, W.P. 1991. *Odocoileus virginianus*. Mammalian Species 388: 1-13.
- SHORT, H.L. 1963. Rumen fermentations and energy relationships in white tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 27: 184-195.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. O y B Books Inc. Corvallis, Estados Unidos de América.
- VANGILDER, L.D., O. TORGERSON Y W.R. PORATH. 1982. Factors Influencing Diet Selection by White-Tailed Deer. *Journal of Wildlife Management* 46(3): 711-718.
- Tropicos. 2011. Tropicos electronic database, Missouri Botanical Garden. Consultada el 8 de marzo de 2017. www.tropicos.org.

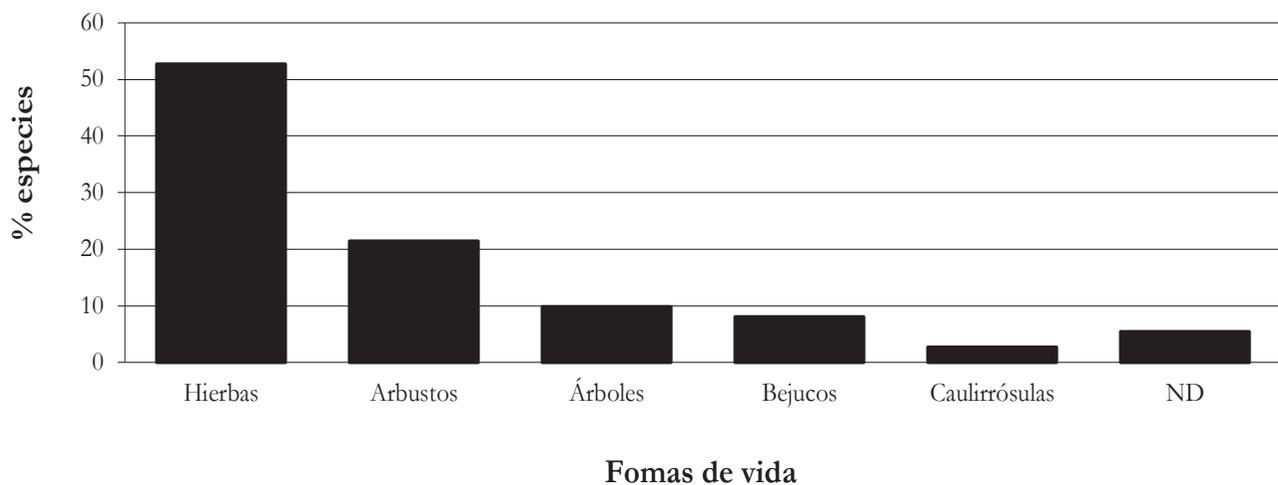


Figura 4.1. Formas de vida de las plantas consumidas por el venado cola blanca en Colombia, reportadas en estudios colombianos. n=112 especies. ND: Forma de vida no definida.

Tabla 4.1. Especies de plantas consumidas por el venado cola blanca en Colombia. Investigaciones con venado cola blanca en condiciones *in situ*: 1) Ramos, 1995; 2) Mora y Mosquera, 2001; 3) González, 2001; 4) Mateus-Gutiérrez *et al.*, 2003; 5) Blanco-Estupiñán y Zabala-Cristancho, 2005. En condiciones *ex situ*: 6) Guzmán-Lenis, 2005 y 7) Mateus-Gutiérrez, 2005.

| Familia / especie | Nombre vernáculo* | Forma de vida | Autor |
|--|---------------------|---------------|---------|
| ACANTHACEAE | | | |
| ^A <i>Ruellia tuberosa</i> | Triquitraque | Hierba | 7 |
| AMARANTHACEAE | | | |
| <i>Achyranthes aspera</i> var. <i>aspera</i> | Chiche borugo | Hierba | 7 |
| <i>Alternanthera pungens</i> | Abrojo | Hierba | 7 |
| ANACARDIACEAE | | | |
| ^B <i>Mangifera indica</i> | Mango | Árbol | 7 |
| APIACEAE | | | |
| ^B <i>Apium graveolens</i> | Apio | Hierba | 6 |
| ^B <i>Arracacia xanthorrhiza</i> | Arracacha | Hierba | 5 |
| ^B <i>Daucus carota</i> | Zanahoria | Hierba | 5 |
| APOCYNACEAE | | | |
| ^A <i>Allamanda catártica</i> | Copa de oro | Bejuco | 7 |
| <i>Mesembryanthemum trifidus</i> | Bejuco mechocuán | Bejuco | 7 |
| ARECACEAE | | | |
| <i>Euterpe</i> sp. | Maíz pepe | Caulirrósula | 2 |
| <i>Oenocarpus</i> sp. | Mapora | Caulirrósula | 2 |
| <i>Maximiliana regia</i> | | Caulirrósula | 2 |
| ASTERACEAE | | | |
| <i>Ageratina tinifolia</i> | Chilca | Arbusto | 1, 2, 3 |
| <i>Ageratina</i> sp. 1 | Chilca | ND | 1 |
| <i>Ageratina</i> sp. 2 | Chilca | ND | 1 |
| <i>Baccharis nitida</i> | Chilco | Arbusto | 2 |
| <i>Baccharis</i> sp. | Chilco | ND | 1 |
| <i>Bidens andicola</i> | Yamata | Hierba | 1 |
| <i>Bidens cynapiifolia</i> | Cadillo | Hierba | 7 |
| <i>Brickellia</i> cf. <i>diffusa</i> | Poleo | Hierba | 7 |
| <i>Emilia sonchifolia</i> | Lechuguilla | Hierba | 7 |
| <i>Erechtites hieraciifolius</i> | Voladora | Hierba | 7 |
| <i>Eupatorium</i> sp.1 | Chilco | ND | 1 |
| <i>Eupatorium</i> sp.2 | Chilco | ND | 1 |
| ^B <i>Lactuca sativa</i> | Lechuga | Hierba | 6 |
| <i>Leucanthemum maximum</i> | Margarita de jardín | Hierba | 4 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | Diente de león | Hierba | 1 |

| | | | |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| BIGNONIACEAE | | | |
| | <i>Crescentia cujete</i> | Totumo | Árbol 7 |
| BRASSICACEAE | | | |
| | ^B <i>Brassica oleracea</i> | Repollo | Hierba 6 |
| CARICACEAE | | | |
| | ^B <i>Carica papaya</i> | Papaya | Árbol 6, 7 |
| CHENOPODIACEAE | | | |
| | ^B <i>Beta vulgaris</i> | Acelga | Hierba 6 |
| CLUSIACEAE | | | |
| | <i>Hypericum thuyoides</i> | Cargarocio | Arbusto 2 |
| COMMELINACEAE | | | |
| | <i>Commelina erecta</i> | Suelda, consuelda | Hierba 7 |
| | Indeterminada | | Hierba 7 |
| CONVOLVULACEAE | | | |
| | <i>Ipomoea</i> sp. 1 | Batatilla | Bejuco 7 |
| | <i>Ipomoea</i> sp. 2 | Batatilla | Bejuco 7 |
| CUCURBITACEAE | | | |
| | ^B <i>Citrullus lanatus</i> | Patilla | Bejuco 6, 7 |
| | ^B <i>Cucurbita maxima</i> | Ahuyama | Bejuco 6 |
| CUNONIACEAE | | | |
| | <i>Weinmannia tomentosa</i> | Encenillo | Arbusto 1 |
| CYPERACEAE | | | |
| | Indeterminada | Coquito | Hierba 7 |
| | Indeterminada | | Hierba 7 |
| | <i>Diplasia</i> sp. | | Hierba 7 |
| | <i>Fimbristylis</i> sp. | Barba de indio | Hierba 7 |
| | Indeterminada | Cortadera | Hierba 7 |
| DILLENIACEAE | | | |
| | <i>Dolioscarpus nitidus</i> | Bejuco tome | Arbusto 3 |
| ERICACEAE | | | |
| | <i>Gaultheria</i> sp. | Zarcillejo morado | Arbusto 1 |
| | <i>Pernettya prostrata</i> | Lágrima | Arbusto 1, 2 |
| | <i>Plutarcbia guascensis</i> | Uvo | Arbusto 2 |
| GROSSULAREACEAE | | | |
| | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Rodamonte | Árbol 4 |
| EUPHORBIACEAE | | | |
| | ^B <i>Manibot esculenta</i> | Yuca | Arbusto 7 |
| | <i>Chamaesyce hyssopifolia</i> | Canchalagua | Hierba 7 |
| | <i>Chamaesyce hirta</i> | Hierba de pollo | Hierba 7 |
| FABACEAE | | | |
| | <i>Abarema jupunba</i> | Guacamayo blanco | Árbol 3 |
| | <i>Desmodium adscendens</i> | Amor seco | Hierba 7 |

| | | | | |
|---------------|--|--------------------|---------|------|
| | <i>Galactia cf. striata</i> | Galactia | Bejuco | 7 |
| | <i>Indigofera trita</i> | Añil | Hierba | 7 |
| | <i>Mimosa cf. pudica</i> | Dormidera | Arbusto | 7 |
| | ^B <i>Pisum sativum</i> | Arveja | Hierba | 5 |
| | <i>Pseudosamanea guachapele</i> | Iguá | Árbol | 7 |
| | <i>Rhynchosia minima</i> | Arroz con coco | Bejuco | 7 |
| | <i>Samanea saman</i> | Samán | Árbol | 7 |
| | <i>Trifolium repens</i> | Carretón | Hierba | 1 |
| | ^B <i>Vicia faba</i> | Haba | Hierba | 5 |
| IRIDACEAE | | | | |
| | Indeterminada | | Hierba | 4 |
| MALVACEAE | | | | |
| | ^A <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> | Abutilón | Arbusto | 7 |
| | <i>Malvastrum coromandelianum</i> | Malva | Hierba | 7 |
| MALPIGHIACEAE | | | | |
| | <i>Byrsonima crassifolia</i> | Chaparro manteco | Árbol | 3 |
| MORACEAE | | | | |
| | <i>Morus alba</i> | Morera | Árbol | 6 |
| MUSACEAE | | | | |
| | ^B <i>Musa x paradisiaca</i> | Banano | Hierba | 6, 7 |
| MYRICACEAE | | | | |
| | <i>Myrica parvifolia</i> | Laurel de páramo | Arbusto | 2 |
| MYRTACEAE | | | | |
| | <i>Myrcianthes karsteniana</i> | Gruesa | Arbusto | 2 |
| | <i>Myrcianthes</i> sp. | | ND | 1 |
| | ^B <i>Psidium guajava</i> | Guayaba | Arbusto | 7 |
| ORCHIDACEAE | | | | |
| | <i>Odontoglossum</i> sp. | Orquídea | Hierba | 4 |
| POACEAE | | | | |
| | <i>Agrostis</i> sp. | Paja | Hierba | |
| | <i>Andropogon bicornis</i> | Paja rabo de zorro | Hierba | 3 |
| | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | Pasto de olor | Hierba | 4 |
| | ^B <i>Avena sativa</i> | Avena | Hierba | 4, 6 |
| | <i>Axonopus compressus</i> | Gramma blanca | Hierba | 7 |
| | <i>Bothriochloa pertusa</i> | Pasto cordobés | Hierba | 7 |
| | <i>Calamagrostis effusa</i> | Cañuela | Hierba | 4 |
| | <i>Chusquea</i> sp. | Chusque | Hierba | 2 |
| | <i>Holcus lanatus</i> | Pasto poa | Hierba | 1, 4 |
| | <i>Leptochloa</i> cf. <i>fusca</i> | Paja gris | Hierba | 7 |
| | <i>Pseudechinolaena polystachya</i> | Coneja | Hierba | 7 |
| | <i>Sorghum</i> sp. | Sorgo | Hierba | 7 |
| | ^B <i>Zea mays</i> | Maíz | Hierba | 6 |

| | | | | |
|------------------|--|------------------|---------|---|
| | Indeterminada 1 | Pasto | Hierba | 6 |
| | Indeterminada 2 | Pasto | Hierba | 7 |
| | Indeterminada 3 | Pasto | Hierba | 4 |
| POLYPODIACEAE | | | | |
| | <i>Melpomene flabelliformis</i> | | Hierba | 4 |
| POLYGALACEAE | | | | |
| | <i>Polygala acuminata</i> | Sarpoleta | Hierba | 7 |
| PORTULACACEAE | | | | |
| | <i>Talinum triangulare</i> | Hierba de sapo | Hierba | 7 |
| ROSACEAE | | | | |
| | <i>Hesperomeles heterophylla</i> | Mortiño | Arbusto | 2 |
| | <i>Hesperomeles obtusifolia</i> | Mortiño | Arbusto | 4 |
| RUBIACEAE | | | | |
| | ^A <i>Ixora coccinea</i> | Buqué de novia | Arbusto | 7 |
| | <i>Diodia apiculata</i> | NC | Arbusto | 7 |
| | ^A <i>Mussaenda</i> cf. <i>erythrophylla</i> | Flor de trapo | Arbusto | 7 |
| | <i>Borreria alata</i> | Botoncillo | Hierba | 7 |
| | ^B <i>Morinda citrifolia</i> | Noni | Arbusto | 7 |
| RUTACEAE | | | | |
| | ^B <i>Citrus maxima</i> | Naranja | Arbusto | 6 |
| | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> | Tachuelo | Arbusto | 7 |
| SAPINDACEAE | | | | |
| | ^B <i>Melicoccus bijugatus</i> | Mamoncillo | Árbol | 7 |
| SCROPHULARIACEAE | | | | |
| | <i>Aragoa abietina</i> | Pinito de páramo | Arbusto | 2 |
| SMILACACEAE | | | | |
| | <i>Smilax</i> sp. | Guayacana | Bejuco | 7 |
| SOLANACEAE | | | | |
| | <i>Capsicum annuum</i> | Ají | Arbusto | 7 |
| | ^B <i>Solanum lycopersicum</i> | Tomate | Hierba | 6 |
| | ^B <i>Solanum tuberosum</i> | Papa | Hierba | 5 |
| STERCULIACEAE | | | | |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Guácimo | Árbol | 7 |
| | <i>Melochia</i> sp. | Escobillo | Hierba | 7 |
| TROPAEOLACEAE | | | | |
| | ^B <i>Tropaeolum tuberosum</i> | Cubio | Hierba | 5 |
| TURNERACEAE | | | | |
| | <i>Turnera ulmifolia</i> | Oreganillo | Hierba | 7 |

A: especie cultivada como ornamental; B: especie cultivada con fines agrícolas; ND: forma de vida no determinada; *: nombre vernáculo tomado de Bernal *et al.*, 2006

CAPÍTULO 5

Densidad poblacional y uso de hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante época de lluvias en la Orinoquía colombiana

Heidi Pérez-Moreno, Olga L. Montenegro, Hugo F. López-Arévalo y Carlos E. Sarmiento P.

RESUMEN

La densidad poblacional del venado de cola blanca varía mucho a lo largo de su distribución, debido a factores ambientales y la interacción con otras especies. En el Neotrópico las mayores abundancias ocurren en hábitats mixtos de sabanas naturales y bosques, en pendientes poco pronunciadas y cerca a fuentes de agua. En Colombia, existe poca información sobre la abundancia del venado de cola blanca pero se sabe que sus poblaciones silvestres se han reducido a solo algunos núcleos poblacionales aislados en zonas altas de los Andes y en la Orinoquía. Dado este contexto, se hace necesario evaluar la densidad de este venado y determinar posibles preferencias de hábitat a nivel local, generando información relevante para su manejo y conservación. El presente estudio se realizó durante la época de lluvias en dos localidades de las sabanas inundables de la Orinoquía colombiana (Taparas y Miramar) que difieren en la configuración de coberturas vegetales y en la disponibilidad de agua. En cada localidad, se estimó la densidad poblacional por medio de conteo directo en transectos lineales de 3 a 5 km de longitud, distanciados 1500 m, en una ventana de observación de 3600 ha, por localidad. Los transectos, cuatro en Taparas y seis en Miramar, sumaron en total 63.45 km y 51.78 km respectivamente. Para esta investigación, se asumió el hábitat como el tipo de cobertura vegetal y se determinó su extensión mediante la clasificación supervisada de imágenes Landsat, a una escala de 1:25 000. Esta información fue utilizada para medir la adecuabilidad en cada tipo de hábitat.

Se contaron en total 641 venados en Taparas y 240 en Miramar. La densidad fue mayor en Taparas, 43.3 venados/km², que en Miramar, 13.3 venados/km². En total se identificaron seis tipos de coberturas y fueron predominantes el pajonal disperso, el pajonal denso y las sabanas. En las dos localidades los venados mostraron preferencia por los pajonales dispersos y usaron el arbustal y las sabanas. Los valores de densidad reportados en

el presente estudio, en general, son similares a los reportados en otros ecosistemas abiertos, como el páramo y el bosque tropical caducifolio. La mayor heterogeneidad en la configuración del paisaje y principalmente la mayor disponibilidad de fuentes de agua explican la mayor abundancia en Taparas respecto a Miramar. El uso del hábitat reportado sugiere que existe una complementariedad entre las diferentes coberturas usadas. El estrato arbustivo contribuye en la dieta y aporta protección térmica y contra depredadores, mientras que el pajonal disperso aporta alimentación complementaria.

Palabras clave: Abundancia, Taparas, Miramar, sabanas inundables, transectos en línea.

ABSTRACT

White-tailed deer population density varies greatly throughout its range because of environmental factors as well as interactions with other species. In the Neotropics, the largest abundances occur in mixed habitats of natural savannas and forests on terrain with gradual slopes and located near water sources. In Colombia white-tailed deer abundance is poorly known. However, the few available records indicate that deer populations have decreased and only remnant populations persist in the highlands of the Andes and the lowlands of the Orinoco regions.

In order to generate relevant information for deer conservation and management in Colombia, estimations of white-tailed deer population size densities are needed, as well as information on habitat preferences. This study was conducted during the rainy season at two sites of natural flooded savannas in the Colombian Orinoco region (Taparas and Miramar). These two sites differ in configuration of vegetation cover and water availability. At each site we estimated deer population density using line transects between 3 to

5 km long located 1500 m apart from each other, in an area of 3600 ha. The summed distance of the line transects (four in Taparas and six in Miramar) were 63.45 km and 51.78 km respectively. For this study we considered each type of vegetation cover as a different habitat type, the areas of which were estimated by supervised classification of Landsat images, at a scale of 1: 25,000. We used this information as a measure of the availability of each habitat type.

We counted 641 deer in Taparas and 240 deer in Miramar. Population density was higher in Taparas (43.3 deer/km²) than in Miramar 13.3 deer/km²). We identified six types of vegetation cover in the study area with dispersed *pajonal*, dense *pajonal* and open savannas being the dominant types. In both sites, deer exhibited

a preference for dispersed *pajonales*, but they used shrubs and open savannas as well. Deer population densities estimated in this study are similar to those found in other open ecosystems, such as *páramo* (highlands) and deciduous tropical forest. A higher heterogeneity in the landscape configuration and mainly greater water availability explain the higher deer density found at Taparas relative to Miramar. Differences in the reported habitat use suggest that vegetation cover types provide complementarity resources to meet the deers' requirements. Shrub cover provides food and thermal protection, as well as protection from predators, while the dispersed *pajonal* provides complementary food sources.

Keywords: Abundance, Taparas, Miramar, flooded savanna, line transects.

INTRODUCCIÓN

La densidad poblacional del venado de cola blanca varía mucho a lo largo de su distribución. En esta variación están implicados factores ambientales tales como la disponibilidad de alimento, agua y cobertura de protección, condiciones climáticas (Gallina, 1994a; Álvarez, 1995; Delfín-Alfonso y Gallina, 2007; Gallina *et al.*, 2010), así como la presencia de depredadores y competidores (Brokx, 1984; Teer, 1994; Galindo-Leal y Weber, 1998; Gallina *et al.*, 1998; Villarreal, 1999). También existen factores antrópicos que afectan la densidad de este venado, tales como la cacería, la cercanía a asentamientos humanos y la modificación de sus hábitats (Reyna-Hurtado y Tanner, 2007; Flores-Armillas *et al.*, 2011; Ramos-Robles *et al.*, 2013). En el Neotrópico las mayores abundancias del venado de cola blanca parecen estar asociadas a la complejidad del hábitat, y son mayores en hábitats mixtos o en mosaico (Brokx, 1984; Halls, 1978). De igual forma, el venado de cola blanca exhibe amplia variación en los tipos de hábitat utilizados, aunque localmente puede mostrar preferencias por ciertos tipos de cobertura vegetal. En ambientes tropicales este venado ha mostrado preferir las interfases entre sabanas y bosques, con pendientes poco pronunciadas y cerca a fuentes de agua (Méndez, 1984; Eisenberg, 1989; Bello y Mandujano, 1994).

En Colombia, y pese a que el venado de cola blanca ocupa la mayor parte del territorio nacional (López-Arévalo *et al.*, 2019), es poco lo que se sabe acerca de su abundancia poblacional y de su ecología general. Existen dos estimaciones de densidad en el Parque Natural Nacional

Chingaza (Ramos, 1995; Mateus-Gutiérrez, 2014) y la identificación de núcleos poblacionales a nivel local en el páramo de Chingaza (Ramos, 1995) y a nivel regional (López-Arévalo y Gómez-Valencia, 2005). También se ha generado alguna información sobre patrones de movimiento (Gómez-Giraldo, 2005; Mateus-Gutiérrez, 2005) y uso del hábitat y dieta (González-Hernández, 2001; Garavito, 2004; Mateus-Gutiérrez, 2005; Rojas-Pardo, 2010; Mateus-Gutiérrez, 2014; Camargo-Sanabria *et al.*, 2017).

La poca información disponible sobre el venado de cola blanca en Colombia dificulta una evaluación del estado de sus poblaciones en el país y de sus principales amenazas. Esta especie ha sido utilizada en el país como presa de cacería desde épocas precolombinas (Correal y Van Der Hammen, 1977; Peña y Pinto, 1996; Rincón, 2003; Martínez-Polanco *et al.*, 2015); sin embargo, ha sido la cacería en épocas modernas así como la fragmentación, destrucción y degradación del hábitat, y la interacción con especies domésticas los factores que parecen estar involucrados en la reducción y desaparición de muchas poblaciones silvestres de venado de cola blanca (López-Arévalo y González-Hernández, 2006). Como consecuencia, han ido quedando aislados núcleos poblacionales en zonas de alta montaña en los Andes o en los llanos orientales en la Orinoquía.

Es justamente la Orinoquía colombiana una de las regiones del país en donde el venado de cola blanca es bastante conspicuo. Esta región se caracteriza por el predominio del bioma de saba-

na y ocupa la tercera parte, es decir 250 000 km², del territorio nacional. Debido a la amplitud de la cuenca y a su complejidad topográfica y climática, la Orinoquía tiene una alta diversidad biológica. También es una región de gran importancia económica para el país, inicialmente por su larga tradición ganadera y actualmente también por el incremento de la extracción petrolera, la producción agrícola de grandes extensiones de monocultivos y algunos proyectos energéticos basados en energía eólica. Esta expansión productiva en la región ha generado fuertes presiones sobre las poblaciones de especies silvestres que aún se conservan, entre ellas las poblaciones del venado de cola blanca, principalmente por degradación del hábitat.

Dado este contexto, se hace necesario evaluar la abundancia del venado de cola blanca en áreas donde aún se mantienen poblaciones

aparentemente saludables y determinar posibles preferencias de hábitat a nivel local, y así obtener información relevante para su manejo y conservación. Para tales evaluaciones es necesario considerar que, aunque la Orinoquía tiene grandes extensiones de sabanas tropicales aparentemente homogéneas, existen variaciones locales en la configuración de diferentes coberturas vegetales y disponibilidad de agua. Estas diferencias pueden fluir en las abundancias de las poblaciones del venado de cola blanca y en su uso del hábitat. Por lo tanto, esta investigación buscó responder a las siguientes preguntas: (a) ¿Cómo varía la densidad y estructura poblacional del venado de cola blanca entre dos localidades de la Orinoquía colombiana que exhiben diferentes configuraciones de coberturas vegetales y disponibilidad de agua? y (b) ¿Cómo las diferencias entre las dos localidades afectan el uso del hábitat por parte del venado?

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos localidades del municipio de Paz de Ariporo en el departamento de Casanare, en las localidades Taparas y Miramar. El trabajo de campo se realizó durante la época de lluvias, entre junio y julio del 2005. Taparas está ubicado en los 5°34'45.51" Norte, 71°08'26.70" Oeste y Miramar en los 5°41'17.76" Norte y 71°06'17.45" Oeste (figura 5.1). En cada una de las localidades se estableció una ventana de observación que cubría un área de 3600 ha.

La zona corresponde a la región de los Llanos Orientales denominada como sabanas inundables, debido a que gran parte de su territorio permanece inundado en el período de lluvias por deficiencias en el drenaje. La mayor parte del territorio es plano con una altura promedio que varía de 110 a 230 m s. n. m. La temperatura media de la región varía entre 22 y 27 °C a lo largo del año y además existe una marcada estacionalidad en la precipitación con un patrón biestacional, presentando un período húmedo entre abril y noviembre, y un período seco entre enero y marzo.

Aunque en la zona de estudio abundan las gramíneas de bajo porte, que caracterizan a las sabanas, también se pueden diferenciar otro tipo de coberturas entre las que se encuentran los bosques de galería o riparios, las sabanas arboladas y los pajonales (Guzmán, 2005). Por último, en la zona también son comunes los esteros, que incluyen cuerpos de agua formados por las intensas lluvias y los cuales desaparecen casi por completo en época seca.

Densidad y estructura poblacional

Para estimar la densidad poblacional del venado de cola blanca se empleó el método de conteo directo y medición de distancias perpendiculares a lo largo de transectos lineales (Buckland *et al.*, 1993). En cada una de las dos localidades se establecieron transectos dispuestos sistemáticamente de forma paralela y los cuales atravesaban las diferentes coberturas vegetales tales como bosque de galería, sabana arbolada, pajonal denso y disperso, estero y sabana. Con el fin de disminuir los posibles solapamientos en las observaciones la distancia entre transectos fue de 1500 m. En Taparas se establecieron cuatro transectos con una longitud promedio de 5.3 km, mientras que en Miramar se establecieron siete transectos con una longitud promedio de 2.5 km. Para lograr la mayor independencia de los datos, cada transecto se recorrió tres veces, en la mañana, al medio día y en la tarde, en días y orientaciones diferentes (tabla 5.1).

Se acumularon en total 63.45 km recorridos en Taparas y 51.78 km recorridos en Miramar. Los recorridos se realizaron a caballo y con una velocidad promedio de 3 km/h. A lo largo de cada recorrido se contaron los animales observados y se registró la distancia perpendicular (x) desde el individuo al transecto, en caso de avistamiento de animales solitarios, o desde el centro del grupo, en el caso de avistamientos de animales en grupo.

La estimación de la densidad de venados se realizó según Buckland *et al.* (1993) utilizando el *software* Distance 4.1 (Thomas *et al.*, 2010). La densi-

dad de venado de cola blanca fue estimada usando el total de las observaciones por cada localidad, es decir, tres recorridos por transecto.

Para examinar la estructura poblacional se registró el sexo y la edad de la mayoría de los individuos. La categoría de edad fue definida por características corporales externas, identificando a los cervatos, juveniles y adultos. Las crías –cervatos– se identificaron por su menor tamaño y por su pelaje distintivo de manchas blancas los costados (figura 5.2), los juveniles por su tamaño corporal intermedio entre cervatos y adultos, y por ausencia de manchas en el pelaje; y los adultos por su mayor tamaño corporal y en el caso de los machos por la presencia de astas (figura 5.3). La determinación del sexo se hizo principalmente para los adultos y se utilizó la presencia de astas para diferenciar a los machos. Las hembras se identificaron por estar acompañadas de sus cervatos o hacer parte de un grupo donde hubiese cervatos.

Para determinar la estructura de las poblaciones en cada localidad se analizaron las frecuencias de avistamiento de hembras y machos, así como las de adultos, juveniles y crías. Adicionalmente, para comprobar si la distribución de sexos en cada una de las localidades se ajustaba a una distribución de machos a hembras 1:1, se utilizó una prueba χ^2 con un $p \leq 0.05$.

Vale la pena aclarar que no en todos los casos fue posible identificar el sexo y edad del individuo, por lo que para la estructura poblacional solo se usaron los datos de los cuales se tenía absoluta certeza.

Uso de hábitat

Aunque el hábitat de una especie incluye los aspectos bióticos y abióticos del ambiente que le permiten sobrevivir y reproducirse (Morrison *et al.*, 2006), en este estudio asumimos cada cobertura vegetal como un tipo de hábitat debido a que cada una de ellas les ofrecen diferentes recursos a los venados. Para determinar la extensión de cada cobertura, como medida de disponibilidad en las dos

localidades de estudio, se elaboraron mapas a partir de procesamiento digital de imágenes de satélite. Se realizó clasificación supervisada de imágenes Landsat ETM+ multiespectrales (30 m de resolución) y pancromáticas (15 m de resolución) del año 2005, en época de lluvias, a una escala de 1:25000. Para el procesamiento, georreferenciación y clasificación se empleó el *software* ERDAS Imagine 8.5 (Erdas INC, 2002). Las imágenes satelitales se descargaron del servicio *Global Land Cover Facility* (University of Maryland/Nasa). Para cada ventana se seleccionaron entre 25 y 30 puntos de control. El remuestreo, corrección geométrica, se realizó empleando el algoritmo de interpolación bilinear con aproximación polinomial. Las coberturas se verificaron en campo y se hicieron los ajustes correspondientes en los mapas. Una vez obtenidos los mapas, se calculó la extensión de cada tipo de cobertura en las dos localidades.

Para determinar el uso de cada tipo de hábitat se utilizó el método de Neu *et al.* (1974) que evalúa la frecuencia de observaciones de los venados en cada tipo de cobertura en relación con su disponibilidad. Este método prueba la hipótesis de que los venados utilizan cada cobertura en proporción a su disponibilidad. Para determinar la disponibilidad se estimó el área de cada cobertura en hectáreas. En este análisis se excluyó a los esteros, pues los venados no ingresan a este tipo de cobertura. Se comparó el número venados observados en cada cobertura con el número esperado en cada una de ellas. Para este último, se determinó la proporción de cada cobertura como el cociente del área de cada una sobre el área total, excluyendo los esteros. El número esperado de avistamientos se obtuvo multiplicando el número total de venados observados por la proporción del área de cada tipo de cobertura. Se utilizó una prueba de Chi-cuadrado y posteriormente se usaron los intervalos de Bonferroni para determinar preferencia o rechazo a cada tipo de cobertura (Neu *et al.*, 1974).

RESULTADOS

Densidad y estructura poblacional

Durante los recorridos se contaron en total 641 venados en 243 grupos en Taparas y 240 venados en 155 grupos en Miramar. La densidad fue casi tres veces mayor en Taparas (43.3 venados/km²) que en Miramar (13.3 venados/km²).

Así mismo, el número total de individuos estimado fue considerablemente mayor en Taparas comparado con Miramar (1560 y 477 respectivamente), como también la densidad de grupos y el tamaño promedio de los grupos fue mayor en Taparas (tabla 5.2).

Por otra parte, en el 73 % de los avistamientos en Taparas y en el 63 % en Miramar fue posible determinar el sexo de los venados. En las dos localidades la frecuencia de observación fue mayor para las hembras, con una proporción de hembras a machos de 4:1 en Taparas ($\chi^2=165.8, P<0.05$) y de 2:1 en Miramar ($\chi^2=18, P<0.05$).

La estructura de edades en las dos localidades mostró un mayor número de adultos que de juveniles y crías. En Taparas el 86 % correspondieron a adultos, 9.2 % a juveniles y 4.6 % a crías; mientras que en Miramar el 85.8 % fueron adultos, 8.5 % juveniles y 5.5 % crías (figura 5.4).

Uso de hábitat

En total se identificaron seis tipos de cobertura en cada una de las dos localidades, las cuales corresponden a las siguientes (figura 5.5).

1. Bosque de galería o ripario, el cual se ubican a lo largo de los cursos de agua o caños (figura 5.6).
2. Arbustal, caracterizado por plantas leñosas de baja altura, generalmente formando matas de monte o la zona de transición entre el bosque y la sabana (figura 5.7).
3. Sabana, caracterizado por vegetación herbácea con predominio de gramíneas con alturas menores a 1 m, entre las que dominan guaratara, *Axonopus purpusii*, y lambedora, *Leersia hexandra* (figura 5.8).

4. Pajonal denso, también con vegetación herbácea, pero donde predominan pastos como el rabo de vaca, *Antropogon bicornis*, y la víbora, *Imperata contracta*, que alcanzan hasta 1.5 m de altura (figura 5.9).

5. Pajonal disperso, conformados por pastos como los descritos para la cobertura anterior y algunas cyperáceas, pero con altura inferior a los 50 cm (figura 5.10).

6. Estero, que incluyen cuerpos de agua formados por las lluvias, muchos de los cuales pierden el agua casi por completo en época seca (figura 5.11).

Las coberturas predominantes, tanto en Taparas como en Miramar, fueron el pajonal disperso, el pajonal denso y las sabanas. Sin embargo, comparativamente existe mayor proporción de arbustales y esteros en Taparas, mientras que en Miramar hay mayores coberturas de pajonal disperso y sabanas (tabla 5.3).

El número de venados observados en cada cobertura fue significativamente diferente del número esperado tanto en Taparas ($\chi^2=167.38, 4 \text{ g.l.}, p=0.05$) como en Miramar ($\chi^2=25.92, 4 \text{ g.l.}, p=0.05$). En Taparas los venados prefirieron los arbustales y usaron los pajonales densos y las sabanas en proporción a su disponibilidad, y evitaron los bosques y los pajonales dispersos (tabla 5.4). Por su parte, en Miramar los venados prefirieron los pajonales densos, usaron los arbustales y la sabana en proporción a su disponibilidad y evitaron los bosques y los pajonales dispersos (tabla 5.5).

DISCUSIÓN

Densidad y estructura poblacional

Las estimaciones de densidad poblacional del venado de cola blanca en el Neotrópico varían con el hábitat, la altura, la época e incluso al método de muestreo (anexo 5.1). En este sentido, aunque en un mismo ecosistema las densidades de las poblaciones de venado varían considerablemente, en el Neotrópico las sabanas y páramos son los que en general presentan las mayores densidades (tabla 5.6).

Los valores de densidad reportados en el presente estudio solo se pueden comparar con una estimación adicional en el mismo ecosistema de sabana tropical en los llanos venezolanos (Eisenberg *et al.*, 1979). Sin embargo, en general los presentes valores de densidad son similares a los reportados

en el ecosistema de páramo y en menor medida a los reportados en bosque tropical caducifolio. Estas similitudes en la estimación de densidades para el venado de cola blanca que habita regiones aparentemente diferentes, pueden darse porque en general estos ecosistemas se pueden considerar como abiertos. De hecho, se ha reportado que en hábitats abiertos donde predomina la sucesión vegetal ocurre un incremento en la densidad del venado de cola blanca, como sucede en Estados Unidos donde esta especie alcanza sus mayores densidades en bosques deciduos y sabanas (Teer, 1994).

Por otro lado, diversos estudios realizados con el venado de cola blanca han demostrado que, además de la cobertura vegetal, otros atributos del hábitat como la disponibilidad de fuentes de agua (Mandujano, 1994; Delfín-Alfonso *et al.*, 2009), la

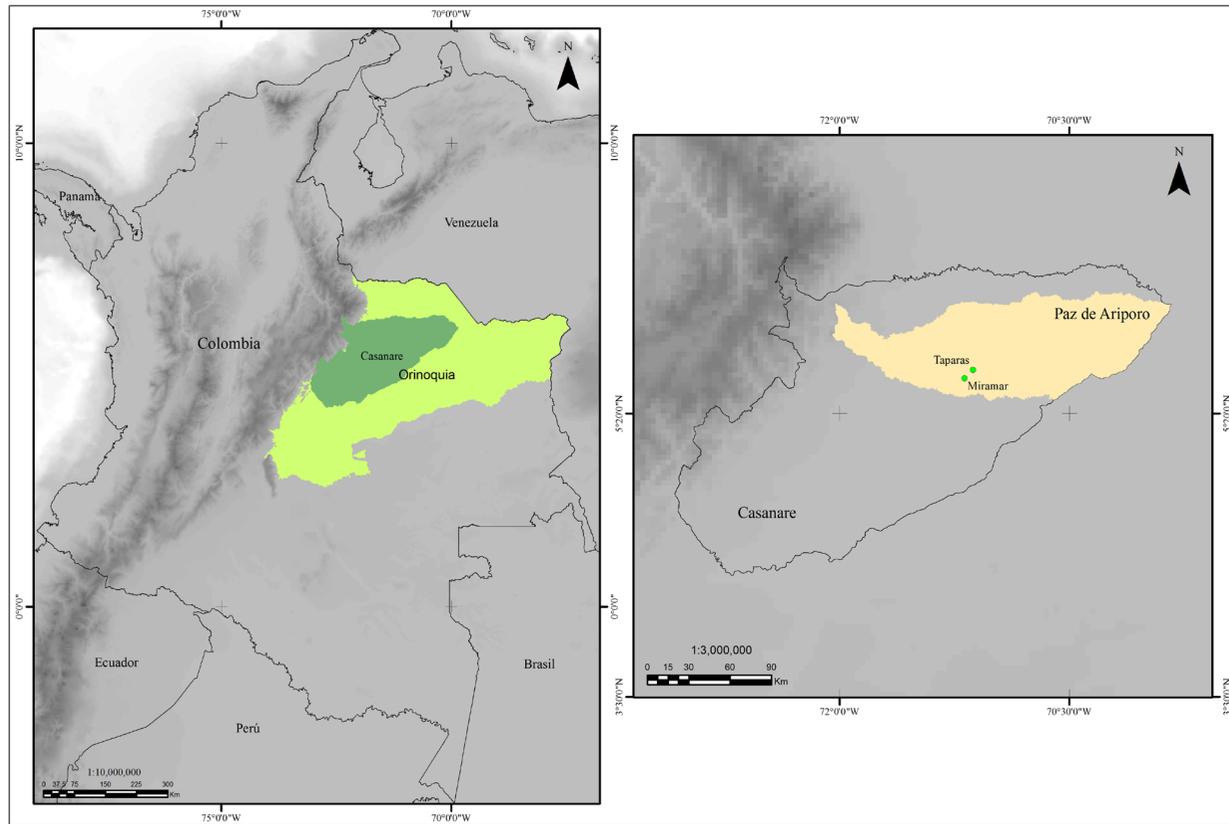


Figura 5.1. Ubicación de Taparas y Miramar, municipio de Paz de Aripuro, departamento de Casanare, Orinoquia Colombiana.



Figura 5.2. Cría de venado de cola blanca en Miramar.



Figura 5.3. Macho adulto de venado de cola blanca en Miramar.

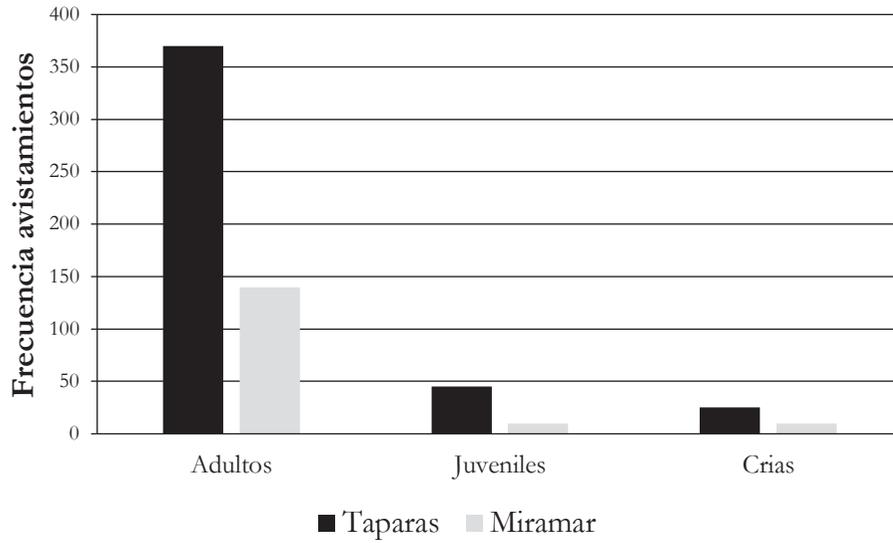


Figura 5.4. Frecuencia de avistamientos de venado de cola blanca en cada categoría de edad en Taparas y Miramar.

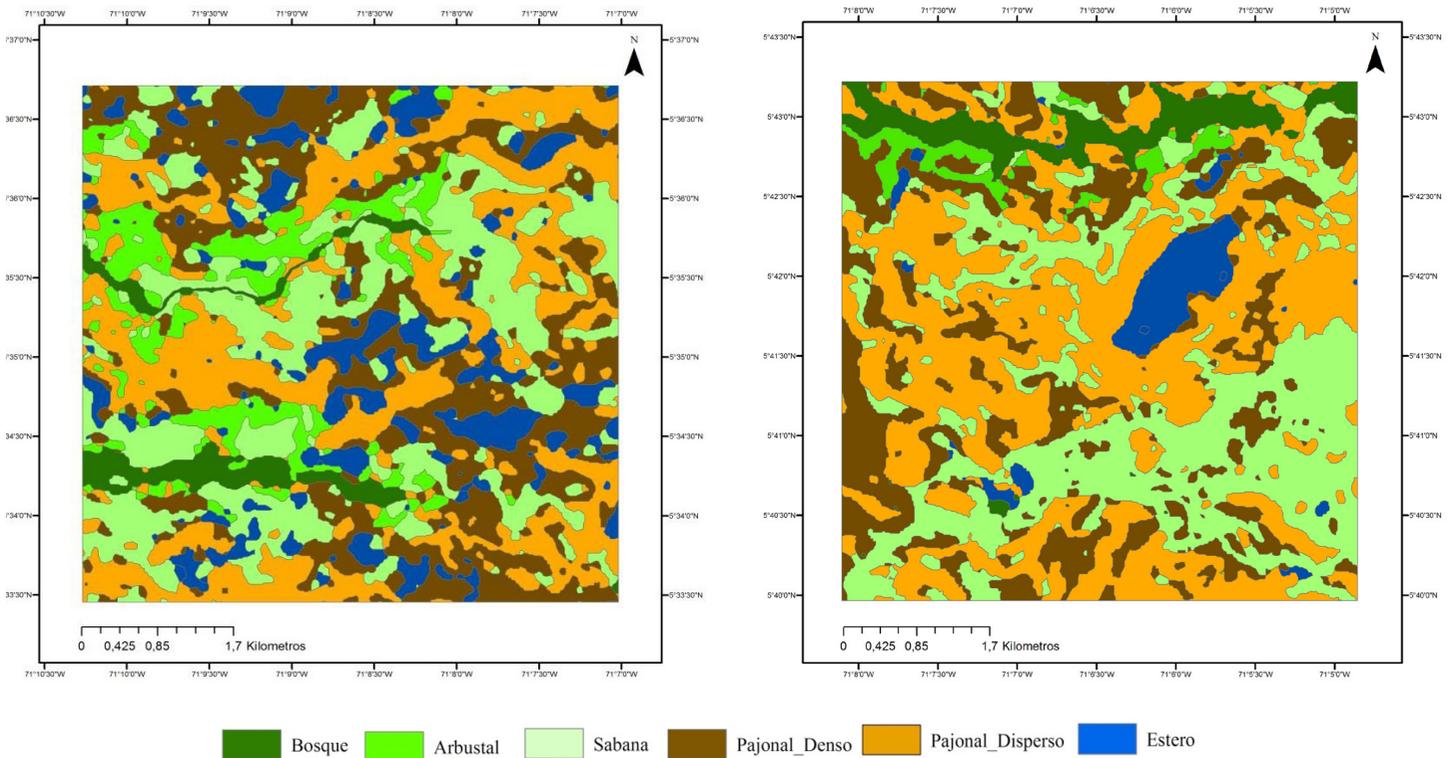


Figura 5.5. Mapa de coberturas de las dos localidades de estudio.¹

¹ Fuente: Clasificación supervisada a Esc: 1:25000
 Imagen Landsate TM+res. 15m. Path/Row 006/056 Fecha: 13 de enero de 2003
 Global Land Cover Facility (Nasa-U. Maryland)
<http://glcf.umiacs.umd.edu>

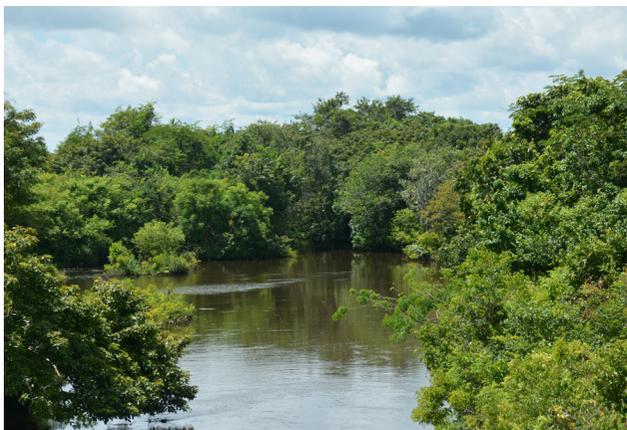


Figura 5.6. Bosque de galería o ripario.



Figura 5.7. Arbustal.



Figura 5.8. Sabana.



Figura 5.9. Pajonal denso.



Figura 5.10. Pajonal disperso.

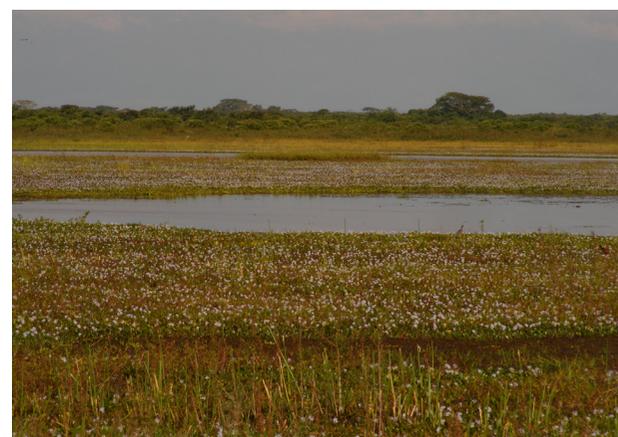


Figura 5.11. Estero.

Tabla 5.1. Fecha, hora y orientación de los recorridos en Taparas y Miramar.

| Taparas | | | | | Miramar | | | | |
|-----------|--------------|------------|-------------|-------------|-----------|--------------|------------|-------------|-------------|
| Transecto | Longitud (m) | Fecha | Hora | Orientación | Transecto | Longitud (m) | Fecha | Hora | Orientación |
| 1 | 6000 | 12/07/2005 | 11:30-13:15 | Sur-Norte | 1 | 2060 | 04/07/2005 | 15:50-16:30 | Sur-Norte |
| | | 16/07/2005 | 7:30-9:00 | Norte-Sur | | | 05/07/2005 | 8:50-9:20 | Norte-Sur |
| | | 18/07/2005 | 16:00-17:25 | Norte-Sur | | | 06/07/2005 | 12:55-13:25 | Sur-Norte |
| 2 | 6000 | 12/07/2005 | 7:30-9:30 | Norte-Sur | 2 | 3130 | 04/07/2005 | 14:50-15:40 | Norte-Sur |
| | | 16/07/2005 | 11:30-13:00 | Sur-Norte | | | 05/07/2005 | 9:45-10:30 | Sur-Norte |
| | | 17/07/2005 | 16:00-17:30 | Sur-Norte | | | 07/07/2005 | 12:20-12:50 | Norte-Sur |
| 3 | 4350 | 12/07/2005 | 16:00-17:30 | Sur-Norte | 3 | 2860 | 03/07/2005 | 8:00-9:00 | Sur-Norte |
| | | 15/07/2005 | 14:30-15:50 | Norte-Sur | | | 05/07/2005 | 11:00-11:55 | Norte-Sur |
| | | 18/07/2005 | 8:00-9:00 | Norte-Sur | | | 07/07/2005 | 16:10-16:50 | Norte-Sur |
| 4 | 4800 | 13/07/2005 | 8:00-10:00 | Norte-Sur | 4 | 1180 | 03/07/2005 | 10:30-11:00 | Norte-Sur |
| | | 15/07/2005 | 16:15-17:55 | Sur-Norte | | | 05/07/2005 | 12:20-12:50 | Sur-Norte |
| | | 17/07/2005 | 11:50-13:00 | Norte-Sur | | | 07/07/2005 | 17:10-17:45 | Sur-Norte |
| | | | | | 5 | 4380 | 02/07/2005 | 8:35-10:15 | Norte-Sur |
| | | | | | | | 04/07/2005 | 11:30-13:00 | Sur-Norte |
| | | | | | | | 08/07/2005 | 15:30-17:00 | Norte-Sur |
| | | | | | 6 | 2400 | 02/07/2005 | 11:20-12:40 | Sur-Norte |
| | | | | | | | 04/07/2005 | 8:40-9:45 | Norte-Sur |
| | | | | | | | 07/07/2005 | 15:20-15:15 | Norte-Sur |
| | | | | | 7 | 1250 | 03/07/2005 | 10:05-10:35 | Sur-Norte |
| | | | | | | | 06/07/2005 | 8:20-8:40 | Norte-Sur |
| | | | | | | | 07/07/2005 | 14:20-14:45 | Sur-Norte |

Tabla 5.2. Densidad poblacional y total de venados en cada una de las localidades de estudio.

| | Localidad | |
|---|---------------------------|---------------------------|
| | Miramar | Taparas |
| Esfuerzo de muestreo (km) | 51.80 | 63.45 |
| Número de avistamientos* | 155 | 243 |
| Densidad de grupos /km ² (cv), [ic del 95 %] | 8.7 (15.3 %), [6.1-12.3] | 14.2 (17.8 %), [8.7-23.0] |
| Densidad de individuos /km ² (cv), [ic del 95 %] | 13.2 (15.8 %), [9.3-18.7] | 43.3 (18.3 %), [26-69] |
| Tamaño promedio de grupo (cv), [ic del 95 %] | 1.51 (3.9 %), [1.4-1.6] | 3.04 (4.5 %), [2.7-3.3] |
| Total individuos (N) (cv), [ic del 95 %] | 477 (15.8 %), [337-676] | 1560 (18.3 %), [969-2512] |

* Número de grupos de venados avistados. cv: Coeficiente de variación, ic: Intervalo de confianza. N: número de venados estimados para 3600 ha en cada localidad.

distancia relativa al cuerpo de agua más cercano (Bello *et al.*, 2000; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005; Medina-Torres *et al.*, 2008), así como la relación espacial (estructura horizontal), el tamaño y la forma de las comunidades vegetales (Mandujano, 1994) son de vital importancia para el éxito de las poblaciones de esta especie de venado.

Estas características parecen estar mejor representadas en Taparas ya que presenta una mayor heterogeneidad en la configuración del paisaje, teniendo en cuenta que coberturas vegetales como pajonal, sabana, arbustos y fuentes de agua están más homogéneamente distribuidas e interconectadas, indicando mejores condiciones del hábitat para el venado.

Según Daniëlds (1991) las sabanas y el bosque de galería en conjunto ofrecen condiciones propicias para mantener poblaciones de venado en densidades relativamente altas, ya que potencialmente proporciona alimentos esenciales durante todo el año, así como una amplia cobertura para protección y disponibilidad de agua aún en la época de sequía. De la misma manera, Correa-Viana (1994) reporta que los venados utilizan zonas densas, como refugio y pasadizo, mientras que las zonas dominadas por comunidades herbáceas sirven como sitio de alimentación, reposo y cama.

En este estudio se encontró que Taparas presenta mayor disponibilidad de agua respecto a Miramar, lo que reduce la distancia a las fuentes de agua, siendo este un factor crítico en el aprovechamiento del hábitat por parte de los venados. Autores como Bello *et al.* (2001), Ortiz-Martínez *et al.* (2005) y Medina-Torres *et al.* (2008) coinciden en la importancia que tiene la distancia relativa a las fuentes de agua para el venado cola blanca. Según los valores recomendados para la gestión de las poblaciones silvestres de este venado, la distancia promedio a las fuentes de agua debe estar entre 700 y 800 m (Villarreal-Espino, 1999, 2006). Además, según Ramos (1995) los venados habitan preferiblemente en lugares con un curso continuo de agua que le garantice su disponibilidad durante todo el año, que en el caso de las sabanas inundables está representado por los bosques de galería, los cuales se encuentran en mayor proporción en Taparas. Por lo tanto, la mayor heterogeneidad en la configuración del paisaje y mayor oferta de agua en Taparas puede estar asociado a la mayor densidad de venado cola blanca, en comparación con la localidad de Miramar. Así mismo, el mayor tamaño de grupo en Taparas puede reflejar una mayor oferta alimenticia para el venado en esta localidad.

Uso de hábitat

En Colombia, González-Hernández (2001) reporta que los hábitats más utilizados por los venados en la Orinoquía corresponden a los bordes de bosques y arbustos que limitan con sabana. De la misma manera, en el bosque seco tropical de la zona andina Camargo-Sanabria *et al.* (en esta publicación) reporta altos índices de calidad de hábitat para el venado de cola blanca en bosque y arbustal.

Por otra parte, Rojas-Pardo (2010) señala que los venados prefieren la sabana al bosque, a pesar de que aparentemente el bosque tendría mayor calidad de hábitat que la sabana. Sin embargo, estos resultados sugieren que existe una complementariedad entre las diferentes coberturas que, en conjunto, ofrecen diferentes recursos a los venados.

El uso del estrato arbustivo en las dos localidades donde se realizó este estudio tiene varias implicaciones ecológicas para el venado. La primera es que las especies arbustivas contribuyen de manera importante en la dieta del venado cola blanca (Galindo-Leal y Weber, 1998; Gallina, 1981; Christopher *et al.*, 2002). La segunda es que el estrato arbustivo satisface los requerimientos de la especie en términos de cobertura, tanto térmica como de protección (Galindo-Leal y Weber, 1998; Villareal, 1999; Christopher *et al.*, 2002; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). Finalmente, la tercera es que la vegetación arbustiva afecta la visibilidad vertical y protege al venado contra el hombre y los depredadores (Kroll, 1992; Galindo-Leal y Weber, 1998; Christopher *et al.*, 2002).

Por otro lado, tal como se ha reportado en los llanos centrales de Venezuela (Brokx y Andresen, 1970), el pajonal disperso provee de herbáceas al venado, las cuales son una de las principales fuentes de alimento. También el pajonal disperso puede considerarse como una cobertura que aporta alimentación complementaria al venado, pues se ha registrado que en algunas localidades de los llanos inundables de Venezuela venados que se alimentan en un 93 % en el bosque de galería y complementa su dieta con el consumo de gramíneas de los pajonales (Escobar y González, 1976). En otros ecosistemas abiertos, como los páramos, los pajonales también tienen importancia en la movilidad del venado (Ramos, 1995).

Tabla 5.3. Áreas y porcentajes de cada tipo de cobertura vegetal en Taparas y Miramar.

| Cobertura vegetal | Miramar | | Taparas | |
|-------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Área (ha) | Área (%) | Área (ha) | Área (%) |
| Bosque | 198.9 | 5.53 | 131.2 | 3.65 |
| Arbustal | 88.5 | 2.46 | 455.7 | 11.13 |
| Sabana | 1028.4 | 28.57 | 793.8 | 21.96 |
| Pajonal denso | 743.6 | 20.66 | 879.4 | 24.46 |
| Pajonal disperso | 1393.6 | 38.71 | 914.4 | 25.43 |
| Estero | 147 | 4.08 | 425.4 | 11.83 |
| Total | 3600 | 100 | 3600 | 100 |

Tabla 5.4. Número de venados observados y esperados, intervalos de Boferroni y tipo de uso del hábitat en Taparas.

| Hábitat | Área de la cobertura | Número de venados observados | Número de venados esperados | Proporción de individuos observados ¹ | Proporción del área de cada hábitat ² | χ^2 parcial | Intervalo | Uso de hábitat |
|------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--|--|------------------|--------------|----------------|
| Bosque | 131.2 | 5 | 28 | 0.01 | 0.04 | 18.47 | 0.000- 0.017 | Evitan |
| Arbustal | 455.7 | 147 | 63 | 0.23 | 0.10 | 115.71 | 0.187-0.272 | Prefieren |
| Sabana | 793.8 | 181 | 173 | 0.28 | 0.27 | 0.36 | 0.237-0.328 | Usan |
| Pajonal denso | 879.4 | 208 | 200 | 0.32 | 0.31 | 0.27 | 0.277-0.372 | Usan |
| Pajonal disperso | 914.4 | 100 | 176 | 0.16 | 0.27 | 32.57 | 0.119-0.193 | Evitan |
| Total | 3174.5 | 641 | 641 | 1 | 1 | 167.38 | | |

¹ Calculado como el cociente entre el número de individuos observados en cada tipo de hábitat sobre el número total de individuos observados.

² Calculado como el cociente entre el área de cada cobertura y el área total.

Tabla 5.5. Número de venados observados y esperados, intervalos de Boferroni y tipo de uso del hábitat en Miramar.

| Hábitat | Área de la cobertura | Número de venados observados | Número de venados esperados | Proporción de individuos observados ¹ | Proporción del área de cada hábitat ² | χ^2 parcial | Intervalo | Uso de Hábitat |
|------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--|--|------------------|-------------|----------------|
| Bosque | 198.9 | 2 | 14 | 0.01 | 0.06 | 9.97 | 0.000-0.023 | Evitan |
| Arbustal | 88.5 | 8 | 6 | 0.03 | 0.03 | 0.67 | 0.003-0.063 | Usan |
| Sabana | 1028.4 | 77 | 71 | 0.32 | 0.30 | 0.46 | 0.243-0.398 | Usan |
| Pajonal denso | 743.6 | 122 | 97 | 0.51 | 0.40 | 6.60 | 0.425-0.591 | Prefieren |
| Pajonal disperso | 1393.6 | 31 | 52 | 0.13 | 0.22 | 8.22 | 0.073-0.185 | Evitan |
| Total | 3453 | 240 | 240 | 1 | 1 | 25.92 | | |

¹ Calculado como el cociente entre el número de individuos observados en cada tipo de hábitat sobre el número total de individuos observados.

² Calculado como el cociente entre el área de cada cobertura y el área total.

Tabla 5.6. Estimaciones de densidad mínimas y máximas del venado cola blanca reportadas en varios ecosistemas neotropicales (véase anexo 5.1).

| Ecossistema | Estimación mínima | Estimación máxima |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Bosque tropical caducifolio | 1.8 | 31 |
| Bosque pino-encino | 1.13 | 11.7 |
| Desierto | 8.4 | 28.7 |
| Páramo | 13.25 | 43 |
| Sabanas | 13 | 43 |

Anexo 5.1. Algunas estimaciones de densidad poblacional del venado cola blanca en diferentes localidades del Neotrópico, entre 1981 y 2013.

| Localidad | Hábitat | Altitud | Densidad (venados/Km ²) | Época | Método | Tiempo de muestro | Fuente |
|---|---|-----------|--|---------------|---------------------|-----------------------|---|
| Estación Biológica Chamela (Unam) Jalisco, México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 1.8 (± 0.3) | Húmeda y seca | Conteo de huellas | Un año | (Mandujano y Gallina, 1994) |
| Estación Biológica Chamela (Unam) Jalisco, México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 28.1 (± 3.8) 13.9 (± 1.8) | Seca | Conteo de excretas | Un año | (Mandujano y Gallina, 1994) |
| Estación Biológica Chamela (Unam) Jalisco, México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 12 (± 1.9) | Húmeda y seca | Observación directa | Un año | (Mandujano y Gallina, 1994) |
| Estación Biológica Chamela, Jalisco México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 1.5 (sd=0.4) | Húmeda y seca | Conteo de huellas | Cuatro años | (Mandujano y Gallina, 1992) |
| Estación Biológica Chamela, Jalisco México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 13.9 (sd=3.3) | Seca | Conteo de excretas | Tres años | (Mandujano y Gallina, 1992) |
| Estación Biológica Chamela, Jalisco México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 12.1 (ds=1.2) | Húmeda y seca | Observación directa | Cuatro años | (Mandujano y Gallina, 1992) |
| Estación Biológica Chamela, Jalisco México | Bosque tropical caducifolio | 30-500 | 11 (± 1) | Húmeda y seca | Observación directa | Dos años | (Mandujano y Gallina, 1993) |
| Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlan, Puebla, México | Bosque seco tropical | 600-2950 | 1.17 | - | Conteo de excretas | Mayo-junio 2010 | (Ramos-Robles <i>et al.</i> , 2013) |
| Mixteca Poblana, Municipio de Jolalpan, Puebla, México | Bosque seco tropical | 1000-1800 | 3.2 (EE: 0.02) 3.4 (EE: 0.02) 0.1 (EE: 0.01) 0.5 (EE: 0.01) | - | Conteo de excretas | Junio 2000-marzo 2001 | (López-Tellez <i>et al.</i> , 2007) |
| Mixteca Poblana, Puebla, México | Bosque seco tropical: Bosque tropical caducifolio | - | 12.8-45.45 | - | Conteo de excretas | - | (Villareal-Espino <i>et al.</i> , 2011) |
| Distrito de Cañas, Provincia de Guanacaste, Costa Rica | Bosque seco tropical | - | 31.00 | - | Conteo de huellas | - | (Gómez, 1997) |
| Bosque la Primavera, Jalisco, México | Bosque pino-encino | 1400-2250 | 4.83 (± 0.98) | Seca | Conteo de excretas | Tres meses | (Valenzuela, 1994) |
| Reserva la Michilia, Noreste de México | Bosque pino-encino | 2000-2500 | 9.00 | Seca | Conteo de excretas | Cuatro años | (Ezcurra y Gallina, 1981) |
| Reserva la Michilia, Noreste de México | Bosque pino-encino | 2000-2500 | 21 (± 3) | Seca | Conteo de excretas | Diez años | (Gallina, 1994) |

Capítulo 5: Densidad poblacional y uso del hábitat del venado cola blanca

| | | | | | | | |
|--|--|-----------|--|-------------------------|--|--|--|
| Área Natural Protegida Corredor Biológico Chichinautzin, Estado de Morelos, México | Bosque templado (Pino encino:25 %, selva baja: 32 % y Bosque mixto:11 %) | 1250-3450 | 2.74 (± 3.62) 2.78 (± 2.07) | - | Conteo de excretas | Invierno del 2006 y Primavera del 2007 | (Flores-Armillas <i>et al.</i> , 2011) |
| Sierra de Pachuca, Hidalgo México | Bosque templado | - | 2.1 (± 1.6) | - | - | - | (Sánchez-Rojas <i>et al.</i> , 2009) |
| Sierra del norte de Oaxaca, México | Bosque templado (Oyamel, Pino, Encino) | - | 1.13 (± 1.15) | - | - | - | (Ortiz-Martínez <i>et al.</i> , 2005) |
| Sierra Madre Occidental, México | Bosque pino-encino | - | 11.7 | - | - | - | (Galindo-Leal y Weber, 1998) |
| Parque Desierto de los Leones, México | Desierto | 2850-3750 | 14.30 | Verano | Conteo de excretas | Un año | (Mandujano y Hernández, 1990) |
| Parque Desierto de los Leones, México | Desierto | 2850-3750 | 28.70 | Otoño | Conteo de excretas | Un año | (Mandujano y Hernández, 1990) |
| Parque Desierto de los Leones, México | Desierto | 2850-3750 | 8.40 | Primavera | Conteo de excretas | Un año | (Mandujano y Hernández, 1990) |
| PNN Chingaza (Zona Monte Redondo y Zona La Mina) Colombia | Páramo (Bosque subandino y zona de sucesión) | - | 11.5-15 | Julio-Marzo (2009-2010) | Conteo de excretas | Nueve meses | (Mateus-Gutiérrez, 2014) |
| Parque Nacional Sierra Nevada de Mérida, Venezuela | Páramo | 3100-3600 | 43 (± 3.6) | - | Conteo de excretas | - | (Correa-Viana, 1995) |
| PNN Chingaza (Zona Monte Redondo y Zona Carpanta) Colombia | Páramo | - | 33-44 | - | Conteo de excretas | - | (Ramos, 1995) |
| PNN Chingaza (Valle del río la Playa y Valle de los Frailejones) Colombia | Páramo | 3170-3194 | 36.9-28.5 | - | Conteo de excretas | Dos días | (Rodríguez <i>et al.</i> , 2004) |
| Estado Guarico, Venezuela | Sabana | - | 3.0-4.0 | - | Observación directa: frecuencia de avistamientos | - | Eisenberg <i>et al.</i> , 1979) |
| Sabanas inundables, Paz de Ariporo, Casanare, Colombia | Sabana | 110-230 | 13 (EE: 2.0) | Lluvias | Observación directa | Dos meses | Presente estudio |
| Sabanas inundables, Paz de Ariporo, Casanare, Colombia | Sabana | 110-230 | 43 (EE: 7.9) | Lluvias | Observación directa | Dos meses | Presente estudio |

SD: Desviación estándar, EE: Error estándar. En ambos casos, se indica cómo fue publicado originalmente en cada fuente.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, S. 1995. Estudio poblacional y hábitat del venado bura (*Odocoileus hemionus peninsulæ*) en la Sierra de la Laguna, B. C. S. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México. D. F.
- BELLO, J Y S. MANDUJANO. 1994. Estado actual de las poblaciones de venado de cola blanca y temazate en los Tuxtlas, Veracruz. En *Memorias IV Simposio sobre venados de México*: 90-101. Unam, México.
- BROKX, P. Y F.M. ANDRESSEN. 1970. Análisis de contenidos estomacales del venado caramerudo de los llanos venezolanos. Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat. 28(117-118): 330-353.
- BROKX, P. 1984. South America. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 525-546. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- BUCKLAND, S.T., D.R. ANDERSON, K.P. BURNHAM Y J.L. LAAKE. 1993. *Distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press, Oxford.
- CAMARGO-SANABRIA, A.A., H.F. LÓPEZ-ARÉVALO Y D. SARMIENTO-PARRA. 2019. Evaluación de la calidad del hábitat del venado cola blanca en un bosque seco tropical del municipio de Nilo, Cundinamarca, Colombia. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 193-196. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CHRISTOPHER, S.D., J.A. JENKS, S.L. GRIFFIN, L.A. RICE Y K.F. HIGGINS. 2002. White-Tailed Deer Habitats in the Central Black Hills. *Journal of Range Management* 55(3): 242-252.
- CORREA-VIANA, M. 1994. Actividad diaria y selección de hábitat por el venado caramerudo, *Odocoileus virginianus*, en Masaguaral, Edo. Guárico, Venezuela. *Biollania* 10:33-42.
- CORREAL, G. Y T. VAN DER HAMMEN. 1977. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama: 11000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.
- DANIELDS, H. 1991. Biología y hábitat del venado caramerudo. En: Fudeci, Profauna, Fedecave (eds.), *El venado en Venezuela. Conservación, manejo, aspectos biológicos y legales*: 59-66. *Memorias Simposio*. Fudeci/Profauna/Fedecave, Caracas.
- DELFIN-ALFONSO, C Y S. GALLINA. 2007. Modelo de evaluación de hábitat para el venado de cola blanca en un bosque tropical caducifolio en México. En: M. Zunino y A. Melic (eds.), *Escarabajos, Diversidad y Conservación Biológica: Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*: 193-202. Monografías del 3er. Milenio Vol. 7. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España.
- EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics. Volumen 1. The Northern Neotropics. Panama, Colombia, Venezuela, Guayana, Suriname, French Guiana*. University of Chicago Press, Chicago.
- EISENBERG, J.F., M.A. O'CONNELL Y P.V. AUGUST. 1979. Density, productivity, and distribution of mammals in two Venezuelan habitats. En: J. F. Eisenberg (ed.), *Vertebrate ecology in the northern Neotropics*: 187-207. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- ERDAS, 2002. *ERDAS Field Guide*. ERDAS, Atlanta, Estados Unidos de América.
- ESCOBAR, A Y E. GONZÁLEZ-JIMÉNEZ. 1976. Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable con referencia especial al chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Agronomía Tropical* 24(3): 215-227.
- EZCURRA, E Y S. GALLINA. 1981. Biology and Population Dynamics of White-Tailed Deer in Northwestern Mexico. En: P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.), *Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America*: 79-108. Instituto de Ecología. A.C., México, D.F.
- FLORES-ARMILLAS, V.H., S. GALLINA, J.R. GARCIA-BARRIOS, V. SÁNCHEZ-CORDERO Y F. JARAMILLO-MONRROY. 2011. Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya* 2(3): 263-277.

- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D.F.
- GALLINA, S. 1994a. Uso de hábitat por el venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michila, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 299-314. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALLINA, S. 1994b. Dinámica poblacional y manejo de la población del venado de cola blanca en la reserva de la Biosfera La Michilia, Durango, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 207-234. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALLINA, S., A. PÉREZ-ARTEAGA Y S. MANDUJANO. 1998. Patrones de actividad del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Bol. Soc. Biol.* 69: 221-228.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, J. BELLO, H. LÓPEZ-ARÉVALO Y M. WEBER. White-tailed Deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1970). En: J.M. Duarte y S. González (eds), *Neotropical cervidology: Biology and medicine of Latin American deer*: 101-118. Funep/UICN, Jaboticabal, Brazil.
- GARAVITO, A.C. 2004. Caracterización y uso de hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva forestal protectora de Río Blanco (Cundinamarca-Colombia). Trabajo de pregrado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- GÓMEZ, G. 1997. Uso de hábitat y tendencia poblacional del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en una finca ganadera-cañera del bosque seco de Costa Rica. Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.
- GÓMEZ-GIRALDO, C. 2005. Radio-telemetría aplicada a la reintroducción del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Tesis de grado, Maestría en Bosques y Conservación Ambiental, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- GUZMÁN, A. 2005. Evaluación de los hábitats disponibles para el chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), durante la época de lluvias, en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Informe técnico. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia.
- HALLS, L.K. 1978. White tailed deer. En: J. L. Schmidt y D. C. Gilbert (eds.), *Big game of North America: ecology and management*: 43-65. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- KROLL J.C. 1992. *A Practical Guide to Producing and Harvesting White-tailed Deer*. Center for Applied Studies in Forestry, Stephen F. Austin State University, Austin, Estados Unidos de América.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y B. GÓMEZ-VALENCIA. 2005. Investigación sobre el venado de cola blanca en Colombia como herramienta para su conservación y generación de beneficios sociales. Informe técnico final. División de investigaciones, sede Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J.V. Rodríguez-M., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F., PARDO-VARGAS, L.E Y H. PÉREZ-MORENO. 2017. Generalidades de la especie. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 17-22. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- LÓPEZ-TELLEZ, M.C., S. MANDUJANO Y G. YÁNES. 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.
- MANDUJANO, S.1994. Método para evaluar el hábitat del venado de cola blanca en un bosque de coníferas. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado de cola blanca en México y Costa Rica*: 283-297. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

- MANDUJANO, S Y S. GALLINA. 1992. Tendencia poblacional del venado de cola blanca en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. En: *X Simposio sobre fauna silvestre*: 299-305. Unam, Guerrero, México.
- MANDUJANO, S Y S. GALLINA. 1993. Densidad del venado de cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 56: 1-37.
- MANDUJANO, S Y S. GALLINA. 1994. Comparación de métodos para estimar la densidad poblacional del venado de cola blanca en un bosque tropical caducifolio en México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado de cola blanca en México y Costa Rica*: 263-280. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- MANDUJANO, S Y G. HERNÁNDEZ. 1990. Análisis de los factores ambientales que influyen sobre el nivel poblacional del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en el parque “Desierto de los Leones”. En: J. Camarillo y F. Rivera (eds.), *Áreas naturales en México y especies en extinción*: 351-367. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- MARTÍNEZ-POLANCO, M.F., O.L. MONTENEGRO Y G.A. PEÑA. 2015. La sostenibilidad y el manejo de la caza del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por cazadores-recolectores del período precerámico de la sabana de Bogotá, en el yacimiento arqueológico de Aguazuque (Colombia). *Caldasia*, 37(1): 1-14.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2005. Evaluación preliminar de la dieta y monitoreo del movimiento del venado de cola blanca, *Odocoileus virginianus*, en semicautiverio en un bosque seco tropical (Cundinamarca, Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. 2014. Efecto de la estructura del hábitat sobre las características demográficas de dos poblaciones locales de venado de cola blanca, *Odocoileus virginianus goudotii*, en el Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia). Tesis de Maestría. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MEDINA-TORRES, S.M., E. GARCÍA MOYA, M. MÁRQUEZ OLIVAS, H. VAQUERA HUERTA, A. ROMERO MANZANARES Y M. MARTÍNEZ MENES. 2008. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus conesi*) en la sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24(3): 191-212.
- MÉNDEZ, E. 1984. Mexico and Central America. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 513-524. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- NEU, C.W., C.R. BYERS Y J.M. PEEK. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management* 38(3): 541-545.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, T., S. GALLINA, M. BRIONES-SALAS Y G. GONZÁLEZ. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellogg, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 21: 65-78.
- PEÑA, G. Y M. PINTO. 1996. *Mamíferos más comunes en sitios precerámicos de la Sabana de Bogotá. Guía ilustrada para arqueólogos*. Colección Julio Carrizosa Valenzuela N.º 6. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Santafé de Bogotá.
- RAMOS, D. 1995. Determinación de la dieta y utilización del hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus goudotii*, Gay y Gervais, 1846) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cordillera Oriental, Colombia). Tesis de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- RAMOS-ROBLES, M., S. GALLINA Y S. MANDUJANO. 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.
- REYNA-HURTADO, R. Y G.W. TANNER. 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation* 16(3): 743-756.

- RINCÓN, L. 2003. La fauna arqueológica del sitio San Carlos, Municipio de Funza, sabana de Bogotá. Monografía de grado. Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RODRÍGUEZ, G., A. RODRÍGUEZ, Y. VARGAS Y A. ZULUAGA. 2004. Comparación de la densidad de población y características del hábitat entre dos zonas específicas del Parque Nacional Natural Chingaza. Proyecto de Ecología Regional Continental, VIII semestre. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ROJAS-PARDO, L. 2010. Evaluación del uso y calidad del hábitat en poblaciones del venado de cola blanca *Odocoileus virginianus* en la reserva natural La Aurora, municipio de Hato Corozal, Casanare. Tesis. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- SÁNCHEZ-ROJAS, G., C. AGUILAR-MIGUEL Y E. HERNÁNDEZ. 2009. Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science*. 2(2): 204-214.
- TEER. J. 1994. El venado de cola blanca: Historia natural y principios de manejo. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado de cola blanca en México y Costa Rica*: 33-47. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- THOMAS, L., S.T. BUCKLAND, E.A. REXSTAD, J.L. LAAKE, S. STRINDBERG, S.L. HEDLEY, J.R.B. BISHOP, T.A. MARQUES Y K.P. BURNHAM. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47(1): 5-14.
- VALENZUELA, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado de cola blanca en el bosque La Primavera, Jalisco. México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado de cola blanca en México y Costa Rica*: 247-262. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- VILLARREAL-ESPINO, O.A. 2006. *El Venado Cola Blanca en la Mixteca Poblana: Conceptos y Métodos para su Conservación y Manejo*. Fundación Produce de Puebla A.C., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Mazamatli A.C., Puebla.
- VILLARREAL, J.G. 1999. *Venado de cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Monterrey, México.
- VILLARREAL-ESPINO, O.A., F.X. PLATA-PÉREZ, J.C. CAMACHO-RONQUILLO, J.E. HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, F.J. FRANCO-GUERRA, B. AGUILAR-ORTEGA Y G.D. MENDOZA-MARTÍNEZ. 2011. El venado cola blanca en la mixteca poblana. *Therya*. 2(2):103-110.

SECCIÓN II

Genética y constantes
fisiológicas del venado
cola blanca



CAPÍTULO 6

Caracterización cromosómica del venado cola blanca en Colombia

Karol B. Barragán-Fonseca, Ligia Jiménez-Robayo y Carlos Sánchez-Isaza

RESUMEN

Se realizó un análisis citogenético de once venados cola blanca, *Odocoileus virginianus*, seis machos y cinco hembras, provenientes de tres zoológicos localizados en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Se comprobó un número cromosómico $2n=70$ y un número fundamental de 74. Se sugiere un arreglo de cromosomas distribuidos en cinco grupos: Grupo A-submetacéntricos, par autosómico 1; Grupo B-telocéntricos grandes, pares 2 al 9; Grupo C-telocéntricos medianos, pares 10 al 27; Grupo D-telocéntricos pequeños, pares 28 al 34; y Grupo E-metacéntricos: cromosoma X y Y. Se describen para esta especie los patrones de bandas cromosómicas G, R, C y las regiones organizadoras nucleolares (NOR). Las NOR se localizaron en los telómeros del segundo y tercer par autosómico, siendo constante en el par dos y apareciendo en el par tres en el 70 % de las metafases analizadas. Con bandas C se pudieron observar las regiones centroméricas en todos los cromosomas y se observó una región heterocromática, en el 30 % de las metafases analizadas, a nivel del telómero de uno de los cromosomas del par dos. No se observaron polimorfismos ni ejemplares portadores de anomalías cromosómicas, lo cual permite establecer que los individuos puedan ser utilizados en programas de reproducción. Este es el primer reporte de cromosomas bandedados en esta especie en Colombia.

Palabras clave: Bandedo cromosómico, cariotipo, citogenética, cromosomas, *Odocoileus virginianus*.

INTRODUCCIÓN

La amplia distribución del venado cola blanca ha favorecido una diferenciación fenotípica en cuanto a color y medidas morfométricas que da origen a la propuesta de más de 35 subespecies (Smith, 1991). En Colombia según Cabrera (1961 citado en Lowell, 1984), existen tres subespecies: *O.v. tropicalis* en la Región Pacífica, *O.v. goudotti* en las regiones Caribe y Andina y *O.v. apurensis* en la Orinoquía.

ABSTRACT

Cytogenetic analysis (*Odocoileus virginianus*) was carried out on eleven white-tailed deer that came from three zoos located in the department of Cundinamarca, Colombia. The chromosomal number was $2n=70$ and the fundamental number (FN) was 74. Based on their chromosomal arrangement five groups are suggested: A. Submetacentric chromosomes: autosomic pair 1; B. Large telocentric chromosomes: pairs 2 to 9; C. Mid telocentric chromosomes: pairs 10 to 27; D. Small telocentric chromosomes: pairs 28 to 34, and E. Metacentric chromosomes: chromosomes X and Y. The patterns of chromosomal bands described in this species include G, R, C and NOR. The nucleolar organized regions (NOR) were localized in the telomeres of the second and third autosomic pairs, being constant in pair 2, and appearing in pair three in 70 % of the analyzed metaphases. In the C bands it was possible to observe centromeric regions in all of the chromosomes, and in one of the chromosomes of pair 2 the heterochromatic region (30 % of analyzed metaphases) was observed at the level of the telomere. No polymorphisms or individuals having chromosomal abnormalities were observed, meaning that those individuals can be used in reproduction programs. This is the first report of banded chromosomes in this species in Colombia.

Keywords: Chromosomes, Chromosomal banding, Cytogenetics, Karyotype, *Odocoileus virginianus*.

En las especies pertenecientes a los Odocoileinae las diferencias en el fenotipo pueden ocurrir con poca o ninguna divergencia cromosómica y ser el resultado de respuestas fisiológicas o fenotípicas al medio ambiente, cambios graduales de temperatura, humedad u otra condición ambiental, o respuestas adaptativas a los hábitats a lo largo de su distribución geográfica (Brisbin y Lenarz, 1984; Smith *et al.*, 1986; Curtis y Barnes, 1993).

Los únicos datos citogenéticos que se reportan para esta especie son para Norteamérica y se relacionan con su número cromosómico. Wurster y Benirschke (1967 citado en Baccus, 1983) y Gallagher *et al.* (1994) le asignan $2n=70$ y $NF=70$, a diferencia de Fontana y Rubini (1990) que registran $2n=70$ y $NF=74$. Estudios más representativos han sido realizados en la especie *O. hemionus*, venado bura o mula, morfológicamente parecida al *O. virginianus*, venado cola blanca, y que según Gallagher (1994) su cariotipo y el del venado cola blanca son idénticos. El venado cola blanca presenta un par autosómico biarmado, 33 pares de autosomas acrocéntricos y el par de cromosomas sexuales (X y Y). Según Wurster y Benirschke (1967,

citado en Baccus, 1983), el cromosoma X es sub-metacéntrico y el Y es metacéntrico. No se encontraron reportes de caracterización cromosómica con bandeado alguno para el venado cola blanca.

El presente estudio pretende contribuir con la caracterización cromosómica del venado cola blanca en Colombia como herramienta diagnóstica para detectar posibles heteromorfismos y alteraciones cromosómicas con el fin de servir de herramienta para seleccionar animales cromosómicamente aptos para pie de cría y realizar recomendaciones para posible manejo reproductivo en condiciones de cautividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales experimentales

Se realizó la caracterización citogenética en una muestra de once venados cola blanca, seis machos y cinco hembras no emparentadas, que se encontraban en cautiverio en los zoológicos Piscilago, Jaime Duque y Santa Cruz, ubicados en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Aunque se desconocía la procedencia de los animales, se tomaron algunos datos morfométricos que permitieron asumir que pertenecían a la subespecie *O. v. apurensis* (Barragán *et al.*, 2005).

A cada venado se le realizó un examen clínico completo, y todos se encontraron en buenas condiciones de salud. Se llevaron registros de cada uno de los animales muestreados que correspondieron a datos de identificación, sexo, edad aproximada, número y morfología cromosómica, y se les asignó un código que indicaba procedencia y número del animal.

Restricción de los animales

Se realizó la restricción química en todos los ejemplares, preferiblemente en horas de la mañana, con una mezcla de ketamina 3.58 mg/kg (± 1.2) y xilacina 0.71 mg/kg (± 0.29), por medio del uso de dardos disparados con pistola neumática Telinject®. Cuando los animales se encontraban en el plano I de la anestesia (Sánchez, 1995) se realizó su restricción física y se procedió a la toma de muestra de sangre.

Recolección de sangre venosa periférica

De cada uno de los individuos muestreados se extrajeron entre 5 y 12 ml de sangre venosa de la vena yugular con agujas Vacutainer® N.º 21, la

cual se recolectó en tubos Vacutainer® con Lique-mine® (heparina 5000 UI/ml). Inmediatamente se colocaron en refrigeración (3-4 °C) en una nevera portátil herméticamente cerrada y fueron trasladadas al Laboratorio de Citogenética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

Cultivo de linfocitos

Se utilizó el protocolo de cultivo de linfocitos previamente estandarizado para la especie en el Laboratorio de Citogenética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia (Barragán *et al.*, 2005). El protocolo consistió en la siembra de 2 ml de sangre en 8 ml de medio de cultivo (RPMI-1640), 0.3 ml de fitohemaglutinina-PHA-P (mitógeno) y 1 ml de suero fetal bovino. El período de incubación fue de 70 horas a una temperatura de 37.5° C. Para la cosecha de los linfocitos se añadieron 0.2 ml de colchicina y pasada una hora se añadió la solución hipotónica (KCL) a 37.5° C, la cual se dejó actuar durante 38 min.

Bandeo cromosómico

Se utilizaron los siguientes protocolos para el bandeado cromosómico:

- Bandas GTG: Howell y Black (1978).
- Bandas CBG: Sumner (1972).
- Bandas RBG: Pai y Thomas (1980).
- Bandas NOR-GTG: Howell y Black (1978).

Fotografía

Se escogieron 30 metafases obtenidas con tinción convencional giemsa, 40 bandas con GTG, 42 con bandas RBG, 36 con bandas CBG y 32 con bandas NOR-GTG, para un total de 180 metafases analizadas.

Se realizó la microfotografía en blanco y negro para 120 metafases. En 58 de estas metafases se utilizó película fotográfica Kodalith® de 35 mm y se imprimieron en papel Kodak® grado 3 brillante. Del total, 62 metafases fueron escaneadas del negativo y pasadas directamente al computador. Otras 60 metafases fueron digitalizadas directamente en el microscopio con una cámara digital Nikon® modelo Coolpix 995. La organización y la medición de los cromosomas se realizó mediante el uso del programa de computador PhotoShop versión 5.0.

Análisis de cariotipos

Se organizaron, de acuerdo con su tamaño y morfología, cuatro cariotipos por animal.

Posteriormente se realizó la medición de los brazos largo (p) y corto (q) de cada uno de los cromosomas, clasificándolos de acuerdo con Levan *et al.* (1964) y Ford *et al.* (1980), y se calcularon los siguientes parámetros de biometría cromosómica:

- Relación de brazos (rb)=q/p (Número de veces que está contenido p en q)
- Índice centromérico (ic)=p/p + q*100 (Porcentaje de la longitud total del cromosoma)
- Longitud relativa (N)=autosomas/(Ó autosomas/2) + X*100

El NF se calculó mediante la suma de los brazos de los autosomas y de los cromosomas sexuales (X y Y) lo cual es igual a: Número de acrocéntricos *1 + número de submetacéntricos o metacéntricos *2.

RESULTADOS

Análisis de cariotipos

Todos los individuos analizados presentaron un complemento compuesto por $2n=70$ cromosomas. El NF encontrado para esta especie fue de 74 ($66*1 + 2*2 +$ cromosomas sexuales *2).

El IC y RB para el par uno permitió clasificarlo como submetacéntrico ($ic=36.8\pm 4.9$ y $RB=1.77\pm 0.36$). En el caso de los demás autosomas (pares 2-34) el IC fue de cero (0) y la RB indefinida, lo cual permitió su clasificación como autosomas telocéntricos pues no hay brazos cortos observables (figura 6.1).

Para los cromosomas sexuales X y Y el IC fue de 50 y 37.5 y la RB de 1 y 1.7 respectivamente, por lo cual son clasificados como metacéntricos. Los datos de longitud relativa se muestran en la tabla 6.1. El idiograma de la longitud relativa promedio de los cromosomas del venado cola blanca se muestra en la figura 6.2.

Con base en los resultados obtenidos y de acuerdo con la nomenclatura básica propuesta por la ISCN 1989 (Di Bernardino *et al.*, 1990), para los cromosomas de los venados analizados se propone el siguiente arreglo cromosómico:

- Grupo A: Cromosomas Submetacéntricos. Par autosómico 1.

- Grupo B: Cromosomas telocéntricos grandes. Par 2 al par 9.
- Grupo C: Cromosomas telocéntricos medianos. Par 10 al par 27.
- Grupo D: Cromosomas telocéntricos pequeños. Par 28 al par 34.
- Grupo E: Cromosomas metacéntricos. Cromosoma X y Y.

Se observó la presencia de satélites en la región telomérica del brazo largo del par cromosómico dos, lo cual concuerda con Petit y Meurichy (1987) y Hsu y Benirschke (1967) quienes reportan la presencia de satélites en el par de autosomas acrocéntricos de mayor tamaño en algunos artiodáctilos, como en bovinos y cérvidos suramericanos.

Bandeo cromosómico

Bandas GTG

Con el análisis de las bandas cromosómicas obtenidas con la técnica GTG de Howell y Black (1978) no se detectó poliformismo alguno entre pares homólogos ni entre animales, como se puede observar en la figura 6.3.

Bandas RBG

El análisis de las bandas cromosómicas mediante la técnica de bandeo RBG (Pai y Thomas, 1980), al igual que las bandas G, no mostró ningún tipo de polimorfismo (figura 6.4).

En la mayoría de metafases (86 %) se observó en forma clara el cromosoma X inactivo mostrando solo dos bandas R positivas en su brazo q, en contraste con el cromosoma X activo en el cual se observó un mayor número de bandas R positivas, dos en el brazo p y tres en el brazo q.

El cromosoma Y presentó una banda R positiva en el brazo p, mientras que el brazo q no presentó banda alguna.

Bandas CBG

Con la técnica de bandas CBG de Sumner (1972) los cromosomas presentaron bandas C de localización exclusivamente centromérica. En el 30 % de metafases de todos los individuos se observó una banda telomérica positiva en uno de los cromosomas del pardos.

DISCUSIÓN

El número cromosómico ($2n=70$) y el número fundamental ($NF=74$) encontrados para el venado cola blanca coinciden con los datos reportados por Fontana y Rubini (1990), pero presentan diferencias en cuanto al $NF=70$ señalado por otros autores (Wurster y Benirschke, 1967, citado en Bacus *et al.*, 1983; Gallagher *et al.*, 1994).

La morfología cromosómica encontrada en el presente trabajo coincide con la descrita por Gallagher *et al.* (1994) y difiere en la del cromosoma X con Hsu y Benirschke (1967) quienes lo describen como submetacéntrico. Se resalta que en el presente trabajo la caracterización morfológica del cromosoma X como metacéntrico se sustenta con los datos de biometría cromosómica. Es claro que el cariotipo del venado cola blanca presenta un alto grado de conservación dentro de los cérvidos y se confirma que junto con el *O. hemionus* y el *Pudu pudu* son las especies americanas de la familia cervidae que aún poseen el cariotipo primitivo (Fontana y Rubini, 1990; Yang *et al.*, 1997).

De acuerdo con análisis previos del laboratorio, el patrón de bandeo RBG observado en el cromosoma X inactivo de las hembras y en el cromosoma Y de los machos de *O. virginianus*, es similar al encontrado en los cromosomas X y Y de bovinos, como *Bos taurus*, sugiriendo que estas características cromosómicas se conservan dentro del infraorden (Di Bernardino *et al.*, 1990; Lyon, 1990).

Los bloques de heterocromatina centromérica de los cromosomas telocéntricos eran más prominentes que los de los submetacéntricos y dentro de los telocéntricos se destaca el mayor tamaño del bloque de heterocromatina centromérica de los pares 19 y 26. Adicionalmente, en el presente trabajo se observó que el cromosoma Y de los seis machos analizados no presentó bandas C positivas.

Bandas NOR-GTG

Las bandas NOR se observaron localizadas en los telómeros de los pares cromosómicos dos y tres, presentándose variaciones en el número de NOR teñidas por metafase. Mientras el 100 % de las metafases presentaron NOR en el par dos, en solo el 30 % de las metafases analizadas se evidenciaron en el par tres. Es necesario resaltar que también se observaron diferencias en cuanto a la expresividad de las NOR del par cromosómico dos, siendo siempre mayor (100 % de las metafases) la de uno de ellos en relación con su homólogo. Así mismo se observó variación intraindividual, como sucede en humanos (Denton *et al.*, 1976; Babu y Verma, 1985).

Así mismo, la ausencia de bandas C en el cromosoma Y concuerda con lo registrado por Barbanti (1997) para otros venados sudamericanos, *Oxotoceros bezoarticus*, *Blastocercus dichotomus* y *Mazama gouazoubira*, lo que también podría ser una característica conservada dentro de la familia Cervidae.

Se recomienda evaluar la presencia de la banda C telomérica en el cromosoma dos en un mayor número de ejemplares de venados cola blanca, preferiblemente animales en vida libre de diferentes regiones del país, para poder aclarar si puede ser útil como un marcador cromosómico de especie o subespecie.

En la mayoría de los venados sudamericanos se registra la presencia de las bandas NOR en los dos pares de autosomas telocéntricos de mayor tamaño (Mayr *et al.*, 1987; Barbanti, 1997), similar a lo encontrado en este trabajo, confirmándose el alto grado de conservación que tienen estas bandas en la familia Cervidae. La presencia de satélites en las regiones teloméricas de uno o los dos cromosomas del par dos también se ha encontrado en otros artiodáctilos en el par autosómico acrocéntrico de mayor tamaño (Hsu y Benirschke, 1967; Petit y Meurichy, 1989).

Todas las características cromosómicas citadas anteriormente indican que el venado cola blanca presenta un cariotipo estable que aún se

conserva en diferentes familias del infraorden Pecora, siendo una de las pocas especies de cérvidos que aún posee el cariotipo primitivo propuesto por Fontana y Rubini (1990) para la familia Cervidae.

Orinoco, los individuos analizados en el presente estudio corresponderían al *O. v. apurensis* y podrían ser empleados en programas de intercambio para reproducción entre los zoológicos involucrados.

De acuerdo con los datos cromosómicos obtenidos, las medidas morfométricas obtenidas y a la distribución, posible procedencia región del

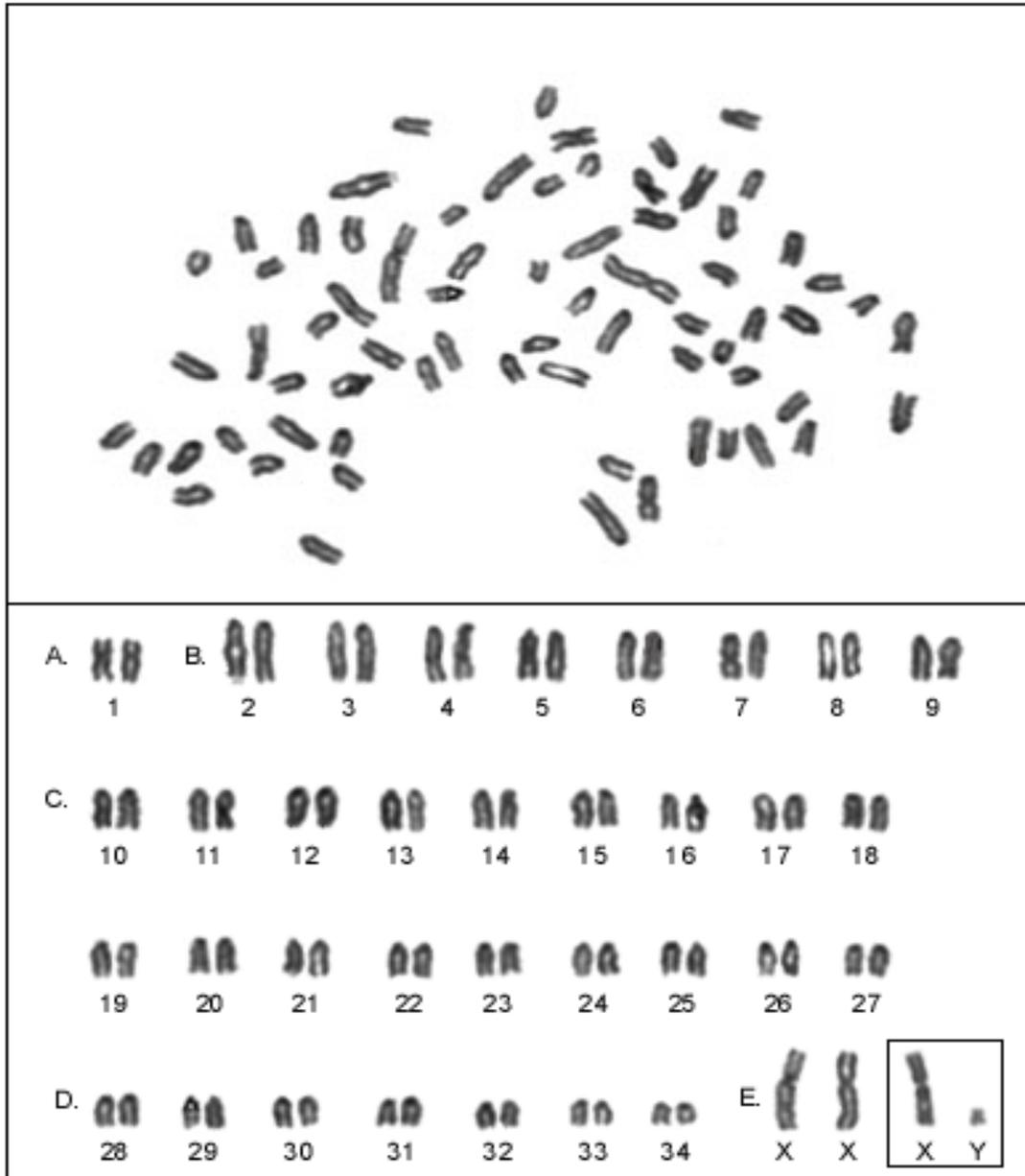


Figura 6.1. Metafase y cariotipo de venado cola blanca. (*O. virginianus*). Hembra con tinción convencional Giemsa. En el recuadro se observan los cromosomas sexuales (X Y) macho.

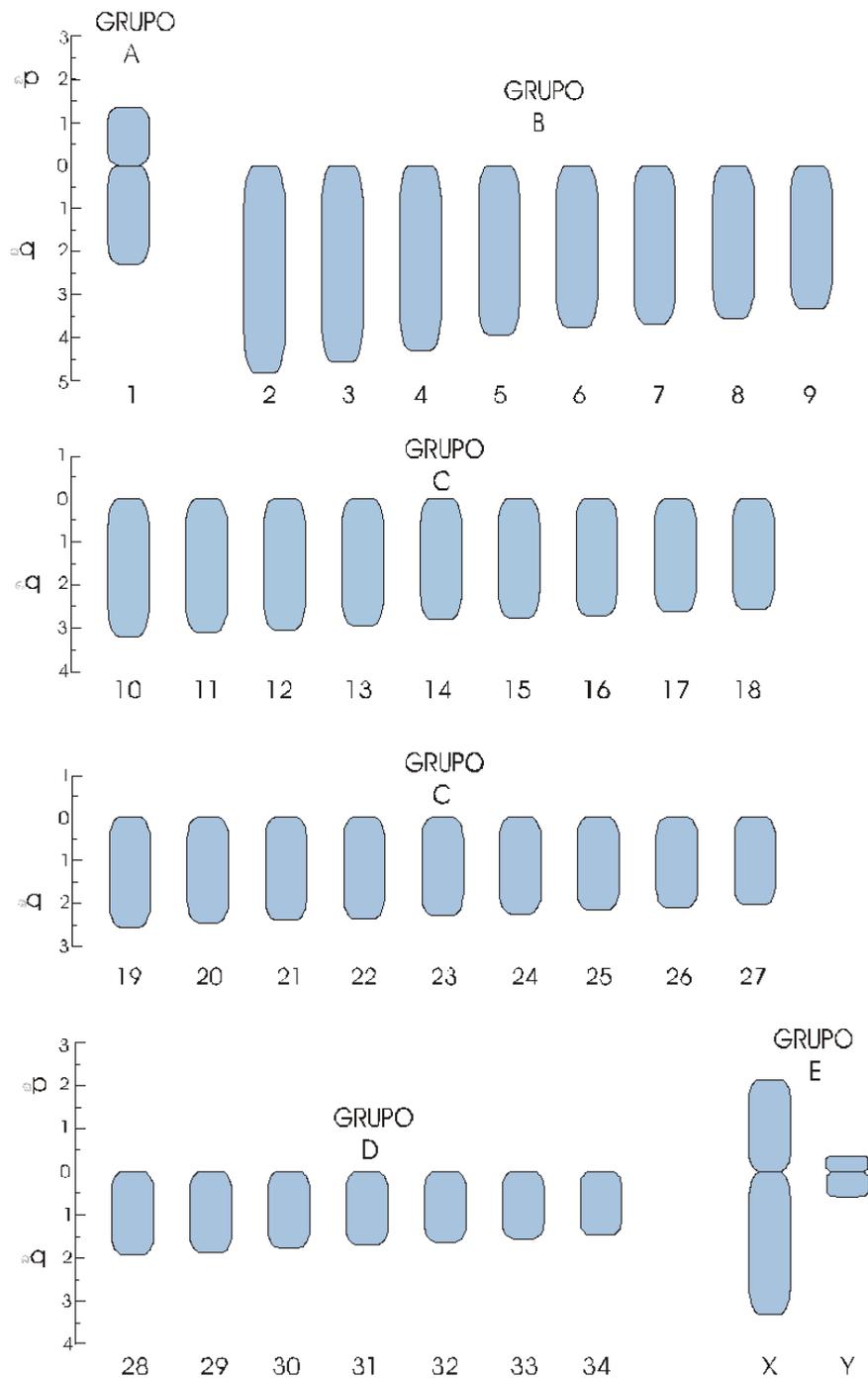


Figura 6.2. Idiograma de la longitud relativa promedio de los cromosomas de venado cola blanca (*O. virginianus*).

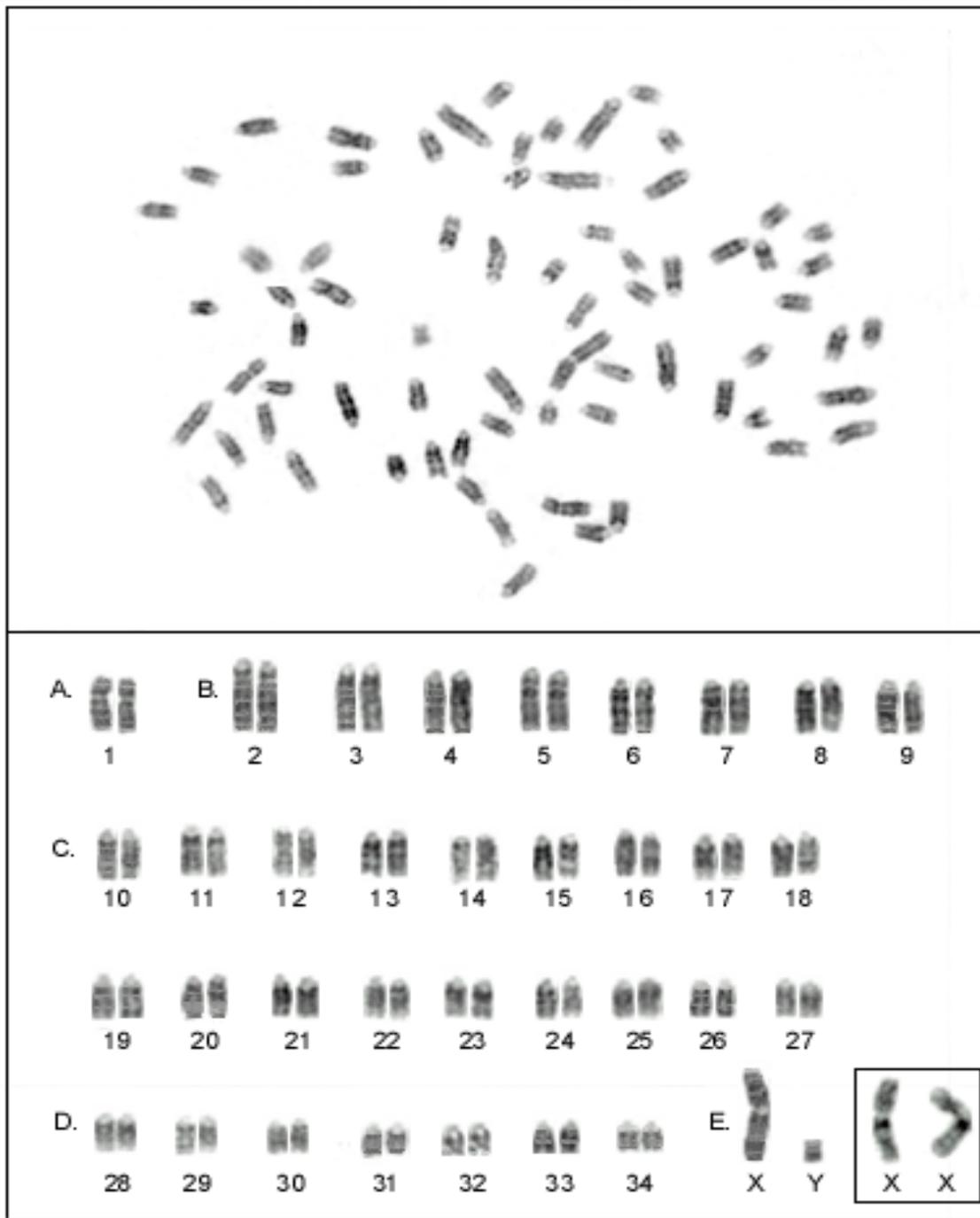


Figura 6.3. Metafase y cariotipo de venado cola blanca (*O. virginianus*). Macho con Bandas G (Howell y Black, 1978). En el recuadro se observan los cromosomas sexuales (X X) de una hembra.

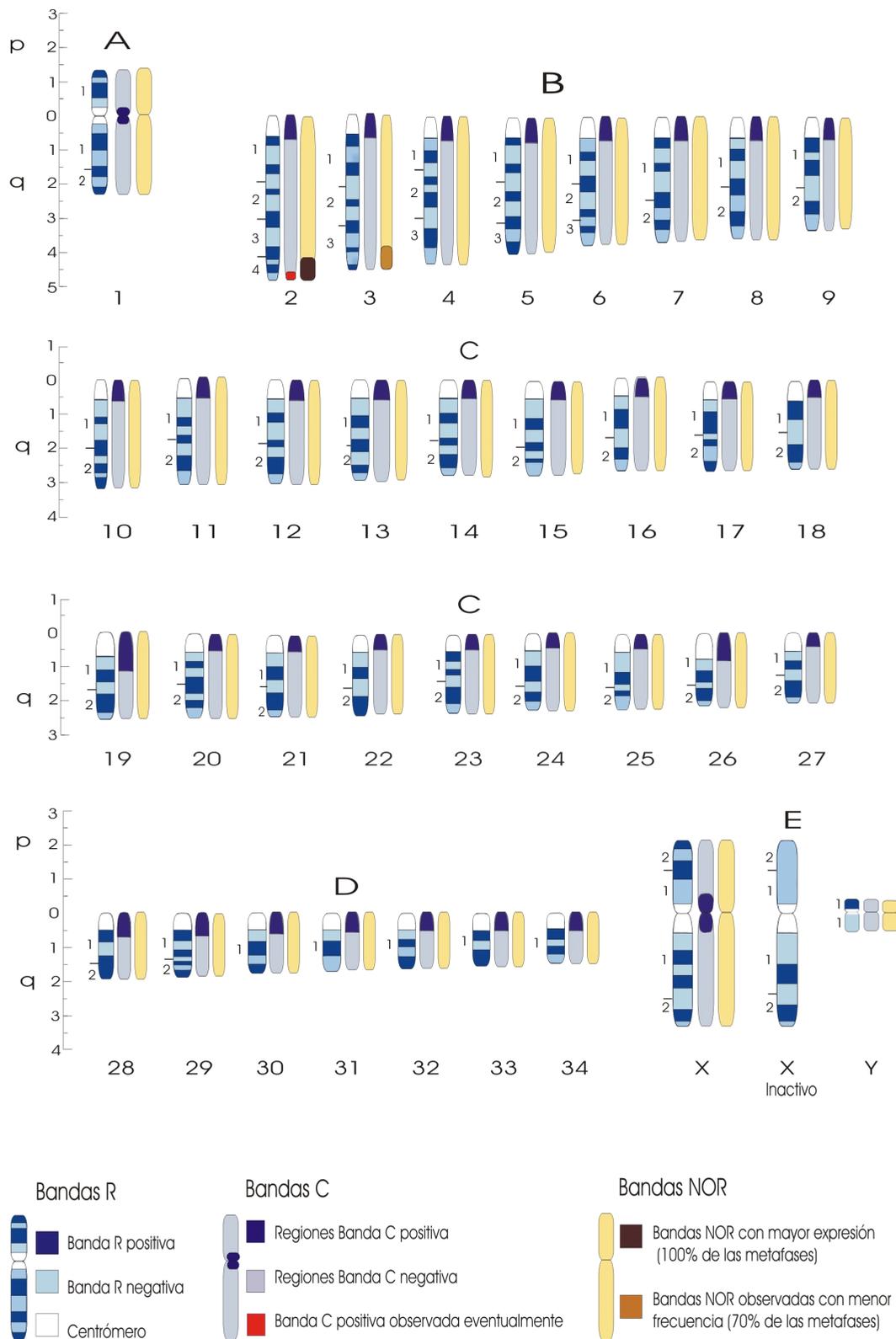


Figura 6.4. Idiograma de venado cola blanca (*O. virginianus*) 2n=70. Bandas GTG, RBC, CBC y NOR.

Tabla 6.1. Resultados de estadística descriptiva para la longitud relativa de autosomas del venado cola blanca (*O. virginianus*).

| Cromosoma | Media \pm Ds | cv* | Cromosoma | Media \pm Ds | cv* |
|-----------|-----------------|-----|-----------|-----------------|------|
| 1 | 3.63 \pm 0.29 | 7.9 | 19 | 2.54 \pm 0.07 | 2.7 |
| 2 | 4.82 \pm 0.33 | 6.8 | 20 | 2.46 \pm 0.08 | 3.2 |
| 3 | 4.52 \pm 0.25 | 5.5 | 21 | 2.36 \pm 0.08 | 3.4 |
| 4 | 4.33 \pm 0.25 | 5.8 | 22 | 2.3 \pm 0.09 | 3.9 |
| 5 | 4.04 \pm 0.23 | 5.7 | 23 | 2.24 \pm 0.1 | 4.5 |
| 6 | 3.86 \pm 0.23 | 5.9 | 24 | 2.18 \pm 0.11 | 5 |
| 7 | 3.74 \pm 0.23 | 6.1 | 25 | 2.12 \pm 0.12 | 5.6 |
| 8 | 3.58 \pm 0.14 | 3.9 | 26 | 2.07 \pm 0.15 | 7.2 |
| 9 | 3.39 \pm 0.11 | 3.2 | 27 | 2.01 \pm 0.16 | 7.9 |
| 10 | 3.23 \pm 0.14 | 5.9 | 28 | 1.95 \pm 0.15 | 7.7 |
| 11 | 3.11 \pm 0.16 | 5.1 | 29 | 1.89 \pm 0.17 | 8.9 |
| 12 | 3.01 \pm 0.14 | 4.6 | 30 | 1.83 \pm 0.18 | 9.8 |
| 13 | 2.97 \pm 0.12 | 4 | 31 | 1.76 \pm 0.17 | 9.6 |
| 14 | 2.82 \pm 0.99 | 35 | 32 | 1.69 \pm 0.18 | 10.6 |
| 15 | 2.84 \pm 0.11 | 3.9 | 33 | 1.63 \pm 0.19 | 11.6 |
| 16 | 2.76 \pm 0.07 | 2.5 | 34 | 1.49 \pm 0.19 | 12.7 |
| 17 | 2.7 \pm 0.07 | 2.6 | X | 5.47 \pm 0.53 | 9.7 |
| 18 | 2.6 \pm 0.08 | 3.1 | Y | 0.93 \pm 0.16 | 17.2 |

*Coeficiente de variabilidad.

LITERATURA CITADA

- BABU, K. Y R.S. VERMA. 1985. Structural and functional aspects of nucleolar organizer regions (NORS) of human chromosomes. *International Review of Cytology* 94: 151-176.
- BACCUS, R., N. RYMAN, M. SMITH, C. REURTERWALL Y D. CAMERON. 1983. Genetic variability and differentiation of large grazing mammals. *Journal of Mammalogy* 64(1): 109-120.
- BARBANTI, J. 1997. *Biología y conservación de cérvidos sur americanos: Blastocerus, Ozotoceros y Mazama*. Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (Funep), Brasil.
- BARRAGÁN, K., L. JIMÉNEZ Y C. SÁNCHEZ. 2005. Estandarización de las técnicas de linfocitos y bandeado cromosómico en venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia* 52(1): 44-55.
- BRISBIN, I.L. Y M.S. LENARZ. 1984. Morphological comparisons of insular and mainland populations of southeastern white-tailed deer. *Journal of Mammalogy* 65(1): 44-50.
- CURTIS, H. Y S. BARNES. 1993. *Biología*. Quinta edición. Ed. Médica Panamericana, Madrid.
- DENTON, T., W. HOWELL Y J. BARRET. 1976. Human nucleolar organizer chromosomes: satellite associations. *Chromosoma* 55(1): 81-84.
- DI BERNARDINO, D., H. HAYES, R. FRIES Y S. LONG. S. (ED.) 1990. *ISCND 89. International system for cytogenetic nomenclature of domestic animals. ISCND 89. Cytogenetics and Cell Genetics* 53: 65-79.
- FONTANA, F. Y M. RUBINI. 1990. Chromosomal evolution in cervidae. *Biosystems* 24(2): 157-174.
- FORD, C.E., D. POLLOCK Y I. GUSTAVSSON. 1980. *Proceedings of the first international conference for the standardization of banded karyotypes of domestic animals*. *Hereditas* 92: 145-162.
- GALLAGHER, D., J. DERR Y J. WOMACK. 1994. Chromosome conservation among the advanced pecorans and determination of the primitive bovid karyotype. *Journal of Heredity* 85(3): 204-210.
- HALLS, L. 1984. *White tailed deer: Ecology and management*. Stackpole books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- HOWELL, W.M. Y D.A. BLACK. 1978. A rapid technique for producing silver-stained nucleolus organizer regions and trypsin-giemsá bands on human chromosomes. *Human Genetics* 43(1): 53-56.
- HSU, T. Y K. BENIRSCHKE. 1967. *An Atlas of mammalian chromosomes*. Vol. 3. Springer-Verlag New York Inc., Nueva York.
- LEVAN, A., K. FREDGA Y A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52(2): 201-220.
- LYON, M. 1990. Evolution of the X chromosome. *Nature* 348: 585-586.
- MAYR, B., J. KRUTZIER, H. AUER, M. KALAT Y W. SCHLEGER. 1987. NOR's, heterochromatin, and R-bands in three species of Cervidae. *Journal of Heredity* 78(2): 108-110.
- MAYR, B., P. BAB Y M. KALAT. 1986. NOR's and counterstain enhanced fluorescence studies in Cyprinidae of different ploidy level. *Genetica* 69(2): 111-118.
- PAI, G.S. Y G.H. THOMAS. 1980. A new R-banding technique in clinical cytogenetics. *Human Genetics* 54(1): 41-45.
- PETTI, P. Y W. MEURICHY. 1989. On the banding patterns of the chromosomes of the *Pudu pudu* (pudu). *Annales Génétiques* 32(3): 141-143.
- SÁNCHEZ, G. 1995. *Drogas depresoras en medicina veterinaria*. Fondo Nacional Universitario, Santafé de Bogotá.
- SMITH, W.P. 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species* 388: 1-13.
- SMITH, M., W. BRANAN, L. MARCHINTON, P. JOHNS Y M. WOOTEN. 1986. Genetic and morphologic comparisons of red brocket, brown brocket y white-tailed deer. *Journal of Mammalogy* 67(1): 103-111.
- SUMNER, A.T. 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research* 75(1): 304-306.
- YANG, F., P. O'BRIEN, J. WIENBERG, H. NEITZEL, C. LIN Y M. FERGUSON. 1997. Chromosomal evolution of the Chinese muntjac (*Muntiacus reevesi*). *Chromosoma* 106(1): 37-43.

CAPÍTULO 7

Hematología y química sanguínea de venados cola blanca en zoológicos de Colombia

Omar Alejandro Salazar-Granados y Oscar Alfredo Álvarez-Méndez

RESUMEN

Se tomaron muestras de 26 individuos de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, cautivos en tres zoológicos del departamento de Cundinamarca, ubicados dentro de un gradiente altitudinal de 300 a 2600 m s. n. m. Los individuos se inmovilizaron mediante la combinación de xilacina-quetamina (dosis promedio de 0.5 y 3.3 mg/kg, respectivamente) y se realizó un examen clínico para la confirmación del estado de salud. Muestras con y sin anticoagulante fueron tomadas de la vena yugular con el fin de determinar los valores de hematocrito (Hto), hemoglobina (Hb), PPT, recuento eritrocitario, plaquetario y leucocitario (tanto diferencial como total), índices eritrocíticos y fibrinógeno para hematología. Igualmente, se midieron los valores de bioquímica sanguínea: BUN, creatinina, creatinina quinasa (CK), asparto aminotransferasa (AST), alamina aminotransferasa (ALT), gamma glutamiltransferasa (GGT), fosfatasa ácida (FA), bilirrubina, albúmina, Ca, P, Na, Cl, K y glucosa. Los resultados promedio fueron: Hto 36.3 %, Hb 12.3 gr/dl, PPT 6.5 gr/dl, recuento eritrocitario 12.1×10^6 cél/ μ l, plaquetario 287.5×10^3 cél/ μ l, leucocitario 4.4×10^3 cél/ μ l y fibrinógeno 226.1 mg/dl. Los valores de bioquímica sanguínea fueron: BUN 23.7 mg/dl, creatinina 1.5 mg/dl, CK 231 u/L, AST 105.4 u/L, ALT 35.2 u/L, GGT 62.4 u/L, FA 48 u/L, bilirrubina 0.4 mg/dl, albúmina 2.6 gr/dl, Ca 8.8 mg/dl, P 4.5 mg/dl, Na 146.1 mmol/l, Cl 97.3 mmol/l, K 3.9 mmol/l y glucosa 207.5 mg/dl. A partir del análisis de la información se proponen los valores como referencia para la especie en Cundinamarca. Los resultados obtenidos estuvieron dentro de los rangos propuestos por la literatura consultada.

INTRODUCCIÓN

La tenencia ilícita de animales, por ejemplo, en colecciones privadas, y el incremento de ejemplares en los zoológicos ha hecho que en Colombia la población de venados en cautiverio haya aumentado en los últimos años (Guzmán-Lenis, 2005). Esto hace que se requiera generar información bá-

Palabras clave: Bioquímica sanguínea, hematología, venado cola blanca.

ABSTRACT

Twenty-six (26) captive white-tailed deer kept in three zoos in Cundinamarca, Colombia were sampled. The animals were immobilized with the combination Xylazine-Ketamine (mean dose 0.5 and 3.3 mg/Kg respectively); clinical examination was performed to confirm the health status of each deer. Blood samples were taken from the jugular vein using tubes containing EDTA for determination of hematological values and plain tubes for biochemical analyses. The average hematological values were: PCV 36.3 %, Hb 12.3 gr/dl, PPT 6.5 gr/dl, RBC 12.1×10^6 cél/ μ l, platelet count 287.5×10^3 cél/ μ l y WBC 4.4×10^3 cél/ μ l and Fibrinogen 226.1 mg/dl. The average serum concentrations were as follows: BUN 23.7 mg/dl, Creatinine 1.5 mg/dl, CK 231 u/L, AST 105.4 u/L, ALT 35.2 u/L, GGT 62.4 u/L, FAS 48 u/L, Bilirrubine 0.4 mg/dl, Albumin 2.6 gr/dl, Ca 8.8 mg/dl, P 4.5 mg/dl, Na 146.1 mmol/L, Cl 97.3 mmol/L, K 3.9 mmol/L and Glucose 207.5 mg/dl. Results were statistically analyzed and unified to propose a table of reference values for this species in Colombia under captivity conditions. The results were within the range of reference values proposed by other authors.

Keywords: Hematology, serum biochemistry, white-tailed deer.

sica para su manejo bajo condiciones de cautiverio y que además consideren las características de las diferentes zonas de nuestro país. La hematología y la química sanguínea son de importancia en la fisiología comparativa porque permiten entender las adaptaciones de estos animales a su medioambiente

y desde un punto de vista práctico, monitorear el estado de salud y por supuesto el diagnóstico de enfermedades. La determinación de los valores hematológicos y de química sérica puede variar con la localización geográfica, condiciones de manejo, el sexo y la edad del individuo, así como por los métodos de laboratorio usados y los estados clínicos y subclínicos de enfermedad. En este sentido, se han descrito valores hematológicos para algunas especies de cérvidos en otros países (Mosby, 1979;

Fowler, 1986, Del Giudice *et al.*, 1992; Peinado *et al.*, 1999; Padilla *et al.*, 2000; Thorn, 2000).

El objetivo de este estudio fue establecer valores de referencia de hematología y bioquímica sanguínea para venados cola blanca, *O. virginianus*, sanos en condiciones de cautiverio en Colombia, comparando los resultados de este estudio con los valores reportados por autores extranjeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinaron los valores hematológicos y de química sanguínea en 26 venados cola blanca, trece machos y trece hembras, juveniles y adultos sin signos clínicos aparentes de enfermedad. Los animales se encontraban en condiciones de cautividad en tres zoológicos y en diferentes pisos térmicos en el departamento de Cundinamarca, Colombia (tabla 7.1). Los animales eran alimentados con lechuga, zanahoria, espinaca, algunas frutas y maíz. Adicionalmente, se suplementaba la dieta con sal mineralizada y ocasionalmente concentrados y vitaminas.

Los animales seleccionados se tranquilizaron con una combinación de xilacina-ketamina, con dosis de 0.5 y 3.5 mg/kg respectivamente, mediante inyección de un dardo con un equipo neumático Telinject®. En los casos en que se requirió de la aplicación de un antagonista, se utilizó yohimbina a dosis de 0.125 mg/kg vía intramuscular e intravenosa.

Las muestras de sangre (5 ml por animal aproximadamente) se tomaron de la vena yugular en tubos secos para el análisis bioquímico y en tubos con EDTA para el análisis hematológico. Los tubos se cubrieron con papel aluminio para evitar la alteración en la medición de las bilirrubinas. Las muestras se transportaron en neveras con hielo y para evitar el contacto directo se protegieron con cubetas de icopor. Posteriormente, las muestras se procesaron en el Laboratorio Clínico de la Facultad

de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá en el año 2003.

El análisis hematológico se realizó dentro de las seis horas siguientes a la obtención de la sangre. Las muestras de sangre se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 minutos. El suero se extrajo inmediatamente y se congeló para el análisis bioquímico posterior. Todas las pruebas enzimáticas y cinéticas se analizaron en un equipo de espectrofotometría RA-50®. En las tablas 7.2 y 7.3 se describen las metodologías analíticas empleadas. El hematocrito se determinó por microcentrifugación, las proteínas plasmáticas totales por refractometría óptica y las mediciones de glucosa con glucómetro ión específico Elite de Bayer®. Los recuentos celulares se obtuvieron con cámara de Neubauer y los extendidos para los recuentos diferenciales se realizaron con tinción de Wright.

Los resultados se analizaron agrupándolos por zoológicos y por sexo, y se realizó estadística descriptiva y estadística paramétrica y no paramétrica (Anova, pruebas t y Duncan) para encontrar diferencias entre los grupos. Las diferencias estadísticas representativas se hallaron con base en el coeficiente de variación y el valor de probabilidad. Se utilizaron los programas SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute) y Analyse-it (Analyse-it Software Ltd.) para dichos análisis.

RESULTADOS

Los valores hematológicos de Hto, VCM, HCM, RGB, monocitos, basófilos, bandas, fibrinógeno (tablas 7.4 y 7.5) y los de bioquímica sanguínea BUN, creatinina, CK, bilirrubina total y directa, fosfatasa alcalina, P, Na, Cl, K y glucosa (tablas 7.6 y 7.7) no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre zoológicos ni entre sexos. No obstante, los valores de Hg, neutrófilos, linfocitos,

CHCM, plaquetas, PPT, AST, ALT, GGT, albúmina y Ca presentaron diferencias estadísticas significativas entre zoológicos (tablas 7.4 y 7.6). El único parámetro que presentó diferencias estadísticas significativas entre sexos fue el recuento de eosinófilos (tabla 7.5).

DISCUSIÓN

Aunque se presentaron diferencias estadísticas significativas en algunos parámetros estudiados, ninguna de estas diferencias se relacionó con una anormalidad en términos fisiológicos. Por esta razón se consideró que estos datos pueden unificarse, con el objetivo de proponer una sola tabla de valores de referencia para hematología y bioquímica sanguínea para venado cola blanca en Cundinamarca (tabla 7.8).

Aunque por sexos el único parámetro que presentó diferencias significativas estadísticamente fue el recuento de eosinófilos (tabla 7.5), este se mantuvo al igual que los demás parámetros dentro de los rangos reportados para la especie por Fowler (1986) e Isis (1998) (tablas 7.9 y 7.10). Los resultados comparados entre zoológicos y entre sexos demostraron diferencias estadísticas más no fisiológicas, razón por la cual se pueden considerar como resultados válidos que pueden incluirse como valores referencia.

Por otra parte, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre zoológicos para los valores de hemoglobina, neutrófilos, linfocitos, CHCM, plaquetas, AST, ALT, GGT, albúmina y Ca (tablas 7.4 y 7.6). Sin embargo, todos los valores se encontraron dentro de los rangos reportados por la literatura (Fowler, 1986; Isis, 1998), lo que permite descartar la posibilidad de una patología en curso por los anamnésticos y el examen clínico al que se sometió cada animal muestreado. Estas diferencias pueden demostrar que factores como el hábitat, altura sobre el nivel del mar, temperatura ambiente, disponibilidad de oxígeno, clima, diferentes tipos de retos inmunológicos inducidos por agentes biológicos, la nutrición y el manejo repercuten, exigen y determinan una respuesta fisiológica por parte de los individuos que habitan estos ambientes. De esta forma se logra un equilibrio entre los sistemas del individuo y el medio ambiente que lo rodea (Eckert *et al.*, 1990; Ruckebusch *et al.*, 1994). Dado que la variabilidad estuvo dentro los rangos reportados por la literatura (Fowler, 1986; Isis, 1998) es posible que para la especie se puedan considerar estos datos como válidos para todos los zoológicos.

La relación neutrófilos: linfocitos presentó una proporción de 1.5:1, semejante a la reportada para otros venados (ISIS, 1998; Peinado *et al.*, 1999) y para otras especies dentro de los equinos y caprinos (Meyer, 2000). Sin embargo, estos resultados difieren completamente de los valores reportados por Fowler (1986) y Thorn (2000), en los cua-

les la relación es inversa a favor de los linfocitos, al igual que sucede con especies como los bovinos y ovinos (Meyer, 2000). El cambio en los valores se puede explicar por factores como edad, exposición a enfermedades, raza y manejo, entre otras (Peinado *et al.*, 1999). Los valores de AST, ALT, FAS y P se encontraron dentro de los rangos reportados por la literatura (Fowler, 1986; Isis, 1998) aunque tuvieron una tendencia a ser ligeramente menores que la media de las referencias. Sin embargo, es conveniente recordar que el valor predictivo de enzimas como la AST y ALT en rumiantes tiene una especificidad baja y dan cuenta más de un estado corporal general que de patologías localizadas en órganos específicos (Kaneko, 1989; Meyer, 2000).

Las concentraciones séricas de glucosa en rumiantes, a diferencia de otras especies, no dependen de su consumo en la dieta, de forma que no son necesarios tiempos prolongados de ayuno para poder medir sus niveles basales (Ruckebusch *et al.*, 1994). Los resultados hallados (207.5 mg/dl) fueron más altos en promedio que los reportados por Isis (1998) (139 mg/dl) y Fowler (1986) (99-188 mg/dl). Esto es razonable teniendo en cuenta la manipulación previa, la cual ocasionó estrés en los animales, provocando la liberación de glucocorticoides y catecolaminas (epinefrina), los cuales generan hiperglicemia por estimulación de la glucogenólisis y gluconeogénesis (Benjamin, 1991; Meyer, 2000). Este estado hiperglicémico es transitorio. Por otro lado, también se debe tener en cuenta la acción hiperglicemiante de la xilacina por la inhibición que provoca sobre la liberación de insulina (Guyton, 1980; Adams, 1995; Drury, 1999). Vale la pena mencionar que muchos de los estudios consultados no proveen información acerca de las condiciones bajo las cuales se muestrearon los animales por lo que es difícil establecer una comparación precisa.

Tabla 7.1. Total animales capturados para establecer valores de referencia de hematología y bioquímica sanguínea para venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Cundinamarca.

| | Zoológico Piscilago (300 m s. n. m.) | Fundación Santacruz (2600 m s. n. m.) | Parque Jaime Duque (2605 m s. n. m.) | Total |
|---------|--|---|--|-------|
| Machos | 6 | 4 | 3 | 13 |
| Hembras | 5 | 5 | 3 | 13 |
| Total | 11 | 9 | 6 | 26 |

Tabla 7.2. Técnicas de hematología e índices eritrocíticos del venado cola blanca utilizados para el año 2003 en el Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

| Parámetro | Método |
|---|--|
| Recuento total de glóbulos rojos | Hemocitómetro |
| Hematocrito | Microcentrifugación (11 000 rpm) x 5 min. |
| Proteína plasmática | Refractometría óptica |
| Hemoglobina | Espectrofotometría |
| VCM (Volumen corpuscular medio) | $VCM = \frac{Hto (\%)}{RGR (\text{millones} / \mu\text{L})} \times 10$ |
| HCM (Hemoglobina corpuscular media) | $HCM = \frac{Hb (\text{gr} / \text{dl})}{RGR (\text{millones} / \mu\text{L})} \times 10$ |
| CMHC (Concentración media de hemoglobina corpuscular) | $CHCM = \frac{Hb (\text{gr} / \text{dl})}{Hto (\%)} \times 100$ |
| Recuento total de glóbulos blancos | Hemocitómetro |
| Recuento diferencial de leucocitos | Recuento en 100 leucocitos (Tinción Wright) |
| Recuento de plaquetas | Hemocitómetro, cámara húmeda. |

Tabla 7.3. Reactivos utilizados para los diferentes parámetros de bioquímica sanguínea del venado cola blanca utilizados para el año 2003 en el Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

| Parámetro | Reactivo | Tipo reacción |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| AST | AST Spinreact | Cinética |
| ALT | ALT Spinreact | Cinética |
| FAS | FAS Spinreact | Cinética optimizada |
| CK | CK Biosystem | Cinética |
| CGT | GGT Biosystem | Cinética |
| Albúmina | Albúmina Spinreact | Verde de Bromocresol Colorimétrica |
| BUN | BUN SERA PAK | Colorimétrica |
| Creatinina | Creatinina. Spinreact | Colorimétrica |
| Bilirrubina total y directa | Bilirrubinas. Spinreact | Colorimétrica |
| Glucosa | Glucómetro Bayer | Colorimétrica |
| Ca | Calcio-Spinreact | Directo-Cresolftaleina. Colorimétrica |
| P | Fósforo-Spinreact | Fosfomolibdato. Colorimétrica |
| Na | Sodio-Spinreact | Colorimétrica |
| K | Potasio-Spinreact | Colorimétrica |
| Cl | Cloro-Spinreact | Tiocianato mercurico. Colorimétrica |

Tabla 7.4. Valores de hematología sanguínea (HTO, VCM, HCM, RGB, monocitos, basófilos, bandas, fibrinógeno) del venado cola blanca en diferentes zoológicos de Cundinamarca.

| Parámetros | Unidades | Media | | | Desviación estándar | | | Rangos | | | Muestras (n) | | |
|-------------|---------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| | | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz |
| HTO | % | 35.5 | 37.3 | 37.8 | 3.5 | 4.4 | 4.7 | 30-40 | 34-45 | 31-45 | 10 | 6 | 9 |
| HG | gr/dl | 11.3 | 12.5 | 13.4 | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 8.6-13.1 | 11.3-15 | 11.6-15.2 | 11 | 6 | 9 |
| Leucocitos | 10 ³ /μl | 4.4 | 3.8 | 4.8 | 1.3 | 1 | 0.8 | 2.7-7.1 | 2.4-5.2 | 3.4-6.3 | 11 | 6 | 9 |
| Neutrófilos | % | 46.7 | 53.2 | 61.5 | 8.4 | 15.6 | 9.1 | 37-64 | 37-73 | 43-74 | 11 | 6 | 9 |
| Linfocitos | % | 43.7 | 34.5 | 26.7 | 13.1 | 18.2 | 7.7 | 26-62 | 11-54 | 16-39 | 11 | 6 | 9 |
| Monocitos | % | 1.5 | 2 | 1.8 | 1.4 | 2.8 | 1.2 | 0-4 | 0-6 | 0-4 | 11 | 6 | 9 |
| Eosinófilos | % | 7.6 | 7.8 | 9.8 | 6 | 4.3 | 2.4 | 0-16 | 1-14 | 6-14 | 11 | 6 | 9 |
| Basófilos | % | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.9 | 0.8 | 0.4 | 0-3 | 0-2 | 0-1 | 11 | 6 | 9 |
| Bandas | % | 0 | 0.2 | 0.1 | 0 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0-1 | 0-1 | 11 | 6 | 9 |
| PPT | gr/dl | 6.4 | 7.2 | 6.2 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 5.4-7 | 6.8-7.8 | 5.2-7 | 11 | 5 | 9 |
| Fibrinógeno | mg/dl | 244 | 167 | 250 | 124 | 81.6 | 131 | 100-400 | 100-300 | 100-400 | 9 | 6 | 8 |
| Eritrocitos | 10 ⁶ /μl | 11.3 | 13.6 | 12.2 | 1.8 | 2.4 | 2.8 | 8.3-13.9 | 10.8-17.3 | 6.7-16.3 | 11 | 6 | 9 |
| VCM | fl | 31.4 | 27.8 | 33.1 | 5.8 | 4 | 12.2 | 23-42.9 | 23-32.5 | 25.2-64.5 | 11 | 6 | 9 |
| HCM | pg | 10.2 | 9.3 | 11.6 | 1.9 | 1.2 | 3.8 | 7.3-13.8 | 8-10.8 | 9.3-21.4 | 11 | 6 | 9 |
| CHCM | gr/dl | 32.8 | 33.6 | 35.6 | 2 | 0.9 | 3.1 | 29-37.2 | 33.1-35.6 | 32.2-42.6 | 11 | 6 | 9 |
| Plaquetas | 10 ³ /μl | 317 | 378 | 191 | 142 | 135 | 56.9 | 131-544 | 243-594 | 125-251 | 11 | 6 | 9 |

Laboratorio Clínico, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, 2003.

Tabla 7.5. Valores de hematología sanguínea (HTO, VCM, HCM, RGB, monocitos, basófilos, bandas, fibrinógeno) del venado cola blanca respecto al sexo de los individuos muestreados.

| Parámetros | Unidades | Media | | Desviación estándar | | Rangos | | Muestras (n) | |
|-------------|---------------------|--------|---------|---------------------|---------|-----------|-----------|--------------|---------|
| | | Machos | Hembras | Machos | Hembras | Machos | Hembras | Machos | Hembras |
| | | | | | | | | | |
| HTO | % | 38.3 | 35.1 | 4.6 | 2.9 | 30-45 | 31-40 | 13 | 12 |
| HG | gr/dl | 12.8 | 11.9 | 1.9 | 1.3 | 8-15,2 | 8.6-13.3 | 13 | 13 |
| Leucocitos | 10 ³ /μl | 4.5 | 4.4 | 1.1 | 1.2 | 2,4-6,3 | 2,9-5,4 | 13 | 13 |
| Neutrófilos | % | 51.5 | 55.2 | 13.2 | 11.1 | 37-74 | 41-73 | 13 | 13 |
| Linfocitos | % | 38.5 | 32.8 | 16.6 | 12.3 | 11-62 | 13-56 | 13 | 13 |
| Monocitos | % | 2.5 | 1 | 2 | 0.8 | 0-6 | 0-2 | 13 | 13 |
| Eosinófilos | % | 6.5 | 10.4 | 4.7 | 3.7 | 0-14 | 2-16 | 13 | 13 |
| Basófilos | % | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.9 | 1 | 1-3 | 13 | 13 |
| Bandas | % | 0.07 | 0.07 | 0.3 | 0.3 | 0-1 | 1 | 13 | 13 |
| PPT | gr/dl | 6.5 | 6.4 | 0.7 | 0.7 | 4.2-7.2 | 5.2-7.8 | 13 | 13 |
| Fibrinógeno | mg/dl | 245 | 208 | 112.8 | 124 | 100-400 | 100-400 | 11 | 12 |
| Eritrocitos | 10 ⁶ /μl | 12.9 | 11.4 | 2.7 | 1.9 | 6.6-17.3 | 8.3-15 | 13 | 13 |
| VCM | fl | 31.6 | 30.7 | 10.5 | 5.6 | 20.9-645 | 23-43 | 13 | 13 |
| HCM | Pg | 10.4 | 10.6 | 3.5 | 1.6 | 6.9-21.4 | 8-13.9 | 13 | 13 |
| CHCM | gr/dl | 33.3 | 34.6 | 2.1 | 2.9 | 30.5-37.7 | 32.2-42.6 | 13 | 13 |
| Plaquetas | 10 ³ /μl | 262.8 | 312.2 | 139.5 | 132.8 | 127-594 | 125-544 | 13 | 13 |

Tabla 7.6. Valores de hematología sanguínea (bioquímica sanguínea BUN, creatinina, CK, bilirrubina total y directa, fosfatasa alcalina, P, Na, Cl, K y glucosa) del venado cola blanca en diferentes zoológicos de Cundinamarca.

| Parámetros | Unidades | Media | | | Desviación estándar | | | Rangos | | | Muestras (n) | | |
|---------------|----------|-----------|-------------|-----------|---------------------|-------------|-----------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| | | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz | Piscilago | Jaime Duque | Santacruz |
| | | BUN | mg/dl | 21.1 | 28 | 24.2 | 7.5 | 5.9 | 7.8 | 11-32 | 20.5-34 | 15-39.9 | 11 |
| Creatinina | mg/dl | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 1.2-2.2 | 1.2-1.8 | 1.1-1.8 | 11 | 6 | 9 |
| CK | U/l | 211.3 | 286.7 | 216.3 | 104.8 | 129.7 | 158.9 | 106-421 | 104-439 | 105-584 | 11 | 6 | 8 |
| AST | U/l | 96.3 | 98.5 | 123.3 | 18.5 | 20.7 | 24.7 | 69-136 | 70-124 | 97-163 | 11 | 6 | 8 |
| ALT | U/l | 31.2 | 39 | 37.9 | 7.7 | 8.2 | 6.2 | 20-48 | 30-50 | 28-47 | 11 | 6 | 8 |
| GGT | U/l | 71.6 | 50.8 | 58.8 | 18.1 | 10.9 | 17.9 | 45-106 | 34-67 | 31-90 | 11 | 6 | 9 |
| Bilirrub. Tot | mg/dl | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2-0.75 | 0.16-0.59 | 0.2-0.54 | 11 | 6 | 9 |
| Bilirrub. Dir | mg/dl | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.07 | 0.07-0.4 | 0.03-0.31 | 0.05-0.3 | 10 | 6 | 9 |
| Albúmina | gr/dl | 2.3 | 3.3 | 2.6 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 2.13-2.5 | 2.5-3.8 | 2.2-3 | 9 | 5 | 7 |
| FA | U/l | 37.1 | 73.2 | 50.1 | 14.6 | 32.6 | 21.4 | 13-68 | 36-114 | 29-87 | 11 | 4 | 9 |
| Ca | mg/dl | 9.8 | 7.8 | 8.4 | 1.2 | 0.6 | 1.1 | 7.8-10.9 | 7.3-8.7 | 7.4-10.2 | 10 | 6 | 9 |
| P | mg/dl | 4.1 | 5.2 | 4.5 | 0.9 | 0.5 | 1.4 | 2.7-5.3 | 4.6-6.1 | 2.2-6.6 | 10 | 6 | 9 |
| Na | mmol/l | 148.6 | 134.5 | 145.6 | 10.2 | | 2.8 | 135.5-160 | | 141.2-150.6 | 6 | 1 | 9 |
| Cl | mmol/l | 97.9 | 100.1 | 94.93 | 11.3 | 7.2 | 6.3 | 85.9-119.9 | 95.6-112.9 | 83.7-104.6 | 8 | 5 | 8 |
| K | mmol/l | 3.7 | 4.1 | 4.118 | 0.7 | 0.9 | 0.4 | 2.5-5 | 3.1-5.8 | 3.5-4.7 | 11 | 6 | 9 |
| Glucosa | mg/dl | 206.5 | 200.7 | 213.3 | 74.8 | 105.9 | 88.9 | 130-387 | 104-365 | 72-375 | 11 | 6 | 9 |

Tabla 7.7. Valores de hematología sanguínea (bioquímica sanguínea bun, creatinina, ck, bilirrubina total y directa, fosfatasa alcalina, P, Na, Cl, K y glucosa) del venado cola blanca respecto al sexo de los individuos.

| Parámetros | Unidades | Media | | Desviación estándar | | Rangos | | Muestras (n) | |
|---------------|----------|--------|---------|---------------------|---------|------------|-------------|--------------|-----------|
| | | Machos | Hembras | Machos | Hembras | Machos | Hembras | Machos | Hembras |
| | | BUN | mg/dl | 23.1 | 24.4 | 6.5 | 8.7 | 11-32 | 12,1-39,9 |
| Creatinina | mg/dl | 1.5 | 1.5 | 0.3 | 0.2 | 1.1-2.2 | 1,2-1,8 | 13 | 13 |
| CK | U/l | 244.8 | 218.2 | 163.8 | 98.3 | 104-584 | 112-410 | 12 | 13 |
| AST | U/l | 102.6 | 108.1 | 23.3 | 24.9 | 69-143 | 70-163 | 12 | 13 |
| ALT | U/l | 34.2 | 36.2 | 9.4 | 6.5 | 20-48 | 28-50 | 12 | 13 |
| GGT | U/l | 60.3 | 64.5 | 22.4 | 13.9 | 31-106 | 47-90 | 13 | 13 |
| Bilirrub. Tot | mg/dl | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.19-0.69 | 0,16-0,75 | 13 | 13 |
| Bilirrub. Dir | mg/dl | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.08-0.4 | 0,03-0,39 | 13 | 12 |
| Albúmina | gr/dl | 2.6 | 2.7 | 0.4 | 0.6 | 2.1-3.7 | 2-3,8 | 10 | 12 |
| FA | U/l | 45.5 | 50.2 | 23.6 | 24.5 | 13-381 | 28-114 | 11 | 13 |
| Ca | mg/dl | 9.1 | 8.5 | 1.4 | 1.1 | 7.3-10.7 | 7,4-10,9 | 13 | 12 |
| P | mg/dl | 4.3 | 4.7 | 1 | 1.2 | 2.7-6.1 | 2,2-6,6 | 13 | 12 |
| Na | mmol/l | 147.6 | 144.1 | 8.4 | 4.8 | 134.5-160 | 135,5-150,6 | 9 | 7 |
| Cl | mmol/l | 92.3 | 92.9 | 12.2 | 14.1 | 69.1-112.9 | 63,2-101,4 | 13 | 13 |
| K | mmol/l | 3.8 | 4.1 | 0.8 | 0.6 | 2.5-5.8 | 3,1-4,7 | 13 | 13 |
| Glucosa | mg/dl | 216.8 | 198.2 | 95.5 | 73.1 | 107-387 | 72-321 | 13 | 13 |

Tabla 7.8. Valores de hematología sanguínea unificados y propuestos para venado cola blanca en Cundinamarca Colombia.

| Parámetros | Unidades | Media | Desviación estándar | Rango |
|---------------|----------|-------|---------------------|------------|
| ALT | U/l | 35.2 | 7.9 | 20-50 |
| GGT | U/l | 62.4 | 18.2 | 31-106 |
| Bilirrub. Tot | mg/dl | 0.4 | 0.2 | 0.16-0.75 |
| Bilirrub. Dir | mg/dl | 0.2 | 0.1 | 0.03-0.4 |
| Albúmina | gr/dl | 2.6 | 0.5 | 2.1-3.8 |
| FA | U/l | 48 | 23.7 | 13-114 |
| Ca | mg/dl | 8.8 | 1.3 | 7.3-10.9 |
| P | mg/dl | 4.5 | 1.1 | 2.2-6.6 |
| Na | nmol/l | 146.1 | 7.1 | 134.5-160 |
| Cl | nmol/l | 97.3 | 8.6 | 83.7-119.9 |
| K | nmol/l | 3.9 | 0.7 | 2.5-5.8 |
| Glucosa | mg/dl | 207.5 | 83.9 | 72-387 |

Tabla 7.9. Comparación de los valores de hematología del venado cola blanca reportados en este estudio.

| Parámetros | Unidades | Media | | Desviación Estándar | | Rangos | | | | |
|-------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|---------------|------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| | | Resultados | * Isis (1998) | Resultados | * Isis (1998) | Resultados | * Isis (1998) | Fowler (1986) | | |
| | | | | | | | | M > 1 año | H > 1 año | |
| HTO | % | 36,8 | 38,5 | 4,1 | 8,6 | 30 - 45 | 20-55,4 | 55-61 | 34,3-45,7 | 36,6-51,4 |
| HG | gr/dl | 12,3 | 14 | 1,7 | 2,9 | 8,6-15,2 | 7,2-20,2 | 17-21 | 11,6-15,4 | 12,1-17,3 |
| Leucocitos | 10 ³ /μl | 4,4 | 3,6 | 1,1 | 1,8 | 2,4-7,1 | 0,8-11,5 | 1,5-3 | | |
| Neutrófilos | % | 53,3 | 61,6 | 12,1 | 46,2 | 37-74 | 30,8-91,3 | 30-35 | | |
| Linfocitos | % | 35,7 | 30,5 | 14,6 | 17,6 | 11-62 | 14,7-29,6 | 55-70 | | |
| Monocitos | % | 1,7 | 3,7 | 1,7 | 3,8 | 0-6 | 1,1-8,4 | 2 | | |
| Eosinófilos | % | 8,4 | 7,2 | 4,6 | 7,8 | 0-16 | 0-14,1 | 2-15 | | |
| Basófilos | % | 0,3 | 1,2 | 0,7 | 0,8 | 0-3 | 0-1,1 | 0-2 | | |
| Bandas | % | 0,07 | 1,4 | 0,3 | 1,3 | 0-1 | 0 | | | |
| PPT | gr/dl | 6,5 | 6 | 0,6 | 1,2 | 5,2-7,8 | 4,8-7,2 | 6,08-7,28 | 6,2-8,4 | 6,4-8 |
| Fibrinógen | mg/dl | 226,1 | 83 | 117,6 | 133 | 100-400 | 0-300 | | | |
| Eritrocitos | 10 ⁶ /μl | 12,1 | 11,9 | 2,4 | 4,3 | 6,6-17,3 | 4,6-25,8 | 17-20 | 8,9-12,7 | 9,6-12,8 |
| VCM | f | 31,1 | 37,1 | 8,3 | 13,2 | 23-64,5 | 23,9-50,3 | 32,6-33,4 | | |
| HCM | pg | 10,5 | 12,8 | 2,7 | 4,6 | 7,3-21,4 | 8,2-17,4 | 12,1-12,3 | | |
| CHCM | gr/dl | 33,9 | 35,3 | 26 | 2,7 | 29-42,6 | 32,6-38 | 37-37,4 | | |
| Plaquetas | 10 ³ /μl | 287,5 | 329 | 135,8 | 94 | 125-594 | 193-408 | | | |

* Isis: International Species Information System

Tabla 7.10. Valores de química sanguínea del venado cola blanca reportados en este estudio.

| Parámetros | Unidades | Media | | Desviación Estándar | | Rangos | | | | |
|---------------|----------|------------|--------------|---------------------|--------------|------------|--------------|---------------|-----------|---------|
| | | Resultados | *Isis (1998) | Resultados | *Isis (1998) | Resultados | *Isis (1998) | Fowler (1986) | | |
| | | | | | | | | M > 1 año | H > 1 año | |
| BUN | mg/dl | 23.8 | 26 | 7.5 | 12 | 11-39.9 | 6-71.9 | 28.8-38.6 | 20-30 | 20-26 |
| Creatinina | mg/dl | 1.5 | 1.69 | 0.3 | 0.49 | 1.1-2.2 | 0.01-2.6 | 1.14-1.8 | | |
| CK | U/l | 231 | 759 | 128.4 | 1138 | 104-584 | 58-5180 | 40.56-85.2 | | |
| AST | U/l | 105.4 | 173 | 23.8 | 147 | 69-163 | 54-803 | | | |
| ALT | U/l | 35.2 | 48 | 7.9 | 20 | 20-50 | 12-101 | | 91-192 | 118-146 |
| GGT | U/l | 62.4 | 90 | 18.2 | 84 | 31-106 | 31-424 | 92-332 | | |
| Bilirrub. Tot | mg/dl | 0.4 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 0.16-0.75 | 0.1-2.69 | | 0,3-0,5 | 0,4-0,6 |
| Bilirrub. Dir | mg/dl | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.03-0.4 | 0-0.5 | | | |
| Albúmina | gr/dl | 2.6 | 3 | 0.5 | 0.5 | 2.1-3.8 | 1.6-3.9 | | | |
| FA | U/l | 48 | 326 | 23.7 | 707 | 13-114 | 9-3298 | 12.1-44.3 | 23-49 | 13-37 |
| Ca | mg/dl | 8.8 | 8.9 | 1.3 | 1 | 7.3-10.9 | 7.1-11.3 | 8.71-10.45 | 10,9-12,3 | |
| P | mg/dl | 4.5 | 8.6 | 1.1 | 2.6 | 2.2-6.6 | 3.1-16.4 | 4.9-8.7 | | |
| Na | mmol/l | 146.1 | 144 | 7.1 | 4 | 134.5-160 | 138-152 | | 151-157 | 151-161 |
| Cl | mmol/l | 97.3 | 103 | 8.6 | 7 | 83.7-119.9 | 85-118 | | 106-157 | 108-120 |
| K | mmol/l | 3.9 | 4.3 | 0.7 | 1 | 2.5-5.8 | 3-8 | | 5,5-6,9 | 5,4-7,4 |
| Glucosa | mg/dl | 207.5 | 139 | 83.9 | 59 | 72-387 | 36-346 | 99-188 | 101-297 | 86-172 |

* Isis: International Species Information System

LITERATURA CITADA

- ADAMS, R. 1995. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. Seventh edition. Iowa State University Press, Iowa, Estados Unidos de América.
- BENJAMIN, M. 1991. *Manual de Patología Clínica en Veterinaria*. Limusa, México.
- DEL GIUDICE, G.D., L.D. MECH, K.E. KUNKEL, E.M. GESE Y U.S. SEAL. 1992. Seasonal patterns of weight, hematology, and serum characteristics of free-ranging female white-tailed deer in Minnesota. *Canadian Journal of Zoology* 70(5): 974-983.
- DRURY, R. 1999. *The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. Clinical Pathology and Sample Collection*. Volume 2, N.º 3. W.B. Saunders Company, Estados Unidos de América.
- ECKERT, R., D. RANDALL Y G. AUGUSTINE. 1990. *Fisiología Animal: Mecanismos y Adaptaciones*. Interamericana Mc-Graw Hill, Madrid.
- FOWLER, M. 1986. *Zoo and Wild Animal Medicine*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- FOWLER, M. 1993. *Zoo and Wild Animal Medicine. Current therapy 3*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- GUYTON, A. 1980. *Tratado de fisiología médica*. Interamericana, México.
- GUZMAN-LENIS, A. 2005. Análisis de las experiencias colombianas de manejo *ex situ* de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como aporte a su conservación. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- INTERNATIONAL SPECIES INFORMATION SYSTEM (ISIS). 1998. *Odocoileus virginianus* white-tailed deer, physiological reference ranges. Isis physiological reference values-international units. CD ROM. Estados Unidos de América.
- KANEKO, J. 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Fourth edition. Academic Press, San Diego, Estados Unidos de América.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. 2001. Estudio Poblacional del venado cola-blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Páramo del Parque Nacional Natural Chingaza. Proyecto Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- WESSON, J., P. SCANLON, R. KIRKPATRICK Y MOSBY, H.S. 1979. Influence of chemical immobilization and physical restraint on packed cell volume, total protein, glucose, and blood urea and nitrogen in blood of white-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology* 57: 756-767.
- PADILLA, S.J. BOUDA, G. F. QUIROZ-ROCHA, J. L. DÁVALOS Y A. SÁNCHEZ. 2000. Biochemical and Hematological values in venous blood of captive red deer (*Cervus elaphus*) at high altitude. *Acta Veterinaria Brno* 69: 327-331.
- PEINADO, V., J. CELDRÁN Y J. PALOMEQUE. 1999. Basic hematological values in some wild ruminants in captivity. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular and integrative physiology* 124(2): 199-203.
- RUCKEBUSCH, Y., L.P. PHANEUF Y R. DUNLOP. 1994. *Fisiología de pequeñas y grandes especies*. Editorial El Manual Moderno S.A., México D.F.
- THORN, C.E. 2000. Normal hematology of the deer. En: B.F. Feldman, J.G. Zinkl y N.C. Jain (eds.). *Schalm's Veterinary Hematology*: 1179-1183. Lippincott Williams y Wilkins, Philadelphia, Estados Unidos de América.

CAPÍTULO 8

Determinación de constantes fisiológicas en un grupo de venados cola blanca en cautiverio

Karol Barragán-Fonseca, Oscar Álvarez-Méndez y Omar Salazar-Granados

RESUMEN

Durante la restricción de cualquier animal es importante reconocer cuándo una constante fisiológica es normal o anormal para poder actuar rápidamente en caso de urgencia. Con este fin, se realizó el monitoreo de 24 animales sanos restringidos químicamente con una mezcla de ketamina y xilacina evaluando cada 5 min la temperatura rectal (T°) y las frecuencias cardíacas (FC) y respiratoria (FR). Los machos adultos presentaron una FC de 50.5 pulsaciones por minuto (ppm) (± 11.2), una FR de 26.9 respiraciones por minuto (rpm) (± 10.8) y una T° de 38.48 $^{\circ}\text{C}$ (± 1.22). Los machos juveniles registraron una FC de 51 ppm (± 5.65), FR de 44.3 rpm (± 23.8) y una T° de 38.6 $^{\circ}\text{C}$ (± 1.44). Las hembras adultas una FC de 57.16 ppm (± 12.73), una FR de 23.8 rpm (± 10.15) y una T° de 39.2 $^{\circ}\text{C}$ (± 0.59). Las hembras juveniles una FC de 54 ppm (± 10.44), una FR de 40 rpm (± 1) y una T° de 39.36 $^{\circ}\text{C}$ (± 0.66). Tanto la T° como la FR fueron mayores en los juveniles que en los adultos y las hembras presentaron una FC mayor que los machos. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Se observaron mayores diferencias en las constantes fisiológicas por el estado de desarrollo biológico que por el sexo. Se sugieren valores fisiológicos que pueden ser utilizados para el manejo de emergencias anestésicas en esta especie.

Palabras clave: Constantes fisiológicas, *Odocoileus virginianus*, restricción química, venado cola blanca.

ABSTRACT

When an animal is under physical restraint, it is necessary to determine whether its physiological parameters are normal or abnormal, so that rapid action can be taken in emergency situations. To this end, 24 animals were chemically restrained with a mixture of Ketamine and Xylazine immobilizing agents, and their respiratory rate, heart rate and rectal temperature were monitored every five minutes. Adult males had 50.5 beats per minute (± 11.2), respiratory rate of 26.9 breaths per minute (± 10.8), and temperature of 38.48 Celcius ($^{\circ}\text{C}$) (± 1.22); juvenile males had 51 beats per minute (± 5.65), respiratory rate of 44.3 breaths per minute (± 23.8), and temperature of 38.6 Celcius ($^{\circ}\text{C}$) (± 1.44); adult females had 57.16 beats per minute (± 12.73), respiratory rate of 23.8 breaths per minute (± 10.15), and temperature of 39.2 Celcius ($^{\circ}\text{C}$) (± 0.59); juvenile females had 54.1 beats per minute (± 10.44), respiratory rate of 40 breaths per minute (± 1), and temperature of 39.36 Celcius ($^{\circ}\text{C}$) (± 0.66). Juveniles presented higher both respiratory rate and temperature than adults; and females presented higher heart rate than males, even though these differences were not statistically significant ($p > 0.05$). Differences in physiological values associated with age were greater than those related with sex. A suggested range of physiological values is provided to help manage anesthetic emergency in this species.

Keywords: chemical restraint, Physiological parameters, White-tailed deer, *Odocoileus virginianus*.

INTRODUCCIÓN

En la práctica veterinaria evaluar la condición de salud de un animal es muy importante antes de realizar cualquier procedimiento. Para esto es necesario conocer algunos parámetros fisiológicos normales y así prever complicaciones, definir tratamientos y protocolos, evaluar si hay anomalía y actuar rápidamente principalmente en caso de urgencia (Blood y Radostitis, 1992; Kreeger, 1996; Fagella y Galindo, 1999).

En los animales silvestres los datos al respecto son muy escasos y muchas veces no existen. En el caso del venado cola blanca, *O. virginianus*, existen pocos reportes acerca de las constantes fisiológicas más básicas como lo son la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria (FR) y la temperatura rectal (T°). Por ejemplo, Wallach y Boever (1984) y ISIS (1998) solo indican rangos de temperatura para venados cola blanca que van de

37 a 40.1°C, mientras que Miller (2002) y Caulkett y Haigh (2004) dan rangos de FC, FR y T°. Sin embargo, estos rangos corresponden a animales de otros países en condiciones ambientales distintas a las de Colombia.

Mientras no exista información de las especies en las condiciones geográficas, climáticas y de manejo de este país se deberá extrapolar la información existente. Los diferentes parámetros clínicos son muy importantes a la hora del manejo de esta especie, dado que reflejan el comportamiento fisiológico ante una patología o simplemente ante una situación de estrés y pueden indicar salud o enfermedad (Blood y Radostitis, 1992), así como la simple valoración de un tipo de manejo (D. Orjuela, com. pers.).

En la restricción química siempre se corre el riesgo de que algún efecto colateral del anestésico empleado se exacerbe (Kreeger, 1996; Fagella y Galindo, 1999), lo cual hace necesario realizar el monitoreo de las constantes fisiológicas del individuo para actuar en el momento indicado ante alguna complicación (Paddleford, 1999). De esta manera, se debe definir el tiempo que puede continuar el animal anestesiado, la sensibilidad al dolor, el éxito de los anestésicos y la seguridad para el animal y el personal durante el manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 24 venados cola blanca en cautiverio de los zoológicos Piscilago, Santa Cruz y Jaime Duque, ubicados en el departamento de Cundinamarca (Colombia); los cuales corresponden a once machos adultos, seis hembras adultas, tres machos juveniles, tres hembras juveniles y un neonato macho.

Restricción química

Inicialmente los animales fueron sometidos a un ayuno superior a 12 h. Posteriormente, se realizó la restricción química en todos los ejemplares con la mezcla de ketamina-xilacina (con dosis entre 1.4-5 mg/kg y 0.31-5 mg/kg, respectivamente), usando dardos que fueron disparados con pistola neumática Telinject®. Una vez terminado el procedimiento se aplicó yohimbina vía intramuscular a una dosis de 0.125 mg/kg.

Las constantes fisiológicas de cualquier especie varían ante diferentes condiciones; en este sentido, es distinto evaluar a un animal altamente estresado respecto a un animal tranquilo o anestesiado. Por ejemplo, la xilacina produce generalmente bradicardia en los animales bajo su efecto (Fowler, 1993; Sánchez, 1995). Sin embargo, aunque disminuya la frecuencia cardiaca, el individuo tiene unos rangos donde aún se considera estable: por lo tanto, un número mayor o menor puede indicar que el animal está en peligro.

El venado cola blanca es una de las especies más susceptibles a presentar cambios fisiológicos graves como consecuencia del estrés (Fowler, 1986). Por lo tanto, durante cualquier restricción química el riesgo de alteraciones en la temperatura es alto, principalmente, si se produce un alto estrés antes de aplicar la anestesia o si la temperatura ambiental es muy alta (> 25 °C). La bradicardia y la taquicardia, la bradipnea y la taquipnea, la hipertermia o la hipotermia son signos clínicos importantes que nos indican qué está sucediendo con el animal (Cunningham, 1994) y qué es lo más aconsejable para estabilizarlo; por lo cual, las constantes fisiológicas nos permiten conocer estos signos.

Toma de datos

Para abarcar los procedimientos planteados para cada animal anestesiado se empleó un registro, con los datos necesarios, especialmente diseñado para el venado cola blanca. Después de realizar todos los procedimientos de restricción necesarios y convenientes para el animal y para los operarios, se hizo la toma de datos cada 5 minutos una vez el animal se encontró en la fase III del plano anestésico (Sánchez, 1995) en recumbencia lateral derecha.

Examen clínico

Se evaluó el estado de salud del animal mediante un examen rápido de los sistemas y las constantes fisiológicas que presentaba. Posteriormente, se registró la información de cada una de estas constantes. Todos los animales presentaban aparentemente buen estado de salud y ninguna de las hembras estaba en gestación (información suministrada por el médico veterinario encargado).

Monitoreo

Se realizó el monitoreo de las constantes fisiológicas de cada individuo anestesiado mediante la auscultación pulmonar y cardíaca con un fonendoscopio marca Littmann® y la toma rectal de temperatura corporal con un termómetro de mercurio marca Hansaplast®. Se registraron las frecuencias cada 5 min durante el tiempo de manipulación del individuo. La FC fue registrada de acuerdo con el número de pulsaciones por minuto (ppm), la FR de

acuerdo con el número de respiraciones por minuto (rpm) y la T° registrada durante un minuto.

Análisis estadístico

Para establecer los valores de referencia para los parámetros de T°, FC y FR se calculó la media y la desviación estándar. Se determinaron los rangos con una confiabilidad del 95 % para comprobar la diferencia entre sexos y edades aplicando la prueba paramétrica de t de Student (Scheffer, 1981).

RESULTADOS

Examen clínico

De acuerdo con el examen clínico, los 24 individuos presentaron un estado de salud aparentemente normal. Todos los animales presentaban aparentemente buen estado de salud y ninguna de las hembras estaba en gestación. El 79.16 % presentó temperamento nervioso, 16.6 % temperamento dócil y el porcentaje restante temperamento agresivo. La actitud de alerta se evidenció en todos los animales. De otra parte, el 70.83 % de los individuos manifestaron membranas mucosas (MM) rosadas y los demás mostraron MM pálidas. En relación con la condición corporal (CC) el 45.8 % presentaron CC baja (2/5), el 33.3 % una CC de 3.5/5, el 16.6 % una CC de 3/5 y el 4.16 % restante una CC de 4.5/5. El promedio de las constantes fisiológicas en la fase I de la anestesia (Sánchez, 1995) de todos los animales durante el examen clínico se reportan en la tabla 8.1.

Constantes fisiológicas en restricción química

Los parámetros fisiológicos se obtuvieron de acuerdo con los cuatro grupos seleccionados por sexo y estado de desarrollo biológico (EDB): machos adultos (45.83 %), machos juveniles (12.5 %), hembras adultas (25 %) y hembras juveniles (12.5 %). El neonato por ser único animal en su EDB no se tuvo en cuenta para el análisis estadístico (tabla 8.2).

Los juveniles presentaron las FR y de T° mayor que los adultos, y las hembras tuvieron una mayor FC que los machos. Sin embargo, la diferencia de medias no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$) en todos los casos.

Complicaciones anestésicas

La tabla 8.2 muestra los valores mínimos y máximos sugeridos que se requieren para iniciar una intervención de emergencia los cuales se resumen en la tabla 8.3, junto con el signo clínico presente para cada condición.

DISCUSIÓN

Se presentaron mayores diferencias en las constantes fisiológicas a nivel de la EDB que por el sexo. Sin embargo, las hembras presentan una mayor FC que los machos y los juveniles. Tanto machos como hembras juveniles presentan una mayor FR y T° rectal que los adultos. Estadísticamente no existe una diferencia significativa entre las medias de las constantes entre los diferentes grupos, lo cual indica que se pueden homogenizar los parámetros fisiológicos para el venado cola blanca independiente de la edad y el sexo. Sin embargo, sería recomendable realizar estudios con un mayor número de animales.

Los valores promedio de temperatura registrados en este estudio son mayores en aproximadamente un grado comparado con los reportados por

Wallach y Boever (1983) e Isis (1998). Esto puede explicarse por las diferentes condiciones en que pudieron obtenerse estos datos, ya que la temperatura puede aumentar en ambientes cálidos y por el efecto de un alto nivel de estrés de los individuos previo a la captura (Fowler, 1993). Cabe mencionar que los estudios citados no especifican ningún factor ambiental que pudiera influir en los resultados.

Conociendo el promedio de los parámetros fisiológicos del venado cola blanca bajo restricción química en este estudio y analizando lo reportado por Caulkett y Haigh (2004) se sugiere, en términos generales (exceptuando los neonatos), que una FC superior a 75 ppm puede ser el inicio de taquicardia y una menor a 45 ppm puede ser el inicio de una bradicardia. En este caso, se puede considerar

colocar atropina para aumentar la FC con el fin de ejercer una acción cronotrópica positiva sobre el corazón (Ruckebusch *et al.*, 1994; Sánchez, 1995). Sin embargo, debe tenerse en cuenta el riesgo de éstasis digestivo y posterior timpanismo que este fármaco puede causar (D. Orjuela, com. pers.). El aumento de la FC también puede estar asociado a la recuperación de la anestesia y a condiciones de hipertermia.

La FR superior a 65 rpm puede ser el inicio de una taquipnea y una menor a 20 rpm el de una braquipnea. Sin embargo, estas usualmente están acompañadas de cambios en la tasa cardiaca, coloración de las mucosas (cianosis) y se relaciona con la profundización anestésica; por lo cual debe evaluarse muy bien antes de declarar un estado de bradipnea o taquipnea.

La T° superior a 40.5 °C puede ser el indicio de una hipertermia. En este caso, se puede cate-terizar al animal y administrar líquidos isotónicos como el lactato de Ringer o solución salina para evitar la deshidratación y disminuir la temperatura. Simultáneamente se debe humedecer el animal con agua fría. Una temperatura menor a 37 °C puede indicar hipotermia, esta última generalmente acompañada de extremidades frías al tacto y las membranas mucosas orales ligeramente pálidas y tibias. En este caso se puede colocar sobre el cuerpo bolsas de líquidos intravenosos calientes y envolver al animal en mantas para disminuir la pérdida de calor.

Se ha indicado que la hipotermia es menos frecuente que la hipertermia en la captura de animales silvestres (Blood y Radostis, 1992; Kreeger, 1996). La hipotermia se puede relacionar a la hipotensión y pérdida de la capacidad de termorregulación generada por los anestésicos (Sánchez, 1995; Adams, 1995) y por las condiciones climáticas presentadas en el momento, alta humedad y cielo parcialmente cubierto.

Dado que los signos clínicos son interdependientes se deben analizar las tendencias y evaluar los tres parámetros fisiológicos simultáneamente, además de otros signos clínicos como mucosas, grado de profundidad anestésica mediante reflejos, etc.

Además de las medidas mencionadas anteriormente, al presentarse cualquier complicación es importante aplicar el antagonista del anestésico empleado para agilizar la recuperación del animal, suspender la aplicación de los anestésicos y tranquilizantes, buscar y solucionar la causa de la complicación y empezar un monitoreo más frecuente (cada tres minutos).

Es indispensable hacer el monitoreo de las constantes fisiológicas en un animal en condiciones de restricción química, principalmente en el venado cola blanca, ya que es muy común observar bradicardia por el efecto del xilacina e hipertermia o hipotermia por el alto estrés y la alta o baja temperatura ambiente. De esta manera, el examen clínico completo del animal y el monitoreo constante de sus signos vitales permite la detección y solución temprana de las complicaciones anteriormente mencionadas.

El manejo más efectivo para cualquier tipo de urgencia es la prevención, por esto se deben tener en cuenta las medidas necesarias para disminuir el riesgo de presentación de estas y así aumentar la efectividad del tratamiento. Además, todo el equipo humano que participe en un procedimiento de restricción física o química de animales silvestres debe contar con un médico veterinario y estar en capacidad de identificar cualquier anormalidad que pueda presentarse, para así actuar de la manera más rápida y efectiva posible.

Es muy importante mencionar que la muestra y la heterogeneidad de los animales de este estudio permiten determinar algunos de los aspectos propuestos. Sin embargo, los datos obtenidos no pueden ser tomados como definitivos, ya que para esto sería necesario ampliar el número de individuos y homogenizar condiciones en cuanto al manejo, ambiente, edad y sexo, entre otras. Por otro lado, es necesario resaltar que la experiencia del médico veterinario y la condición propia de cada individuo también juegan un papel primordial en la determinación de cualquier anormalidad.

Tabla 8.1. Constantes fisiológicas de los venados cola blanca restringidos químicamente con ketamina-xilacina en el plano I anestésico. Se puede observar la media, la desviación estándar (de), el intervalo y en paréntesis la cantidad de individuos muestreados.

| Parámetros Fisiológicos | Media \pm DE (n) | Intervalo | |
|-------------------------|----------------------|-----------|------|
| | | Máx. | Mín. |
| Frecuencia Cardíaca | 53.2 \pm 11.7 (24) | 80 | 36 |
| Frecuencia Respiratoria | 27.3 \pm 12.9 (24) | 60 | 12 |
| Temperatura | 39.2 \pm 0.8 (24) | 41.3 | 38.2 |

Tabla 8.2. Constantes fisiológicas presentadas por venados cola blanca en plano III de la anestesia. Se puede observar la media, la desviación estándar (DE), el intervalo y en paréntesis la cantidad de individuos muestreados.

| Sexo-edad | Parámetros fisiológicos * | Media \pm DE (n) | Intervalo | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------|------|
| | | | Máx. | Mín. |
| Machos adultos | Frecuencia cardíaca | 50.5 \pm 11.2 (11) | 76 | 40 |
| | Frecuencia respiratoria | 26.9 \pm 10.81 (11) | 52 | 14 |
| | Temperatura rectal | 38.48 \pm 1.22 (11) | 41 | 36.4 |
| Machos juveniles | Frecuencia cardíaca | 51 \pm 5.65 (3) | 55 | 47 |
| | Frecuencia respiratoria | 44.3 \pm 23.8 (3) | 78 | 23 |
| | Temperatura rectal | 38.6 \pm 1.44 (3) | 39.6 | 37 |
| Hembras adultas | Frecuencia cardíaca | 57.16 \pm 12.73 (9) | 77 | 41 |
| | Frecuencia respiratoria | 23.8 \pm 10.15 (9) | 41 | 17 |
| | Temperatura rectal | 39.2 \pm 0.59 (9) | 39.8 | 38.4 |
| Hembras juveniles | Frecuencia cardíaca | 54 \pm 10.44 (3) | 61 | 42 |
| | Frecuencia respiratoria | 40 \pm 1 (3) | 41 | 39 |
| | Temperatura rectal | 39.36 \pm 0.66 (3) | 39.8 | 38.6 |
| Neonato** | Frecuencia cardíaca | 110 (1) | 132 | 88 |
| | Frecuencia respiratoria | 39 (1) | 72 | 30 |
| | Temperatura rectal | 39.8 (1) | 40.2 | 39.5 |
| Valores combinados*** | Frecuencia cardíaca | 64 \pm 8 (26) | 77 | 40 |
| | Frecuencia respiratoria | 44 \pm 10.2 (26) | 78 | 14 |
| | Temperatura rectal | 39.5 \pm 1 (26) | 41 | 36.4 |

* Los valores han sido aproximados a cantidades absolutas para facilitar su manejo y comprensión.

** Es un animal que fue manipulado antes de ser restringido químicamente.

*** No se incluye el neonato.

Tabla 8.3. Intervalos sugeridos para los parámetros fisiológicos y signos para el manejo de emergencias anestésicas en venados cola blanca juveniles y adultos.

| Parámetro fisiológico | Valor límite | Signo clínico |
|-------------------------|--------------|---------------|
| Frecuencia cardíaca | > 75 ppm | Taquicardia |
| | < 45 ppm | Bradycardia |
| Frecuencia respiratoria | > 65 rpm | Taquipnea |
| | < 20 rpm | Bradipnea |
| Temperatura rectal | > 41 °C | Hipertermia |
| | < 37 °C | Hipotermia |

LITERATURA CITADA

- ADAMS, R. 1995. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. Seventh edition. Iowa State University Press, Iowa, Estados Unidos de América.
- BLOOD, C. Y O. RADOSTITS. 1992. *Medicina veterinaria*. Volumen I. Séptima edición. Interamericana-McGrawHill, México.
- CAULKETT, N Y J. HAIGH. 2004. Anesthesia of north american deer. En: D. Heard (ed.), *Zoological Restraint and Anesthesia*: X-X. International Veterinary Information Service (www.ivis.org). Ithaca, Nueva York.
- CUNNINGHAM, J. 1994. *Fisiología veterinaria*. Interamericana-McGraw Hill, México.
- FAGELLA, A Y V. GALINDO. 1999. *Anestesia y analgesia en la práctica de pequeños animales*. Memorias del curso. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- FOWLER, M. 1986. *Zoo and wild animal medicine*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- FOWLER, M. 1993. *Zoo and wild animal medicine. Current Therapy 3*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- INTERNATIONAL SPECIES INFORMATION SYSTEM (ISIS). 1998. *Odocoileus virginianus* white-tailed deer, physiological reference ranges. Isis physiological reference values-international units. CD ROM. Estados Unidos de América.
- KREEGER, T. J. 1996. Handbook of wildlife chemical immobilization. Wildlife Pharmaceuticals, Inc., Fort Collins, Colorado, Estados Unidos de América.
- MILLER, B. 2002. Evaluation of Carfentanil and Xylazine for immobilization of white-tailed deer. Thesis Master of Science Degree, University of Tennessee, Knoxville, Estados Unidos de América.
- PADDLEFORD, R. 1999. *Manual of small anesthesia*. 2nd edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- RUCKEBUSCH, I., L. PHANEUF Y R. DUNLOP. 1994. *Fisiología de pequeñas y grandes especies*. Editorial El Manual Moderno S.A., México D.F.
- SÁNCHEZ, G. 1995. *Drogas depresoras en medicina veterinaria*. Fondo Nacional Universitario, Santafé de Bogotá.
- SCHEFLER, W. 1981. *Bioestadística*. Segunda Edición. Fondo Educativo Interamericano, México D.F.
- WALLACH, J. Y W. BOEVER. 1983. *Diseases of exotic animals. Medical and Surgical Management*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.



SECCIÓN III

Aspectos arqueozoológicos
del venado cola blanca

CAPÍTULO 9

La cacería del venado cola blanca en Aguazuque: un sitio de cazadores-recolectores tardíos en la sabana de Bogotá

María Fernanda Martínez-Polanco, Olga L. Montenegro, Germán Alberto Peña-León y Luz Stella Rincón-Rodríguez

RESUMEN

El venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, fue la especie más aprovechada por los grupos prehispánicos que habitaron la Sabana de Bogotá-Colombia, tanto por grupos de cazadores-recolectores como por grupos agroalfareros. Sin embargo, en la actualidad la especie se encuentra localmente extinta del área de la Sabana y aún no se conoce cómo fue el proceso que llevó a la desaparición del venado en la zona. El propósito de este capítulo es entender la cacería del venado cola blanca, a lo largo de toda la ocupación del sitio arqueológico de Aguazuque (5025-2725 A.P.) Soacha-Cundinamarca, como una estrategia de subsistencia. Para determinar si existieron cambios en la cacería del venado cola blanca a lo largo del tiempo se evaluó su abundancia relativa en esta muestra arqueofaunística, la distribución diferencial de partes esqueléticas y modelos de transporte selectivo. Se determinó que en Aguazuque no hubo una total dependencia hacia el consumo de venado cola blanca. En este yacimiento arqueológico se observa una intensificación de la cacería más que una diversificación, sobre todo al final de la ocupación del sitio. En Aguazuque hay evidencias a favor del transporte selectivo no sesgado de las diferentes partes de venado cola blanca en algunas de las ocupaciones; sin embargo, no se encontró un patrón de distribución diferencial esquelética sesgado sobre alguna parte del venado. Los cambios en la cacería no estarían relacionados directamente con factores tecnológicos ni climáticos, por lo que se sugiere que el factor que determinó el cambio en la estrategia fue de carácter social.

Palabras clave: Arqueozoología, cazadores-recolectores tardíos, venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, Sabana de Bogotá, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Las estrategias de subsistencia le permiten a un grupo humano extraer materia y energía del ambiente (Earle, 1980). En este sentido, la cacería es una estrategia de subsistencia que puede tener un impacto en las poblaciones animales consumidas y

ABSTRACT

The whitetailed deer (*Odocoileus virginianus*) was the most hunted species by the prehispanic groups that inhabited the Savanna de Bogotá (Colombia), from pre-ceramic hunter-gatherers to groups with ceramic traditions. Today this species is locally extinct in the Savanna area and the process that led to its local extinction is unknown. The purpose of this paper is to understand the hunting of white-tailed deer as a subsistence strategy that endured throughout the period of human occupation at the archaeological site Aguazuque (5025-2725 B.P.), Soacha, Cundinamarca. To determine if there were changes in white-tailed deer hunting over time, the relative abundance, differential distribution of skeletal parts and selective transport models were evaluated in the archaeofaunistic sample. We determined that in Aguazuque there was not total dependence on white-tailed deer consumption. In this archaeological deposit we observed an intensification of hunting more than diversification, especially at the end of the period of occupation. There is evidence for the unbiased selective transport of different parts of the white-tailed deer in some occupations of Aguazuque, nevertheless, we did not find a differential distribution pattern of skeletal parts that showed bias towards any one part. The changes in hunting strategy would not have been related directly with technological or climatic factors; it is likely that the determinant factor that drove a change in strategy was of a social character.

Keywords: Zooarchaeology, Late hunters-gatherers, White-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, Sabana de Bogotá.

en las comunidades a las cuales estas hacen parte (Ojasti y Dallmeier, 2000).

El venado cola blanca, *O. virginianus*, es una de las especies preferidas por los cazadores actua-

les dadas sus características físicas y conductuales (Vaughan y Rodríguez, 1994; Blanco-Estupiñán, 2005). Esta especie fue la más aprovechada por grupos prehispánicos, desde grupos de cazadores-recolectores hasta grupos agroalfareros, de los períodos Herrera y Muisca que habitaron la Sabana de Bogotá (Peña y Pinto, 1996; Rodríguez, 1999; Peña-León y Rincón-Rodríguez, 2017). En la época colonial el venado cola blanca, según los cronistas, era una especie muy abundante (Simón, 1981 (1625); Rodríguez-Freyre, 1985 (1636); Fernández-Piedrahita, 1987 (1688)) y se considera que fue la mejor especie disponible para los grupos humanos que habitaron la Sabana de Bogotá (Peña y Pinto, 1996; Peña-León y Rincón-Rodríguez, 2019) porque es un animal grande y todas sus partes pueden ser utilizadas (Madrigal y Zimmermann, 2002).

Sin embargo, en la actualidad el venado de cola blanca se encuentra localmente extinto dentro del área de la Sabana de Bogotá y aún no se conoce cómo fue el proceso de desaparición de este en la zona (López-Arévalo y González-Hernández, 2006). Probablemente dicha extinción esté relacionada con fragmentación, degradación y destrucción del hábitat además de la sobrecaza (López-Arévalo y González-Hernández, 2006). Estudiar la relación del venado cola blanca con los diferentes grupos humanos que habitaron la zona a lo largo del tiempo nos permite aproximarnos a la causa de su desaparición.

Este tema se puede abordar desde la teoría de forrajeo óptimo (Smith, 1983; Stephens y Krebs, 1986). En arqueología esta teoría se ha venido aplicando recientemente porque es una herramienta útil para entender comportamientos humanos en el pasado (Janetski, 1997; Cannon, 2000; Broughton, 2002; Nagaoka, 2002; Broughton y Bayham 2003; Cannon, 2003; Lyman, 2003; Betts y Friesen, 2004; Emery, 2004; Burger *et al.*, 2005; Byers *et al.*, 2005; Byers y Ugan, 2005; Ugan, 2005; Dean, 2007; Emery, 2007; Faith, 2007; Whitaker, 2008).

En arqueozoología se utiliza el modelo de la presa, dentro de la teoría del forrajeo óptimo, para evaluar principalmente dos aspectos: qué presas son utilizadas en la dieta del grupo y qué partes de las presas son transportadas hasta los lugares de asentamiento. Las presas utilizadas se analizan con las abundancias relativas de los diferentes taxones representados, el análisis de la distribución diferencial de partes esqueléticas y los modelos de transporte selectivo (Byers *et al.*, 2005, Byers y Ugan, 2005; Ugan, 2005; Reitz y Wing, 2008).

Los modelos de transporte selectivo parten del supuesto que el esqueleto de la presa es distri-

buido a lo largo de una trayectoria que inicia en el lugar de la matanza hasta el lugar del consumo final (Metcalf y Jones, 1988). Metcalf y Jones (1988) plantean las siguientes estrategias de transporte selectivo: (a) estrategia no selectiva (*Bulk strategy*) que se caracteriza porque se seleccionan grandes cantidades de partes anatómicas de alto, medio y bajo rendimiento, siendo más abundantes las de menor rendimiento; (b) estrategia selectiva (*Gourmet strategy*) en la que las partes de alta utilidad son las más frecuentes y no se incluyen las partes de utilidad moderada; (c) Estrategia imparcial (*Unbiased strategy*) en la que las partes aparecen de una forma proporcional de acuerdo con su rendimiento; y (d) Estrategia de uso inverso (*Reverse utility strategy*) las partes de menor rendimiento son muy abundantes en contraste con las partes de mayor utilidad que casi no aparecen representadas.

Para entender los cambios en las estrategias de subsistencia, Earle (1980) plantea que la variable clave que determina dichos cambios es la densidad poblacional humana. De esta forma, un aumento o un decline de la población afectará el uso del recurso. El aumento poblacional humano puede dar paso a dos procesos simultáneos: por un lado, la intensificación de las estrategias existentes, proceso en el que se agotan primero las mejores presas y, por el otro, la diversificación hacia nuevas estrategias o la elección de otras presas (Earle, 1980).

La intensificación puede ser definida como la habilidad de una población humana para obtener más comida en una unidad determinada de tiempo y espacio. Este es un proceso en el que se incrementa la eficiencia para extraer más recursos (Betts y Friesen, 2004). En el registro arqueológico se observa un incremento de la producción de ciertas especies y la disminución en la cosecha de otras (Betts y Friesen, 2004). En algunos grupos humanos se puede observar una relación estrecha entre movilidad y especialización (Kent, 1991). Earle (1980) señala tres factores que pueden intervenir en cambios en las estrategias de subsistencia: factores ambientales, factores relacionados con la organización social y factores tecnológicos.

En el área de la Sabana de Bogotá en Colombia se ha documentado la ocupación humana por grupos de cazadores-recolectores en los sitios El Abra (Hurt *et al.*, 1976), Tequendama I (Correal y Van Der Hammen, 1977), Nemocón y Sueva (Correal, 1979), Tibitó (Correal, 1981), Chía (Ardila, 1984), Vista Hermosa (Correal, 1987), Aguazuque (Correal, 1990a), Neusa (Rivera, 1992), Checua (Groot, 1992) y Galindo (Pinto, 2003) desde el 1200 a.p. hasta hace alrededor de 3000 años. En

Aguazuque se encuentran las últimas evidencias de los cazadores-recolectores en la Sabana de Bogotá y puede ser el reflejo de la transición hacia otra etapa que incluyó la elaboración de utensilios cerámicos además de la agricultura (Correal, 1990a).

El propósito de este artículo es analizar la cacería del venado cola blanca como una estrategia de subsistencia que perduró a lo largo de toda la ocupación del sitio arqueológico de Aguazuque. Para determinar si existieron cambios con el paso del tiempo en dicha estrategia se evaluó la abundancia relativa de venado cola blanca en la muestra

arqueológica, la distribución diferencial de partes esqueléticas y los modelos de transporte selectivo.

Al ser el venado cola blanca la mejor especie disponible en la zona en esa época, de acuerdo con la teoría del forrajeo óptimo, se esperaría encontrar que la abundancia de este a lo largo de la ocupación sea mayor que la abundancia de las otras especies, que con el paso del tiempo se empiecen a transportar únicamente las partes del cuerpo con mayores rendimientos calóricos y que los cazadores de Aguazuque usualmente eligieran elementos óseos con mayor rendimiento calórico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El sitio arqueológico de Aguazuque se sitúa en la hacienda del mismo nombre ubicada en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia, en las coordenadas 4°37' Norte y 74°17' Oeste (figura 9.1). Este yacimiento arqueológico fue investigado por el arqueólogo colombiano Gonzalo Correal a finales de los ochenta (Correal, 1990a). En Aguazuque se realizaron dos cortes estratigráficos, el corte uno abarcó un área de 12 m² mientras que el corte dos abarcó un área de 64 m². El corte dos se realizó a 2 m de distancia del corte uno. Ambos cortes fueron excavados siguiendo niveles estratigráficos naturales. Se utilizaron cernidores y tamices para recuperar evidencias pequeñas de animales y vegetales (Correal, 1990a).

El sitio de Aguazuque en la actualidad se caracteriza por tener una vegetación de tipo bosque seco de alta montaña. Este yacimiento se encuentra ubicado a cielo abierto y no cerca de abrigos rocosos como la mayoría de sitios precerámicos en la Sabana de Bogotá. Aguazuque se encontraba próximo a dilatados pantanos y reductos del gran lago pleistocénico que cubrió la Sabana, lo que le permitió a los grupos humanos que habitaron en este sitio la posibilidad de acceder a diferentes recursos y desarrollar actividades como la caza, la recolección, la pesca y prácticas agrícolas incipientes (Correal, 1990a).

Aguazuque se encuentra en una posición geográfica estratégica, lo cual le permitió a los grupos de cazadores-recolectores que vivieron en el sitio acceder a diferentes recursos, no solo aquellos recursos que se encontraban en las cercanías sino también de otros pisos térmicos. Esto se evidencia por la presencia de restos óseos de animales provenientes del valle del río Magdalena (Correal, 1990a).

En Aguazuque transcurrieron diferentes ocupaciones prolongadas durante períodos de gran amplitud y ejercidas por grupos más o menos densos. Se identificaron seis zonas de ocupación; sin embargo, la número seis no se puede interpretar con claridad debido a la alteración de estos últimos niveles de la excavación (tabla 9.1) (Correal, 1990a).

Todas las ocupaciones de Aguazuque tienen en común la gran cantidad de restos de venado cola blanca y los artefactos líticos de tipo abriense. En todas las ocupaciones se encontraron además herramientas utilizadas para el procesamiento de vegetales como por ejemplo molinos y yunques. En la tercera ocupación se encontraron restos de plantas cultivadas como de calabaza, *Curcubita pepo*, y de ibia, *Oxalis tuberosa*. Esto podría indicar que los grupos de cazadores-recolectores hacia el cuarto milenio antes del presente ya estaban realizando prácticas hortícolas (Correal, 1990a).

Materiales

La muestra arqueofaunística de venado cola blanca de Aguazuque se encuentra en la Colección de Arqueología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Se trabajó con los materiales catalogados entre los códigos de cardex ICN 661 y ICN 740 provenientes del corte dos, debido a que dicho corte fue el más grande y más representativo. En el corte dos se identificaron claramente cinco horizontes estratigráficos cada uno de los cuales corresponde a una ocupación. Para realizar las determinaciones óseas se utilizó la colección de referencia de ejemplares actuales del Laboratorio de Arqueología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Métodos

Abundancia relativa taxonómica

En el yacimiento arqueológico de Aguazuque se identificaron varias especies de mamíferos; sin embargo, las dos especies más frecuentes fueron el venado cola blanca y el curí (*Cavia*, spp.) (Correal, 1990a). Para obtener la abundancia relativa taxonómica de venado cola blanca fue necesario determinar el número de restos (NR) (en inglés *Number of Identified Specimens-NISP*). En este caso se analizó completamente la muestra de venado cola blanca. En el caso de la abundancia relativa taxonómica del curí se utilizaron los datos publicados por Pinto *et al.* (2002) quienes analizaron la presencia del género *Cavia* en el registro arqueológico colombiano. En Aguazuque se encontraron varias especies de peces, reptiles, aves y mamíferos; sin embargo, ninguna de estas fue tan numerosa como el venado o el curí (tabla 9.2) (Correal, 1990a). Por lo tanto, en el presente estudio, para determinar la abundancia de estas especies se agruparon todas bajo la categoría de *otras especies* y se utilizaron los datos publicados por Correal sobre el número de restos (1990a).

La abundancia relativa (AR) es un índice que mide la importancia relativa de una especie con respecto a la muestra total. Dicho índice se obtiene empleando la siguiente ecuación:

$$AR \text{ de venado cola blanca} = \left[\frac{\Sigma \text{ venado cola blanca}}{\Sigma \text{ venado cola blanca} + \Sigma \text{ curí} + \Sigma \text{ otras especies}} \right]$$

Los valores se encuentran en una escala de 0 a 1, en la que el 0 implica la ausencia de la especie analizada mientras que el 1 refleja la completa dominancia de esta especie sobre las otras (Janetski, 1997; Broughton, 2002; Betts y Friesen, 2004; Byers *et al.*, 2005). Para determinar si hubo diferencias entre las abundancias relativas del venado, el curí y las otras especies a lo largo de las cinco ocupaciones se realizó un análisis de varianza (Anova) de dos vías sin repeticiones, con la especie y la ocupación como factores. Cuando se encontraron diferencias, se realizó una prueba *a posteriori* de Tukey para determinar entre cuáles grupos existió la diferencia. En ambos casos, se consideró como valor significativo de $P < 0.05$.

Distribución diferencial esquelética y modelos de transporte selectivo

Para realizar el análisis de distribución diferencial esquelética se agruparon los elementos óseos por partes: cabeza (cráneo, mandibular, maxilar, molares y premolares); esqueleto axial

(vértebras y costillas); cuarto delantero (escápula, húmero, radio y cúbito); cuarto trasero (cintura pélvica, fémur, patela y tibia); pie delantero (metacarpo y carpo); pie trasero (metatarso y tarso) y pie (metapodios y falanges). De estos elementos óseos se cuantificó el NR por parte corporal (Reitz y Wing, 2008).

Los modelos de transporte selectivo parten de una comparación entre los elementos óseos encontrados y el aporte en kilocalorías de cada uno de ellos. Para realizar un análisis de este tipo se deben obtener los índices de abundancia relativa taxonómica, los cuales posteriormente se comparan con los valores en kilocalorías del valor nutricional del elemento óseo (Reitz y Wing, 2008).

Para examinar la distribución diferencial esquelética se compararon las frecuencias óseas arqueológicas con las esperadas, si el esqueleto del venado cola blanca estuviese completo (estándar), aplicando la siguiente ecuación:

$$d = (\ln X) - (\ln Y)$$

“Donde X es el porcentaje de cada porción esquelética identificada en el registro arqueológico y Y es el porcentaje de la misma porción esquelética en un esqueleto completo”.

(Reitz y Wing, 2008). Los valores positivos muestran que la porción esquelética es más abundante que el estándar y los valores negativos indican la baja representación de dicha porción esquelética (Reitz y Wing, 2008). Adicionalmente se graficaron los elementos óseos más frecuentes en Aguazuque.

Para realizar el análisis de transporte selectivo se obtuvo el índice de abundancia de partes esqueléticas. Este índice es el Mínimo Número de Unidades Animales (MAU por sus siglas en inglés) (Binford, 1984, citado por Reitz y Wing, 2008). El MAU se obtiene dividiendo el número de elementos identificados entre el número de las unidades anatómicas presentes en un esqueleto completo. MAU % es la escala relativizada que se obtiene dividiendo entre el estándar (mayor MAU) y multiplicando por 100. Posteriormente se procedió a comparar el MAU % contra el índice de utilidad propuesto para el venado cola blanca por Madrigal y Zimmermann (2002), una modificación del índice propuesto por Binford (1984) y el índice simplificado de Metcalfe y Jones (1988).

Para tal efecto se obtuvo el MAU de los huesos largos dividiendo por dos, las falanges dividiendo en ocho, las vértebras cervicales dividiendo en cinco, excluyendo el atlas y el axis, las vértebras torácicas dividiendo en doce y las lumbares en sie-

te, los primeros según Madrigal y Zimmermann, 2002, y los dos últimos según anatomía del venado en Sauer, 1984. Seguidamente se realizó un gráfico

de dispersión, en el eje X se encuentra el índice de utilidad y en el eje Y el MAU %.

RESULTADOS

Abundancia relativa taxonómica

El número total de restos examinados fue 3524 elementos óseos de venado cola blanca provenientes de las cinco ocupaciones (anexo 9.1). De esta muestra el 75.6 % se logró asignar a una categoría esquelética (NR=2663), el 20.5 % perteneció a fragmentos de hueso largo no discriminados y el 4 % restante no se logró asignar a un elemento óseo en particular (tabla 9.3).

Pinto *et al.* (2002) reportan 1702 elementos óseos de curí, *Cavia* spp. para las ocupaciones estudiadas en este trabajo (tabla 9.4). El número de restos de las otras especies fue 466 (Correal, 1990a) (tabla 9.4).

Los restos de *Cavia* spp. son más numerosos que los de *O. virginianus* en la ocupación dos e igual de frecuentes en la ocupación uno, mientras que el venado es más frecuente en las otras tres ocupaciones (tabla 9.4). En términos absolutos, se observa una tendencia al aumento tanto del curí como del venado en las últimas ocupaciones y una disminución de las otras especies (tabla 9.4). La abundancia relativa de estos tres grupos varió con el tiempo (figura 9.2) de forma significativa ($F=10.152$, $gl=2$, $p=0.006$). Sin embargo, estas diferencias se dieron solamente entre la abundancia relativa del venado (rango 0.34 a 0.64) y la abundancia relativa de las otras especies (rango 0.03 y 0.30), con aumento de la primera y reducción de las segundas a lo largo del tiempo (Tukey $q=6.29$, $p=0.005$). En contraste, la abundancia relativa del curí no varió con la ocupación (Tukey $q=2.311$, $p=0.287$), siendo en promedio del 36 %.

Distribución diferencial esquelética y modelos de transporte selectivo

En la muestra arqueofaunística de venado cola blanca de Aguazuque se observa una buena representación de los esqueletos de esta especie a lo largo de la ocupación. En la ocupación cinco están mejor representados casi todas las partes con excepción del esqueleto axial y el pie dada la magnitud de la muestra ($n=1366$). En la ocupación uno llama la atención la baja representatividad del cuarto delantero que alcanza valores negativos (figura 9.3).

En general la muestra se ajusta a un patrón similar en las cinco ocupaciones, evidenciando baja representatividad de partes como la cabeza, el esqueleto axial y el pie delantero. Otra tendencia que se observa en la muestra es que a medida que pasa el tiempo de ocupación tienden a estar mejor representados los sectores más productivos como el cuarto trasero y el cuarto delantero, y pierden representatividad las partes con menores aportes nutricionales especialmente el pie (figura 9.3).

La tibia fue el elemento más frecuente en Aguazuque, seguido por el mandibular, el fémur y el húmero (figura 9.4 y anexo 9.1). A partir del MAU más alto en cada ocupación se puede diferenciar cierta preferencia por un elemento óseo. En la ocupación uno el MAU más alto fue del fémur (10.5), en la ocupación dos fue el de la tibia (8), en la tres también el MAU más alto correspondió a la tibia (13.5), en la cuatro al mandibular (16) y en la cinco a la tibia (68.5) (tabla 9.5).

Con respecto a la relación entre la cantidad de kilocalorías de la carne y el MAU se observa que en todas las ocupaciones se encuentran bien representados tanto los elementos con mayores valores de rendimiento como los que poseen bajos valores de rendimiento. La misma situación se ve reflejada en las figuras que muestran la relación de los elementos con mayor rendimiento de médula.

No se encontró una relación clara entre el MAU % y el rendimiento calórico de la carne estimado por Madrigal y Zimmermann (2002), pero sí entre el MAU % y las kilocalorías aportadas por la médula ósea en las ocupaciones dos, tres y cinco (tabla 9.5). Se percibe una tendencia hacia el consumo de elementos ricos en médula, al menos en estas ocupaciones, sin embargo esto no significa que se dejaron de consumir los elementos óseos con mayores rendimientos cárnicos.

Teniendo en cuenta los resultados de las frecuencias óseas, el MAU y el MAU %, se evidencia cierta preferencia de los cazadores de Aguazuque por el consumo de las tibias que según Madrigal y Zimmermann (2002) son el segundo elemento con más carne y el primero con grasa medular (tabla 9.5 y figura 9.5).

En este estudio se observa que en general los cazadores de Aguazuque emplearon una estra-

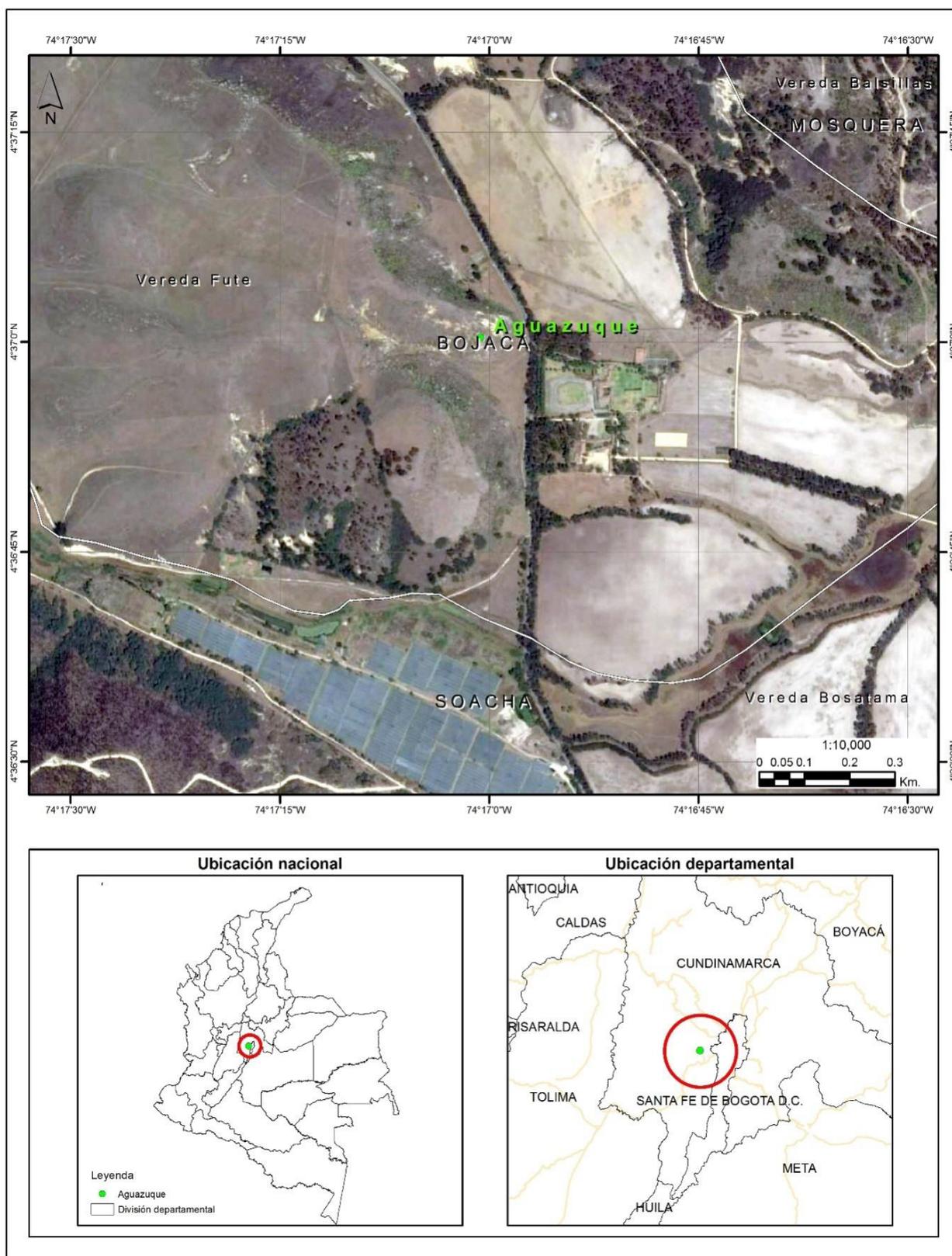


Figura 9.1. Localización general de Aguazuque, en la Sabana de Bogotá (Fuente imagen satelital Google Earth, consultada en noviembre de 2007).

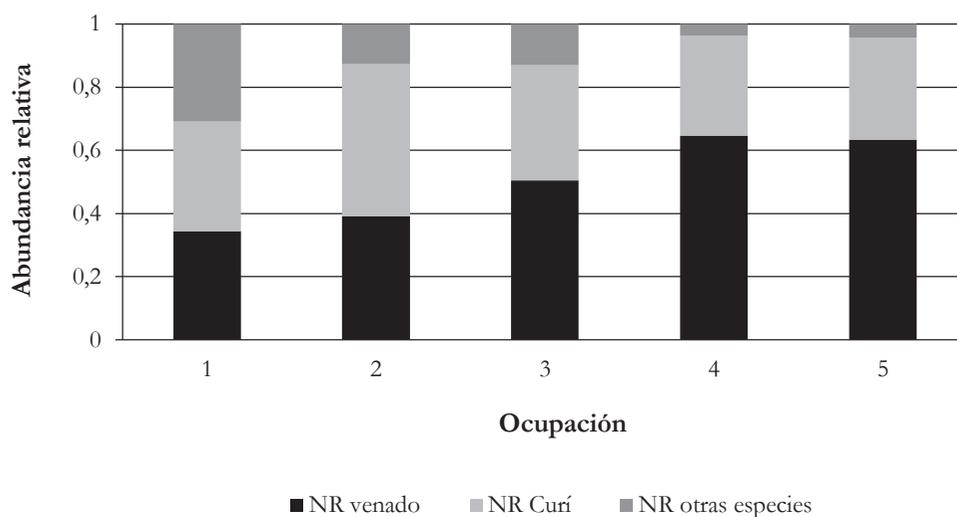


Figura 9.2. Abundancia relativa de venado cola blanca, curi y otras especies en el registro arqueológico de Aguazuque.

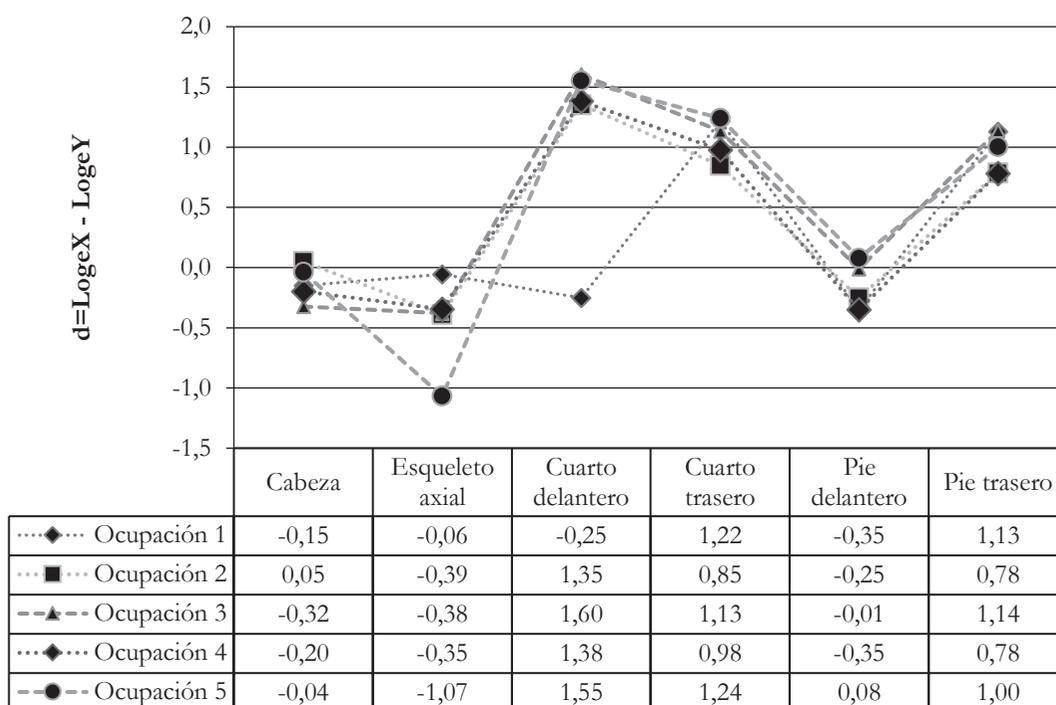


Figura 9.3. Distribución diferencial (d) de partes esqueléticas de venado cola blanca (*O. virginianus*) en el registro arqueológico de Aguazuque.

tegia no selectiva de transporte debido a que se presentan tanto elementos de altos valores calóricos como elementos con bajos niveles. Por otro lado, no se aprecian diferencias respecto al transporte selectivo de elementos guiados por el mayor valor de carne. Sin embargo, las correlaciones posi-

tivas muestran una tendencia en la ocupación de Aguazuque hacia la elección de elementos óseos con mayores rendimientos de médula, evidenciando una estrategia no sesgada de transporte selectivo sobre todo en las ocupaciones dos, tres y cinco (figura 9.5).

DISCUSIÓN

Abundancia relativa taxonómica

La abundancia relativa del 64 % refleja que en Aguazuque no hubo una total dependencia del consumo de venado cola blanca. El papel del curí fue importante dentro de la dieta de los cazadores-recolectores que vivieron en Aguazuque, con una abundancia relativa que permaneció constante durante el tiempo de las cinco ocupaciones (36 %). Las otras especies fueron importantes en el inicio de la ocupación, pero su importancia disminuyó con el paso del tiempo.

Se pensaba que el venado cola blanca era la mejor presa en Aguazuque. Sin embargo, aunque el curí no es una presa grande siempre fue un recurso importante para los cazadores-recolectores que vivieron en Aguazuque. El papel de la mejor presa lo compartieron el venado y el curí según los resultados presentados en este trabajo.

El consumo de estas dos especies sugiere una estrategia de cacería mixta, que se podría entender con algunos rasgos de sus respectivas historias de vida. Un curí alcanza máximo unos 25 cm de longitud cabeza-cuerpo y un peso entre 800 y 3000 g (Emmons, 1999), mientras que la talla de un venado puede ser mayor a 1 m y pesar entre 45 y 70 kg (Galindo-Leal y Weber, 1998). Un curí se puede reproducir cinco veces al año, con un período de gestación promedio de 65 días y puede tener hasta ocho crías por parto (Emmons, 1999). Por el contrario, la gestación promedio de un venado es de 198 días y el número de crías usualmente es uno y raramente dos (Galindo-Leal y Weber, 1998). En resumen, aunque el curí es un animal pequeño tiene una mayor tasa reproductiva que el venado, y aunque el venado es más grande se reproduce más despacio. Adicionalmente, es de suponer que el curí exigiera un menor esfuerzo de caza que el venado. En conjunto, ambas especies aportaron significativamente a la dieta de los cazadores-recolectores de Aguazuque.

En este yacimiento arqueológico se observa intensificación de la cacería del venado cola blanca desde la ocupación tres hasta la última. Por otro lado, se evidencia que el venado cola blanca va ocupando paulatinamente el espacio de las otras

especies, lo cual también es un indicativo de especialización e intensificación de la caza del venado. Sin embargo, no hay evidencia del agotamiento del recurso como se ha propuesto en otros estudios. Varios trabajos norteamericanos (Janetski, 1997; Broughton, 2002; Cannon, 2003; Ugan, 2005; Dean, 2007) presentan evidencias del agotamiento de animales grandes como los ungulados, ajustándose a la predicción del agotamiento de la mejor presa con base en la teoría de forrajeo óptimo. En Aguazuque es probable que debido a la alta representatividad del curí y a una baja densidad de población humana no se alcanzara el agotamiento del venado cola blanca, al menos hasta la última ocupación examinada en este estudio.

Distribución diferencial esquelética y modelos de transporte selectivo

En Aguazuque no hay evidencias a favor del transporte selectivo de las diferentes partes de venado cola blanca en ninguna de las ocupaciones, debido a que en todas las ocupaciones se encuentran representadas todas las partes del cuerpo del venado. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo de ocupación, algunas partes se encuentran mejor representadas y otras sobrestimadas. Tampoco se determinó ningún patrón de distribución diferencial esquelética sesgado a determinada parte sobre las otras. Lo anterior puede estar relacionado con la permanencia de los grupos de cazadores-recolectores en el sitio. Correal (1990a) plantea que la ocupación de Aguazuque no fue de carácter permanente, sino más bien un sitio estacionario de cacería. La estacionalidad del sitio está apoyada en las evidencias que muestran materiales alóctonos provenientes del valle del río Magdalena (Correal, 1990a). La movilidad que al parecer tenían estos grupos de cazadores-recolectores que habitaron en Aguazuque favoreció a las poblaciones de venado cola blanca; en consecuencia, no se encontraron indicios de sobreexplotación de esta especie en el registro arqueológico de Aguazuque.

Por ausencia de evidencias a favor del transporte selectivo y de la distribución diferencial se puede decir que Aguazuque pudo haber sido un

sitio de matanza donde también se consumía todo el venado cola blanca en contraposición a Nemocon IV, de donde se seleccionaban ciertas partes que se transportaban a otros lugares (Correal, 1979, 1984).

Intensificación de la cacería

En Aguazuque se evidencia una tendencia hacia la intensificación de la cacería del venado cola blanca en las últimas ocupaciones. Según Earle (1980) los cambios ambientales pueden hacer cambiar las estrategias de subsistencia y pueden explicar la intensificación del uso de un recurso. Por ejemplo, los cambios en la cobertura vegetal producto de cambios climáticos (Correal y Van Der Hammen, 1977; Correal, 1984), los cambios climáticos en general (Byers y Ugan, 2005) o la disminución en la temperatura (Grayson *et al.*, 2001; Grayson y Delpech, 2003; Grayson y Delpech, 2005; Faith, 2007) incidieron en la abundancia relativa de los ungulados en el pasado.

Alrededor de 5000 A.P. se presentó en la Sabana de Bogotá un cambio climático que duró hasta el 3000 A.P. El cambio climático se caracterizó por un fuerte período de sequía y por descensos en la temperatura (Van Der Hammen y González, 1963; Van Der Hammen y Correal, 1978). Este cambio climático pudo haber incidido directamente en la vida de los cazadores-recolectores de la Sabana de Bogotá (Correal, 1988).

No se sabe si estos cambios climáticos pudieron haber afectado a las poblaciones humanas que habitaron Aguazuque o las poblaciones de venado de esta época. Sin embargo, sí se deben tener en cuenta como un factor de cambio cultural ya que se sabe que los cambios climáticos inciden en las poblaciones de ungulados (Correal y Van Der Hammen, 1977; Correal, 1984; Grayson *et al.*, 2001; Grayson y Delpech, 2003; Byers y Ugan, 2005; Grayson y Delpech, 2005).

Por otro lado, el uso de una herramienta puede afectar las poblaciones animales directamente y las estrategias de subsistencia (Earle, 1980). Por ejemplo, el uso del arco y la flecha en el pasado prehispánico (Janetski, 1997) y la introducción en tiempos modernos de armas de fuego han hecho la cacería más eficiente (Redford y Robinson, 1987; Leeuwenberg y Robinson, 1999), así como el uso de vehículos (Altrichter, 2005).

De acuerdo con Correal (1990a) uno de los rasgos más significativos de Aguazuque es la presencia de una industria ósea que incluye artefactos muy elaborados. Los artefactos óseos presentan un comportamiento parecido a la cantidad de elemen-

tos óseos de venado la cual aumenta con el tiempo. De tal modo que cuanto mayor es el número de venados cola blanca cosechados mayor es el número de herramientas elaboradas (Correal, 1990a). Sin embargo, no hay evidencias del uso de alguna arma que haya hecho más eficiente la cacería del venado cola blanca al final de la ocupación.

Otro factor que puede explicar los cambios en las estrategias de subsistencia es la organización social que incide en los patrones de asentamiento y estos en la cantidad y variedad de recursos faunísticos utilizados (Earle, 1980). Las densidades de las poblaciones de las especies presas se relacionan con la cercanía o lejanía de las poblaciones humanas (Redford y Robinson, 1987). La edad de las aldeas y el tamaño de los asentamientos determinan el tipo y cantidad de especies cosechadas (Alvard *et al.*, 1997; Peres, 2001; Altrichter, 2005). En arqueología se pueden evaluar el efecto de asentamientos humanos y la sobreexplotación de los recursos faunísticos con la utilización de modelos de transporte selectivo (Broughton, 2002; Madrigal y Zimmermann, 2002; Nagaoka, 2002; Cannon, 2003; Messineo, 2003; Faith, 2007; Faith y Gordon, 2007).

En el caso de Aguazuque, la ausencia de evidencia sobre cambios en la distribución diferencial esquelética muestra que no se agotaron los venados de las cercanías y los cazadores no tuvieron que recorrer distancias más grandes. Como se señaló anteriormente, no hay evidencias de modelos de transporte selectivo lo cual muestra que este es un sitio de cacería de carácter estacional que los grupos de cazadores-recolectores no habitaron de una forma continua sino esporádica, con grandes lapsos entre visita y visita (Correal, 1990a).

En la última ocupación se hizo un uso más intensivo del venado cola blanca y el número de herramientas tanto líticas como óseas aumenta con respecto a las otras ocupaciones. Además, el piso de habitación de esta ocupación muestra un área de vivienda de 6 m aproximadamente que contrasta con la de las otras las cuales son más pequeñas (Correal, 1990a). Todas estas evidencias podrían reflejar cambios en la organización social de los grupos que habitaron Aguazuque relacionadas con un aumento poblacional y un uso del sitio más permanente (Hurt *et al.*, 1976; Correal, 1990a; Pinto, 2003). Así como la población aumentó, se incrementó el uso de venado cola blanca para responder a las demandas de una población creciente. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones arqueológicas que aporten más elementos a esta hipótesis.

Estrategias de subsistencia complementarias

Siguiendo con el análisis de las estrategias de subsistencia utilizadas en Aguazuque, es importante señalar el manejo de recursos vegetales que complementó la cacería de venado cola blanca. Correal (1990a, 1990b, 2001) llama la atención con respecto a la recolección como parte importante dentro de la economía de subsistencia practicada en Aguazuque, basándose en la presencia de artefactos como yunques, percutores, cantos con bordes desgastados y molinos planos a lo largo de la ocupación que demuestran el manejo de recursos vegetales. Además, hay evidencias de la presencia de restos calcinados de plantas como la calabaza, *C. pepo* y la ibia, *O. tuberosa*, en la ocupación tres.

Cárdenas-Arroyo (2002), a partir de análisis de isótopos estables en restos óseos humanos, propone que los grupos de cazadores-recolectores de la Sabana de Bogotá basaron su subsistencia principalmente en la recolección de plantas silvestres por encima del consumo de carne de cacería. Esta propuesta está de acuerdo con las apreciaciones de varios autores que han trabajado en la Sabana de Bogotá (Correal y Van Der Hammen, 1977; Ardila, 1984; Correal, 1984, 1990, 2001; Pinto, 2003).

Cárdenas-Arroyo (2002) con respecto a Aguazuque afirma que las sociedades tempranas (ocupación uno, dos y tres) eran altamente dependientes al consumo de plantas silvestres con un componente de carne no muy alto. Las sociedades tardías muestran un comportamiento diferente ya que la dieta es eminentemente agrícola de plantas C_4 , probablemente de maíz, y un aumento en el consumo de carne (Cárdenas-Arroyo, 2002).

Estos comportamientos estarían de acuerdo con los encontrados en este análisis, en la medida en que en las ocupaciones más tempranas el consumo de venado no es tan alto y este consumo se incrementa con el tiempo como producto de un incremento en la población humana. Adicionalmente Cárdenas-Arroyo (2002) propone un modelo en el cual los sitios arqueológicos del altiplano representarían estaciones ocasionales ocupadas durante expediciones de cacería mientras que las tierras de las vertientes templadas y cálidas habrían sido ocupadas durante más tiempo por bandas de cazadores-recolectores. Este autor está de acuerdo con Correal, que también plantea la relación cercana que tuvieron los cazadores-recolectores del altiplano con la vertiente del Magdalena (Correal y Van Der Hammen, 1977; Correal, 1979, 1984, 1987, 1990a, 1990b).

Probablemente en Aguazuque se implementaron estrategias de subsistencia mixtas, donde los vegetales ocuparon un papel importante en las dietas de estos grupos, de acuerdo con lo planteado por Correal (1979, 1987, 1990a, 1990b, 2001) y Cárdenas-Arroyo (2002). Es posible que en los inicios de la ocupación de Aguazuque existiera una mayor tendencia a la recolección de plantas silvestres que posteriormente se transformó en prácticas agrícolas incipientes. Para confirmar esta hipótesis hacen falta realizar análisis especializados de polen y fitolitos.

Para aportar más datos a esta problemática desde la arqueozoología se podría pensar en realizar estudios de isótopos estables en restos óseos de venado cola blanca como los realizados por Emery *et al.* (2000) y Emery (2004), debido a que un estudio así podría mostrar si hubo cambios en la proporción de plantas C_3 y C_4 en la dieta del venado cola blanca. Mayor representación de plantas C_4 en la dieta de esta especie podría sugerir que los venados estaban consumiendo maíz lo cual evidenciaría que los grupos humanos tardíos que habitaron en Aguazuque efectivamente estaban realizando prácticas hortícolas y que pudieron haber consumido maíz dentro de sus dietas, como resultó del análisis de Cárdenas-Arroyo (2002).

A



B

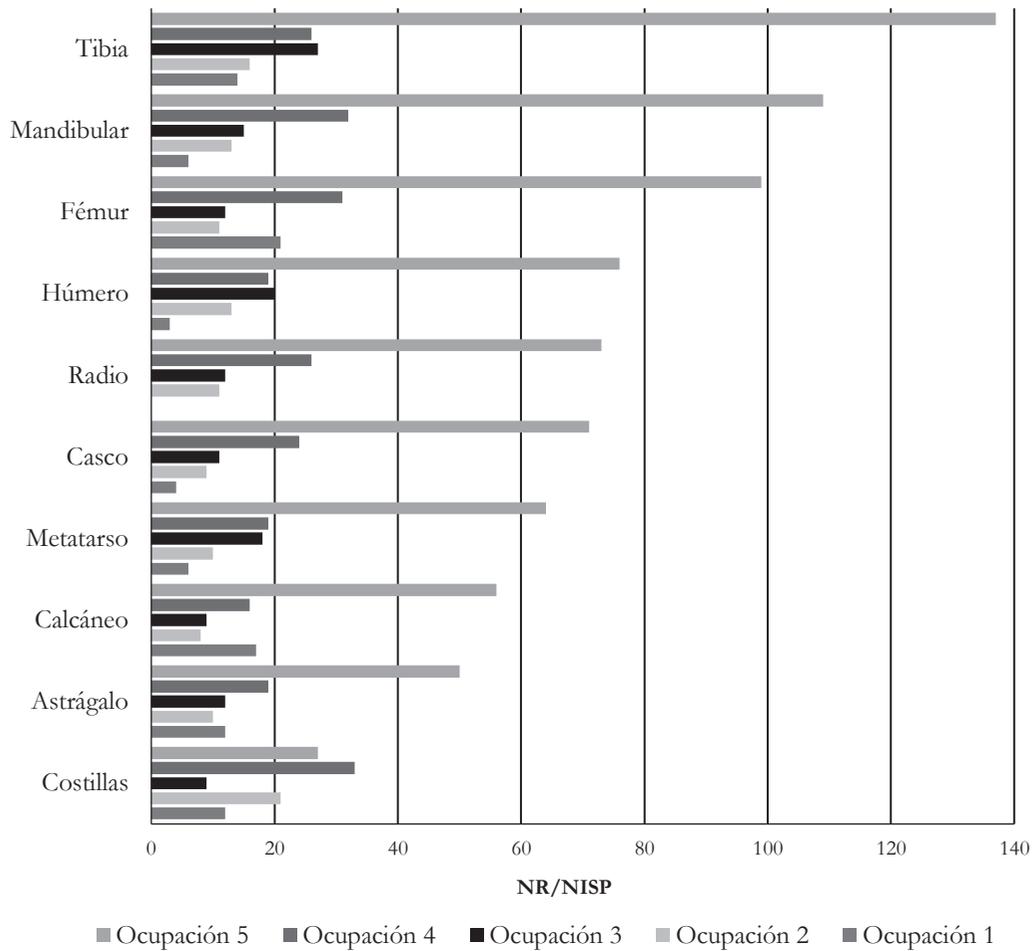


Figura 9.4. Elementos óseos de venado cola blanca (*O. virginianus*) más frecuentes en Aguazuque. a) Representación anatómica de los elementos más frecuentes (Silueta del venado adaptada de Reitz y Wing, 2008); b) número de restos (NR) electos óseos más frecuentes.

A. Ocupación 2

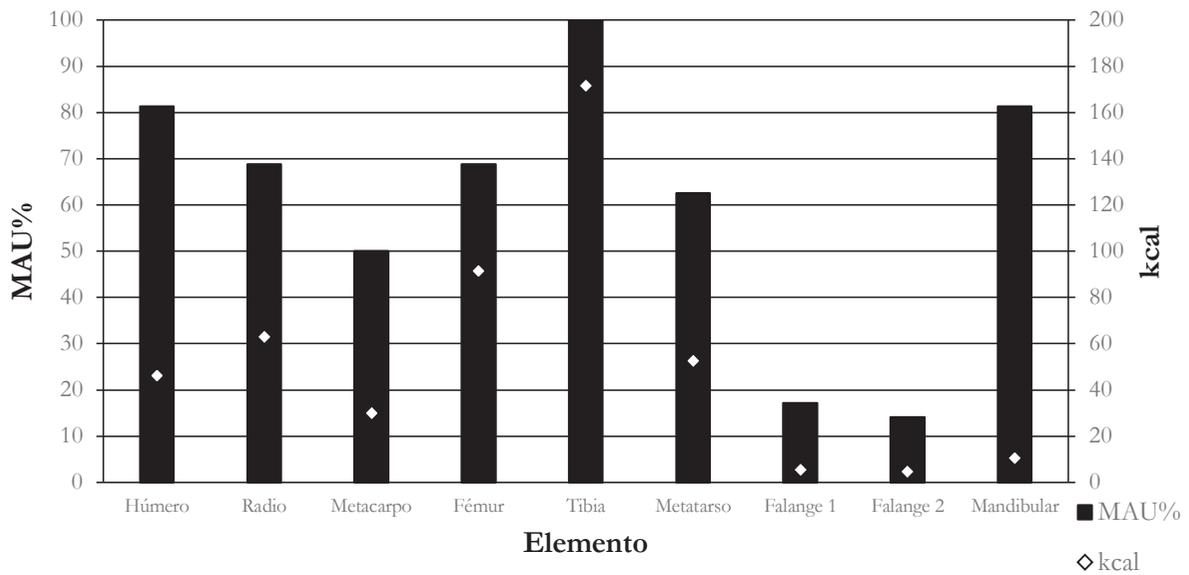
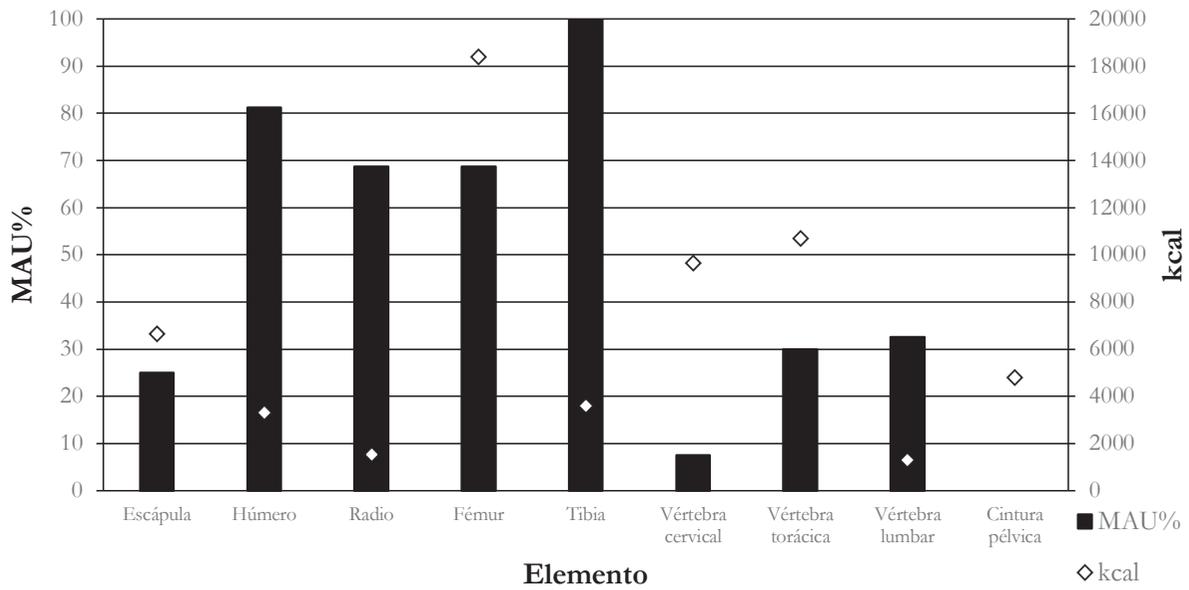


Figura 9.5.A. Gráficos de dispersión relación Kcal carne vs. MAU % y Kcal médula ósea vs. MAU %. Ocupación 2

B. Ocupación 3

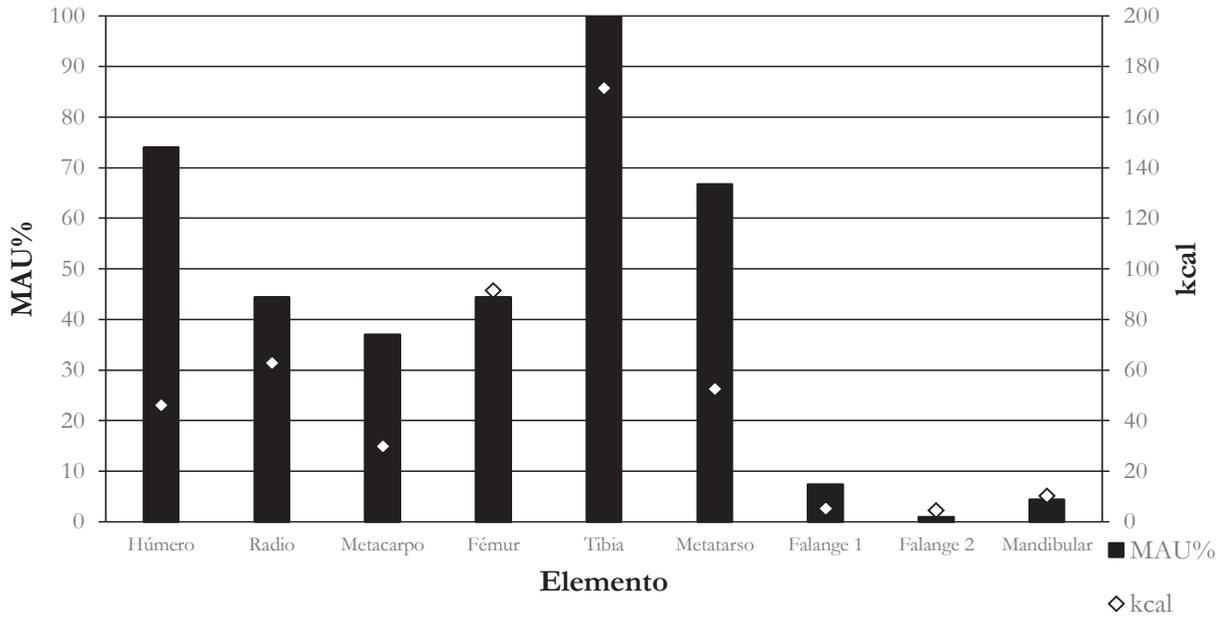
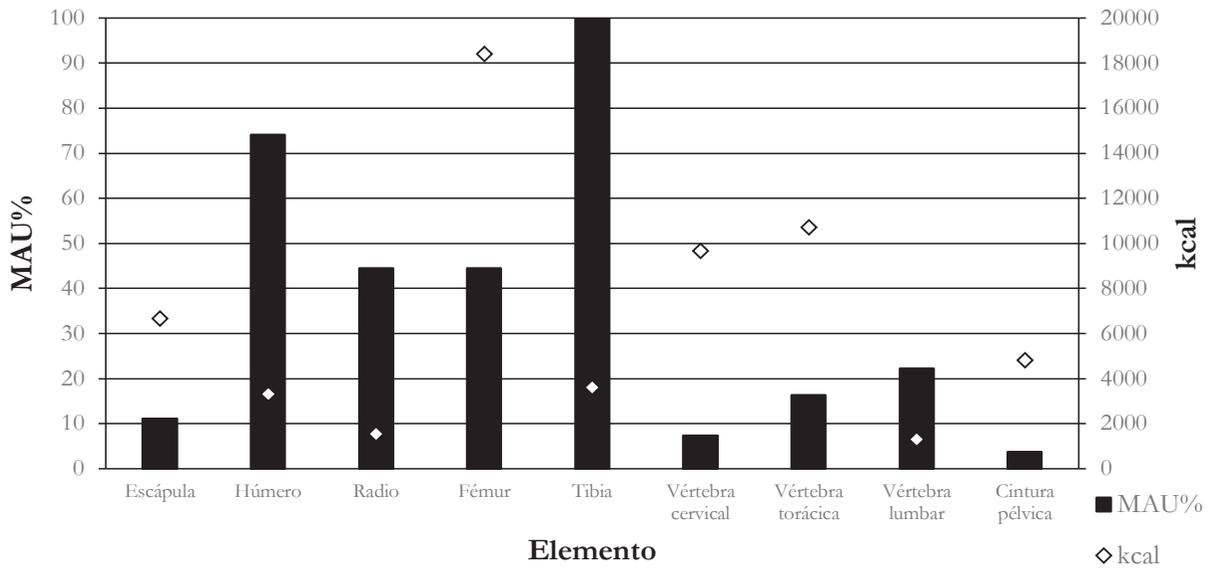


Figura 9.5.B. Gráficos de dispersión relación Kcal carne vs. MAU % y Kcal médula ósea vs. MAU %. Ocupación 3

C. Ocupación 5

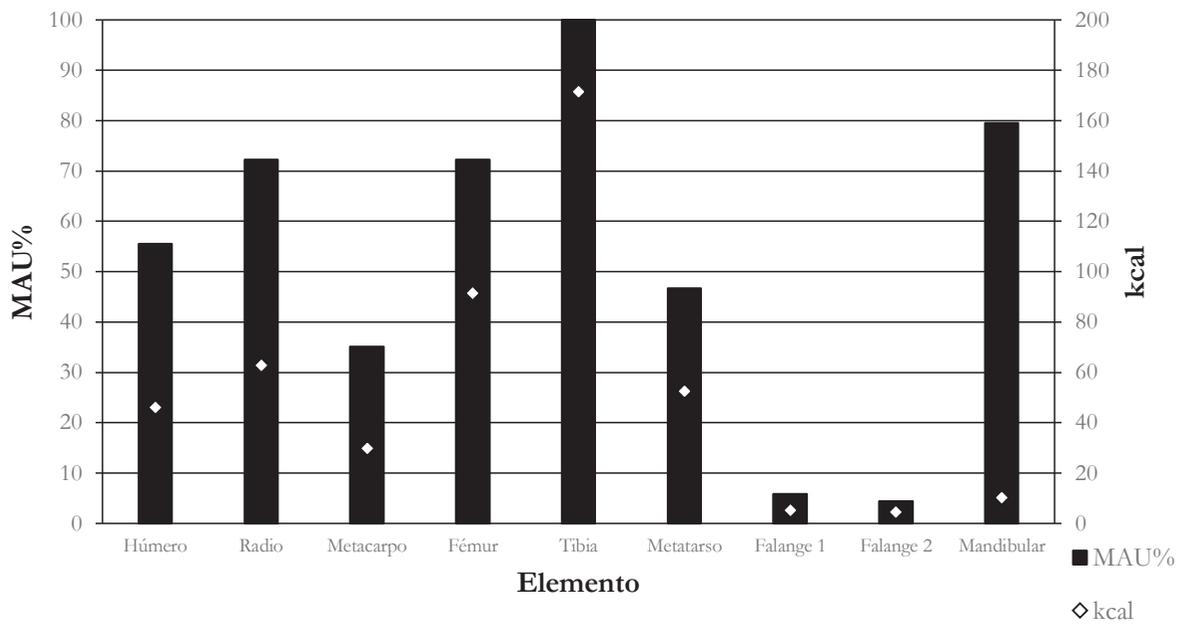
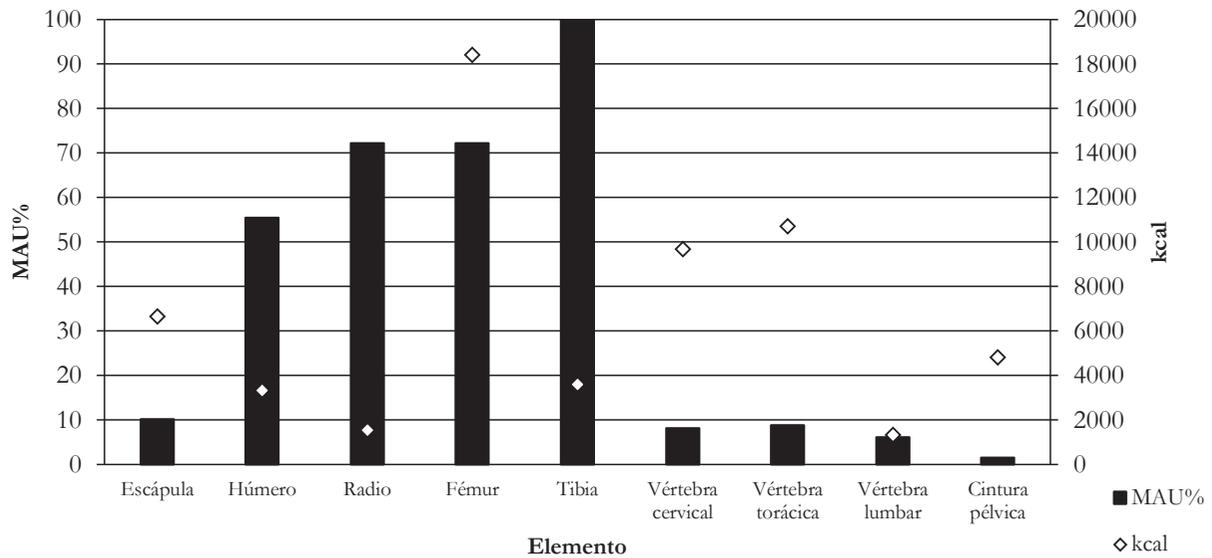


Figura 9.5.C. Gráficos de dispersión relación Kcal carne vs. MAU % y Kcal médula ósea vs. MAU %. Ocupación 5

Tabla 9.1. Fechas de las ocupaciones encontradas en Aguazuque (Correal, 1990a).

| Ocupación | Fecha |
|-----------|----------------|
| 1 | 5025±40 A.P. |
| 2 | 4030±35 A.P. |
| 3 | 3850±35 A.P. |
| 4 | 3400-2800 A.P. |
| 5 | 2725±35 A.P. |

Tabla 9.2. Especies animales identificadas en Aguazuque (Correal, 1990a).

| Clase | Especies | Nombre común |
|--|---|--------------------|
| Peces | <i>Eremophilus mustisii</i> | Capitán |
| | <i>Pygidium bogotensis</i> ¹ | Capitán enano |
| | <i>Grundulus bogotensis</i> | Guapucha |
| Reptiles | Crocodylia | Cocodrilo |
| | <i>Kinosternon leucostomum</i> ² | Tortuga |
| Aves | Anatidae | Pato |
| | Galliformes | Pava |
| | Cracidae | Pava |
| | <i>Penelope montagnii</i> | Pava |
| | Rallidae | Pollo de agua |
| | <i>Amazona mercenaria</i> | Lora andina |
| Mamíferos | <i>Didelphis marsupialis</i> | Chucha o fara |
| | <i>Dasyopus novemcinctus</i> | Armadillo |
| | <i>Tamandua tetradactyla</i> | Oso melero |
| | <i>Leopardus pardalis</i> ³ | Ocelote |
| | <i>Puma concolor</i> ⁴ | Puma |
| | <i>Cerdocyon thous</i> ⁵ | Perro de monte |
| | <i>Tremarctos ornatus</i> | Oso andino |
| | <i>Nasua</i> sp. | Guache |
| | <i>Nasuella olivacea</i> | Guache |
| | <i>Lontra</i> ⁶ | Nutria |
| | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca |
| | <i>Mazama</i> sp. | Venado |
| | <i>Tayassu pecari</i> | Saino |
| <i>Cavia</i> sp. ⁷ | Curí | |
| <i>Dasyprocta</i> | Ñeque | |
| <i>Cuniculus paca</i> ⁸ | Borugo | |
| <i>Cuniculus taczanowskii</i> ⁹ | Borugo de páramo | |

 1. Reportado como *Tbrechomyterus bogotensis* por Correal, 1990.

 2. Reportado como *Kinosternum postinginale* por Correal, 1990.

 3. Reportado como *Felis pardalis* por Correal, 1990.

 4. Reportado como *Felis concolor* por Correal, 1990.

 5. Reportado como *Dusycionthous* por Correal, 1990.

 6. Reportado como *Lutra* por Correal, 1990.

 7. Reportado como *Cavia porcellus* por Correal, 1990.

 8. Reportado como *Cavia anolaimae*, *Cavia porcellus* y *Cavia* sp. por Pinto *et al.*, 2002.

 9. Reportado como *Agouti paca* por Correal, 1990.

 10. Reportado como *Agouti tacksamowskii* por Correal, 1990.


Tabla 9.3. Grado de determinación ósea, venado cola blanca (*O. virginianus*) Aguazuque

| Nivel determinación | NR (NISP) | | | | | Total | NR% (NISP%) | | | | | Total |
|------------------------|-----------|-----|-----|-----|------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Ocupación | | | | | | Ocupación | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Hueso largo | 47 | 66 | 51 | 274 | 283 | 721 | 21.96 | 24.72 | 20.56 | 51.12 | 20.24 | 27.07 |
| Indeterminado | 6 | 39 | 19 | 50 | 26 | 140 | 2.80 | 14.61 | 7.66 | 9.33 | 1.86 | 5.26 |
| Determinado | 214 | 267 | 248 | 536 | 1398 | 2663 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Total | 267 | 372 | 318 | 860 | 1707 | 3524 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla 9.4. Número de restos de venado cola blanca, de curí (Pinto *et al.*, 2003) y de otras especies encontradas en Aguazuque (Correal, 1990a).

| Ocupación | NR venado | NR curí | NR otras especies |
|-----------|-----------|---------|-------------------|
| 1 | 214 | 215 | 192 |
| 2 | 267 | 328 | 87 |
| 3 | 248 | 179 | 64 |
| 4 | 536 | 263 | 30 |
| 5 | 1398 | 717 | 93 |
| Total | 2663 | 1702 | 466 |

NR: Número de restos identificados.

Tabla 9.5. Índices abundancia relativa de partes esqueléticas.

| | OCUPACIÓN | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | MAU | % MAU | MAU | % MAU | MAU | % MAU | MAU | % MAU | MAU | %MAU |
| Mandibular | 3 | 28.57 | 6.5 | 81.25 | 0.6 | 4.44 | 16 | 100 | 54.5 | 79.56 |
| Vértebra cervical | 2.4 | 22.86 | 0.6 | 7.5 | 0.42 | 3.09 | 1.8 | 11.25 | 5.6 | 8.18 |
| Vértebra torácica | 0.83 | 7.94 | 1 | 12.5 | 1.57 | 11.64 | 1.83 | 11.46 | 2.5 | 3.65 |
| Vértebra lumbar | 2.29 | 21.77 | 1.86 | 23.21 | 3 | 22.22 | 3.57 | 22.32 | 3 | 4.38 |
| Escápula | 0.5 | 4.76 | 2 | 25 | 1.5 | 11.11 | 3.5 | 21.88 | 7 | 10.22 |
| Húmero | 1.5 | 14.29 | 6.5 | 81.25 | 10 | 74.07 | 9.5 | 59.38 | 38 | 55.47 |
| Cúbito | 0.5 | 4.76 | 1.5 | 18.75 | 1 | 7.41 | 6 | 37.5 | 17.5 | 25.55 |
| Radio | 0 | 0 | 5.5 | 68.75 | 6 | 44.44 | 13 | 81.25 | 36.5 | 53.28 |
| Cintura pélvica | 1 | 9.52 | 0 | 0 | 0.5 | 3.7 | 1 | 6.25 | 1 | 1.46 |
| Fémur | 10.5 | 100 | 5.5 | 68.75 | 6 | 44.44 | 15.5 | 96.88 | 49.5 | 72.26 |
| Tibia | 7 | 66.67 | 8 | 100 | 13.5 | 100 | 13 | 81.25 | 68.5 | 100 |
| Metacarpo | 3 | 28.57 | 4 | 50 | 5 | 37.04 | 5 | 31.25 | 24 | 35.04 |
| Metatarso | 3 | 28.57 | 5 | 62.5 | 9 | 66.67 | 9.5 | 59.38 | 32 | 46.72 |
| 1ª falange | 0.5 | 4.76 | 1.38 | 17.19 | 1 | 7.41 | 4 | 25 | 4 | 5.84 |
| 2ª falange | 0.75 | 7.14 | 1.13 | 14.06 | 0.13 | 0.93 | 3 | 18.75 | 3 | 4.38 |

MAU: Mínimo Número de Unidades Animales.

Anexo 9.1. Determinación ósea, venado cola blanca (*O. virginianus*) en Aguazuque.

| Determinación ósea | NR (NISP) | | | | | Total | NR% (NISP%) | | | | |
|--------------------|-----------|----|----|----|-----|-------|-------------|------|-------|------|------|
| | Ocupación | | | | | | Ocupación | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Asta | 3 | 5 | 1 | 8 | 28 | 45 | 1.4 | 1.87 | 0.4 | 1.49 | 2 |
| Occipital | 4 | 3 | 1 | 3 | 14 | 25 | 1.87 | 1.12 | 0.4 | 0.56 | 1 |
| Parietal | 1 | 0 | 0 | 4 | 5 | 10 | 0.47 | 0 | 0 | 0.75 | 0.36 |
| Interparietal | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0 |
| Temporal | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0.37 | 0.4 | 0 | 0.07 |
| Bulla timpánica | 0 | 2 | 0 | 4 | 5 | 11 | 0 | 0.75 | 0 | 0.75 | 0.36 |
| Presfenoides | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0.37 | 1.21 | 0 | 0.14 |
| Zigomático | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.47 | 0.37 | 0 | 0.19 | 0 |
| Frontal | 6 | 13 | 4 | 14 | 33 | 70 | 2.8 | 4.87 | 1.61 | 2.61 | 2.36 |
| Lacrimonal | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0.37 | 0.4 | 0 | 0.14 |
| Maxilar | 10 | 5 | 1 | 11 | 41 | 68 | 4.67 | 1.87 | 0.4 | 2.05 | 2.93 |
| Premaxilar | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.43 |
| Mandibular | 6 | 13 | 15 | 32 | 109 | 175 | 2.8 | 4.87 | 6.05 | 5.97 | 7.8 |
| Incisivos | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.19 | 0.14 |
| Premolares | 5 | 14 | 7 | 15 | 15 | 56 | 2.34 | 5.24 | 2.82 | 2.8 | 1.07 |
| Molares | 8 | 8 | 6 | 8 | 36 | 66 | 3.74 | 3 | 2.42 | 1.49 | 2.58 |
| Frag. cráneo | 0 | 0 | 2 | 4 | 22 | 28 | 0 | 0 | 0.81 | 0.75 | 1.57 |
| Vértebra sacra | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0.47 | 0 | 0 | 0.19 | 0.07 |
| Vértebra lumbar | 16 | 13 | 15 | 25 | 21 | 90 | 7.48 | 4.87 | 6.05 | 4.66 | 1.5 |
| Vértebra torácica | 10 | 12 | 11 | 22 | 30 | 85 | 4.67 | 4.49 | 4.44 | 4.1 | 2.15 |
| Vértebra cervical | 12 | 3 | 5 | 9 | 28 | 57 | 5.61 | 1.12 | 2.02 | 1.68 | 2 |
| Axis | 3 | 0 | 3 | 2 | 11 | 19 | 1.4 | 0 | 1.21 | 0.37 | 0.79 |
| Atlas | 2 | 1 | 4 | 13 | 14 | 34 | 0.93 | 0.37 | 1.61 | 2.43 | 1 |
| Esternón | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.07 |
| Costillas | 12 | 21 | 9 | 33 | 27 | 102 | 5.61 | 7.87 | 3.63 | 6.16 | 1.93 |
| Escápula | 1 | 4 | 3 | 7 | 14 | 29 | 0.47 | 1.5 | 1.21 | 1.31 | 1 |
| Húmero | 3 | 13 | 20 | 19 | 76 | 131 | 1.4 | 4.87 | 8.06 | 3.54 | 5.44 |
| Cúbito | 1 | 3 | 2 | 12 | 35 | 53 | 0.47 | 1.12 | 0.81 | 2.24 | 2.5 |
| Radio | 0 | 11 | 12 | 26 | 73 | 122 | 0 | 4.12 | 4.84 | 4.85 | 5.22 |
| Cintura pélvica | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 7 | 0.93 | 0 | 0.4 | 0.37 | 0.14 |
| Ilión | 4 | 1 | 5 | 9 | 21 | 40 | 1.87 | 0.37 | 2.02 | 1.68 | 1.5 |
| Isquión | 2 | 7 | 0 | 9 | 7 | 25 | 0.93 | 2.62 | 0 | 1.68 | 0.5 |
| Pubis | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 7 | 0 | 0 | 0.81 | 0 | 0.36 |
| Acetábulo | 1 | 0 | 0 | 6 | 13 | 20 | 0.47 | 0 | 0 | 1.12 | 0.93 |
| Fémur | 21 | 11 | 12 | 31 | 99 | 174 | 9.81 | 4.12 | 4.84 | 5.78 | 7.08 |
| Patela | 0 | 3 | 0 | 4 | 10 | 17 | 0 | 1.12 | 0 | 0.75 | 0.72 |
| Tibia | 14 | 16 | 27 | 26 | 137 | 220 | 6.54 | 5.99 | 10.89 | 4.85 | 9.8 |
| Escafoide | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0.81 | 0.75 | 0.29 |
| Lunar | 1 | 1 | 0 | 4 | 11 | 17 | 0.47 | 0.37 | 0 | 0.75 | 0.79 |
| Cuneiforme | 1 | 2 | 1 | 1 | 16 | 21 | 0.47 | 0.75 | 0.4 | 0.19 | 1.14 |
| Trapezio | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.19 | 0.07 |
| Metacarpo | 6 | 8 | 10 | 10 | 48 | 82 | 2.8 | 3 | 4.03 | 1.87 | 3.43 |

Sección III: Aspectos arqueozoológicos del venado cola blanca

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Calcáneo | 17 | 8 | 9 | 16 | 56 | 106 | 7.94 | 3 | 3.63 | 2.99 | 4.01 |
| Astrágalo | 12 | 10 | 12 | 19 | 50 | 103 | 5.61 | 3.75 | 4.84 | 3.54 | 3.58 |
| Cuboide | 0 | 3 | 2 | 6 | 24 | 35 | 0 | 1.12 | 0.81 | 1.12 | 1.72 |
| Cuneiforme interno | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0.37 | 0.43 |
| Metatarso | 6 | 10 | 18 | 19 | 64 | 117 | 2.8 | 3.75 | 7.26 | 3.54 | 4.58 |
| Sesamoideo | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.14 |
| 1ª falange | 4 | 11 | 8 | 32 | 32 | 87 | 1.87 | 4.12 | 3.23 | 5.97 | 2.29 |
| 2ª falange | 6 | 9 | 1 | 24 | 24 | 64 | 2.8 | 3.37 | 0.4 | 4.48 | 1.72 |
| Falange | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 3.75 | 0 | 0 | 0 |
| Metapoidal | 8 | 0 | 0 | 13 | 43 | 64 | 3.74 | 0 | 0 | 2.43 | 3.08 |
| Casco | 4 | 9 | 11 | 24 | 71 | 119 | 1.87 | 3.37 | 4.44 | 4.48 | 5.08 |
| Total | 214 | 267 | 248 | 536 | 1398 | 2663 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

NR: Número de Restos Identificados. *NISP: Number of Identified Specimens.*

LITERATURA CITADA

- ALTRICHTER, M. 2005. The sustainability of subsistence hunting of peccaries in the Argentine Chaco. *Biological Conservation* 126(3): 351-362.
- ALVARD, M., J. ROBINSON, K. REDFORD Y H. KAPLAN. 1997. The sustainability of subsistence hunting in the Neotropics. *Conservation Biology* 11(4): 977-982.
- ARDILA, G. 1984. *Chía: un sitio precerámico en la Sabana de Bogotá*. Fian Banco de la República, Bogotá.
- BETTS, M. Y M. FRIESEN. 2004. Quantifying hunter-gatherer intensification: a zooarchaeological case study from Arctic Canada. *Journal of Anthropological Archaeology* 23(4): 357-384.
- BINFORD, L. 1984. *Faunal remains from Klasies River Mouth*. Academic Press, Nueva York.
- BROUGHTON, J. 2002. Prey spatial structure and behavior affect archaeological test of optimal foraging models: examples from the Emeryville Shellmound vertebrate fauna. *World Archaeology* 34(1): 60-83.
- BROUGHTON, J. Y F. BAYMAN. 2003. Showing off, foraging models, and the ascendance of large-game hunting in the California middle archaic. *American Antiquity* 68(4):783-789.
- BURGER, O., M. HAMILTON Y R. WALKER. 2005. The prey as patch model: optimal handling of resources with diminishing returns. *Journal of Archaeological Science* 32(8): 1147-1158.
- BYERS, D., C. SMITH Y J. BROUGHTON. 2005. Holocene artiodactyl population histories and large game hunting in the Wyoming Basin, USA. *Journal of Archaeological Science* 32: 125-142.
- BYERS, D. Y A. UGAN. 2005. Should we expect large game specialization in the late Pleistocene? An optimal foraging perspective on early Paleoindian prey choice. *Journal of Archaeological Science* 32(11):1624-1640.
- CANNON, M. 2000. Large Mammal Relative Abundance in Pithouse and Pueblo Period Archaeofaunas from Southwestern New Mexico: Resource Depression among the Mimbres-Mogollon. *Journal of Anthropological Archaeology* 19(3): 317-347.
- CANNON, M. 2003. A model of central place forager prey choice and an application to faunal remains from the Mimbres Valley, New Mexico. *Journal of Anthropological Archaeology* 22(1):1-25.
- CÁRDENAS-ARROYO, F. 2002. *Datos sobre la alimentación prehispánica en la Sabana de Bogotá, Colombia*. Instituto Colombiano de Antropología, Bogotá.
- CORREAL, G. 1979. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos de Nemocón y Sueva*. Fian Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1981. *Evidencias culturales y megafauna pleistocénica en Colombia*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1984. Apuntes sobre el medio ambiente pleistocénico y el hombre prehistórico en Colombia. En: A. Lyle (ed.), *New evidence for the pleistocene peopling of the Americas*: 115-131. Center for the study of early man, University of Maine, Orono, Estados Unidos.
- CORREAL, G. 1987. Excavaciones arqueológicas en Mosquera. *Arqueología: Revista de estudiantes de antropología*. Universidad Nacional de Colombia 1: 13-17.
- CORREAL, G. 1988. Las culturas más antiguas de Colombia. Estadio de cazadores y recolectores. En: Salvat Editores, *Historia de Colombia*: 73-97. Tomo I. Salvat Editores, Bogotá.
- CORREAL, G. 1990a. *Aguazuque, evidencias de cazadores recolectores y plantadores en la altiplanicie de la cordillera Oriental*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1990b. Albores culturales en Colombia. En: Instituto Colombiano de Antropología (ed.), *Parques Arqueológicos*: 41-46. Instituto Colombiano de Antropología. Bogotá.
- CORREAL, G. 2001. Patrones mortuorios en cazadores-recolectores del Pleistoceno y Holoceno en Colombia. *Chungará (Arica)* 33(1) 37-42.
- CORREAL, G. Y T. VAN DER HAMMEN. 1977. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama. 11.000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.



- DEAN, R. 2007. Hunting intensification and the Hohokam "collapse". *Journal of Anthropological Archaeology* 26(1): 109-132.
- EARLE, T. 1980. A model of subsistence change. En: T. Earle y A. Christenson (eds.), *Modelling change in prehistoric subsistence economies*: 1-29. Academic Press, New York.
- EMERY, K. 2004. Environments of the Maya collapse. A zooarchaeological perspective from Petexbatún. En: K. Emery (ed.), *Maya zooarchaeology: new directions in methods and methodology*: 81-96. The Cotsen Institute of Archaeology at Los Angeles University, Los Angeles.
- EMERY, K. 2007. Assessing the impact of ancient Maya animal use. *Journal for Nature Conservation* 15(3): 184-195.
- EMERY, K., L. WRIGHT Y H. SCHWARCZ. 2000. Isotopic analysis of ancient deer bone: Biotic stability in collapse period Maya land-use. *Journal of Archaeological Science* 27(6): 537-550.
- EMMONS, L. 1999. *Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical*. Editorial FAN, Santa Cruz. Bolivia.
- ESTUPIÑÁN, A. Y I. ZABALA CRISTANCHO. 2005. Recopilación del conocimiento local sobre venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como base inicial para su conservación en la zona de influencia del Parque Nacional Natural de Pisba en los municipios de Tasco y Socha. Tesis de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
- FAITH, T. 2007. Changes in reindeer body part representation at Grotte XVI Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science* 34(12): 2003-2011.
- FAITH, T. Y A. GORDON. 2007. Skeletal element abundances in archaeofaunal assemblages: economic utility, sample size and assessment of carcass transport strategies. *Journal of Archaeological Science* 34(6): 872-882.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D.F.
- GRAYSON, D. Y F. DELPECH. 2003. Ungulates and middle-to-upper Paleolithic transition at Grotte XVI (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science* 30(12): 1633-1648.
- GRAYSON, D. Y F. DELPECH. 2005. Pleistocene reindeer and global warming. *Conservation Biology* 19(2): 557-562.
- GRAYSON, D., F. DELPECH, J-PH. RIGAUD Y J. SIMEK. 2001. Explaining the development of dietary dominance by a single ungulate taxon at Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science* 28(2): 115-125.
- GROOT, A.M. 1992. *Cbecua. Una secuencia cultural entre 8500 y 3000 años antes del presente*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- HURT, W.R., T. VAN DER HAMMEN Y G. CORREAL. 1976. *The El Abra rock shelters, Sabana de Bogotá, Colombia, South America*. Indiana University Museum, Indiana.
- JANETSKI, J. 1997. Fremont hunting and resource intensification in the eastern Great Basin. *Journal of Archaeological Science* 24(12): 1075-1088.
- KENT, S. 1991. The relationship between mobility strategies and site structure. En: E. Kroll y D. Price (eds.), *The interpretation of archaeological spatial patterning*: 33-59. Plenum Press, Nueva York.
- LEEUWENBERG, F. Y R. ROBINSON. 1999. Traditional management of hunting by a Xavante community in central Brazil: The search for sustainability. En: J. Robinson y E. Bennett (eds.), *Hunting for sustainability in Tropical Forest*: 375-394. Columbia University Press, Nueva York.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J.V. Rodríguez-M., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.
- LYMAN, L. 2003. Pinniped behavior, foraging theory and, the depression of metapopulation and nondepression of a local population on the southern Northwest Coast of North America. *Journal of Anthropological Archaeology* 22(4): 376-388.
- MADRIGAL, C. Y J. ZIMMERMANN. 2002. White-tailed deer meat and marrow return rates and their application to eastern woodlands archaeology. *American Antiquity* 67(4): 745-759.

- MESSINEO, P. 2003. Análisis arqueofaunísticos en el sitio Laguna La Barrancosa 1 (Partido de Benito Juárez, Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Archeofauna* 12: 73-86.
- METCALFE, D. Y K. JONES. 1988. A reconsideration of animal body-part utility indices. *American Antiquity* 53(3): 486-504.
- NAGAOKA, L. 2002. Explaining subsistence change in southern New Zealand using foraging theory models. *World Archaeology* 34(1): 84-102.
- OJASTI, J.Y F. DALLMEIER (eds.). 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series N.º 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington, D.C.
- PEÑA, G. Y M. PINTO. 1996. *Mamíferos más comunes en sitios precerámicos de la Sabana de Bogotá. Guía ilustrada para arqueólogos*. Colección Julio Carrizosa Valenzuela N.º 6. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Santafé de Bogotá.
- PEÑA-LEÓN, G. Y L.S. RINCÓN-RODRÍGUEZ. 2019. Revisión de los registros arqueológicos de venado cola blanca en la Sabana de Bogotá. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 151-154. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- PERES, C. 2001. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. *Conservation Biology* 15(6): 1490-1505.
- PIEDRAHITA, L.F. 1987. *Historia general de la conquista del Nuevo Reino de Granada*. Imprenta de Medardo Rivas. Bogotá.
- PINTO, M., H. ZÚÑIGA Y O. TORRES. 2002. *Estudio sistemático del género Cavia, Pallas, 1766 (Rodentia: Caviidae) en Colombia: revisión del registro arqueológico colombiano*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá.
- PINTO, M. 2003. *Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia)*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- SMITH, E.A. 1983. Anthropological applications of optimal foraging theory: A critical review. *Current Anthropology* 24(5): 625-651.
- STEPHENS, D. Y J. KREBS. 1986. *Foraging theory*. Princeton University Press, Princeton.
- UGAN, A. 2005. Climate, bone density, and resource depression: What is driving variation in large and small game in Fremont archaeofaunas. *Journal of Anthropological Archaeology* 24(3): 227-251.
- VAN DER HAMMEN, T. Y G. CORREAL. 1978. Prehistoric man in the Sabana de Bogotá: Data for anecological prehistory. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 25(1-2):179-190.
- VAN DER HAMMEN, T. Y E. GONZÁLEZ. 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. *Boletín Geológico* 11:189-266.
- VAUGHAN, C. Y M.A. RODRÍGUEZ (eds.). 1994. *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- WHITAKER, A. 2008. Incipient aquaculture in prehistoric California? Long-term productivity and sustainability vs. Immediate returns for the harvest of marine invertebrates. *Journal of Archaeological Science* 35(4): 1114-1123.

CAPÍTULO 10

Arqueozoología del venado cola blanca en San Carlos, municipio de Funza, Sabana de Bogotá

Luz Stella Rincón-Rodríguez

RESUMEN

El venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, fue un componente importante en la dieta de los grupos humanos que ocuparon la Sabana de Bogotá. A partir del análisis arqueofaunístico del conjunto de restos de fauna recuperados mediante rescate arqueológico en el sitio San Carlos Funza, Cundinamarca, se evidenció la importancia de la especie de venado de cola blanca dentro de la secuencia de ocupación definida, la cual involucra los períodos cerámicos Herrera y Muisca. Esta información a su vez aporta datos en torno a la consideración de un continuo cultural entre las comunidades de estos dos períodos. Se encontró que ambos períodos son similares en cuanto a especies representadas, como también respecto a su abundancia. Sin embargo, en el período Herrera se identificaron dos taxones no presentes en el período Muisca y en éste, cuatro no presentes en el período Herrera. Para ambos períodos se encontró que las especies más importantes fueron el venado cola blanca y el curí. Se resalta la importancia del venado cola blanca para el sitio San Carlos y otros sitios de la Sabana de Bogotá, cuya abundancia ha sido la más representativa en todos los sitios evaluados.

Palabras clave: Arqueología, Arqueozoología, Sabana de Bogotá, venado cola blanca.

ABSTRACT

The white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) was an important food source for the human groups that inhabited the Sabana de Bogotá, as evidenced by different studies that have been carried out in this region. Archaeofaunistical analysis of an assemblage of faunal remains recovered during archaeological rescue of the San Carlos site, Funza, Sabana de Bogotá provides evidence of the importance of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), within the defined sequence of occupation, which include the Herrera and Muisca ceramic periods. The data support the idea of cultural continuity between the communities of these two periods. We found that the two periods are similar in terms of the species found and their respective abundances, although in the Herrera period two taxa were found and in the Muisca period, four. In each period the most important species were the white-tailed deer and the curí. We highlight the importance of white-tailed deer for the San Carlos site and other deposits in the Sabana de Bogotá, the abundance of this species makes it the most representative in all the evaluated sites.

Keywords: Archaeology, Archaeozoology, Sabana de Bogotá, White-Tailed Deer.

INTRODUCCIÓN

La investigación arqueológica adelantada en la región del altiplano cundiboyacense, en particular en el área de la Sabana de Bogotá, ha evidenciado la importancia del venado de cola blanca, *O. virginianus*, a través de toda la secuencia de ocupación humana establecida para la región (Correal *et al.*, 1969; Correal y Van Der Hammen, 1977; Correal, 1979, 1981, 1987, 1990; Cardale, 1981; Correal y Pinto, 1983; Ardila, 1984; Cifuentes y Moreno, 1987; Bo-

tiva, 1988; Enciso, 1989, 1991, 1993, 1996; Rivera, 1992; Groot, 1992; Pinto, 2003). Desde tiempos precerámicos la representatividad de esta especie es la más alta dentro del conjunto de taxones identificados en los diferentes sitios arqueológicos.

Respecto a la etapa cerámica, la cual inicia aproximadamente hacia el primer milenio antes del presente, se establecen dos períodos cronológicos diferenciados a partir de la presencia de cambios

estilísticos y formales en los materiales cerámicos. Estos dos períodos son reconocidos dentro de la literatura arqueológica de la región como Herrera y Muisca. El primero de ellos relacionado con los momentos más tempranos de la etapa cerámica, aproximadamente hasta el siglo VII d.C. El segundo asociado a los momentos tardíos de la misma y denominado Muisca, en alusión a la etnia que al arribo de los conquistadores españoles ocupaba gran parte del territorio del altiplano cundiboyacense.

Uno de los aspectos más interesantes e importantes dentro de la problemática arqueológica de la región lo constituyen los pronunciamientos en torno al surgimiento y consecuente desarrollo de la sociedad muisca. Al respecto, se identifican básicamente dos tendencias: una que plantea que este pueblo y en general las poblaciones de habla chibcha arribaron en oleadas al territorio del altiplano cundiboyacense en un momento bastante tardío de la secuencia establecida para el área, quizá entre los siglos IX-X d.C. (Langebaek, 1987, 1992), VII y XII d. C. (Boada *et al.*, 1988) o entre los siglos

VIII-IX y XIII d. C. (Lleras, 1995). Estos dos últimos autores sugieren dos diferentes oleadas. Una segunda tendencia propone la existencia de un proceso continuo entre los períodos Herrera y Muisca ya sea de tipo cultural (Castillo, 1984; Peña, 1991; Langebaek, 1995, 2000; Boada, 2006; Romano, 2003) o biológico, incluso entre grupos paleoindios y agroalfareros (Rodríguez, 1992, 1999, 2001).

Para el área de la Sabana de Bogotá, las investigaciones arqueológicas publicadas que reportan evidencias de materiales arqueofaunísticos asociadas a la etapa cerámica son escasas. Aún más notable son los pocos sitios con registros de fauna asociados al período Herrera. Dentro de esta panorámica, el hecho de contar con un conjunto arqueofaunístico procedente de un sitio con una secuencia de ocupación para toda la etapa cerámica ofreció la posibilidad de aportar desde una línea de evidencia diferente, nueva información acerca de las características de un proceso de cambio sociocultural en torno al cual falta aún mucho por precisar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio arqueológico San Carlos se encuentra ubicado a 2600 m s. n. m. en área limítrofe entre los municipios de Funza y Fontibón, sobre una terraza lacustre sabanera rodeada en su extremo norte por un brazo del humedal Gualí (figura 10.1). Dista aproximadamente 1.5 km de la margen derecha del río Bogotá y, por lo tanto, es partícipe de la dinámica de inundación del mismo. Fue excavado mediante labores de rescate arqueológico adelantadas durante el primer semestre del año 2001 por la Fundación ERIGAIÉ, con cofinanciación de la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales-Fian. El área de terreno usada para estas labores fue de aproximadamente 13 455 m² y corresponde a un lote donde en la actualidad se encuentra construida una de las bodegas del Parque Industrial San Carlos.

Con base en las propuestas cronológicas previamente formuladas para la región, en los análisis de los materiales cerámicos recuperados en el sitio San Carlos y sus respectivas asociaciones estratigráficas, se estableció una secuencia de ocupación para el sitio (Romano, 2003). Esta incluye los períodos Herrera temprano y Muisca tardío. De hecho, se hace extensiva esta propuesta cronológica al altiplano cundiboyacense (tabla 10.1).

Los trabajos de excavación del sitio se realizaron mediante la implementación de dos técnicas de muestreo: un reconocimiento intensivo y una se-

rie de cortes estratigráficos (Romano, 2003). El reconocimiento intensivo se realizó mediante varias series de pruebas de pala de 50 x 50 cm, mientras que los cortes estratigráficos implicaron áreas de excavación que variaron entre 2 m² y 8 m², dependiendo de la naturaleza de los contextos hallados. De este modo, se llevaron a cabo doce cortes estratigráficos denominados San Carlos I a XII (para una descripción detallada véase el anexo 10.1 de Rincón, 2003). Para el caso del análisis arqueofaunístico no se contemplaron los materiales recuperados mediante las pruebas de pala, debido a que no es factible asociarles un contexto cronoestratigráfico preciso. Los restos de fauna fueron obtenidos de los primeros ocho cortes estratigráficos, de los doce realizados, siendo descartados aquellos niveles que se definieron como alterados por contextos de tipo funerario.

Los materiales arqueológicos, incluidos los vestigios óseos faunísticos, fueron recuperados en su mayoría de forma manual directamente durante el proceso de excavación. Una porción menor fue recuperada a través del tamizado de la tierra extraída en cedazos con apertura de 5 mm. De los perfiles de cada uno de los cortes de 2 x 2 m se tomaron muestras de 5 l por cada nivel de excavación, específicamente para ser cribadas en cedazos con apertura de 4 a 2 mm. Muestras de suelo en un volumen aproximado de 5 l cada una fueron tomadas por cada cuadrícula y nivel de excavación con

el objeto de procesarlas mediante técnica de flotación. El sedimento resultante de este proceso fue sometido a cribado. Todo lo anterior con el fin de muestrear las porciones más fragmentadas de restos arqueofaunísticos y la presencia de microfauna en el yacimiento.

Posteriormente a las labores de inventario, lavado, secado, etiquetado y reconstrucción, el análisis de laboratorio se centró en la recolección de los datos primarios que describen cada vestigio óseo, incluida su determinación anatómica y taxonómica. El análisis de tipo cuantitativo se realizó básicamente a partir de los estimativos del número de restos identificados (NRI) y el número mínimo de individuos (NMI), teniendo en cuenta los criterios propuestos por Clason (1972), Klein y Cruz (1984) y Hesse y Wapnish (1985).

RESULTADOS

De las 17 determinaciones taxonómicas logradas para este conjunto arqueofaunístico, la correspondiente a la especie de venado de cola blanca representó el 57.42 % del total del NRI (tabla 10.2). En cuanto a la representación de esta especie para cada uno de los períodos considerados, se encontró que en ambos casos fue el taxón más abundantemente representado. En el período Herrera el venado constituyó el 41.2 % del total de NRI, seguido por el género de curí *Cavia* sp. con un 37.7 % del NRI (tabla 10.3). Es importante aclarar que el cálculo del NMI se realizó de forma general para el género *Cavia*, a pesar de que algunos vestigios estuvieran determinados a nivel de especie. La especie *Mustela frenata* está sobrerrepresentada en el período Herrera, ya que se encontraron 81 piezas esqueléticas pertenecientes a un mismo individuo. En el período Muisca, la especie *O. virginianus* representó el 64.3 % del NRI, seguido también por el género *Cavia* con un 31 %. En cuanto al estimativo del NMI, en el período Herrera el género *Cavia* registró el mayor NMI (24) seguido por venado de cola blanca con un NMI de cuatro. Para el período Muisca este estimativo de abundancia fue de 36 y 7, respectivamente, para estos dos taxones. La proporción del NMI entre ellos se mantiene muy similar para ambos períodos: seis curíes por cada venado para el período Herrera y cinco curíes por cada venado para el período Muisca (tabla 10.4).

La frecuencia del NRI de *O. virginianus*, es considerablemente diferente entre los períodos Herrera y Muisca. Esta distribución marca la tendencia general observada para el total del conjunto

Respecto al análisis de variables biológicas de la especie se consideró la estimación de edad, para cuya notación se combinaron los sistemas de Deniz-Payne (1982) y el de Mariezkuren (1983) y su determinación se basó en los métodos de Severinghaus (1949), Brokx (1972), Purdue (1983) y el de Larson y Taber (1987). También se consideró la estimación de sexo a partir de los criterios de Edwars *et al.* (1982) y Larson y Taber (1987). El análisis tafonómico tuvo en cuenta características de fracturación según Reitz y Wing (2008), exposición al fuego y marcas, en especial de origen antrópico según consideraciones expuestas por Blasco (1992). El procesamiento de la información se realizó mediante la implementación de una base de datos en Access y, posteriormente, respecto a los estimativos cuantitativos se procedió mediante la utilización de matrices tipo Excel.

arqueofaunístico del sitio San Carlos, en el cual la mayor parte de los vestigios óseos de fauna proceden del período Muisca (79 %). Sin embargo, los momentos intermedios, es decir, Herrera Tardío (18 %) y Muisca Temprano (55 %), así como Muisca Tardío (24 %) presentan frecuencias altas. Por su parte, el período Herrera Temprano presenta la frecuencia más baja (3 %).

La frecuencia más alta de restos identificados como *O. virginianus*, en ambos períodos, corresponde al hueso largo (figuras 10.3 y 10.4). Dentro de esta determinación ósea se incluyen aquellos fragmentos que representan sectores diafisales de huesos largos, es decir, los que conforman las extremidades tanto anteriores como posteriores. El grado de fragmentación de los restos dificultó la identificación ósea. Sin embargo, a través de su estructura y morfología ósea se tiene una alta certeza de que los restos corresponden a *O. virginianus*. Del mismo modo, gracias a que no se encontraron restos de animales similares al venado cola blanca, que dificultaran su identificación, resulta altamente seguro afirmar que estos restos son de esta especie.

Respecto al período Herrera es posible afirmar que existe representatividad de todas las partes esqueléticas del venado dentro de este conjunto arqueofaunístico, aunque generalmente corresponde a una frecuencia inferior al 5 % del NRI. Tan solo cuatro elementos registran una frecuencia entre el 5 y el 10 %, en su orden: falanges, costillas, vértebras y cráneo. Sin embargo, esta relativa alta frecuencia debe ser revisada con prudencia.

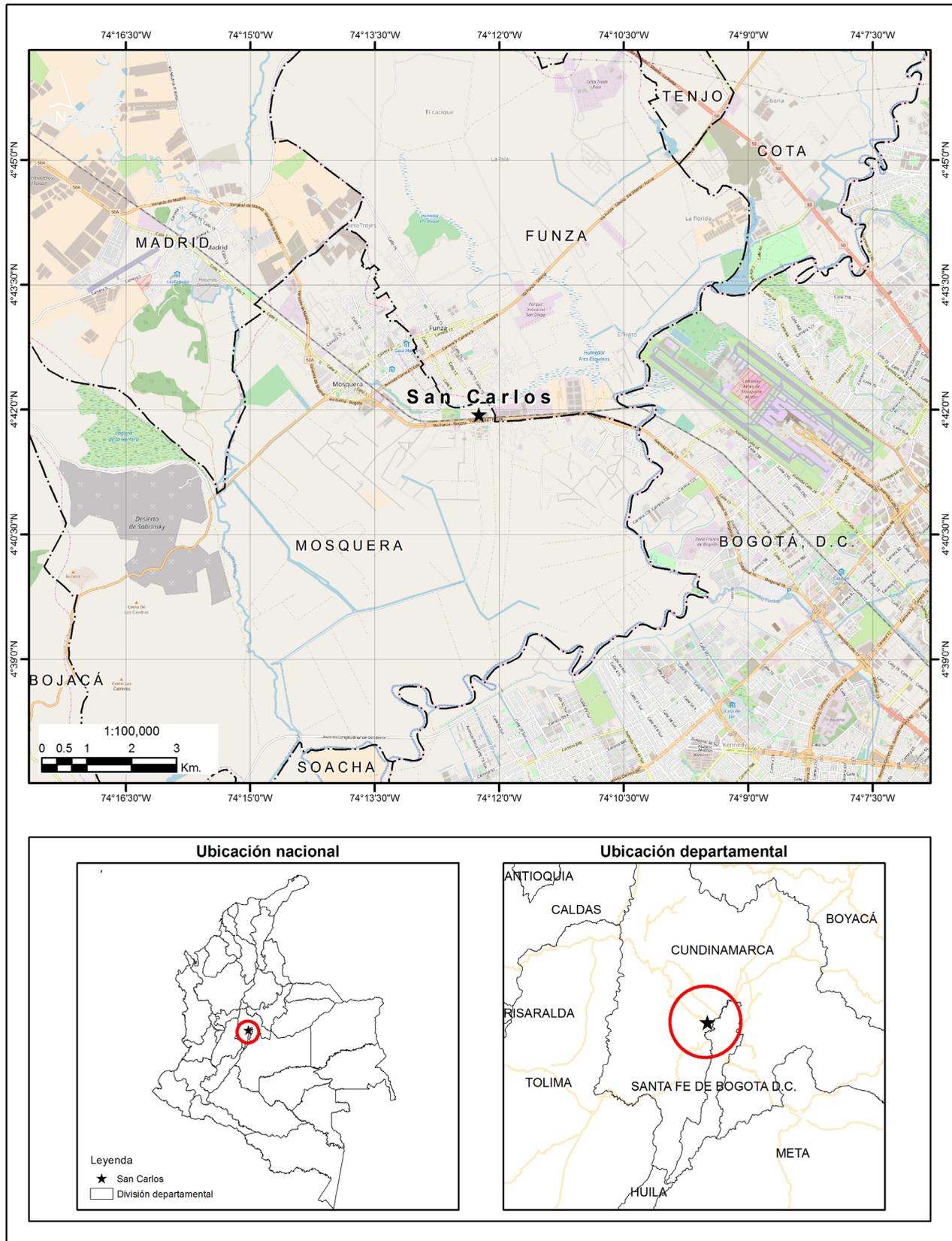


Figura 10.1. Ubicación del sitio arqueológico San Carlos, municipio de Funza, Colombia.

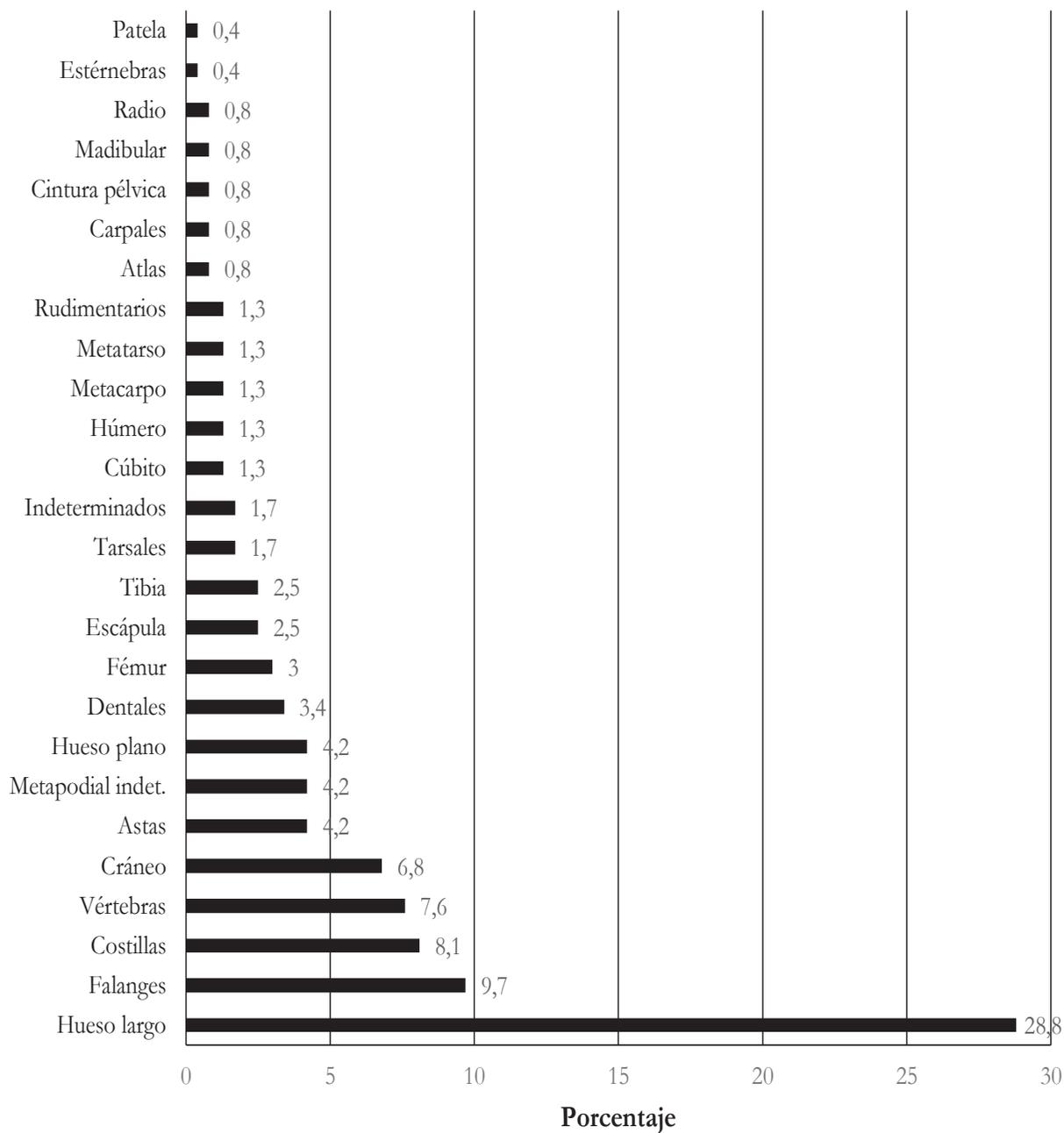


Figura 10.2. Representatividad esquelética de *O. virginianus* para el período Herrera en San Carlos, municipio de Funza.

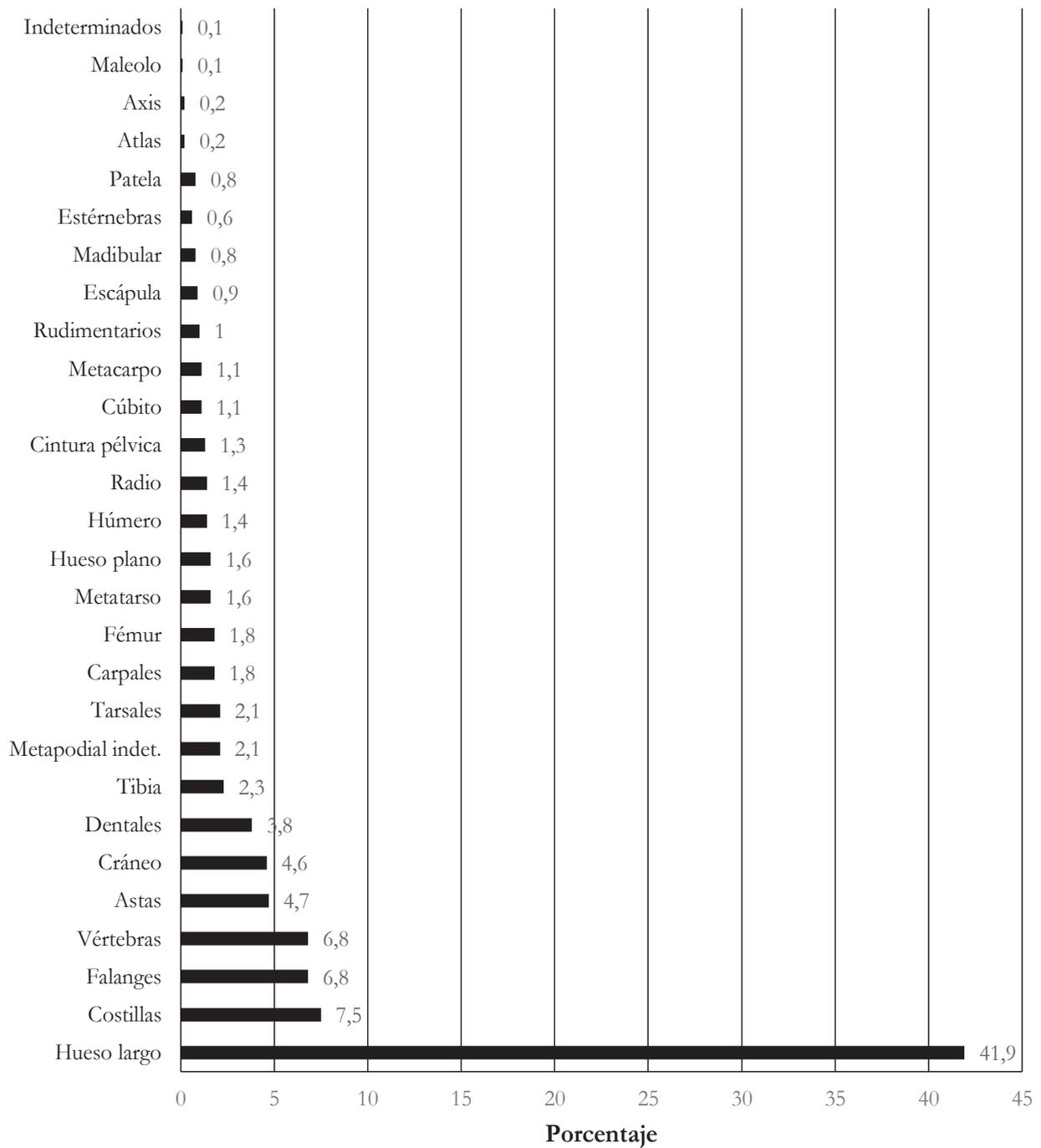


Figura 10.3. Representatividad esquelética de *O. virginianus* para el período Muisca. en San Carlos, municipio de Funza.

Tabla 10.1. Propuesta cronológica de Romano (2003) para el Altiplano Cundiboyacense.

| Período | Cobertura cronológica |
|------------------|-----------------------|
| Herrera Temprano | S. IX a.C-S. I d.C |
| Herrera Tardío | S. I d.C-S. VII d.C |
| Muisca Temprano | S. VII d.C-S. XI d.C |
| Muisca Tardío | S. XI d.C-S. XVI d.C |

Tabla 10.2. Determinaciones y NRI en el sitio San Carlos (Funza).

| Taxón | Porcentaje | NRI | Nivel Taxonómico | Nombre común |
|-------------------------------|------------|------|------------------|---------------------------------|
| Gastrópodo | 0.05 | 1 | Clase | Caracoles o babosas |
| <i>Eremophilus mutissii</i> | 2.07 | 40 | Especie | Capitán |
| Anuro | 0.05 | 1 | Orden | Ranas |
| Ave | 1.97 | 38 | Clase | Ave |
| ANATIDAE | 0.21 | 4 | Familia | Pato |
| <i>Zenaida auriculata</i> | 0.10 | 2 | Especie | Torcaza |
| SIGMODONTINAE | 0.36 | 7 | Subfamilia | Ratas y ratones del Nuevo Mundo |
| <i>Mustela frenata</i> | 4.25 * | 82 | Especie | Comadreja |
| <i>Cavia</i> sp. | 29.46 | 568 | Género | Curí |
| <i>Cavia anolaimae</i> | 3.16 | 61 | Especie | Curí silvestre |
| <i>Cavia porcellus</i> | 0.36 | 7 | Especie | Curí doméstico |
| <i>Cuniculus paca</i> | 0.05 | 1 | Especie | Paca, lapa |
| <i>Cuniculus taczanowskii</i> | 0.16 | 3 | Especie | Paca o lapa de montaña |
| CANIDAE | 0.21 | 4 | Familia | Cánidos |
| <i>Canis lupus familiaris</i> | 0.10 | 2 | Especie | Perro doméstico |
| <i>O. virginianus</i> | 57.42 | 1107 | Especie | Venado de cola blanca |
| Total general | 100 | 1928 | | |

* 81 elementos corresponden a restos de un único individuo.

Número de restos identificados: NRI

Tabla 10.3. Fauna del período Herrera en San Carlos, municipio de Funza.

| Taxón | Porcentaje NRI | NRI | NMI |
|-------------------------------|----------------|-----|-----|
| <i>O. virginianus</i> | 41.2 | 236 | 4 |
| <i>Cavia</i> sp. | 37.7 | 216 | 24 |
| <i>Mustela frenata</i> | 14.1 | 81 | 1 |
| Ave | 3.0 | 17 | 2 |
| <i>Eremophilus mutissii</i> | 2.1 | 12 | 2 |
| SIGMODONTINAE | 0.9 | 5 | 2 |
| <i>Zenaida auriculata</i> | 0.3 | 2 | 1 |
| <i>Cuniculus taczanowskii</i> | 0.3 | 2 | 1 |
| <i>Cuniculus paca</i> | 0.2 | 1 | 1 |
| ANATIDAE | 0.2 | 1 | 1 |
| Total Período Herrera | 100 | 573 | |

NRI: Número de restos identificados

NMI: Número mínimo de individuos

Tabla 10.4. Fauna del período Muisca en San Carlos, municipio de Funza.

| Taxón | Porcentaje NRI | NRI | NMI |
|-------------------------------|----------------|------|-----|
| <i>O. virginianus</i> | 64.3 | 871 | 7 |
| <i>Cavia</i> sp. | 31.0 | 420 | 36 |
| <i>Eremophilus mutissii</i> | 2.1 | 28 | 2 |
| Ave | 1.5 | 21 | 2 |
| CANIDAE | 0.3 | 4 | 1 |
| ANATIDAE | 0.1 | 3 | 1 |
| SIGMODONTINAE | 0.1 | 2 | 1 |
| Gastrópoda | 0.1 | 1 | 1 |
| Anuro | 0.1 | 1 | 1 |
| <i>Mustela frenata</i> | 0.1 | 1 | 1 |
| <i>Cuniculus taczanowskii</i> | 0.1 | 1 | 1 |
| Total período Muisca | 100 | 1355 | |

NRI: Número de restos identificados

NMI: Número mínimo de individuos

Dentro del subconjunto falanges se está incluyendo un total de 24 elementos, teniendo en cuenta que cada venado posee tal número de falanges, mientras que, por ejemplo, los huesos largos de las extremidades se consideran de forma individual. Similar situación, aunque de menores dimensiones, presentan los elementos agrupados bajo la categoría de craneales (astas, cráneo, mandibulares y dentales). En el caso de las costillas es importante reconocer que fueron sometidas a un fuerte proceso de fragmentación, por lo cual aparecen sobrerrepresentadas. Situación semejante registran las vértebras (figura 10.2).

Tal como ocurre con el período Herrera, para el período Muisca la frecuencia esquelética permite evidenciar la presencia de todas las partes del cuerpo del venado. Igualmente, los huesos largos indeterminados son los elementos mayormente representados, en este caso con un 41.9 %. Si se le agrega la sumatoria de los porcentajes del NRI de huesos largos determinados (húmero, radio, metacarpo, fémur, tibia, metatarso y metapodial indeterminado) esta proporción incrementa al 53.6 %. Esto indica que los huesos largos son los que mayor presencia reportan en el sitio a despecho de elementos craneales, axiales (vértebras, estérnebras, cráneo posterior) y de los extremos más distales (tarsales, carpales y falanges) (figura 10.3).

Como se mencionó para el período Herrera, el nivel de fragmentación de tales elementos incide notablemente en una sobrerrepresentación de los mismos. Esta situación es similar para costillas y vértebras, las cuales aparecen respectivamente con la segunda y tercera frecuencia mayor. Las falanges, que están en tercer lugar con un porcentaje igual al de las vértebras, registran el inconveniente mencionado de la sobrerrepresentación. Todos los demás elementos registran porcentajes de abundancia menores al 5 %. No obstante, astas, cráneo y dentales se encuentran en su orden entre el 3 % y 5 %. En una primera mirada, sería posible afirmar que la cabeza registra una relativa alta representación. Sin embargo, el mandibular —que es un elemento discriminado separadamente, pero que hace parte del conjunto cabeza— apenas registra un 0.8 %. Las astas en general se encontraron altamente fragmentadas al igual que los dentales, a pesar de que la dureza de estos últimos los hace menos susceptibles de verse afectados por procesos de deterioro.

Las variables biológicas examinadas fueron el sexo y la edad, y su determinación se realizó sobre el estimativo del NMI. Para el período Herrera fue estimado un NMI de cuatro, de los cuales dos correspondieron a individuos no adultos y dos a adultos. Datos sobre sexo para este período no fueron

obtenidos, aparte de diez fragmentos de astas que en realidad no permiten una cuantificación de esta variable en términos del NMI. Para el período Muisca el NMI fue estimado en siete, de los cuales tres correspondieron a individuos no adultos. Los otros cuatro pueden determinarse como adultos, aunque es posible que incluyan adultos muy jóvenes, debido a que los extremos epifisales de los huesos que más datos aportaron para este conteo (fémur y húmero) se fusionan en momentos diferentes. Si bien los extremos distales considerados incluyen cuatro elementos fusionados, es muy posible que el sector proximal de los mismos presentara aún fusión evidente.

Desafortunadamente no fue posible analizar el criterio de erupción y desgaste dental con relación al NMI, puesto que los huesos que sirvieron de base para este estimativo no fueron mandibulares ni maxilares. Sin embargo, teniendo en cuenta la clasificación en categorías de edad definida a partir de erupción y desgaste dental, se encontró que del NMI determinado para el período Herrera, que fue de cuatro: dos correspondieron a adultos y dos a no adultos. Respecto a las piezas dentales se tiene que dos vestigios pertenecieron a individuos no adultos y otros dos, a adultos.

Para el período Muisca se pudo extraer información a partir de veinte restos. Diez de ellos pertenecieron a individuos no adultos, cinco a adultos y dos a adultos viejos; mientras que tres registraron características tanto de no adultos como de adultos. Si bien esta información da una idea de la composición por edades de los venados cazados, no es determinante. Por un lado, el tamaño de la muestra considerada no es significativa en términos estadísticos y, por otro, la posibilidad de tener en cuenta varios criterios tampoco pudo ser implementada.

Datos acerca de la variable sexo a partir de huesos distintos a astas (41 restos) fueron observables tan solo en tres casos. Uno de ellos correspondió al frontal de un individuo femenino adulto joven. Los otros dos, un frontal y un trozo de cintura pélvica, fueron determinados como individuos masculinos. Sin embargo, se insiste en la poca representatividad de estos elementos, situación que no permite elaborar conclusiones precisas.

Tan solo el 2.6 % del total del NRI presentó marcas de modificación. Las de origen antrópico se consideraron según dos posibilidades: que fueran realizadas durante alguna fase de las rutinas de procesamiento o que fueran efectuadas con el objeto de elaborar útiles o cualquier otro tipo de artefacto. Tan solo quince huesos presentaron modifica-

ciones tipo artefacto. Estas modificaciones fueron realizadas en su mayoría sobre restos identificados como *O. virginianus* y de ellas se destaca un cuchillo perforado elaborado sobre un metapodial indeterminado procedente del período Herrera. Del período Muisca se destacan una aguja, un perforador, un artefacto espatulado y dos indeterminados, todos elaborados sobre hueso largo indeterminado, y finalmente un artefacto indeterminado elaborado sobre costilla.

Evidencias de fases de procesamiento fueron detectadas en 26 restos, 20 de ellos identificados como *O. virginianus*: dos huesos largos indeterminados, una falange y un metatarso provienen del período Herrera. Cuatro falanges, un axis, una cintura pélvica, una costilla, un cúbito, cuatro huesos largos indeterminados, un metapodial y tres tibias se asocian al período Muisca. Otra característica que se tuvo en cuenta en el análisis realizado fue el tipo de fractura presentada en huesos largos respecto al eje longitudinal de los mismos. Del total de NRI, un 52 % evidenció esta característica sobre restos de aves, curí y venado de cola blanca. La fracturación de huesos largos permite establecer si esta tuvo lugar cuando el hueso estaba aún fresco o seco (Blasco, 1992). Lo primero se relaciona con procedimientos de extracción de médula o triturado del tejido óseo más distal para extraer grasa. La fracturación en estado seco se asocia con la elabo-

ración de artefactos (Blasco, 1992). Excepto las de tipo longitudinal que indican una fracturación en estado seco, las demás refieren esta acción cuando el hueso aún está fresco.

Se aprecia que del total de NRI de *O. virginianus*, que evidenció fracturación para el período Muisca, un 79 % fue realizada en estado seco y un 21 % en estado fresco. Para el período Herrera esta relación es similar, un 73 % en estado seco y un 27 % en estado fresco. La semejanza de porcentajes entre los dos períodos ayuda a confirmar que entre ambos existe una gran similitud respecto a prácticas de procesamiento. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el alto índice de fracturas hechas en estado seco puede estar traslapando acciones de fracturación previas que hubiesen sido realizadas en estado fresco.

Un último aspecto relacionado con las modificaciones tiene que ver con la exposición de los restos a la acción del fuego. Del total del NRI dentro del conjunto arqueofaunístico del sitio San Carlos el 11 % presenta este tipo de modificación sobre huesos de *Eremophilus mutissii*, aves, *Cavia* sp. y *O. virginianus*. Lo anterior permite corroborar que el uso de estos animales implicó su procesamiento con fines de consumo. Con respecto a este comportamiento entre los períodos Herrera y Muisca es de apreciar que no existen marcadas diferencias.

DISCUSIÓN

El análisis general del conjunto de restos arqueofaunísticos del sitio San Carlos indica que tanto a nivel cualitativo como cuantitativo se registra una gran similitud entre los restos asociados al período Herrera y los asociados al período Muisca. Del NRI en todo el conjunto, un 70.3 % pertenece al período Muisca, mientras que un 29.7 % procede del período Herrera, situación que corresponde con un escenario esperado teniendo en cuenta que los índices demográficos humanos para el período Herrera son notablemente menores con respecto al Muisca. Aunque, desde otra óptica, puede ser factible pensar en un tiempo de ocupación más amplio para el período Muisca.

Respecto a las características de abundancia y diversidad en el interior de cada uno de estos períodos, y recordando que el estimativo más válido es el del NMI, los 81 elementos identificados como pertenecientes a un único individuo de *M. frenata* incrementan la representación de esta especie para el período Herrera. Si se hace el ejercicio de tomar-

lo como un elemento y se compara con los del período Muisca, se aprecia que son aún más próximas las cuantificaciones entre ambos períodos. Las diferencias respecto a taxones determinados para cada período son mínimas. Para el período Muisca se tiene que hay cuatro taxones no representados en el período Herrera, que son la especie *Canis familiaris*, la familia Canidae, la clase Gastrópoda y el orden Anura. De igual manera, para el período Herrera hay dos taxones no representados en la fauna del período Muisca: la especie de ave *Zenaida auriculata* y el roedor de la especie *Cuniculus paca*.

O. virginianus, *Cavia* sp. y *Cavia anolaimae* ocuparon un mismo orden en cuanto al NRI. Si bien, estos dos géneros constituyen más del 90 % de la muestra para cada período, la proporción entre ellos es diferente. Para el período Herrera parece haber un mayor consumo de curí a despecho del venado, teniendo en cuenta el estimativo del NRI. Sin embargo, a nivel del NMI esta proporción se mantiene muy similar, es decir, un venado por cada seis curíes en el período Herrera y un venado por cada cinco curíes en el período Muisca. El hecho de que la fau-

na representada en el sitio San Carlos, para ambos períodos, incluya básicamente dos especies permite sugerir respecto a la oferta faunística del sitio que la diversidad de este conjunto es mínima.

En otros sitios en la Sabana de Bogotá con reportes de fauna herrera (Chía II, Zipacón I y Zipaquirá 5) se encuentra que para este período las especies más representadas son el curí y el venado. En San Carlos este orden se invierte. Sin embargo, es de anotar que las muestras de estos sitios no son estadísticamente significativas y que, además, en ninguno de ellos se consideraron técnicas de recuperación que permitieran la obtención de restos de muy pequeñas dimensiones.

Para el caso de sitios muisca con reportes de fauna de la Sabana de Bogotá (Candelaria, Las Delicias, Portalegre y Sueva I) se tienen el venado, el curí y el capitán, *Eremophilus* sp., en su orden, como las especies más representadas. El venado incluye identificaciones de *Mazama* sp. que es la otra especie de venado presente en el área, pero que no fue determinada en San Carlos. En estos sitios tampoco se utilizaron técnicas de recuperación de elementos de mínimas dimensiones. Todos estos sitios coinciden en que están ubicados cerca al río Tunjuelito, lo cual explica la abundancia de capitán, cuya presencia en el caso de San Carlos puede entenderse de igual forma respecto a su cercanía con el humedal de Gualí y con el río Bogotá.

La información sobre venado derivada de fuentes etnohistóricas acerca de la fauna muisca presenta dos situaciones en apariencia contradictorias. Por un lado, los conquistadores se declararon abrumados por la gran cantidad de carne de venado que les era ofrendada. Del mismo modo, la carne y los cueros de venado entraban en el circuito de tributación existente, aún antes de instaurarse el régimen de dominación española. Por otro lado, existen referencias respecto a cierto acceso restringido o diferenciado sobre esta especie entre ciertos segmentos sociales. Sin embargo, la alta representatividad del venado de cola blanca para el caso de ambos períodos en el sitio San Carlos y en los demás sitios con ocupación muisca en la Sabana de Bogotá parece ir en contra de esta última información. Legast (1998) soluciona tal contradicción proponiendo como hipótesis que este supuesto acceso restringido debió aplicarse al género *Odocoileus* y no al *Mazama*. Los resultados obtenidos en el sitio San Carlos, al igual que en los otros sitios de la Sabana, no ratifican esta propuesta. Al contrario, sería necesario afirmar que de ser cierta, era aplicada sobre el género *Mazama* y no sobre el *Odocoileus*.

La gran abundancia de venado de cola blan-

ca y su alto consumo es consecuente con la información etnohistórica inicialmente referida que fue relatada por los cronistas españoles (Piedrahita, 1987). La representatividad esquelética de venado en el sitio San Carlos pone de manifiesto que, a pesar de evidenciarse presencia de elementos craneales, la tendencia mostrada sugiere una mayor representatividad de los elementos poscraneales.

Los huesos largos son los más susceptibles de ser sometidos a procesos de fracturación, tanto para extracción de médula como para elaboración de artefactos, lo cual puede implicar que aparezcan sobrerrepresentados. Sin embargo, es posible afirmar que —en la mayoría de los casos— estos individuos pudieron haber sido traídos al sitio sin sus cráneos, o por lo menos sin buena parte de ellos. Esto a su vez conllevaría a suponer que fueron inicialmente procesados en otros contextos. A partir de observaciones etnográficas sobre acciones de amontonamiento de restos derivados de tareas como el descuartizamiento de grandes mamíferos, Binford (1988) encontró que la disposición final de los mismos se relaciona ampliamente con el tamaño del área requerida y la continuidad en el uso de la misma. Es decir, dado el caso de que estos venados hubiesen sido descuartizados en el yacimiento mismo, cabe la posibilidad de que las tareas de limpieza desarrolladas sobre áreas de intenso uso, como residencia y sus alrededores, fuesen también intensas. Esto particularmente respecto a la recogida y disposición de huesos grandes y sin gran aporte medular como los del cráneo y las astas.

Se sabe que las pieles de venado eran altamente aprovechadas y que la extracción de la piel puede implicar que algunas partes del cráneo fueran extraídas con ella, al igual que las partes más distales de las extremidades como las falanges y los elementos carpales y tarsales. La relativa alta presencia de astas puede obedecer tanto al grado de fracturación a que fueron sometidas como al hecho de poder ser obtenidas sin que necesariamente el venado fuera cazado. Igualmente, los machos de venado mudan sus astas anualmente, por lo cual es posible que sean recogidas en el lugar en que el animal las haya desechado.

Ni a nivel de huesos modificados a manera de artefactos, ni en cuanto a pautas de procesamiento fue posible establecer diferencias significativas entre los períodos Herrera y Muisca. Para ambos períodos las evidencias de fases de procesamiento del venado de cola blanca evidencian desarticulación, fileteado y señales de extracción de piel y de médula, esta última en términos de perforaciones y de fracturación. Perforadores, punzones y agujas fueron elaborados preferencialmente sobre huesos

de venado. Este resultado aportaría a la propuesta de Legast (1998) sobre de la existencia de una relación simbólica entre el venado de cola blanca y el arte de los textiles, la cual se podría hacer extensiva a todo el período cerámico y no solo a su fase final Muisca.

Respecto a si las fracturas de huesos largos fueron realizadas en estado seco o fresco y en cuanto a su diferenciación entre los dos períodos, se tiene que tal dato resulta relevante para el caso del venado. Esta proporción es muy similar entre ambos períodos, más alta para el caso de las fracturas realizadas en estado seco y menor para las efectuadas en estado fresco. Como se mencionó anteriormente, las fracturas en estado seco pueden estar traslapando las que fueron realizadas en estado fresco, por lo cual no es posible descartar que en ambos períodos el aprovechamiento de la médula ósea de huesos largos haya sido marcadamente significativo.

En general y con base en las similitudes mencionadas, el análisis de fauna realizado permite suponer que las gentes del período Muisca compartían en alto grado con las del período Herrera sus preferencias en torno a la fauna consumida y a la manera de consumirla. No obstante, queda por dilucidar en qué grado o en qué forma. Así mismo, se mantiene el interrogante respecto a si pudieron haber variado los aspectos relacionados con la organización social desplegada al momento de implementar las estrategias de subsistencia asociadas con la obtención y procesamiento de proteína animal. Adicionalmente, la fauna asociada al sitio San Carlos es característica de los ecosistemas implicados

en la subregión Sabana de Bogotá, en especial los correspondientes a humedal y páramo, a excepción de un único elemento de *C. paca*, común en tierras bajas. Por todo ello, no es posible afirmar que existan evidencias según las cuales haya tenido lugar un acceso a fauna de zonas de vida diferentes a las involucradas en la Sabana de Bogotá. Sin embargo, es importante recordar que la mínima presencia de este tipo de fauna, como loro y zaíno, ha sido reportada en otros sitios muisca (Correal, 1979, 1990). Explorar el alcance del área de captación de este sitio requiere de datos adicionales que por el momento están en proceso de obtención.

Efectivamente, el análisis arqueofaunístico realizado demuestra que en el sitio de San Carlos el taxón más abundantemente representado corresponde al venado de cola blanca, situación que se presenta de forma reiterada en casi todos los sitios arqueológicos con ocupación cerámica y reportes de fauna ubicados en la Sabana de Bogotá. Esta situación se hace extensiva a los sitios arqueológicos con registro de ocupaciones precerámicas de la misma subregión.

Finalmente, la principal limitante de este análisis respecto a la evaluación de variables biológicas, en particular para el caso del venado de cola blanca, se relaciona con la mínima o la inexistencia de un cuerpo de datos base elaborado a partir de información osteológica. La consecución de pronunciamientos precisos al respecto subraya la necesidad de promover la realización de este tipo de estudios.

LITERATURA CITADA

- ARDILA, G. 1984. *Chía: Un sitio precerámico en la Sabana de Bogotá*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- BINFORD, L.R. 1988. *En busca del pasado. Descifrando el registro arqueológico*. Editorial Crítica, Grupo editorial Gijalbo, Barcelona.
- BLASCO, M. 1992. *Tafonomía y prehistoria. Métodos y procedimientos de investigación*. Departamento de Ciencias de la antigüedad (Prehistoria, Universidad de Zaragoza. Departamento de Cultura y Educación, Zaragoza.
- BOADA R., A.M. 2006. *Patrones de asentamiento regional y sistemas de agricultura intensiva en Cota y Suba, Sabana de Bogotá (Colombia)*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- BOADA R., A.M., S. MORA Y M. THERRIEN. 1988. *La arqueología: cultivo de fragmentos cerámicos*. Debate sobre la clasificación cerámica del altiplano Cundiboyacense. *Revista de Antropología* IV (2): 163-197.
- BOTIVA, A. 1988. Pérdida y rescate del patrimonio arqueológico nacional. *Arqueología: Revista de Estudiantes de Antropología, Universidad Nacional de Colombia* 5:3-35.
- BROKX, P. 1972. Age determination of venezuelan white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* 36(4): 1060-1067.
- CARDALE, M. 1981. *Las salinas de Zipaquirá: Su explotación indígena*. Fian, Banco de la República, Bogotá.

- CASTILLO, N. 1984. *Arqueología de Tunja*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CLASON, A.T. 1972. Some remarks on the use and presentation of archaeozoological data. *Helenium* 12(2):139-153.
- CORREAL, G. 1979. Investigaciones arqueológicas en abrigos rocosos de Nemocón y Sueva. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1981. *Evidencias culturales y megafauna pleistocénica en Colombia*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1987. Excavaciones arqueológicas en Mosquera. *Arqueología: Revista de estudiantes de antropología*. Universidad Nacional de Colombia 1:13-17.
- CORREAL, G. 1990. *Aguazuque. Evidencias de cazadores, recolectores y plantadores en la altiplanicie de la cordillera oriental*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. Y M. PINTO N. 1983. *Investigación arqueológica en el municipio de Zipacón, Cundinamarca*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G., T. VAN DER HAMMEN Y J.C. LERMAN. 1969. Artefactos líticos en abrigos rocosos de El Abra, Colombia. *Revista Colombiana de Antropología* 14: 11-46.
- CORREAL, G. Y T. VAN DER HAMMEN. 1977. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama: 11 000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.
- DENIZ, E. Y S. PAYNE. 1982. Eruption and wear in the mandibular dentition as a guide to ageing Turkish Angora goats. En: B. Wilson, C. Grigson y S. Payne (eds.), *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*: 155-205. Bar British Series, Oxford.
- EDWARDS, J., R. MARCHINTON Y G. SMITH. 1982. Pelvic girdle criteria for sex determination of white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* 46(2): 544-547.
- ENCISO, B. 1989. Arqueología en el área urbana de Bogotá. *Boletín de Arqueología-Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales* 4(2): 25-32.
- ENCISO, B. 1991. Arqueología de rescate en el barrio Las Delicias, Bogotá. *Revista Colombiana de Antropología* 28: 155-160.
- ENCISO, B. 1993. El ocaso del sol de los venados. Arqueología de rescate en la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Antropología* 30: 149-182.
- ENCISO, B. 1996. Fauna asociada a tres asentamientos Muisca del sur de la Sabana de Bogotá. En: B. Enciso y M. Therrien (Compiladoras), *Bioantropología de la Sabana de Bogotá, siglos VII AL XVI DC*: 40-58. Ican-Colcultura, Bogotá.
- GROOT, A.M. 1992. *Checua. Una secuencia cultural entre 8500 y 3000 años antes del presente*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- HESSE, B. Y P. WAPNISH. 1985. *Animal bone archaeology: from objectives to analysis*. Manuals on archeology N.º 5. University of Alabama-Birmingham and Smithsonian Institution, Taraxacum-Washington.
- KLEIN, R.G. Y K. CRUZ U. 1984. *The analysis of animal bones from archeological sites*. Chicago University Press, Chicago.
- LANGENBAEK R., C.H. 1995. *Arqueología regional en el territorio Muisca. Estudio de los Valles de Fúquene y Susa*. University of Pittsburg, Pittsburg.
- LANGENBAEK R., C.H. 2000. Recientes investigaciones etnohistóricas y arqueológicas sobre la evolución de los cacicazgos Muisca. El caso de los valles de Fúquene y Susa. En: B. Enciso y M. Therrien (Compiladoras), *Sociedades complejas en la Sabana de Bogotá*: 59-76. Instituto Colombiano de Antropología e Historia-Colcultura, Bogotá.
- LARSON, J. Y R. TABER. 1987. Criterios para determinar el sexo y la edad. En: R. Rodríguez (ed.), *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*: 151-213. Wildlife Society, Bethesda, Estados Unidos de América.
- LLERAS, R. 1995. Diferentes oleadas de poblamiento en la prehistoria tardía de los Andes Orientales. *Boletín del Museo del Oro* 38-39: 3-11.
- LEGAST, A. 1998. La fauna Muisca y sus símbolos. *Boletín de Arqueología-Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales* 3: 5-103.
- MARIEZKURRENA, K. 1983. Contribución al conocimiento del desarrollo de la dentición y el esqueleto postcranial de *Cervus elaphus*. *Munibe* 35: 149-202.



- PEÑA, G. 1991. *Exploraciones arqueológicas en la cuenca media del río Bogotá*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- PIEDRAHITA, L.F. 1987. *Historia general de la conquista del Nuevo Reino de Granada*. Imprenta de Medardo Rivas, Bogotá.
- PINTO, M. 2003. *Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- PURDUE, J. 1983. Epiphyseal Closure in White-Tailed Deer. *The Journal Wildlife Management* 47(4): 1207-1213.
- REITZ, ELIZABETH Y ELIZABETH WING. 2008. *Zooarchaeology*. Cambridge Manuals in archaeology. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge. 533 pp.
- RINCÓN, L. 2003. La fauna arqueológica del sitio San Carlos, municipio de Funza, sabana de Bogotá. Monografía de grado. Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RIVERA, S. 1992. *Neusa: 9000 años de ocupación humana en el páramo*. Fian, Banco de la República, Santafé de Bogotá.
- RODRÍGUEZ, J.V. 1992. Características físicas de la población prehispánica de la cordillera Oriental: implicaciones etnogénicas. *Marguaré* 8: 7-45.
- RODRÍGUEZ, J.V. 1999. *Los Chibchas, pobladores antiguos de los Andes orientales: adaptaciones bioculturales*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- RODRÍGUEZ, J.V. 2001. Craneometría de la población prehispánica de los Andes Orientales de Colombia: diversidad, adaptación y etnogénesis. Implicaciones para el poblamiento americano. En: J.V. Rodríguez (ed.), *Los chibchas. Adaptación y diversidad en los Andes Orientales de Colombia*: 251-310. Colciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ROMANO, F. 2003. San Carlos: documentado trayectorias evolutivas de la organización social de unidades domésticas en un cacicazgo de la sabana de Bogotá (Funza-Cundinamarca). *Boletín de Arqueología* 18: 3-51.
- SEVERINGHAUS, C.W. 1949. Tooth Development and Wear as Criteria of Age in White-Tailed Deer. *The Journal Wildlife Management* 13(2):195-216.

CAPÍTULO 11

Revisión de los registros arqueológicos de venado cola blanca en la Sabana de Bogotá

Germán Alberto Peña-León y Luz Stella Rincón-Rodríguez

RESUMEN

A partir de la revisión de los reportes de arqueofauna presentados en publicaciones relacionadas con excavaciones arqueológicas realizadas en el área de la Sabana de Bogotá, se presenta un balance descriptivo de los alcances de los mismos, en particular para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*. Estos alcances se evalúan en términos de análisis cuantitativos, variables biológicas y análisis tafonómicos.

Palabras clave: Arqueozoología, Sabana de Bogotá, venado cola blanca.

ABSTRACT

An overview of archaeofaunistic reports from publications related to archaeological excavations carried out in the Sabana de Bogotá, is presented, with a focus on the importance of the white-tailed deer *Odocoileus virginianus*. Aspects of these reports that were evaluated include quantitative analyses, biological variables and taphonomic analyses.

Keywords: Archaeozoology, Sabana de Bogotá, white-tailed deer.

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca, *O. virginianus*, es considerado una de las principales especies cinegéticas del continente americano. En Colombia ha sido presa de caza desde finales del Pleistoceno, hace aproximadamente 12 000 años, por parte de los primeros grupos humanos que vivieron en la Sabana de Bogotá distribuidos en pequeñas bandas de cazadores y recolectores. Dentro de la arqueología colombiana a esta etapa se le conoce como Paleolítico, etapa precerámica o etapa lítica, la cual finalizó en esta región hace alrededor de 3000 años.

Las manifestaciones iniciales registradas para la Sabana de Bogotá de grupos humanos que fabricaron utensilios cerámicos tienen lugar hace aproximadamente 3300 años. Estos grupos asociados al período conocido técnicamente como Herrera combinaron sus actividades agrícolas con la caza principalmente de venado cola blanca y curíes, *Cavia* sp. Sus vestigios materiales se identifican hasta hace alrededor de 1300 años, época en la cual se empezaron a evidenciar manifestaciones culturales relacionadas con grupos del período Muisca, quienes mantuvieron estrategias de caza similares a las de sus predecesores.

Con el fin de lograr un acercamiento a la relación que existió entre las poblaciones humanas prehispánicas asentadas en la Sabana de Bogotá en sus distintas épocas y las poblaciones de venado cola blanca, se presenta a continuación un balance de los resultados obtenidos en las principales investigaciones realizadas en las últimas cuatro décadas. Se espera contribuir a determinar el alcance de los análisis arqueofaunísticos realizados en términos de identificación taxonómica, estimados de abundancia, evaluación de variables biológicas y estudio de variables tafonómicas durante las etapas precerámica y cerámica.

Al respecto, dentro de los objetivos de un estudio arqueofaunístico, la identificación taxonómica de los especímenes pretende —de ser posible— llegar a niveles de identificación que permitan conocer las especies presentes, para lo cual se requiere contar con una completa colección de referencia que contenga una gran variedad de especies contemporáneas características del área de estudio. Por otra parte, los estimados de abundancia contribuyen al estudio de la estructura y diversidad de las antiguas comunidades faunísticas explotadas por

parte de los grupos humanos en el pasado; para ello son tenidos en cuenta los estudios ecológicos de poblaciones de especies actuales no demasiado alejadas en el tiempo. Igualmente, los análisis de colecciones arqueológicas permiten estimar la densidad relativa de las especies y su relación con los posibles hábitats de origen. Estos análisis aportan información con miras a la reconstrucción de procesos paleoambientales, al igual que sobre las estrategias de explotación que originaron los conjuntos faunísticos recuperados y además contribuyen al conocimiento de la antigua distribución de las poblaciones animales (Davis, 1989; Reitz y Wing, 2008).

Los principales indicadores para cuantificar la abundancia son el número de restos identificados (NRI) y el número mínimo de individuos (NMI), los cuales se complementan mutuamente y sirven para estimar tanto la abundancia de las diversas especies como la de sus porciones esqueléticas, permitiendo además establecer relaciones entre los momentos de ocupación de un yacimiento o comparaciones globales entre yacimientos (Chaplin, 1971; Casteel, 1977; Grayson, 1984; Klein y Cruz-Uribe, 1984).

Por su parte, la evaluación de variables biológicas tales como edad y sexo permiten conocer las principales características que diferencian a los individuos en el interior de las poblaciones (Krebs, 1985). El análisis de estas variables en los conjuntos arqueofaunísticos refleja en mayor o menor medida la composición de las poblaciones naturales, constituyendo indicadores sensibles para inferir características de la población cazada y para evaluar el uso sustentable (Emery, 2003, 2007; Blick, 2007; Etnier, 2007; McKechnie, 2007; McNiven y Bedingfield, 2008). Como resultado de estos análisis, en algunos casos se pone en evidencia la sobreexplotación de recursos, la cual no necesariamente está relacionada con la explotación de recursos por parte de comunidades grandes, ya que pequeñas poblaciones humanas en tiempos precolombinos fueron capaces de afectar la abundancia y la estructura de población de las especies capturadas (Blick, 2007).

La estimación de la edad se basa tradicionalmente en análisis osteométricos, estudio de la fusión epifisaria, cierre de suturas y reemplazo dentario. Estudios más recientes basados en la ecología y el manejo de poblaciones han proporcionado otras técnicas, tales como el estudio de las líneas de incremento y la cuantificación del desgaste dentario, las cuales pueden llegar a proporcionar edades absolutas. La identificación de los sexos puede ser analizada a través de las características morfológicas de algunos huesos y el análisis osteométrico. La evaluación de talla y masa corporal puede realizarse a partir de comparaciones directas con los ejemplares

de referencia contemporáneos o implementado análisis alométricos basados en datos osteométricos obtenidos en una serie de ejemplares actuales de diferentes tallas (Davis, 1989; Reitz y Wing, 2008).

El estudio de variables tafonómicas permite conocer el conjunto de factores naturales y antrópicos que inciden en la conformación y preservación del conjunto arqueofaunístico recuperado. Dentro de este estudio se precisa evaluar la incidencia de agentes biológicos, geológicos, climáticos, así como la identificación y caracterización de agentes culturales que permitan posteriores interpretaciones económicas y socioculturales (Hesse y Wapnish, 1985; Blasco, 1992; Reitz y Wing, 2008).

Los cazadores-recolectores de la sabana de Bogotá

Los primeros pobladores del territorio colombiano entraron por el istmo de Panamá y ocuparon áreas continentales que emergían con la retirada del mar Caribe. Desde finales del Pleistoceno, grupos de cazadores-recolectores aprovecharon diversos recursos faunísticos durante actividades relacionadas con la caza menor y la pesca. Algunas de estas comunidades efectuaron desplazamientos por el valle del río Magdalena dejando evidencias de su paso en los alrededores de las ciénagas y en las terrazas aluviales ubicadas a todo lo largo de este valle (Correal, 1977; Botiva, 1994; López, 1999).

El registro arqueológico indica que alrededor del duodécimo milenio antes del presente, estos grupos de cazadores-recolectores ascendieron al frío altiplano cundiboyacense donde encontraron suficientes medios naturales de subsistencia. Estos medios fueron derivados principalmente de la caza de mamíferos y en menor grado de la captura de algunas especies de aves y peces, así como de la recolección de moluscos, crustáceos y materiales vegetales. En la actualidad, se han identificado más de 60 especies animales, entre vertebrados e invertebrados, registradas a partir de investigaciones arqueológicas efectuadas durante las últimas cuatro décadas, específicamente en los sitios El Abra (Hurt *et al.*, 1976), Tequendama (Correal y Van Der Hammen, 1977), Nemocón y Sueva (Correal, 1979), Tibitó (Correal, 1981), Chía (Ardila, 1984), Aguazuque (Correal, 1990), Neusa (Rivera, 1992), Checua (Groot, 1992) y Galindo (Pinto, 2003) (figura 11.1).

Como lo señalan tales investigaciones, dentro del conjunto de animales preferidos por los grupos de cazadores-recolectores se destaca en primer lugar el venado cola blanca seguido únicamente

te en importancia por el curí, *Cavia* sp. Es necesario aclarar que en los trabajos iniciales el venado cola blanca se identificó, a nivel de género, *Odocoileus* sp. y adicionalmente fueron identificados elementos pertenecientes a venados del género *Mazama*, cuyo rango de distribución también incluye el área de la Sabana de Bogotá. No obstante, sus estimados de abundancia están muy por debajo de los presentados por el género *Odocoileus*. En todo caso, el venado determinado como *Odocoileus* sp. o como *O. virginianus* está presente en todos los sitios arqueológicos mencionados (figura 11.1) y constituye la especie animal con más alto número de restos, llegando a sumar cerca de 30 000 elementos identificados.

Los reportes más antiguos de *O. virginianus* se remontan a finales del Pleistoceno. En el sitio Tibitó, ubicado a 2590 m s. n. m. en área plana del municipio de Tocancipá, se efectuaron excavaciones arqueológicas que permitieron identificar una ocupación humana precerámica fechada en $11\ 740 \pm 110$ A.P. (Correal, 1981). En este sitio se encontraron seis fragmentos de asta asociados a restos de especies extintas tales como el caballo americano, *Equus amerhippus*, y el mastodonte, *Cuvieronius hyodon*, y *Haplomastodon* sp.

En inmediaciones del municipio de Soacha en el sitio Tequendama I (Correal y Van Der Hammen, 1977) fue excavado un abrigo rocoso ubicado a 2566 m s. n. m. En este sitio se identificaron cuatro zonas de ocupación humana, tres de carácter precerámico y una cerámica, todas con registro del género *Odocoileus* sp. La primera de ellas fechada entre el 11 000 y el 10 000 A.P., la segunda aproximadamente entre 9500 y 8000 A.P., la tercera aproximadamente entre 7000 y 6000 A.P. y la cuarta ocupación entre 2500 y 450 A.P.

En el sitio Tequendama I el estudio de los restos de fauna fue realizado con la colaboración de Gerard Ijzereef y Sheila Ottway De van Gerder en el Instituto de Pre- y Protohistoria de la Universidad de Ámsterdam, Holanda. Los análisis realizados por Ijzereef se basaron en los vestigios recuperados en la cuadrícula EIII a partir de los cuales calculó el peso total de fragmentos óseos por nivel, efectuó identificaciones taxonómicas de especímenes a nivel de género y en algunos casos a nivel de especie, y realizó estimados de abundancia basados en la frecuencia de NRI y NMI. Para el caso del venado efectuó además un análisis osteométrico en metacarpos con el objeto de facilitar la diferenciación entre venados de los géneros *Odocoileus* y *Mazama*.

Así mismo, Ijzereef analizó variables biológicas presentes en la colección de restos de *Odocoi-*

leus sp. para lo cual llevó a cabo un estimado general de edad basado en la adherencia, o fusión, observada en metapodios y falanges, teniendo en cuenta estudios previos realizados en la especie *O. hemionus*. De igual forma, realizó mediciones de algunos huesos que le permitió inferir una proporción de machos y hembras. Desafortunadamente, los datos en los cuales se basó este análisis no fueron publicados como tampoco el listado general de elementos anatómicos identificados.

Como resultado fueron identificados un total de 740 restos de *Odocoileus* sp. distribuidos en las cuatro zonas de ocupación, de los cuales no es posible establecer cuántos son Precerámicos y cuántos cerámicos. De acuerdo con la información presentada por Ijzereef en la sección de conclusiones del capítulo sobre fauna, tal número de restos representa 44 individuos en su mayoría jóvenes y distribuidos en una proporción de dos hembras por cada macho. Su distribución por niveles de ocupación fue estimada en términos del NMI. En cuanto a las ocupaciones precerámicas, para la zona I fueron identificados 16 individuos; para la zona II, 17 individuos; y para la zona III, tres individuos. Por su parte en la ocupación cerámica fueron identificados ocho individuos. Los resultados permitieron inferir cambios en las prácticas de caza que tuvieron lugar entre finales del Pleistoceno y comienzos del Holoceno.

En los resultados obtenidos por Ottway De van Gerder quien estudia los restos procedentes de las cuadrículas E IV, F IV y L se afirma que se identifican restos de *Odocoileus* sp. Si bien no se presenta un número total de restos identificados, se presume que fueron incluidos dentro de los 2845 restos identificados como *Mazama* sp. Sin embargo, son presentados datos de porcentajes totales de NMI para cada una de las tres zonas de ocupación precerámicas. En total se registran alrededor de 20 individuos de *Odocoileus* sp. de los cuales cuatro proceden de la zona I; diez de la zona II; y seis de la zona III. Se concluye adicionalmente, que más del 75 % de estos individuos eran juveniles. Así mismo, aunque no se presentan los datos en los cuales se basó, se realiza un cálculo de la contribución relativa de las diferentes especies dentro del peso total de carne aprovechable, el cual indica que entre el 74 y el 98 % de este peso corresponde a *Odocoileus* sp.

Si bien no se presentan análisis de variables tafonómicas en detalle, dentro del capítulo del estudio de Ottway De van Gerder dedicado a las industrias se considera un aparte sobre el material óseo en el cual se clasifican y describen, de acuerdo con criterios básicamente funcionales, grupos de artefactos elaborados sobre huesos de animal. Se pre-

sentan algunas observaciones sobre fragmentación de huesos largos en especial de venado y sobre la presencia en algunos de ellos de huellas de calcinación. Se menciona además la evidencia de marcas sobre algunos elementos de asta de venado.

En el sitio arqueológico de El Abra, localizado en un pequeño valle con paredes rocosas al sur este del municipio de Zipaquirá sobre los 2570 m s. n. m., se efectuaron excavaciones en cuatro abrigos rocosos. En el Abra II se obtuvo una fecha de $12\ 460 \pm 160$ A.P. que constituye la más antigua hasta ahora conocida para la Sabana de Bogotá (Hurt *et al.*, 1976).

Fueron recuperados restos de fauna en los cuatro abrigos rocosos, pero solo se presentan en detalle los resultados del sitio El Abra IV (Ijzereef, 1978). En él se identificaron cuatro momentos de ocupación humana: dos precerámicos y dos cerámicos. El precerámico más antiguo fue fechado entre 9050 ± 470 A.P. y 7250 ± 100 A.P. y el segundo se ubicó entre 6950 y 2450 A.P. Por su parte la primera ocupación cerámica fue ubicada aproximadamente entre 2450 y 400 A.P., incluyendo los periodos cerámicos Herrera y Muisca. Una segunda ocupación cerámica se considera posterior a 400 A.P. en tiempos de la conquista europea.

En este sitio los restos de venado cola blanca se identificaron como *Odocoileus* sp. y se realizaron estimados de abundancia basados en la frecuencia de NRI y NMI. No se presentan los elementos anatómicos identificados ni se realizaron observaciones relacionadas con variables biológicas y tafonómicas. En total fueron identificados 648 restos pertenecientes a este género de los cuales se estima corresponden a 22 individuos, distribuidos respecto a las ocupaciones precerámicas de la siguiente manera: en la primera 345 restos (doce individuos) y en la segunda 130 restos (un individuo). Por su parte en la primera ocupación cerámica se identificaron quince vestigios (tres individuos) y en la segunda 158 (seis individuos).

En el municipio de Tausa, a una altura de 3350 m s. n. m., fueron excavados tres abrigos rocosos los cuales hacen parte del sitio arqueológico de Neusa (Rivera, 1992). En los cortes I y II fueron identificadas tres ocupaciones humanas, las dos iniciales de la etapa precerámica. La primera asociada por el autor con grupos cazadores-recolectores que vivieron en la zona aproximadamente entre 9500 y 6500 A.P. la segunda ocupación se relacionó con grupos que practicaban la recolección y la horticultura, los cuales estaban presentes en la zona entre los años 6000 y 3500 A.P. La última ocupación es de

carácter cerámico asociada por el autor con culturas agroalfareras cuya duración aproximada se estima desde 3500 A.P. hasta el presente.

Como resultado de las excavaciones realizadas en Neusa fueron obtenidos 10.583 restos óseos identificados como *Odocoileus* sp. de los cuales el 64 % se relacionan con la primera ocupación precerámica, el 35 % con la segunda ocupación precerámica y el 0.9 % con las ocupaciones cerámicas prehispánicas y período de contacto europeo. El resultado de las identificaciones permite conocer la frecuencia y distribución de los elementos óseos encontrados, siendo más frecuentes las vértebras y las costillas. En este sitio no se realizaron estimados de NMI ni análisis orientados a evaluar variables biológicas; sin embargo, un apartado de la publicación fue dedicado a la descripción de artefactos elaborados en hueso denominados como industria ósea. De acuerdo con Rivera (1992), la totalidad de los artefactos fueron elaborados en hueso y asta de venado, y se los clasifica de acuerdo con criterios de función teniendo en cuenta las clasificaciones presentadas en las investigaciones anteriormente mencionadas.

En el municipio de Bojacá a 2625 m s. n. m. en una terraza a cielo abierto fue excavado el sitio de Galindo 1 (Pinto, 2003) donde se definieron seis ocupaciones humanas, de las cuales las tres primeras se asocian con la etapa Precerámica. La primera de estas ocupaciones fue fechada en 8740 ± 60 A.P., la segunda fue determinada entre 8740 y 8000 A.P. y la tercera fue fechada en 7730 ± 60 A.P.

En comparación con los demás sitios de la etapa precerámica, Galindo presenta muy baja frecuencia de restos óseos de fauna. En este sitio se obtuvo un total de 226 restos de *O. virginianus* de los cuales en las dos primeras ocupaciones presentan frecuencias de 0.44 % cada una, mientras la tercera ocupación contiene el 96.9 % de los restos identificados. El resultado de las identificaciones permite conocer la frecuencia y distribución de los elementos óseos encontrados, siendo más frecuentes los huesos largos. En este sitio no se realizaron estimados de NMI ni estudios orientados a evaluar variables biológicas ni tafonómicas.

Otro abrigo rocoso ubicado a 2620 m s. n. m. en el municipio de Nemocón fue excavado en el sitio conocido como Nemocón 4 (Correal, 1979). Se identificaron tres ocupaciones precerámicas: la primera de ellas (unidad estratigráfica tres) estimada entre 9000 y 8000 A.P., la segunda (unidad estratigráfica cinco) fechada entre 7530 ± 100 y 6825 ± 40 A.P. y la tercera (unidad estratigráfica seis) ubicada entre 6000 y 2500 A.P. En las tres ocupaciones se identificaron un total de 6038 restos de *O. virginianus*

de los cuales el 12.5 % fue hallado en la primera ocupación, el 80.3 % en la segunda y el 7.2 % en la tercera.

El análisis de los restos faunísticos del sitio de Nemocón 4 contó con la colaboración del Profesor Alberto Cadena del Instituto de Ciencias Naturales de Universidad Nacional de Colombia. En lo concerniente a *O. virginianus* los resultados de estos análisis permiten conocer la frecuencia y distribución de los elementos óseos identificados en cada una de las unidades estratigráficas, siendo los elementos más comunes las costillas, las vértebras y las falanges.

A pesar de no contar con análisis detallados de variables biológicas y tafonómicas, se realizaron observaciones relacionadas con ellas. Se sugiere el predominio de individuos adultos en la unidad estratigráfica tres y se mencionan aspectos tafonómicos de interés relativos al tipo de fractura observada en falanges y huesos largos, que sugieren prácticas de cacería y técnicas de extracción de médula y de materia prima para la elaboración de instrumentos en hueso. Así mismo se cuantificó por unidad estratigráfica el número de fragmentos óseos muy pequeños, de astillas con señales de fractura intencional y de fragmentos óseos calcinados. En un capítulo aparte de Correal (1979) se trata la industria de hueso, presentándose una descripción de grupos de artefactos clasificados por función y en algunos casos se incluyen medidas. La mayoría de estos artefactos —afirma el autor— fueron elaborados sobre huesos largos de *O. virginianus*.

También en el municipio de Nemocón se realizó una excavación a cielo abierto en el sitio de Checua (Groot, 1992) sobre una colina localizada a 2615 m s. n. m. En este sitio se identificaron cuatro zonas de ocupación precerámicas: la primera de ellas fechada al final de la misma en 8200 ± 110 A.P., la segunda ubicada temporalmente entre 8200 y 7800 A.P., la tercera considerada entre 5025 y 4000 A.P. y la cuarta con una antigüedad estimada de 3000 A.P. En este sitio la identificación de los restos de fauna contó con la colaboración del Profesor Gonzalo Correal del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. En total fueron identificados 4253 restos de *O. virginianus* de los cuales el 5.3 % pertenece a la primera zona de ocupación, el 22.6 % se registra en la segunda, el 24.2 % en la tercera, el 42.5 % en la cuarta y un 5.2 % se halló dentro de un relleno artificial relacionado con la segunda ocupación. Los resultados de las identificaciones faunísticas resumidas en el anexo de ese estudio permiten conocer la frecuencia y distribución de los elementos óseos identificados en cada una de las ocupaciones, sien-

do los más frecuentes las costillas, las falanges y las vértebras. Respecto a análisis de variables tafonómicas, la autora presenta un capítulo sobre artefactos de hueso en el cual utiliza las categorías de clasificación previamente implementadas en las series de otros sitios referidos aquí como Tequendama, Nemocón y Aguazuque.

En el municipio de Soacha, sobre una terraza a cielo abierto ubicada aproximadamente entre los 2600 y los 2700 m s. n. m. se realizaron dos excavaciones en el sitio conocido como Aguazuque 1 (Correal, 1990). En este sitio las evidencias arqueológicas indican que grupos de la etapa precerámica que vivieron entre el quinto y tercer milenio A.P., además de ser cazadores y recolectores practicaron la pesca y experimentaron el cultivo de algunas especies vegetales.

Se identificaron seis zonas de ocupación, cinco de ellas precerámicas: la primera zona de ocupación fue fechada en 5025 ± 40 A.P., la segunda en 3850 ± 35 A.P., la tercera en 3860 ± 35 A.P., la cuarta fue ubicada aproximadamente entre 3400 y 2800 A.P., la quinta fue fechada en 2715 ± 35 A.P. y la sexta corresponde a ocupaciones más recientes relacionadas con los períodos Herrera y Muisca. Se identificaron en los dos cortes realizados un total de 6284 restos óseos de *O. virginianus* de los cuales el 10.5 % fueron hallados en la primera ocupación, el 9.6 % en la segunda, el 13.2 % en la tercera, el 16.4 % en la cuarta, el 50.2 % en la quinta y en la sexta no se reportan restos de fauna (Correal, 1990).

El resultado de las identificaciones permite conocer la frecuencia y distribución de los elementos óseos encontrados en cada una de las cinco ocupaciones, siendo los elementos más frecuentes las falanges, las vértebras y las costillas. Este estudio no cuenta con análisis detallados de las variables biológicas y tafonómicas; sin embargo, se realizaron observaciones que permiten sugerir el predominio de individuos machos jóvenes, característica que comparte con el sitio de Tequendama. Así mismo, en capítulo aparte se presenta el análisis de artefactos de hueso elaborados en su mayoría sobre restos de *O. virginianus*, se describen en detalle las características de grupos de artefactos definidos de acuerdo con criterios de clasificación funcional y formal, así como su distribución y frecuencia en los dos cortes (Correal, 1990).

Las colecciones arqueológicas del venado cola blanca del sitio de Aguazuque 1 fueron objeto de un estudio posterior que involucró un análisis a nivel de comunidad, comparando las abundancias relativas de esta especie de venado con las otras especies animales presentes en el sitio, así como el

uso de índices de diversidad utilizados comúnmente en ecología. También incluyó un análisis a nivel de la población de venados cazada que revisó variables biológicas tales como la proporción de sexos y clases de edad, además de cambios en la talla. Este estudio confirmó que, si bien para los grupos humanos de Aguazuque 1 la caza del venado cola blanca fue siempre importante dentro de sus estrategias de subsistencia, también lo fueron especies menores como el curí, que mantiene una presencia significativa. Se evidenció, además, que a finales de la ocupación del sitio tuvo lugar una intensificación en la caza del venado y que cazaron venados de cola blanca adultos y de ambos sexos. Así mismo se determinó que en la última ocupación se intensificó la cacería del venado caracterizada por la captura de más individuos subadultos (Martínez-Polanco, 2008; Rincón-Rodríguez, 2014).

En el municipio de Chía a una altura aproximada de 2600 m s. n. m. se efectuaron cuatro cortes estratigráficos, tres de los cuales se localizan en áreas adyacentes a abrigos rocosos –Chía: II, III, VIII– y uno a cielo abierto –Chía: I– (Ardila, 1984). El resultado de los análisis de radio carbono y de los materiales asociados permitió conocer que el lugar fue ocupado en dos momentos por grupos precerámicos y posteriormente por grupos cerámicos. La ocupación precerámica inicial fue ubicada entre 7500 y 5000 A.P., la segunda entre 5000 y 3000 A.P. y la llegada de las gentes del período Herrera ocurre alrededor del 2000 A.P.

Los restos óseos de *Odocoileus* sp. fueron recuperados en los sitios Chía II y III, y en total se obtuvieron 261 restos distribuidos en las categorías tercio medial, epífisis y molares. El 66 % pertenecen a la primera ocupación precerámica y el 34 % a la ocupación cerámica. En este trabajo no se realizaron análisis relacionados con variables biológicas; sin embargo, respecto a las variables tafonómicas se realiza un conteo general de huesos quemados que pertenecen a las diferentes especies identificadas y se clasifican 27 artefactos fabricados en huesos de venado provenientes de sitio Chía III.

En el corregimiento de Sueva, municipio de Junín a 2690 m s. n. m., fue excavado un abrigo rocoso conocido como el sitio arqueológico de Sueva 1 (Correal, 1979). Se determinaron cuatro ocupaciones humanas, tres de ellas de carácter precerámico: la primera (unidad estratigráfica dos) establecida entre 13 000 y 11 000 A.P., la segunda (unidad estratigráfica tres) fechada en $10\ 900 \pm 90$ A.P. y la tercera (unidad estratigráfica cinco) fechada en 6350 ± 40 A.P. La cuarta ocupación corresponde a períodos cerámicos y se ubicó aproximadamente entre 2000 A.P. y la época actual.

La presencia de *O. virginianus* fue reportada en todas ellas con un total de 2414 restos identificados que se distribuyen en la primera ocupación el 6.7 %, en la segunda el 13.3 %, en la tercera el 32.7 % y en la cuarta 47.3 %. Los resultados presentados incluyen la frecuencia y distribución de elementos óseos identificados en cada una de las unidades estratigráficas, siendo el más frecuente el metatarso. Adicionalmente, se cuantifican microfragmentos óseos e instrumentos de hueso.

Finalmente, el análisis iniciado por Martínez-Polanco (2008) se extendió a las colecciones arqueológicas de venado cola blanca de los sitios de Tequendama, Nemocón, Sueva, Tibitó y Galindo un estudio comparativo regional que buscó comprender mejor la cacería de esta especie como una estrategia de subsistencia y sus posibles cambios a lo largo del tiempo durante el período Precerámico. Con este objeto se identificaron las colecciones no analizadas en el sitio de Tequendama y se amplió el nivel de análisis en todos los sitios en aspectos tales como determinaciones anatómicas y taxonómicas, el estimado de NMI, distribución diferencial de los restos y abundancia relativa de venados de cola blanca en relación los otros animales cazados en los diferentes sitios (Martínez-Polanco y Peña, 2009).

Etapa cerámica

Entre 3000 y 2500 años A.P. las evidencias arqueológicas en el área del altiplano cundiboyacense señalan un cambio significativo respecto a pautas de asentamiento y estrategias de subsistencia. Si bien, tal cambio supone la configuración de sociedades con una capacidad tecnológica mayor, evidenciada especialmente en la producción cerámica y agrícola, la información existente no permite comprender con claridad los aspectos relacionados con la organización social, política, económica e ideológica, especialmente, de las primeras comunidades involucradas.

Con respecto a las evidencias de *O. virginianus* en los sitios de El Abra, Neusa y Sueva, reconocidos en la literatura arqueológica de la región especialmente por su importancia respecto a la etapa precerámica, como se refirió anteriormente también fue reportada la presencia de unidades estratigráficas asociadas a ocupaciones de la etapa cerámica. Sin embargo, en estas investigaciones no fue posible separar las evidencias arqueológicas de los períodos Herrera y Muisca, por lo que se hace interesante presentar la información asociada a esta especie. Estos trabajos presentan en un único bloque la ocupación cerámica incluyendo en algunas ocasiones, no solo evidencias de carácter prehispánico, sino además momentos asociados a los

períodos colonial, republicano y moderno. De esta forma, los reportes de *O. virginianus* procedentes de la ocupación cerámica de estos sitios no permiten una comparación más detallada. Las cuantificaciones respectivas para cada uno de ellos suman un total de 1412 restos identificados que se distribuyen así: El Abra 173, Neusa 96 y Sueva 1143.

Período Herrera

El inicio de la etapa cerámica en la región del altiplano cundiboyacense se relaciona con la presencia de grupos humanos que además del conocimiento de técnicas alfareras, combinaron sus actividades agrícolas con la caza, principalmente de venados y curies. Arqueológicamente estos grupos se asocian al período Herrera debido a que los primeros hallazgos relacionados fueron realizados en los alrededores de la Laguna de La Herrera (Broadbent, 1970). Estas primeras ocupaciones cerámicas se conocen igualmente como premuiscas y se extienden aproximadamente hasta el siglo VII d.C. (Castillo, 1984; Langebaek, 2000), momento a partir del cual empieza el registro del período Muisca. Si bien las evidencias indican que los primeros grupos Herrera vivieron en el suroccidente de la Sabana de Bogotá alrededor del tercer milenio A.P. (Correal y Pinto, 1983; Peña, 1991), los resultados de las investigaciones realizadas en los sitios Aguazuque I (Correal, 1990) y Checua I (Groot, 1992) señalan la persistencia de grupos de cazadores-recolectores por la misma época.

Las manifestaciones más tempranas de este período encontradas hasta el momento fueron registradas en el sitio de Zipacón 1 (Correal y Pinto, 1983), localizado en un abrigo rocoso en inmediaciones del municipio de Zipacón a 2550 m s. n. m. Allí fue determinada una única ocupación humana asociada al período cerámico Herrera con una fecha de 3270 ± 30 A.P. Se identificaron 899 restos correspondientes a *O. virginianus* y el análisis presentado incluye frecuencia de elementos identificados siendo en su orden los más comunes: falanges, molares, sacros y rótulas. A pesar de no contar con análisis detallados de variables tafonómicas, se realizaron observaciones relacionadas con evidencias de calcinación y fracturas longitudinales. También, como en otros casos, el autor presenta un aparte dedicado al análisis de artefactos de hueso, clasificados de acuerdo con los criterios definidos previamente para las series de los sitios Tequendama y Nemocón.

En el sitio arqueológico de Chía (Ardila, 1984), además de las ocupaciones precerámicas mencionadas, se identificaron dos de tipo cerámico específicamente en el abrigo rocoso de Chía II. La

primera de ellas fue datada en 2090 ± 60 A.P. y está asociada a cerámica del período Herrera. El reporte de fauna presentado indica que en esta ocupación se determinaron 89 restos de *Odocoileus* sp. El análisis de fauna presentado incluye la descripción y el conteo de artefactos determinados como elaborados sobre huesos de *Odocoileus* sp. y clasificados de acuerdo con criterios de tipo funcional.

En el sitio arqueológico de Galindo (Pinto, 2003) además de las tres primeras ocupaciones de carácter precerámico se identificaron otras tres de tipo cerámico, siendo la primera de ellas la única que presenta restos de *O. virginianus*. Esta ocupación fue datada aproximadamente entre 3270 y 1260 A.P. y está asociada al período Herrera. Tan solo cuatro restos que representan el 2.22 % del total de restos de *O. virginianus* procede de esta ocupación.

Otro yacimiento de este período es Zipacquirá v (Cardale, 1981), localizado en una colina entre los 2650 y los 2860 m s. n. m. asociada a la explotación de sal (figura 11.1). El sitio fue datado a partir de una serie de fechas alrededor de comienzos de la era cristiana que determinaron una ocupación premuisca, es decir, del período Herrera. Los restos arqueofaunísticos aquí no se preservaron satisfactoriamente, la autora sugiere la acidez del suelo como un factor de preservación negativo. El principal taxón determinado corresponde a *O. virginianus* con 115 restos, de los cuales se menciona que son los huesos largos y las vértebras y los fragmentos de cráneo los más abundantes, aunque no se indica su cuantificación. No se presenta en detalle análisis de variables biológicas; sin embargo, se propone que la muestra incluye tanto animales adultos, incluso de gran tamaño, como jóvenes. Se menciona la presencia de algunos fragmentos con evidencia de calcinación.

Sobre una terraza lacustre a 2600 m s. n. m. en el sector suroccidental de la Sabana de Bogotá (figura 11.1) fue excavado mediante labores de rescate arqueológico el sitio San Carlos (Romano, 2003), en donde se identificó una secuencia que incluye los períodos Herrera y Muisca fechada entre los años 2850 y 1250 A.P. En el análisis arqueofaunístico realizado por Rincón (2003) para el período Herrera, se determinó que 236 restos óseos correspondieron a *O. virginianus*, los cuales pertenecen a un mínimo de cuatro individuos. Se realizó un estimado de la frecuencia esquelética que determinó sobre todo la presencia en el yacimiento de huesos largos, con una aparente alta representación de vértebras costillas y falanges. El análisis de variables biológicas adelantado se efectuó en torno a edad, identificándose dos individuos adultos y dos no adultos, y en torno a sexo los resultados no

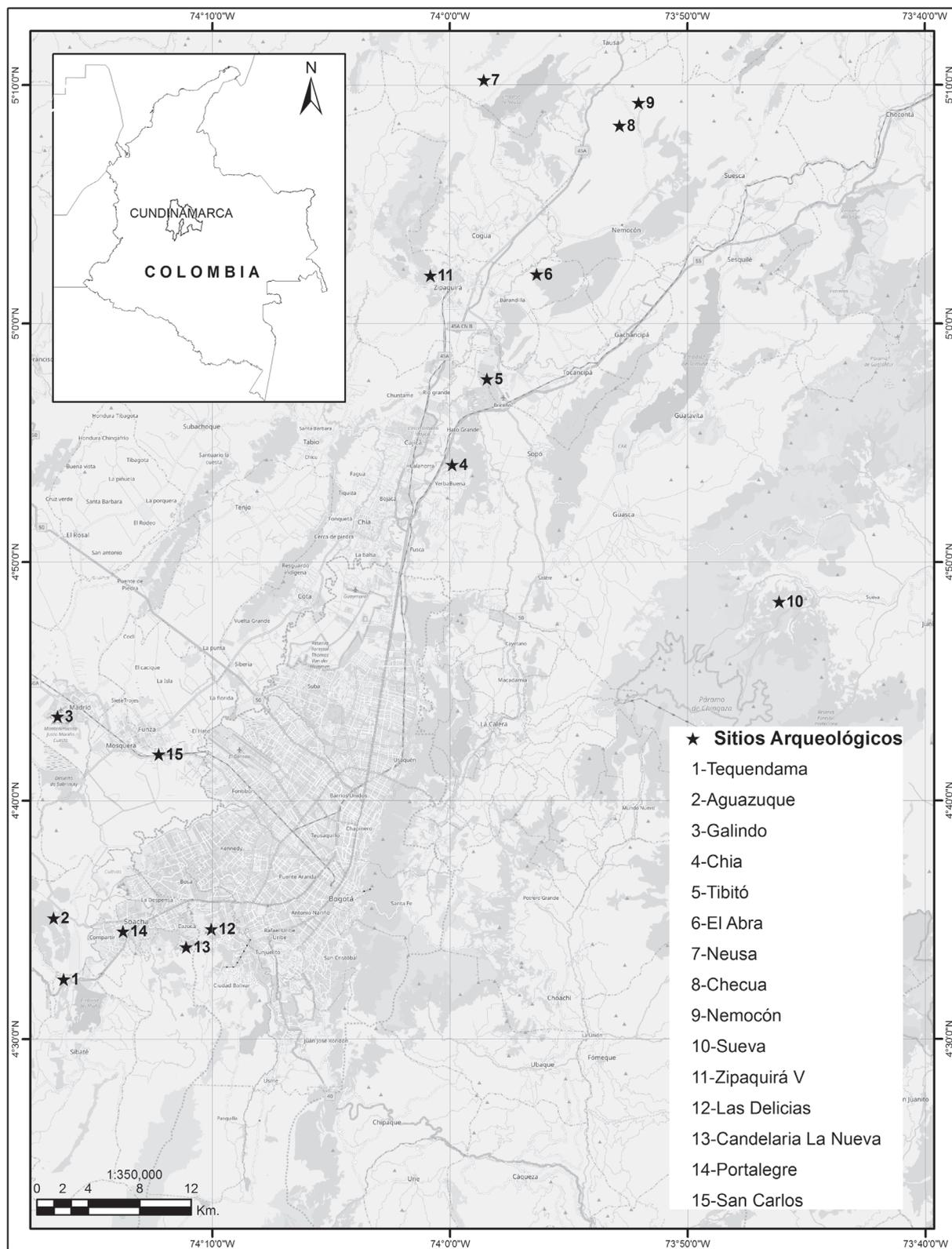


Figura 11.1. Mapa de los sitios arqueológicos explorados en la sabana de Bogotá, Colombia.

lograron ser determinantes. También se realizaron análisis de carácter tafonómico a nivel macro, que para el caso del *O. virginianus* evidenciaron procedimientos de desarticulación, fileteado, extracción de médula y piel, además de la elaboración de artefactos, en especial agujas y punzones. A nivel de fracturación de huesos largos se determinó que esta fue preferencialmente practicada sobre huesos en estado seco (Rincón-Rodríguez, 2014).

Período Muisca

Aunque en principio puede existir una noción generalizada acerca de la amplitud del estado del conocimiento de las poblaciones muisca, específicamente para el área de la Sabana de Bogotá y en particular sobre información arqueológica relacionada con fauna de este período, el panorama en realidad es bastante estrecho. Varios tipos de trabajos arqueológicos que incluyen tesis de pregrado realizados en la Sabana de Bogotá, sobre todo en la segunda mitad del siglo xx, dan cuenta de la presencia de vestigios óseos de venado, identificado en ocasiones sencillamente como “venado grande” o en otras como *Odocoileus* sp. (Duque, 1967; Broadbent, 1961, 1967; Uprimny, 1969; Palacios, 1972; Langebaeck, 1986; Bernal, 1992). Estos trabajos reportan el hallazgo de tales restos y algunas veces se los cuantifica de acuerdo con su procedencia estratigráfica dentro de los cortes realizados y en otras se menciona la presencia de artefactos, especialmente agujas, elaborados presumiblemente sobre huesos de venado.

Específicamente relacionados con asentamientos muisca para la Sabana de Bogotá se cuenta con los análisis arqueofaunísticos de cuatro sitios, ubicados todos en locaciones del actual casco urbano de la ciudad de Bogotá y recuperados mediante labores de rescate arqueológico. Tres de ellos se encuentran sobre terrazas aluviales a una altura promedio de 2600 m s. n. m. en relación próxima al curso del río Tunjuelito. Estos sitios son: Candelaria La Nueva (Cifuentes y Moreno, 1987), Portalegre (Botiva, 1988) y Las Delicias o Nueva Fábrica (Enciso, 1993) (figura 11.1); en los cuales se determinó evidencias de ocupación muisca desde 1250 A.P. e incluso posterior entre 450 y 150 A.P. En los tres sitios se lograron dataciones absolutas para el período Muisca correspondientes a 700 ± 110 A.P. y 775 ± 110 A.P. en Candelaria La Nueva, 915 ± 115 A.P. en Portalegre y 1180 ± 70 A.P. y 1010 ± 60 A.P. en Las Delicias.

Para el sitio Las Delicias (Enciso, 1993) se efectuó un análisis que constituye uno de los

estudios de arqueofauna no precerámica más amplio realizado en la Sabana de Bogotá. Con la asesoría del profesor Alberto Cadena, la autora identifica 548 restos de *Odocoileus* sp., lo cual presenta como número total de fragmentos óseos analizados (NTF). También realizó un estimado del NMI que correspondió a 14 cérvidos entre *Odocoileus* sp. y *Mazama* sp.

Para la mayoría de los elementos esqueléticos identificados se realizó una descripción que incluyó rasgos de lateralidad, estado de fusión epifisaria, y medidas y huellas de modificación con el fin de elaborar artefactos. Para cada conjunto de estos elementos presentó un estimado de individuos adultos y jóvenes, y en el caso particular de los cráneos se alude a sexo. Respecto a la talla, a partir de elementos óseos de varios individuos se realiza una reconstrucción aproximada que permite inferir datos de longitud total y altura de la cruz. Una pequeña mención en el aparte de consideraciones finales refiere el “corte regular de los huesos largos” (Enciso, 1993). Brevemente se menciona la presencia de instrumentos tallados en hueso de venado, clasificados según criterios de funcionalidad.

En un trabajo posterior, Enciso (1996) retomó los materiales arqueofaunísticos de estos tres sitios y llevó a cabo un análisis comparativo de los mismos. En el yacimiento de Candelaria La Nueva, el análisis de fauna determinó cinco fragmentos de *Odocoileus* sp. representando un único individuo. En Portalegre, donde el profesor Gonzalo Correal colaboró con los análisis de fauna, los restos de *Odocoileus* sp. representaron once individuos. Si bien se presentan los 114 fragmentos identificados, estos son denominados como venado, entendiéndose que incluye también restos de venado soche o *Mazama* sp. Igualmente se reporta la elaboración de artefactos sobre huesos de este animal.

Finalmente, en el sitio San Carlos (Rincón, 2003) relacionados con la ocupación muisca establecida por el autor Romano (2003) entre 1250 y 350 A.P., fueron determinados 871 fragmentos de *O. virginianus* que representan siete individuos, tres de ellos no adultos y cuatro adultos. El análisis de frecuencias esqueléticas definió que al igual que en el período Herrera, son los huesos largos los más altamente representados, como también se evidenciaron prácticas relacionadas con procedimientos de desarticulación, fileteado, extracción de médula y piel, además de la elaboración de artefactos. En el caso de la fracturación de huesos largos se estableció que fue efectuada sobre todo en estado seco.

CONCLUSIONES

El balance presentado permite una aproximación al estado actual del conocimiento en torno a la importancia que para las poblaciones prehispánicas asentadas en la Sabana de Bogotá significó el venado cola blanca. Como se ha visto, este panorama se basa en los resultados de los análisis de restos de *O. virginianus* recuperados en las principales investigaciones arqueológicas realizadas en las últimas cuatro décadas en la región.

Se reporta un total de 33 903 restos de esta especie, sin contar los 114 presentados como venado en el sitio Portalegre, distribuidos en un 85.5 % para la etapa precerámica y un 12.4 % para la etapa cerámica, dentro de la cual el 4 % corresponde al período Herrera, el 4.2 % al período Muisca, otro 4.2 % a los períodos Herrera-Muisca en conjunto y finalmente, un 2.2 % que incluye los 740 restos no diferenciados entre precerámico y cerámico del sitio Tequendama. Esta distribución no debe entenderse definitivamente como evidencia de un mayor consumo de la especie en la etapa precerámica. Por el contrario, es necesario tener en cuenta que este resultado refleja también una mayor proporción de trabajos relacionados con el precerámico, además de las diferencias en la aplicación de técnicas apropiadas de muestreo y recuperación implementadas por cada una de esas investigaciones.

Alrededor del 60 % del material fue identificado hasta el nivel de especie como *O. virginianus* y el resto a nivel de género como *Odocoileus* sp. Esta última determinación puede asumirse como *O. virginianus*, pues es la única especie del género *Odocoileus* cuya distribución implica el área del norte de Suramérica (Eisenberg, 1989). El alcance respecto al nivel de identificación taxonómica logrado en estos trabajos está relacionado con la posibilidad de contar con una buena colección de referencia contemporánea y con el entrenamiento del analista.

Con respecto a los estimados de abundancia, todos los análisis realizados en restos de venado cola blanca procedentes de colecciones precerámicas reportan el NRI y exceptuando los trabajos de El Abra y Tequendama, los demás informes presentan cuadros de frecuencias y distribución de los elementos óseos identificados y relacionados con las unidades de excavación correspondientes. Sin embargo, estos dos trabajos son los únicos que presentan estimados de NMI. Por su parte los estimados de abundancia realizados en los sitios cerámicos incluyen en todos los casos el NRI y para los sitios de Las Delicias, Candelaria La Nueva, Portalegre y San Carlos se efectuó, además, el estimado del NMI.

Por otro lado, la evaluación de variables biológicas tales como edad, sexo, talla y masa corporal, a partir del análisis de los conjuntos arqueofaunísticos de *O. virginianus*, constituye en la actualidad un campo por investigar. Infortunadamente, se cuenta con pocos estudios relativos a estas variables en poblaciones actuales de *O. virginianus*, que habitan en la zona neotropical, como el realizado por Brokx (1972) en poblaciones de los llanos venezolanos. Los otros trabajos que se conocen fueron realizados en poblaciones de *O. virginianus* norteamericano y están relacionadas con determinación de edad a partir de criterios de erupción y desgaste dental (Severinghaus, 1949; Ryel *et al.*, 1961), y fusión epifisal de huesos largos (Purdue, 1983).

En este sentido, es preciso realizar estudios que permitan identificar etapas de fusión epifisaria, cierre de suturas, erupción, reemplazo y desgaste dentario para esta especie, específicamente para las poblaciones de tierras altoandinas. Así mismo, se carece de estudios osteométricos y morfológicos detallados en poblaciones actuales locales, indispensables para la caracterización de rasgos que faciliten la identificación de la variable sexo, aunque se cuenta con un par de trabajos efectuados sobre poblaciones de *O. virginianus* norteamericanos que tratan este aspecto (Edwards *et al.*, 1982; Larson y Taber, 1987). Igualmente se requiere efectuar estudios osteométricos sobre series de ejemplares actuales que presenten diferentes tallas y pesos, orientados a generar datos acerca de esta variable.

A pesar de no contar con los estudios previos mencionados, algunos de los investigadores citados a lo largo de este documento se pronunciaron sobre tales aspectos. En el sitio Tequendama, Ijzereef realizó estimados de edad basado en los estudios conocidos para la especie *O. hemionus*. Así mismo, estima una proporción de machos y hembras a partir de mediciones de algunos huesos, cuyos datos no fueron publicados. De igual forma, no se publican los datos sobre los cuales se fundamenta el estimado de carne aprovechable propuesto por Ottway De van Gerder para *Odocoileus* sp. (Correal y Van Der Hammen, 1977). Por su parte en los sitios Nemocón 4 y Aguazuque 1 se realizaron observaciones generales donde se sugiere en el primero el predominio de individuos adultos y en el segundo el predominio de machos jóvenes (Correal, 1979, 1990).

La muestra arqueológica de venados de cola blanca de Aguazuque es numerosa lo cual permitió utilizar los métodos de determinación de edad y el sexo publicados por Severinghaus (1949), Purdue

(1983) y Edwards *et al.* (1982); de tal modo que se realizó una guía para la determinación de la edad y el sexo de venados de cola blanca, la cual puede ser útil tanto en estudios arqueológicos como para trabajos de ecología y biología de esta especie (Martínez-Polanco *et al.*, en preparación).

Otros análisis relacionados con variables biológicas en los trabajos sobre la etapa Cerámica fueron efectuados en el sitio Las Delicias (Enciso, 1996) y el en sitio San Carlos (Rincón, 2003). Enciso (1996) realiza un estimado de edad basado en la fusión epifisiaria de algunos huesos largos, cuyo alcance no le permite concluir cuántos individuos son adultos y cuántos son jóvenes, sino estimar qué porcentaje de restos identificados corresponde a jóvenes y adultos. La información considerada sobre la variable sexo tampoco permite un estimado de la misma en términos del NMI, pues solo se efectúa a partir del cráneo. En este trabajo se realiza un ejercicio de reconstrucción aproximada de la talla de un individuo que no se basó en estudios osteométricos.

En el sitio San Carlos el análisis de variables biológicas contempló únicamente sexo y edad (Rincón, 2003). El estimado de individuos por sexo se realizó teniendo en cuenta rasgos diagnósticos a nivel de cintura pélvica (Edwards *et al.*, 1982; Larson y Taber, 1987) y frontal. En cuanto a la variable edad, se logró una distinción entre individuos adultos y no adultos basada únicamente en fusión de huesos largos (Brokx, 1972; Purdue, 1983), pues la muestra no permitió considerar criterios de erupción y desgaste dentario (Severinghaus, 1949; Ryel *et al.*, 1961).

Por otra parte, el estudio de los factores naturales y antrópicos que influyeron en la conformación y preservación de los conjuntos arqueofaunísticos, incluidos los restos de venado cola blanca, considerados como variables tafonómicas ha sido poco estudiado. En general, tanto para los trabajos sobre el precerámico como de la etapa Cerámica, las alusiones a rasgos relacionados con marcas de corte, fracturación, exposición al fuego y demás aspectos tafonómicos no son el resultado de análisis sistemáticos y, por lo tanto, no permiten pronun-

ciamientos interpretativos acerca de pautas de procesamiento. Un primer intento efectuado en este sentido se llevó a cabo en el análisis arqueofaunístico del sitio cerámico San Carlos (Rincón, 2003).

En cuanto a la tafonomía, el tema al que se le ha prestado mayor atención en los trabajos mencionados se relaciona con la elaboración de artefactos en hueso. Es evidente que el trabajo realizado en el sitio Tequendama marcó una pauta para seguir a la hora de considerar y presentar este tipo de información. En general, todos estos trabajos aluden a los artefactos elaborados en hueso en términos de la industria ósea descrita en capítulos o apartes específicos, donde los clasifican según los criterios de forma y función expuestos en el trabajo de Tequendama. En el sitio San Carlos, este aspecto fue incluido dentro del aparte de huesos modificados como uno más de los procesamientos a los cuales puede ser sometido un hueso. Sin embargo, este trabajo, al igual que todos los demás, no contó con la posibilidad de efectuar análisis de carácter micro, que permitan pronunciamientos más elaborados.

No obstante la serie de limitantes señaladas, la información hasta ahora recopilada acerca de la especie *O. virginianus* en el registro arqueológico de la Sabana de Bogotá deja bastante claro que el venado cola blanca mantiene una gran importancia como presa de caza, tanto en la etapa precerámica como en la cerámica, siendo el animal más abundantemente representado en cada uno de esos momentos, seguido únicamente por el curí, *Cavia* sp., el otro animal más altamente representado.

La exposición presentada en este capítulo pretende hacer explícita la necesidad de realizar trabajos de corte interdisciplinario, que apunten a ampliar el cuerpo de datos biológicos sobre la especie *O. virginianus*, a partir de los cuales se posibilite a la arqueozoología lograr pronunciamientos acertados y consistentes acerca de la interacción que tuvo lugar en el pasado entre los grupos humanos y las poblaciones de venado cola blanca en la Sabana de Bogotá. Así pues, es esta una invitación abierta para trabajar en un campo de interés científico en el cual hay mucho por hacer.

LITERATURA CITADA

- ARDILA, G. 1984. *Chía: un sitio precerámico en la Sabana de Bogotá*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- BERNAL, F. 1992. Exploración arqueológica en el municipio de Funza (Cundinamarca). Monografía de grado. Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- BLASCO, M. 1992. *Tafonomía y prehistoria. Métodos y procedimientos de investigación*. Departamento de Ciencias de la antigüedad (Prehistoria), Universidad de Zaragoza. Departamento de Cultura y Educación, Zaragoza.

- BLICK, J. 2007. Pre-Columbian impact on terrestrial, intertidal, and marine resources, San Salvador, Bahamas (A.D. 950-1500). *Journal for Nature Conservation* 15(3): 174-183.
- BOTIVA, A. 1988. Pérdida y rescate del patrimonio arqueológico nacional. *Arqueología: Revista de Estudiantes de Antropología*, Universidad Nacional de Colombia 5:3-35.
- BOTIVA, A. 1994. *Arqueología de rescate, oleoducto Vasconia-Coveñas. Un viaje por el tiempo a lo largo del oleoducto: cazadores-recolectores, agroalfareros y orfebres*. Instituto Colombiano de Antropología-Colcultura, Santafé de Bogotá.
- BROADBENT, S. 1961. Excavaciones en Tunjuelito: Informe preliminar. *Revista Colombiana de Antropología* 10: 341-346.
- BROADBENT, S. 1967. The site of Bogotá chibcha. *Ñawpa Pacha* 4:1-13.
- BROADBENT, S. 1970. Reconocimientos arqueológicos de la Laguna de "La Herrera". *Revista Colombiana de Antropología* 15: 171-213.
- BROKX, P. 1972. Age determination of venezuelan white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* 36(4): 1060-1067.
- CARDALE, M. 1981. *Las salinas de Zipaquirá: Su explotación indígena*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CASTEEL, R. 1977. Characterization of faunal assemblages and minimum number of individuals determined from paired elements: continuing problem in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 4(2): 125-134.
- CASTILLO, N. 1984. *Arqueología de Tunja*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CIFUENTES, A. y L. MORENO. 1987. Proyecto de rescate arqueológico de la avenida Villavicencio en el barrio Candelaria La Nueva. Informe inédito. Instituto Colombiano de Antropología (ICAN). Bogotá.
- CORREAL, G. 1977. Investigaciones arqueológicas en la costa atlántica y valle del Magdalena. *Caldasia* 11(55): 34-128.
- CORREAL, G. 1979. *Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos de Nemocón y Sueva*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1981. *Evidencias culturales y megafauna pleistocénica en Colombia*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. 1990. *Aguazuque, evidencias de cazadores recolectores y plantadores en la altiplanicie de la cordillera Oriental*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. y M. PINTO N. 1983. *Investigación arqueológica en el municipio de Zipacón, Cundinamarca*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- CORREAL, G. y T. VAN DER HAMMEN. 1977. Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama. *11 000 años de prehistoria en la Sabana de Bogotá*. Biblioteca Banco Popular, Bogotá.
- CHAPLIN, R. 1971. *The study of animal bones from Archaeological Sites*. Seminar Press, Londres, Nueva York.
- DAVIS, S. 1989. *La arqueología de los animales*. Ediciones Bellaterra, S.A., Barcelona.
- DUQUE, L. 1967. *Prehistoria. Tribus indígenas y sitios arqueológicos. Historia Extensa de Colombia*. Vol. 1 Tomo II. Academia Colombiana de Historia, Bogotá.
- EDWARDS, J., R. MARCHINTON y G. SMITH. 1982. Pelvic girdle criteria for sex determination of white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* 46(2): 544-547.
- EISENBERG, F. 1989. *Mammals of the Neotropics. Volumen 1. The Northern Neotropics. Panama, Colombia, Venezuela, Guayana, Suriname, French Guiana*. University of Chicago Press, Chicago.
- EMERY, K. 2003. The Economics of Natural Resource Use at Ancient Motul de San José, Guatemala. *Mayab* 16:33-48.
- EMERY, K. 2007. Assessing the impact of ancient Maya animal use. *Journal for Nature Conservation* 15(3): 184-195.
- ENCISO, B. 1993. El ocaso del sol de los venados. *Arqueología de rescate en la Sabana de Bogotá*. *Revista Colombiana de Antropología* 30: 149-182.
- ENCISO, B. 1996. Fauna asociada a tres asentamientos Muisca del sur de la Sabana de Bogotá. En: B. Enciso y M. Therrien (Compiladoras), *Bioantropología de la Sabana de Bogotá, siglos VII al XVI DC*: 40-58. Ican-Colcultura, Bogotá.
- ETNIER, M. 2007. Defining and Identifying Sustainable Harvests of Resources: Archaeological Examples of Pinniped Harvests in the Eastern North Pacific. *Journal for Nature Conservation* 15:196-207.

- GRAYSON, D. 1984. *Quantitative Zooarchaeology. Topics in the analysis of archaeological faunas*. Department of Anthropology and Burk Memorial Museum. University of Washington. Academic Press, Inc., Orlando.
- GROOT, A.M. 1992. *Checua. Una secuencia cultural entre 8500 y 3000 años antes del presente*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- HESSE, B. y P. WAPNISH. 1985. *Animal bone archeology: from objectives to analysis. Manuals on archeology No. 5*. University of Alabama-Birmingham and Smithsonian Institution, Taraxacum-Washington.
- HURT, R.W., T. VAN DER HAMMEN y G. CORREAL. 1976. *The El Abra rockshelters, Sabana de Bogotá, Colombia, South America*. Indiana University Museum, Indiana.
- IJZEREEF, G. 1978. Faunal remains from the El Abra rock shelters (Colombia). Restos óseos de vertebrados de los abrigos rocosos de El Abra (Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 25(1-2): 163-177.
- KLEIN, R.G. y K. CRUZ U. 1984. *The analysis of animal bones from archeological sites*. Chicago University Press, Chicago.
- KREBS, CH. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Harla Harper y Row Latinoamérica, México.
- LANGENBAEK, C. 1986. Los períodos agroalfareros del altiplano cundiboyacense vistos desde "El Muelle", Cundinamarca. *Revista de Antropología* 2(1): 127-142.
- LANGENBAEK, R., C.H. 2000. Recientes investigaciones etnohistóricas y arqueológicas sobre la evolución de los cacicazgos Muiscas. El caso de los valles de Fúquene y Susa. En: B. Enciso y M. Therrien (Compiladoras), *Sociedades complejas en la Sabana de Bogotá*: 59-76. Instituto Colombiano de Antropología e Historia-Colcultura, Bogotá.
- LARSON, J. y R. TABER. 1987. Criterios para determinar el sexo y la edad. En: R. Rodríguez (ed.), *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*: 151-213. Wildlife Society, Bethesda, Estados Unidos de América.
- LÓPEZ, C. 1999. *Ocupaciones tempranas en las tierras bajas tropicales del valle medio del río Magdalena sitio 05-Yon-002, Yondó-Antioquia*. Fian, Banco de la República, Santafé Bogotá.
- MARTÍNEZ-POLANCO, M. 2008. La cacería del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por cazadores-recolectores tardíos: El caso de Aguazuque. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MARTÍNEZ-POLANCO, M. y G. PEÑA. 2009. La cacería del venado cola blanca durante el precerámico de la Sabana de Bogotá (Informe). Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República, Bogotá.
- MARTÍNEZ-POLANCO, M., O. MONTENEGRO y G. PEÑA. En preparación. Guía para la determinación de la edad y el sexo de venado cola blanca, en muestras arqueológicas. Instituto de Ciencias Naturales.
- McKECHNIE, I. 2007. Investigating the complexities of sustainable fishing at a prehistoric village on western Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Journal for Nature Conservation* 15(3): 208-222.
- McNIVEN, I. y A. BEDINGFIELD. 2008. Past and present marine mammal hunting rates and abundances: dugong (*Dugong dugon*) evidence from Dabangai Bone Mound, Torres Strait. *Journal of Archaeological Science* 35(2): 505-515.
- PALACIOS, M.V. 1972. Excavación arqueológica en la plazuela de Cubia (Bojacá). Tesis de Grado. Departamento de Antropología, Universidad de los Andes, Bogotá.
- PEÑA, G. 1991. *Exploraciones arqueológicas en la cuenca media del río Bogotá*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- PINTO, M. 2003. *Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia)*. Fian, Banco de la República, Bogotá.
- PURDUE, J. 1983. Epiphyseal Closure in White-Tailed Deer. *The Journal Wildlife Management* 47(4): 1207-1213.
- REITZ, ELIZABETH y ELIZABETH WING. 2008. *Zooarchaeology*. Cambridge Manuals in archaeology. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge.
- RINCÓN, L. 2003. La fauna arqueológica del sitio San Carlos municipio de Funza, Sabana de Bogotá. Monografía de Grado. Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- RIVERA, S. 1992. *Neusa: 9000 años de presencia humana en el páramo*. Fian, Banco de la República, Santafé de Bogotá.
- ROMANO, F. 2003. San Carlos: documentado trayectorias evolutivas de la organización social de unidades domésticas en un cacicazgo de la sabana de Bogotá (Funza-Cundinamarca) Boletín de Arqueología 18: 3-51.
- RYEL, L., L.D. FAY Y R.C. VAN ETTEN. 1961. Validity of age determination in Michigan deer. Michigan Academic Science, Arts, and Letters Papers 46: 289-316.
- SEVERINGHAUS, W. 1949. Tooth Development and Wear as Criteria of Age in White-Tailed Deer. The Journal Wildlife Management 13(2): 195-216.
- UPRIMNY, E. 1969. Excavaciones arqueológicas en el Alto de Cobia. Tesis de Grado (Antropología). Universidad de los Andes, Bogotá.

SECCIÓN IV

Herramientas y estrategias
para la conservación del
venado cola blanca



CAPÍTULO 12

Recopilación y análisis del manejo *ex situ* del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Colombia

Angélica R. Guzmán-Lenis y Hugo F. López-Arévalo

RESUMEN

Para recopilar la información acerca del manejo *ex situ* del venado cola blanca se visitaron entre diciembre de 2003 y febrero de 2004 seis zoológicos pertenecientes a Acopazoa, dos granjas y una reserva privada. Se realizó la evaluación de los encierros mediante el índice de idoneidad de hábitat, se hicieron entrevistas estructuradas a las personas encargadas del manejo de la especie y se revisaron las historias clínicas de los individuos. Se encontraron 101 individuos de venado cola blanca en los establecimientos visitados y se pudieron diferenciar individuos de subespecies de zonas altas y bajas en un mismo establecimiento. Por otra parte, se encontraron deficiencias nutricionales en los animales, lo cual afecta la fecundidad, la proporción de sexos y la sobrevivencia de neonatos. Los encierros de los establecimientos privados tienen mayor calidad de hábitat debido a su tamaño, mientras que los zoológicos poseen mejores adecuaciones.

Palabras clave: Venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, manejo *ex situ*, Colombia.

ABSTRACT

In order to compile information about *ex situ* management of the white-tailed deer, six zoos belonging to the organization Acopazoa, two private farms and one private reserve were visited between December 2003 and February 2004. Structured interviews were conducted with the deer handlers and the clinical history of each individual was reviewed. A total of 101 individuals of white-tailed deer were found in the establishments visited, and about 150 more were found in surrounding private lands. Individuals belonging to subspecies from low and high elevation zones were identified within a single establishment. Nutritional deficiencies were found in the animals, a factor that affects fecundity, sex ratio and neonatal survival. The private establishments have higher habitat suitability due to their size, while the zoos have better facilities.

Keywords: White-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, *ex situ* management, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el uso no sostenible de las poblaciones silvestres de venado cola blanca ha generado dos problemas principales para su manejo y conservación: la disminución de algunos núcleos poblacionales y el aumento de las poblaciones en cautiverio. Este último se traduce en el gran número de fincas y establecimientos oficiales y privados que mantienen grupos cuantiosos de venados, que utilizan diversas técnicas de manejo y, sobre todo, que proporcionan información clave para aportar a su conservación.

En este documento se analiza la información de manejo *ex situ* de venado cola blanca generada a partir de las experiencias en seis zoológicos pertenecientes a la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios-Acopazoa, dos granjas privadas y una reserva privada, a fin de contribuir con el conocimiento de la especie y su manejo sostenible *ex situ* como herramienta para su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Entre diciembre de 2003 y febrero de 2004 se visitaron seis zoológicos pertenecientes a Acopazoa, dos granjas y una reserva privada que poseían indi-

viduos de venado cola blanca en cautiverio. Debido a que la mayoría de los establecimientos tenía más de un encierro, se codificaron de la siguiente forma, según las siglas del establecimiento: Finca Balmoral

(1 SF, 2 SF), Finca Ceboruco (1 MC, 2 MC, 3 MC), Reserva Río Blanco (1 MA), Zoológico de Cali (1 CA), Zoológico Matecaña (1 PE, 2 PE), Zoológico Piscilago (1 PZ, 2 PZ), Bioparque Los Ocarros (1 OC), Zoológico de Santacruz (1 SC, 2 SC) y Zoológico Jaime Duque (1 JD, 2 JD).

Evaluación de los encierros

Se realizó la evaluación de los encierros teniendo en cuenta los requerimientos de hábitat, exceptuando la dieta de los individuos en cautiverio, según lo expuesto por Kirkpatrick y Scaloni (1984), Vaughan y Rodríguez (1994) y Galindo-Leal y Weber (1998) para el mantenimiento *ex situ* de venados cola blanca en Estados Unidos, México y Costa Rica. La evaluación del hábitat se realizó mediante la aplicación del índice de idoneidad del hábitat (HSI por sus siglas en inglés) (Gysel y Lyon, 1980). Este índice es utilizado para la evaluación de hábitat en vida silvestre y en este capítulo será utilizado para evaluar los encierros, que corresponden al hábitat de los venados en cautiverio.

Las características más importantes son calificadas de 2 a 10 y las que se consideran necesarias, pero de menor importancia son calificadas de

1 a 5 (Bramble y Byrnes, 1979). Se utilizó el índice sugerido por Brower *et al.* (1989) para obtener la calificación de las medidas obtenidas en cada encierro según los valores máximos y mínimos de cada variable.

El HSI del encierro evaluado se obtiene sumando los promedios de las características calificadas de 2 a 10 y de 1 a 5 y multiplicado por 2/3, para reducir el valor a un rango de 1 a 10 para fácil manipulación y estandarización de los resultados (Bramble y Byrnes, 1979). Las variables tenidas en cuenta se encuentran en las tablas 12.1 a 12.3.

Manejo de los individuos en cautiverio

Por otro lado, en cada establecimiento se obtuvo información acerca del manejo nutricional, reproductivo y sanitario realizado a los individuos, la cual fue recopilada a través de un formulario de entrevista estructurada y que fue perfeccionado durante la primera visita realizada. Se entrevistaron las personas encargadas del manejo de la especie en cada establecimiento y se revisaron los registros que se llevaban en cada organización, con el fin de obtener información precisa acerca del manejo dado a los animales.

RESULTADOS

En general, los establecimientos mostraron grandes diferencias en cuanto al mantenimiento de los animales, la experiencia en el manejo de la especie y su objetivo. El Zoológico Piscilago (PZ), el Zoológico de Cali (CA), el Zoológico Jaime Duque (JD) y el Bioparque Los Ocarros (OC) tienen como objetivos la exhibición, recreación, conservación, investigación de la especie y la educación; el Zoológico Santacruz (SC) tiene como objetivos la conservación, investigación y reproducción; y el Zoológico Matecaña (PE) centra sus objetivos en la educación y la exhibición. En la Reserva Río Blanco (MA) se tienen en cautiverio los individuos para educar a los grupos de visitantes y para su reintroducción. Por otro lado, en las fincas privadas (MC y SF) se mantienen los venados como mascotas y esperan aportar a la conservación de la especie, además de tener intereses económicos para su uso en zootecnia.

Evaluación de los encierros

A través de la evaluación de los encierros usando el HSI, se pudo obtener una calificación

para cada uno de los establecimientos visitados. En la tabla 12.4 se pueden observar las diferentes calificaciones obtenidas en las variables evaluadas en cada encierro. En general, los mayores índices de calidad los obtuvieron los encierros más grandes, que corresponden a las fincas privadas y reserva visitadas, con los encierros de SF 1 y 2 (7.74 y 7.76 respectivamente), el encierro de MA (7.60) y el tercer encierro de MC (7.71). En cuanto a los zoológicos, el mayor HSI lo obtuvo el encierro en el zoológico de Cali, con una calificación de 7.35, seguido por el 1 PE con 7.01 y el 1 PZ con 7.00. Los demás encierros tuvieron calificaciones por debajo de 7.0. Todos los encierros cumplen con los requerimientos mínimos, aunque 2 PZ y 1 MC cuentan con índices muy bajos (tabla 12.4).

Teniendo en cuenta solo las características evaluadas de 2 a 10, que son las que dan una idea general del encierro en cuanto a tamaño, espacio para los individuos y coberturas; se puede observar que los de mejores condiciones son los encierros 3 MC (8.74), 2 SF (8.67) y 1 SF (8.34), y los que poco cumplen con estas condiciones son 2 PZ (6.05), 1 OC (6.04) y 1 MC (6.01) (tabla 12.4). Finalmente, las variables valoradas de 1 a 5, que corresponden a

las diferentes adecuaciones que se les pueden hacer a los encierros para mejorar el hábitat a los individuos, se tienen que las mejores condiciones se encuentran en 1 CA (4.15), 1 PZ (4.05) y 1 MA (4.04), mientras que los establecimientos que no cumplieron con la mínima adecuación son 2 PZ (2.98), 2 SF (2.97), 3 MC (2.83) y 2 PE (2.82) (tabla 12.4).

Manejo alimenticio

La dieta entre los establecimientos varía en tipo de alimentos suministrados y su cantidad. Todos los establecimientos suministran concentrado, zanahoria y pasto a voluntad. En cuanto a los suplementos, se proporciona sal mineralizada a los animales en PZ, SC, CA, MC y PE; y sal de cocina en SF. sumado a lo anterior, se suministra melaza en CA y mogolla en PE.

Respecto a la composición nutricional de los alimentos, se tiene que en todos los establecimientos se da mayor cantidad de proteína, seguida por fibra y una menor dosis de grasa. Los establecimientos que dan mayor porcentaje de estos nutrientes son CA y SC, siguiéndolos PZ. En cuanto a minerales, todos los establecimientos suministran mayor cantidad de calcio que de fósforo, exceptuando CA. Finalmente, la cantidad de energía diaria suministrada por establecimiento varía entre 0.37 y 1.71 Kcal/g de alimento, siendo SC y CA los establecimientos que dan mayor proporción de este componente.

En dos establecimientos (PE y PZ) se observó que se suministra el alimento y el suplemento mezclado, afectando la calidad y la palatabilidad del mismo. De igual forma, solo en dos establecimientos (SC y OC) se dosifica el alimento.

Manejo de los individuos en cautiverio

Las técnicas utilizadas para el marcaje de individuos varían según la necesidad y objetivos del establecimiento. De los 296 individuos registrados 71 fueron marcados (19 con doble marcaje), 103 fueron identificados mediante alguna otra técnica (nombre, registro veterinario) y 122 no se pudieron identificar. Del total de individuos marcados, en 53 de estos se usó la técnica de muescas en las orejas, en quince se usó microchip, en catorce se usó tatuaje de tinta o en frío y en ocho se usó orejera plástica.

Por otra parte, se encontró que en solo tres establecimientos de los visitados se lleva un ade-

cuado registro de la información: en el CA se lleva registro de los animales en historias clínicas desde 1981, en SC desde el 2001 y en MC se lleva registro de nacimientos, muertes y escapes en una libreta de campo. en dos establecimientos, PZ y OC, se lleva registro no sistematizado de la información y en SF, MA y en PE no se lleva ningún tipo de registro.

Manejo por alta densidad poblacional, endogamia y etología

Para solucionar el problema de alta densidad poblacional, evitar la endogamia y disminuir los eventos de agresividad intra- e interespecífica, especialmente hacia humanos, se plantean las siguientes acciones: (a) eutanasia de machos adultos con el fin de reducir la población efectiva, renovar sangre y eliminar machos agresivos (CA); (b) aislamiento de machos adultos, solo se ingresa uno al encierro de las hembras en época de brama (celo) cuando se desean crías y estos se rotan (MC); (c) aislamiento de machos agresivos en encierros aparte (JD); (d) aislamiento de otros machos (adultos y subadultos) del grupo, dejando al macho dominante con las hembras (PZ y PE); (e) aislamiento del resto del grupo de cervatillos con su madre (PZ); (f) aislamiento de grupos, los cuales se distribuyen tanto hembras como machos, tratando de dejar machos dominantes en grupos diferentes (JD y SC); (g) corte de astas de machos agresivos (CA); (h) renovación de *pool* genético mediante el intercambio de individuos entre establecimientos; (i) rotación de encierros para que la alta densidad poblacional no afecte la calidad del encierro (SF y CA); (j) para solucionar la ausencia de cuidado parental se realiza manejo de neonatos para evitar su muerte (PZ).

Manejo veterinario

Se obtuvo información del manejo veterinario dado a los individuos en cuanto a medicina preventiva, restricción física y química, y casos clínicos. La medicina preventiva que se ejerce en los establecimientos visitados se dirige hacia la desparasitación de los individuos en cautiverio y en muy pocos casos a la inmunización, es decir, vacunación.

La restricción química se ejerce principalmente para atender urgencias médicas (25.8 %), hacer desparasitaciones rutinarias (19.2 %), trasladar individuos (17.5 %) e investigación (15.0 %). Solamente en CA se encontró un protocolo de restricción física y química para la especie y un protocolo para el transporte de animales silvestres.

Tabla 12.1. Variables cuantitativas medidas en la evaluación de los encierros.

| Variable | Definición | X max | X min | Calificación |
|--|--|-----------------------------|----------------------------|--|
| Área del encierro | Es el área en m ² de los encierros en cada establecimiento. | ≥ 2000 m ² | 27 m ² | 2-10 |
| Densidad de individuos en el encierro | Es la cantidad de individuos por m ² en cada encierro evaluado. Sin incluir el área con agua. | 0.06 ind/100 m ² | 3.7 ind/100 m ² | 2-10 |
| Área de pastos/hierbas | Es el porcentaje del área del encierro con pastos o hierbas. | 100 % de pastos y hierbas | 0 % | 2-10 |
| Área de gravilla/cemento | Es el porcentaje del área del encierro con este material. | (0 %) de cemento o gravilla | (100 %) | 2-10 |
| Área de sombra natural | Es el porcentaje del área del encierro con sombra de árboles y arbustos. | 80 % | 0 % | 2-10 100 % =8, se mantiene la pendiente |
| Área de arbustos | Es el porcentaje del área del encierro con arbustos. | 50 % | 0 % y 100 % | 2-10 |
| Biomasa y número de individuos de otras especies | Es la cantidad de individuos de otras especies presentes en los encierros. | 245 Kg | 0 Kg | 1-5 |
| Ancho de la puerta | Es el ancho que permita la evacuación de un individuo bajo restricción química o física. | ≥ 1.5 m | 0 m | 1-5 |

Tabla 12.2. Variables cualitativas medidas en la evaluación de los encierros, valoradas de 1 a 5.

| Variable | Definición | Valores |
|-----------------------------|---|--|
| Vecindad | Los alrededores del encierro afectan directamente el bienestar de los individuos en cautiverio. Los diferentes elementos que colindan con los encierros fueron calificados según el grado de estrés que pueden producir a los individuos. | 5 = elementos naturales como prado, bosques y quebradas. 3 a 4 = animales colindantes, 3 = carnívoros, 4 = herbívoros. 1 a 3 = elementos antrópicos, 1 = alto estrés, como carreteras muy transitadas y objetos que causen alto ruido. 2 = exhibición, personas en tránsito. 3 = edificaciones. |
| Presencia de otras especies | Es la presencia de otras especies que comparten el encierro con los venados, que además de aumentar la densidad de animales en el encierro, pueden generar comportamientos agonísticos y de alarma provocando accidentes. Las diferentes especies fueron calificadas observando su interacción con los venados directamente en los encierros de una manera no sistemática. Si hay más de una especie, se tiene en cuenta la de menor valor. Sin otras especies el valor es 5. | 4 = Mamíferos herbívoros que no despliegan comportamientos agonísticos contra los venados, además de no generar sonidos o comportamientos de alarma que promueven la conducta antipredadora de huida. 3 = Mamíferos herbívoros que no despliegan comportamientos agonísticos contra los venados, pero que sí generan sonidos y comportamientos de alarma que promueven la conducta antipredadora de huida. 3 = Aves no voladoras (como gallinetas y pavos) que despliegan comportamientos agonísticos contra los venados, promoviendo ocasionalmente la conducta antipredadora de huida. |
| Área de manejo | Para la manipulación de individuos en cautiverio es necesaria un área de manejo que permita el aislamiento del individuo para facilitar su restricción. | Presente = 5, ausente = 1 |
| Manga de acceso | La manga de acceso permite el ingreso al encierro sin correr el riesgo de que algún individuo escape. Es un elemento básico para el manejo de individuos en cautiverio (Vaughan y Rodríguez, 1994). | Presente = 5, ausente = 1 |

Tabla 12.3. Variables compuestas medidas en la evaluación de los encierros.

| Variable | Definición | X max | X min |
|--------------------|----------------------------|---|-------------|
| | Altura de la malla | ≥ 2.50 m | 1.07 m |
| | Distancia entre los postes | ≤ 3 m | ≥ 3 m |
| Enmallado | Material del enmallado | 5 = muro basal, malla y alambre de púas superior. 4 = malla sola, sin ser fijada en la parte inferior. 3 = malla sola, sin ser fijada en la parte inferior y sin ángulo superior, lo que disminuye la estabilidad del enmallado. Esta calificación también se ajusta a corrales en madera sin refuerzos. 2 = malla combinada con alambre de púas, el cual puede causar heridas a los individuos. | |
| | Material del comedero | Perdurable y fácilmente lavable (cemento, madera recubierta, caucho vulcanizado). | Improvisado |
| Comedero | Área | ≥ 720 cm ² /individuo | 0 |
| | Volumen | $\geq 21\ 600$ cm ³ de capacidad por individuo. | 0 |
| | Protección | Presente | Ausente |
| Bebedero | Material | Plástico o recubierto con pintura antilama. | Otros |
| | Volumen | 20 l por individuo | 0 |
| | Protección | Presente | Ausente = 3 |
| Refugio artificial | Material | 5 = madera techada con materiales naturales 4 = madera techada con teja metálica 3 = metálico 1 = ausente | |
| | Área | 4.5 m ² /ind. | 0 |
| | Volumen | 8.2 m ³ /ind. | 0 |

Tabla 12.4. Calificaciones obtenidas en cada variable evaluada de los encierros e índice de calidad de hábitat para cada encierro evaluado.

| | HSI | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | HSI / 10 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | HSI / 5 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|---|---|------|----|------|------|------|------|------|------|---------|
| 2 SF | 7.76 | 10 | 8.1 | 10 | 10 | 4.4 | 9.52 | 8.67 | 1 | 3 | 3.53 | 1 | 3.81 | 1.5 | 5 | 4.84 | 5 | 1 | 2.97 |
| 1 SF | 7.74 | 10 | 6.1 | 10 | 10 | 4.4 | 9.52 | 8.34 | 1 | 4 | 4.59 | 1 | 3.81 | 2.5 | 5 | 4.84 | 5 | 1 | 3.27 |
| 3 MC | 7.71 | 10 | 7 | 9.2 | 10 | 6.8 | 9.44 | 8.74 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | 5 | 3.94 | 1 | 4.33 | 1 | 2.83 |
| 1 MA | 7.6 | 10 | 2.1 | 9.92 | 10 | 2.16 | 9.98 | 7.36 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2.86 | 3.88 | 3.87 | 5 | 4.95 | 3.82 | 4.04 |
| 1 CA | 7.35 | 5.49 | 10 | 2 | 10 | 6.8 | 6.92 | 6.87 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3.81 | 3 | 3.95 | 4.75 | 5 | 1 | 4.15 |
| 1 PE | 7.01 | 5.9 | 7.1 | 9.6 | 10 | 2 | 8.14 | 7.12 | 1 | 5 | 5 | 1 | 3.33 | 3 | 3.73 | 5 | 4.33 | 2.51 | 3.39 |
| 1 PZ | 7 | 7.89 | 7.68 | 2 | 9.86 | 2 | 9.25 | 6.45 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3.86 | 4.75 | 4.28 | 4.74 | 4.74 | 2.14 | 4.05 |
| 2 MC | 6.75 | 6.69 | 5.01 | 5.2 | 10 | 5.2 | 9.96 | 7.01 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | 4.5 | 3.28 | 5 | 4.33 | 1 | 3.11 |
| 1 OC | 6.61 | 4.02 | 5.5 | 9.2 | 10 | 2 | 5.54 | 6.04 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3.81 | 3.25 | 4.2 | 4.04 | 4.33 | 3.13 | 3.88 |
| 2 PE | 6.61 | 8.17 | 5.6 | 6 | 10 | 2.8 | 10 | 7.09 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4.76 | 3.38 | 3.73 | 5 | 4.33 | 1 | 2.82 |
| 1 SC | 6.44 | 5.66 | 2.2 | 8.4 | 10 | 2 | 9.2 | 6.24 | 1 | 3 | 4.74 | 1 | 3.81 | 4.13 | 3.8 | 5 | 5 | 2.67 | 3.41 |
| 2 JD | 6.4 | 3.38 | 2.22 | 10 | 10 | 2 | 9.54 | 6.19 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1.43 | 3.48 | 4.2 | 5 | 4.33 | 4.58 | 3.4 |
| 1 JD | 6.38 | 5.52 | 2.28 | 10 | 10 | 2 | 7.44 | 6.21 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1.43 | 4.33 | 4.2 | 5 | 4.33 | 2.28 | 3.36 |
| 2 SC | 6.23 | 4.12 | 2 | 10 | 10 | 2 | 8.54 | 6.11 | 1 | 3 | 4.27 | 1 | 3.1 | 2.5 | 2.8 | 5 | 5 | 4.62 | 3.23 |
| 1 MC | 6.04 | 5.31 | 2.25 | 9.2 | 10 | 2 | 7.27 | 6.01 | 1 | 5 | 5 | 1 | 2.14 | 4 | 2.68 | 3.04 | 3.9 | 2.85 | 3.06 |
| 2 PZ | 6.02 | 6.41 | 6 | 2.16 | 10 | 2 | 9.75 | 6.05 | 5 | 3 | 2.88 | 1 | 2.54 | 3.79 | 4.26 | 3 | 3.34 | 1 | 2.98 |

HSI/10 = índice de calidad de hábitat calculado para las variables calificadas de 2 a 10.

HSI/5 = índice de calidad de hábitat calculado para las variables calificadas de 1 a 5. 1 = área del encierro, 2 = área de sombra natural, 3 = área de pasto/hierbas, 4 = área de gravilla/cemento, 5 = área de arbustos, 6 = densidad de individuos en el encierro, 7 = área de manejo, 8 = otras especies, 9 = Biomasa de individuos de otras especies, 10 = manga de acceso, 11 = ancho de las puertas, 12 = vecindad, 13 = enmallado, 14 = comedero, 15 = bebedero, 16 = refugio.

La mayor causa de mortalidad de los venados en cautiverio es el bajo desarrollo con el que nacen las crías y la hipotermia, con un 23.1 %. La segunda causa de muerte son las enfermedades infecciosas (12.8 %), las cuales afectan de igual forma a los individuos de todas las edades, siendo las más comunes la gangrena, neumonía, tétano y onfalitis (inflamación del ombligo). La tercera causa de muerte es el estrés (10.3 %) el cual incluye muerte por miopatía de captura, asfixia y lesiones varias ocasionadas por impactos contra objetos a causa del estrés. La eutanasia comparte la tercera causa de muerte, con un 10.3 %. Las fracturas o hemorragias por enfrentamientos intra o interespecíficos causan un 6.4 % de las muertes; mientras que los parásitos, la cacería furtiva, los problemas posparto, la anemia, la timpanización y las neoplasias causan el 15.4 %, cada uno con un porcentaje menor al 5 %.

DISCUSIÓN

Evaluación de los encierros

El componente hábitat afecta directamente a la población en cautiverio ya que la sobrevivencia, la productividad y el bienestar de un organismo dependen de su ambiente, y en este caso los animales no pueden hacer selección del sitio según su preferencia de hábitat. Como consecuencia, la evaluación de los encierros puede vislumbrar la condición general de la población.

Los encierros privados de SF, MC y MA son los de mejores condiciones debido al gran tamaño que ostentan, pero además por la presencia de pasturas, arbustos y árboles en el interior del encierro. Los objetivos de tenencia de los animales son conservación y producción, y las condiciones en estos encierros se ajustan a las exhibidas en México y Costa Rica (Galindo-Leal y Weber, 1998; Vaughan y Rodríguez, 1994); no obstante, las densidades poblacionales que se manejan son bajas y se cuenta con varios encierros de gran tamaño.

En comparación, los encierros de zoológicos presentan condiciones diferentes, por ejemplo, poseen menores tamaños porque son realizados para la exhibición. El tamaño reducido implica mayor pisoteo y disminución de pasturas, y la exhibición supone estrés continuo para los animales. Entre los zoológicos el mejor encierro es el de CA debido a que posee una adecuada cobertura arbórea y arbustiva, además de tener las mejores adecuaciones para el manejo de los individuos y el pisoteo se soluciona con el traspaso de los animales de un encierro a otro. El encierro en PE tiene buenas

En cuanto al manejo de neonatos, a tan solo el 42 % de los 117 individuos nacidos se les realizó el primer manejo veterinario, el cual comienza con la manipulación del individuo para marcarlo (73.3 %) y curarle y revisarle el ombligo (62.2 %). Es de resaltar que un 18.2 % de los individuos marcados mueren a causa de un marcaje mal realizado o no monitoreado y un 25 % muere a causa de onfalitis.

El principal evento que implica manejo veterinario de juveniles y adultos es el trauma causado por agresión interespecífica o por estados de estrés, los cuales pueden generar *shock* respiratorio y/o miopatía de captura, muriendo un 38 % de los individuos que presentan estos casos. En hembras adultas se complica el parto en un 13.8 % de las veces, muriendo un 75 % de ellas.

condiciones; sin embargo, los animales se encuentran bajo estrés debido a la ausencia de refugio. El principal encierro de PZ tiene buenas adecuaciones, pero carece de pasturas y el refugio para los animales es insuficiente. Los tamaños de estos encierros se ajustan al sistema intensivo propuesto por Kirkpatrick y Scalón (1984) en Estados Unidos, en donde se mantiene alta densidad de individuos en áreas pequeñas. Sin embargo, este tipo de manejo necesita el desarrollo de un plan alimenticio y de manejo veterinario.

Manejo alimenticio

La alimentación de los venados debe cubrir requerimientos nutricionales de fibra, proteínas, energía, vitaminas y minerales. Una dieta balanceada no solo permitirá que los animales se encuentren en buen estado de salud, sino también contribuirá al éxito de la reproducción en cautiverio, permitiendo mayor proporción de partos gemelares (Galindo-Leal y Weber, 1998).

La mayoría de establecimientos visitados suministra porcentajes de proteína inferiores a los indicados por Verme y Ullrey (1984), Ullrey *et al.* (1971) y Galindo-Leal y Weber (1998) para individuos en cautiverio, lo que podría explicar la baja productividad y la alta mortalidad de neonatos. A pesar de que los zoológicos de CA y SC suministran en sus dietas porcentajes de proteína adecuados para adultos, 8.26 % y 9.71 % respectivamente, este porcentaje de proteína no es apropiados para juveniles y cervatillos, ni para lograr una máxima fecundidad.

En todos los establecimientos se dan dietas bajas en energía, menores de 2 Kcal/g de alimento, teniendo en cuenta que la energía digestible requerida es de 4.2 Kcal/g de alimento o 2.75 Kcal/g de energía digestible (Ullrey *et al.*, 1971), la baja ingesta de energía puede influir en la proporción de sexos de neonatos, siendo mayor el número de machos nacidos que de hembras (Ullrey *et al.*, 1971).

Ullrey *et al.* (1975) señala que un neonato recién destetado y alimentado con una dieta que tiene 0.26 % de fósforo y 0.5 % de calcio tiene cubiertas sus necesidades. Los requerimientos de calcio para el crecimiento, el desarrollo del esqueleto y el crecimiento de astas es de 0.40 % y la cantidad de fósforo debe ser menor de 0.28 % (Ullrey *et al.*, 1975). Comparando los valores sugeridos respecto a los administrados en los establecimientos visitados se tiene que en todos estos se dan bajos porcentajes de calcio, lo que puede estar afectando tanto el crecimiento de los cervatillos como el desarrollo de las astas.

Respecto a la administración de los alimentos, en los establecimientos CA, SC y OC se sirven los alimentos individualmente los cuales se dan a voluntad y separados de los suplementos, evitando que los animales dejen de consumir alimento por rechazar los suplementos.

En CA la dieta suministrada es adecuada y la mejor entre los establecimientos visitados, que sumado a la buena calidad de los encierros y la edad de las hembras en el establecimiento (Ezcurra y Gallina, 1981) generan una alta productividad. Sin embargo, el bajo porcentaje de proteína y energía puede estar generando la alta mortalidad de neonatos.

En SC se tiene la dieta con mayor cantidad de energía, 1.71 Kcal/g, la cual es suficiente para una productividad media; sin embargo, la fecundidad es baja, lo que puede estar siendo afectado por otros factores como las condiciones regulares del encierro o la edad de las hembras jóvenes (Ezcurra y Gallina, 1981).

Aunque en PZ se da gran cantidad de alimento, 17.5 kg diarios por individuo, su calidad no es la mejor, lo que puede estar provocando mayor consumo de biomasa por parte de los venados para cumplir sus requerimientos sin lograr la mejor nutrición. Las falencias alimenticias y la calidad regular de los encierros puede estar afectando la fecundidad (Ezcurra y Gallina, 1981), la cual es baja (1 cría/hembra anual).

En los demás establecimientos la dieta suministrada no es adecuada. Sin embargo, en SF y MC

se tiene la salvedad de tener a disposición de los animales forraje en los encierros.

Manejo de los individuos en cautiverio

Para poder obtener información útil sobre los aspectos biológicos de la especie en cautiverio es necesario registrarla, lo cual se fundamenta en un buen método de identificación individual (Galindo-Leal y Weber, 1998), motivo por el cual es indispensable que se realice el marcaje de individuos en todos los establecimientos visitados. El hecho de marcar los individuos facilita el proceso de registro de la información, el cual es necesario para la adquisición de conocimiento y experiencia en el manejo de la especie.

Las diferentes técnicas de identificación de los animales dependen de los objetivos de mantenimiento de la especie en cautiverio y del conocimiento que se tenga acerca de la importancia del tema. En los zoológicos CA, SC y JD han marcado todos los individuos debido a que conocen que es básico para la conservación de la especie, el intercambio de individuos y, por tanto, el manejo reproductivo.

Manejo reproductivo

La población de venado cola blanca en cautiverio estudiada puede estar presentando cambios genéticos deletéreos debido al pequeño número fundador que maneja (Frankham *et al.*, 2003), que según los registros corresponde a 24 individuos, y a la reproducción sin control en cautiverio. Este problema no se está manejando adecuadamente en los zoológicos ya que reciben animales provenientes de tenedores ilegales con cierta tasa de endogamia, realizan intercambio de individuos entre zoológicos sin un control propicio y, en su mayoría, no llevan un correcto marcaje y registro del pedigrí de los individuos. Esta situación se asemeja a lo presentado en la mayoría de parques zoológicos de Latinoamérica, en donde la carencia de métodos adecuados de identificación y registro sistemático de información biológica individual, y confiable en la reproducción, ha hecho imposible el registro adecuado de genealogías, lo cual es muy importante para evitar la consanguinidad de la especie (Galindo-Leal y Weber, 1998). En consecuencia, se puede estar presentando depresión endogámica, pérdida de variabilidad genética, acumulación de nuevas mutaciones deletéreas, adaptaciones genéticas a la cautividad que son deletéreas en libertad y depresión exogámica (Frankham *et al.*, 2003). Sin embargo, esto no es posible saberlo con el estudio realizado, por lo cual es necesario hacer estudios genético-moleculares.

Por otro lado, lo que se conoce como la renovación de sangre de los grupos podría estar acentuando el problema de exogamia debido a la falta de información de los individuos que ingresan y la dificultad de identificarlos por la ausencia de estudios acerca del estatus taxonómico de las subespecies en el país, lo cual podría estar generando la hibridación de subespecies en cautiverio. La exogamia tiene implicaciones para la conservación y manejo de la especie, en cuanto los establecimientos visitados no están aportando a la conservación *ex situ* de las subespecies de venado cola blanca presentes en el país y, por tanto, los individuos estudiados no son aptos para programas de reintroducción debido a que su liberación podría provocar la disminución de la eficiencia biológica, *fitness* de las poblaciones naturales por esterilidad o disminución en la fertilidad, causada por barreras genéticas. Además, si el tamaño efectivo de la población natural es muy pequeño, los híbridos podrían provocar la desaparición de la subespecie mediante absorción de sus características o introgresión (Frankham *et al.*, 2003).

La reproducción de animales en cautiverio debe seguirse bajo un programa que logre mantener poblaciones genéticamente viables a lo largo del tiempo, si se espera realmente aportar a la conservación y realizar posteriormente esfuerzos de reintroducción. Un buen programa reproductivo mantiene una población viable autosostenible mediante un manejo genético y demográfico de la población, para lo cual se debe realizar investigación continua acerca del comportamiento, genética, nutrición, patología, reproducción y fisiología de la especie en cautiverio, y si se puede, en vida silvestre (Rabinowitz, 1997). Las acciones de manejo realizadas en los establecimientos visitados no tienen un fundamento biológico fuerte y, de cierta forma, no están ayudando a la población en cautiverio. Para realizar renovación del *pool* genético no basta con hacer un intercambio de individuos entre los establecimientos, rotar o cambiar los machos o el aislamiento de grupos, ya que si no se hace bajo un programa reproductivo y con un control no se está logrando el objetivo. Para que estas acciones de manejo sean efectivas, es necesario plantear un programa de reproducción de venado cola blanca en cautiverio mediante el uso de un *Studbook* y, por tanto, marcando los individuos en cautiverio.

Manejo veterinario

El manejo veterinario es necesario en animales en cautiverio ya que los animales en estas condiciones tienden a enfermar más que los de vida libre, debido a una disminución en las defensas producida por el estrés y a vivir en condiciones de hacinamiento que en vida libre no existen (Barra-

gán, 2002). Para disminuir estos riesgos se utiliza la medicina preventiva, la cual es indispensable para el cuidado zoológico adecuado e incluye procedimientos de cuarentena, exámenes parasitológicos de rutina, exámenes físicos y programas de vacunación (Fraser y Mays, 1988). En los establecimientos visitados la medicina preventiva se reduce a la desparasitación de los individuos, lo cual es básico, ya que los animales silvestres en cautiverio son vulnerables a numerosas infecciones endo y ectoparasitarias, las cuales son transmitidas generalmente por animales domésticos (Fraser y Mays, 1988).

Parte del manejo veterinario que debe hacerse a los venados consiste en su manipulación mediante captura, contención y/o anestesia, más aún si los animales están destinados para investigación científica y su manejo pueda ser algo rutinario. La habilidad para llevar a cabo procedimientos manipulativos con seguridad, tanto para el animal como para los manejadores, es importante para el desarrollo de cualquier proyecto de investigación (Galindo-Leal y Weber, 1998). Sin embargo, es indispensable que exista una razón válida para manipular directamente un animal (D. Orjuela com. pers., 2004), sabiendo los riesgos que provoca. En los establecimientos visitados la restricción se realiza principalmente para atender las urgencias médicas, desparasitar, trasladar los individuos e investigar, cumpliendo con lo expuesto por estos autores.

Los cérvidos son los mamíferos con mayor predisposición al síndrome denominado “miopatía por captura” (Fowler, 1986), por tanto, la restricción física debe ser realizada previa restricción química. Las dosis utilizadas en los establecimientos visitados se encuentran dentro de los rangos especificados por Barragán (2002) para la restricción química en el manejo de cérvidos. En algunos establecimientos aplicaron atropina, la cual no es recomendable utilizar en cérvidos (Galindo-Leal y Weber, 1998).

La mayor mortalidad de neonatos se presentó por onfalitis, inanición y complicaciones con el marcaje, mientras que en el estudio desarrollado por Hattel *et al.* (2004) la mayor mortalidad en esta edad sucedió por bronconeumonía y enterocolitis. Por otro lado, Ditchkoff *et al.* (2001) encontraron mayor mortalidad de las crías por estrés.

El principal evento que implica manejo médico de cervatillos, juveniles y adultos concuerda con lo expuesto por Fraser y Mays (1988), en donde la mayor cantidad de lesiones provocadas en cérvidos se deben a estados de estrés, huida y choque, y agresión intraespecífica, y difiere con lo encontrado por Hattel *et al.* (2004), en donde la mayor mortalidad fue causada por bronconeumonía, seguida por enterocolitis, malnutrición y trauma.

LITERATURA CITADA

- BARRAGÁN, K.B. 2002. Caracterización cromosómica de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780). Trabajo de grado, Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- BRAMBLE, W.C. Y W.R. BYRNES. 1979. Evaluation of the wildlife habitat values of right-of-way. *The Journal of Wildlife Management* 43(3): 642-649.
- DITCHKOFF, S.S., M.G. SAMS, R.L. LOCHMILLER Y D.M. LESLIE. 2001. Utility of tumor necrosis factor- α and interleukin-6 as predictors of neonatal mortality in white-tailed deer. *Journal of Mammalogy* 82(1): 239-245.
- EZCURRA, E. Y S. GALLINA. 1981. Biology and Population Dynamics of White-Tailed Deer in Northwestern Mexico. En: P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.), *Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America*: 79-108. Instituto de Ecología A.C., México D.F.
- FOWLER, M. 1986. *Zoo and wild animal medicine*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Estados Unidos de América.
- FRANKHAM, R., J.D. BALLOU Y D.A. BRISCOE. 2003. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge University Press, Reino Unido.
- FRASER, C.M. Y A. MAYS. 1988. *El manual Merck de veterinaria. Un manual de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades, para el veterinario*. 3ª edición. Merck & Co., Inc., Barcelona.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D. F.
- GYSEL, L.W. Y L.J. LYON. 1980. Habitat analysis and evaluation. En: S.D. Schemnitz (ed.), *Wildlife management techniques manual*: 305-327. The Wildlife Society, Washington, D.C.
- HATTEL, A.L., D.P. SHAW, B.C. LOVE, D.C. WAGNER, T.R. DRAKE Y J.W. BROOKS. 2004. A retrospective study of mortality in Pennsylvania captive white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*): 2000-2003. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 16: 515-521.
- KIRKPATRICK, R.L. Y P.F. SCALON. 1984. Care of captive whitetails. En: L. K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 687-696. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- RABINOWITZ, A.R. 1997. *Wildlife field research and conservation training manual*. Wildlife Conservation Society. Nueva York.
- ULLREY, D.E., H.E. JOHNSON, W.G. YOUATT, L.D. FAY, B.L. SCHOEPKE Y W.T. MAGEE. 1971. A basal diet for deer nutrition research. *The Journal of Wildlife Management* 35(1): 57-62.
- ULLREY, D.E., W.G. YOUATT, H.E. JOHNSON, A.B. COWAN, L.D. FAY, R.L. COVERT, W.T. MAGEE Y K.K. KEAHEY. 1975. Phosphorus requirements of weaned white-tailed deer fawns. *The Journal of Wildlife Management* 39(3): 590-595.
- VAUGHAN, C. Y M.A. RODRÍGUEZ (eds.). 1994. *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- VERME, L.J. Y D.E. ULLREY. 1984. Physiology and nutrition. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 91-118. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.

CAPÍTULO 13

El semicautiverio como opción de manejo para el venado cola blanca en el parque recreativo y zoológico Piscilago (Nilo, Cundinamarca)

Angela Andrea Camargo-Sanabria, Hugo F. López-Arévalo y Diana Sarmiento-Parra

RESUMEN

Uno de los objetivos del proyecto “Diseño de una estrategia de conservación y manejo del venado cola blanca” del Instituto de Ciencias Naturales fue promover actividades con entidades que trabajan por la conservación de poblaciones *ex situ*. Enmarcado en este objetivo se planteó en cooperación con el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago (PRZP), el mantenimiento de una pareja de venados en semicautiverio en los predios del Parque como alternativa al manejo tradicional de la especie en cautiverio y como atracción natural para los visitantes. El estudio se realizó de septiembre de 2003 a enero de 2004 y comprendió la selección de la pareja y la identificación de interacciones entre las personas y los animales liberados. Se seleccionaron dos animales con base en la aplicación de seis criterios: edad, tiempo de permanencia en cautiverio, condición sanitaria, estado reproductivo, comportamiento y posición jerárquica en el grupo. Se definió una interacción como la acción recíproca entre dos o más agentes y se incluyeron allí las acciones de observar, tocar o alimentar a los animales. La aplicación de los criterios de selección arrojó la escogencia de una pareja de venados adultos que han vivido toda o la mayor parte de su vida en cautiverio, con comportamiento manso y con una posición jerárquica subordinada en la organización social del grupo. Luego de su liberación los animales fueron observados y contemplados por los turistas y en ocasiones fueron alimentados o molestados por los mismos. Se recomienda al PRZP desarrollar estrategias para controlar y manejar las interacciones personas-animales con el fin de proteger al turista y a los venados en aras de fomentar a través de la educación un cambio de actitud frente a la fauna silvestre y sus problemas de conservación.

Palabras clave: Manejo, *Odocoileus virginianus*, interacción humano-animal, criterios de selección, semicautiverio, venado cola blanca.

ABSTRACT

One of the objectives of the project “Design of a conservation and management strategy for white-tailed deer” of the Institute of Natural Sciences was to promote activities with entities working to conserve *ex situ* populations. Consistent with this objective, a program was started in cooperation with the Piscilago Recreational Park and Zoo, to maintain a pair of white tailed-deer in semi captivity inside the park, as an alternative to traditional management of the species in captivity and as a natural attraction for visitors. The study was conducted from September 2003 to January 2004 and involved the selection of the pair of deer and the identification of interactions between people and the animals that were released. We selected two animals based on the application of six criteria: age, time spent in captivity, health status, reproductive status, behavior and hierarchical position in the group. We define an interaction as a reciprocal action between two or more agents, and included observing, touching or feeding the animals. The application of the selection criteria resulted in the choice of a pair of adult deer that had lived all or most of their lives in captivity, with tame behavior and a subordinate position in the hierarchical social structure of the group. After their release, the animals were observed and contemplated by tourists, and occasionally were fed or disturbed by them. We recommend that PRZP develop strategies to control and manage people-animal interactions, in order to protect the tourists and the deer, and ultimately, through education, promote changes in attitudes toward wildlife and conservation issues.

Keywords: Management, *Odocoileus virginianus*, people-wildlife interaction, selection approaches, semi-captivity, white-tailed deer.

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de venado cola blanca *O. virginianus* en Colombia enfrentan problemas de conservación como la presión de caza y la transformación de su hábitat (López-Arévalo y González-Hernández, 2006). No obstante, cada subespecie se encuentra en un estado de conservación diferente: *O.v. tropicalis* está categorizado en peligro crítico, *O.v. curassavicus*, *O.v. goudotii* y *O.v. ustus* tienen datos deficientes, y *O.v. apurensis* está categorizada con preocupación menor (López-Arévalo y González-Hernández, 2006). Este panorama de conservación combinado con el potencial de uso de la especie (Solis, 1994; Vaughan y Rodríguez, 1994; Guzmán, 2005) evidenció la necesidad de formular una estrategia para la conservación y el manejo del venado cola blanca en el país. Desde el ámbito académico, el grupo de investigación en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Colombia, buscó a través del trabajo interdisciplinario, interinstitucional e intergeneracional contribuir al desarrollo de dicha estrategia, desarrollando acciones tanto a nivel *in situ* como *ex situ* (López-Arévalo *et al.*, 2000). Uno de los objetivos de esta estrategia fue promover actividades de cooperación con entidades que trabajan por la conservación de poblaciones *ex situ*. Las entidades involucradas fueron Corporaciones Autónomas Regionales y zoológicos oficialmente establecidos en Colombia. Es en este punto en donde se enmarcó el presente estudio trabajando en conjunto con el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago-Colsubsidio (PRZP).

En Colombia el mantenimiento en cautiverio es una de las opciones de reubicación para la fauna decomisada (Zambrano y Roda, 1999). A largo plazo esta alternativa se convierte en el destino de los animales cuya liberación no se justifica porque no es apropiado o porque no existe un programa de monitoreo con el cual evaluar el éxito de la reubicación (Jiménez-Pérez, 1999; Fisher y Lindenmayer, 2000; IUCN, 2002). Aunque para muchos animales el mantenimiento en buenas condiciones de cautiverio es la opción más sensata (Jiménez y

Cadena, 2004) y puede servir para dar a conocer los problemas que enfrentan las poblaciones silvestres y los ecosistemas (Troncoso y Naranjo-Maury, 2004), en el caso particular del venado cola blanca los individuos en cautiverio no aportan de manera significativa a la conservación *in situ* de la especie, debido a que no pueden ser utilizados en programas de reintroducción porque no es clara su determinación taxonómica o procedencia (Guzmán, 2005). Del mismo modo, el manejo reproductivo entre establecimientos no es adecuado porque los zoológicos y granjas privadas no mantienen un registro detallado de su colección. Dada esta situación, en conjunto con el PRZP se propuso liberar y mantener en semicautiverio una pareja de venados como alternativa al manejo tradicional de la especie en cautiverio y como atracción natural para los visitantes al Parque.

La idea de visitar y observar animales con fines recreativos es un fenómeno relativamente reciente, conceptualizado por Orams (1996) como un espectro de oportunidades de interacción gente-fauna. En un extremo del espectro está representada la oportunidad de ver fácilmente fauna cautiva en zoológicos y acuarios, mientras que en el otro está la posibilidad de interactuar con la fauna en su ambiente natural. En el medio se ubica el semicautiverio, un concepto dependiente de la escala, en el que a menudo se simula el hábitat de la especie y se restringen los movimientos del animal por medio de rejas o mallas (Orams, 1996). En este trabajo, el semicautiverio se presenta como una opción de manejo cuyo objetivo es la utilización del venado cola blanca como atractivo natural en el PRZP, a través del cual se educará y concientizará al visitante sobre el estado de sus poblaciones silvestres y sus hábitats. En esta investigación se discuten los criterios de selección de dos animales liberados, se identifican las interacciones observadas entre las personas y los venados, y finalmente se presentan algunas recomendaciones derivadas de esta experiencia de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El PRZP se ubica al sur occidente del departamento de Cundinamarca en la inspección de policía La Esmeralda, perteneciente al municipio de Nilo. La precipitación promedio anual en el área de estudio es de 1000-1600 mm, la temperatura oscila entre 24 °C-30 °C y pertenece según Holdridge a la

zona de vida de Bosque Seco Tropical (Camargo, 2001). El PRZP se ubica entre los 4°12' - 4°13' Norte y los 74°40' - 74°41' Oeste. Cuenta con un área aproximada de 86 ha y abarca un rango altitudinal desde los 320 hasta los 420 m s. n. m. El Parque está limitado por la Base Militar de Tolemaida, el Fondo Rotatorio del Ejército, la vía Bogotá-Girardot y propiedades privadas de La Esmeralda.

Los terrenos del Parque se dividen en un área de infraestructuras y un área de tenencia más reciente conocida como “La Finca”. En el primer sector se concentran la mayoría de atracciones del Parque, gran parte de las exhibiciones del zoológico y el anillo vial por el cual solo transitan los vehículos destinados a la movilización de los turistas. En el segundo sector se encuentran algunas secciones del zoológico, parqueaderos y potreros. Este último está mucho menos sometido a la presencia antrópica que el primero. Todo el perímetro del Parque se encuentra enmallado a 2 m de altura, excepto un límite de aproximadamente 800 m de longitud que permite el paso bidireccional de personas y animales entre el Parque y Tolemaida.

El zoológico está organizado administrativamente en dos coordinaciones: conservación y educación, y salud animal y nutrición. La oficina de conservación y educación, a través de la cual se desarrolló este proyecto, es la encargada de promover la concientización y sensibilización de los visitantes frente a la fauna, y cuenta con un grupo de zoológicas quienes entre otras funciones, tienen la tarea de dar a los turistas recomendaciones para mantener el bienestar de todos los animales del zoológico.

Selección de animales

En agosto de 2003 el PRZP contaba con diez venados cola blanca en cautiverio, pero en este estudio solo se trabajó con nueve que estaban en el mismo encierro. Se aplicaron seis criterios que condujeron a la selección de dos animales (tabla 13.1). De manera previa se definió que aquellos animales adultos, nacidos en cautiverio o que hubieran pasado gran parte de su vida en esta condición, que exhibieran un comportamiento manso pero socialmente y una posición subordinada en la organización jerárquica del grupo serían los adecuados para estar en un ambiente seminatural en el que se dejaran observar por las personas. La edad y el tiempo de permanencia en cautiverio fueron consultados en la historia clínica de cada individuo. El estado reproductivo fue determinado por observación directa, junto con el concepto veterinario sobre la condición sanitaria. La revisión médica se realizó solo a los animales seleccionados para buscar asegurar que estuvieran en óptimas condiciones de salud.

El comportamiento social en cautiverio se estudió con el método del animal focal (Lehner, 1996). Una sesión de observación correspondiente a un intervalo de tiempo de una hora, tuvo tres períodos de observación y tres períodos de descanso de diez minutos cada uno, organizados de forma

alterna. En cada período de observación se registraron las actividades sociales realizadas por un individuo de cada categoría de edad y sexo. Así, se observaba un macho, luego una hembra y luego un juvenil. A la siguiente hora, se escogían otros tres individuos pertenecientes a estas categorías. Los cervatos no se incluyeron en las observaciones etológicas.

Las actividades sociales se agruparon en seis unidades comportamentales: acercamiento, agresión, alerta, alimentación materna, acicalamiento y juego. Se contabilizó el número de veces que el individuo realizó la actividad en cada sesión de observación. Luego se sumaron los datos para cada individuo y se graficó el porcentaje de cada unidad comportamental como: (frecuencia de la unidad) / (frecuencia total de unidades) x 100. La asignación de las actividades a cada unidad comportamental se apoyó en las descripciones de Marchinton y Hirth (1984) y en el etograma realizado por Rosas (1994), así:

Acercamiento

A esta unidad se asignaron las actividades que implicaban la interacción con otro individuo a una distancia menor de 5 m, sin que pudiera ser considerada juego o agresión como son permanecer junto a (el ejecutante de la acción se desplaza y se mantiene junto al receptor); olfatear parte anal (tras aproximarse a un individuo, el ejecutante dirige la nariz hacia la parte anal del receptor); y olfatear orina o heces (el individuo dirige su nariz hacia la orina o heces de otro individuo después de haberlas depositado).

Agresión

Esta unidad agrupó ocho actividades que demostraban dominancia o amenaza frente a otro individuo. Estas correspondieron a alejar a (dirigir alguna acción agonística hacia un individuo que se aproxima o que se encuentra cerca); golpear el suelo (el individuo estando de pie y viendo hacia el estímulo que desencadena la pauta, levanta una de las patas delanteras y la deja caer sobre el suelo inmediatamente después); perseguir a (el ejecutante se desplaza trotando detrás del receptor, se asocia con las actividades de gruñir y remedo de lucha); gruñir (emitir vocalizaciones caracterizadas por un tono bajo y de larga duración); observar fijamente a (el ejecutante se encuentra de pie, mira detenidamente por unos segundos a un receptor, generalmente a una distancia < 5 m); empujar con

las astas (el individuo que realiza esta pauta, un macho, agacha la cabeza y aproxima sus astas hacia el cuerpo de un receptor y ejerce presión sobre este); remedo de lucha (ambos machos agachan la cabeza de tal manera que las puntas de las astas apuntan hacia delante, luego aproximan sus cabezas y chocan las astas); y resoplar (expulsar de forma violenta aire a través de los nostrilos y con la boca abierta).

Alerta

Esta categoría agrupó las actividades que implicaban la observación o escucha de alguien o algo extraño que perturbaba el comportamiento normal del animal. Las actividades fueron: alejarse de (el ejecutante se desplaza para apartarse de algún individuo que se aproxima o después de que ha sido perturbado por otro); esconderse de (el ejecutante trata de salirse del campo visual de otro individuo o de la investigadora); y mantener la cola en alto (tras ser perturbado el individuo inmóvil o desplazándose, levanta la cola y la mantiene en alto por algunos segundos).

Alimentación materna

Se refirió a la acción de amamantar, realizada por las hembras.

Aloacicalamiento

Se refirió a la acción de acicalar o dejarse acicalar por otro individuo. La actividad consistió en lamer de forma repetida alguna parte del cuerpo del receptor, generalmente en la región de la cabeza.

Juego

Este comportamiento agrupó actividades como correr con, saltar y emitir gemidos; esta última consistió en vocalizaciones suaves y de corta duración.

Con el fin de establecer las relaciones de dominancia-subordinación entre los individuos cautivos se utilizó el comportamiento de agresión

como indicador de esta relación. Durante el muestreo, se colectaron datos de interacciones agresivas teniendo en cuenta si el individuo focal era el agresor o el agredido.

Para definir las relaciones de dominancia-subordinación se construyó una matriz de interacción en la cual las entradas fueron los animales ganadores y perdedores de un encuentro agresivo. Se consideró ganador al individuo que mantuvo su posición corporal y exhibió comportamientos de dominancia y en algunas ocasiones persiguió al perdedor una corta distancia. Un individuo perdedor fue aquel que se dobló y se alejó de la presencia del agresor. Con la matriz resultante se propuso la jerarquía de dominancias del grupo en cautiverio (Lehner, 1996). Adicionalmente, con el fin de evaluar el grado de acostumbramiento de los venados a las personas, se registró la distancia de escape (Taylor y Knight, 2003). Para esto, la investigadora Angela Camargo se acercaba al individuo y estimaba la distancia a la cual éste se movía de su posición original.

Seguimiento a los animales liberados

Con el fin de evaluar la reacción de los venados en semicautiverio luego de su liberación efectuada en diciembre de 2003, se caracterizaron durante dos meses las interacciones entre las personas y los animales liberados. Una interacción se definió como la acción recíproca entre dos o más agentes que independientemente de quien la inicie, siempre causa la modificación del estado de los participantes (Fischer y Lindenmayer, 2000). Se incluyeron como interacciones las acciones de observar, tocar, alimentar u otra experiencia no definida *a priori* entre las personas y los venados (Orams, 2002; Marion *et al.*, 2008). Las observaciones no se realizaron de forma sistemática, sino que se aprovecharon los momentos en los que los animales eran vistos en espacios abiertos cerca de las infraestructuras recreativas. También se identificó el impacto de los animales sobre las actividades normales del Parque a través de observaciones directas y entrevistas informales con empleados del PRZP.

RESULTADOS

El grupo de venados cola blanca del estudio estuvo conformado por cuatro adultos (dos machos y dos hembras), tres juveniles (un macho y dos individuos de sexo indeterminado) y dos cer-

vatos de sexo indeterminado. Todos los animales excepto una hembra adulta nacieron en el PRZP. Dicha hembra se encontraba en el PRZP desde hace siete años producto de un decomiso (tabla 13.2).

En agosto de 2003, las dos hembras adultas se encontraban amamantando crías de un mes de edad y los machos estaban en la etapa reproductiva caracterizada por la presencia de astas pulidas.

Durante 33 horas de observación diurna se registraron 125 actividades sociales, de las cuales el 71 % pertenecieron a las unidades comportamentales de agresión ($n=51$) y alerta ($n=38$). El 29 % restante se dividió entre las categorías de acercamiento ($n=20$), aloacicalamiento ($n=12$), amamantar ($n=3$) y juego ($n=1$) (figura 13.1). La agresión fue la categoría comportamental más común en los machos con porcentajes del 74 % en el macho 1 (M1) y 55 % en el macho 2 (M2). M1 mostró dos comportamientos más: acercamientos y comportamiento de alerta. M2 mostró una reducción en el porcentaje del comportamiento agresivo y aumentó el del comportamiento de alerta. En las hembras las unidades más frecuentes fueron el aloacicalamiento en la hembra 1 (H1) y el comportamiento de alerta en la hembra 2 (H2). Aunque las dos hembras habían parido un mes antes del muestro, solo H1 fue observada amamantando, incluso a los dos cervatos. Tanto en el juvenil macho (J1) como en los otros dos juveniles, el comportamiento más frecuente fue el de alerta (57 % y 42 %, respectivamente). Los juveniles fueron los únicos que exhibieron comportamientos de juego.

Se identificaron 94 interacciones entre los individuos del grupo en cautiverio de las cuales 45 fueron de tipo agresivo. Con base en la determinación del ganador y el perdedor de cada uno de estos encuentros, se construyó la matriz de interacción (figura 13.2). A partir de esta matriz, se derivaron varios aspectos de las relaciones de dominancia en el grupo: (a) M1 ganó todos los encuentros agresivos que sostuvo con los demás individuos, (b) M1 agredió en más oportunidades al otro macho que a cualquier otro miembro del grupo, (c) M2 fue el individuo que siguió en cantidad de encuentros agresivos, los cuales se dieron principalmente con los juveniles, (d) H1 y H2 mostraron comportamientos agresivos hacia los juveniles y cervatos, y (e) los juveniles y cervatos no manifestaron conductas agresivas hacia ningún miembro del grupo.

A partir de los datos colectados en la matriz de interacción se dedujeron las relaciones de dominancia-subordinación y con ello, la jerarquía

del grupo en cautiverio. M1 ocupó la posición de macho dominante y M2 la de macho subordinado. Ambos machos ejercieron dominio sobre las hembras, los juveniles y los cervatos del grupo. Entre las hembras no se observó algún tipo de dominancia y por lo tanto fueron ubicadas en el mismo nivel dentro de la organización social del grupo; a su vez, estas manifestaron dominancia sobre juveniles y cervatos, quienes ocuparon posiciones idénticas en el nivel inferior (figura 13.3).

En cuanto a la distancia de escape entre los adultos, M1 y H2 presentaron los valores promedio más altos (3.1 y 4.3 m respectivamente), mientras que M2 y H1 tuvieron las distancias promedio más bajas (1.7 y 0.1 m respectivamente). H1 fue la que mostró menor grado de perturbación frente a la presencia humana, pues sus medidas de distancia de escape fueron menores o iguales a 1 m. Los juveniles y los cervatos siempre presentaron distancias promedio mayores a 7 m (tabla 13.3).

De los seis criterios aplicados para seleccionar la pareja de venados a liberarse y mantenerse en semicautiverio en los predios del PRZP, se identificaron tres que se consideraron eliminatorios pues permitieron discriminar y hacer la elección de la pareja. Con base en las características de edad, comportamiento y posición en la organización jerárquica del grupo, los venados seleccionados fueron M2 y H1 (tabla 13.4). Los resultados de los exámenes médicos realizados a los dos animales seleccionados estuvieron dentro de los parámetros considerados normales para esta especie y la condición sanitaria fue buena (C. Falla., com. pers.).

Durante los dos meses de seguimiento se identificaron interacciones entre las personas y los animales liberados. Los animales fueron observados, contemplados por los visitantes y en ocasiones fueron alimentados o molestados por los mismos. No se observaron situaciones en las que los venados se acercaran a los turistas. Respecto a la relación de los animales liberados con las actividades usuales del Parque, se observó que los venados interfirieron en la circulación de los vehículos en el anillo vial y produjeron daños en un policultivo de plátano, yuca y mango ubicado en áreas cercanas a atracciones del Parque.

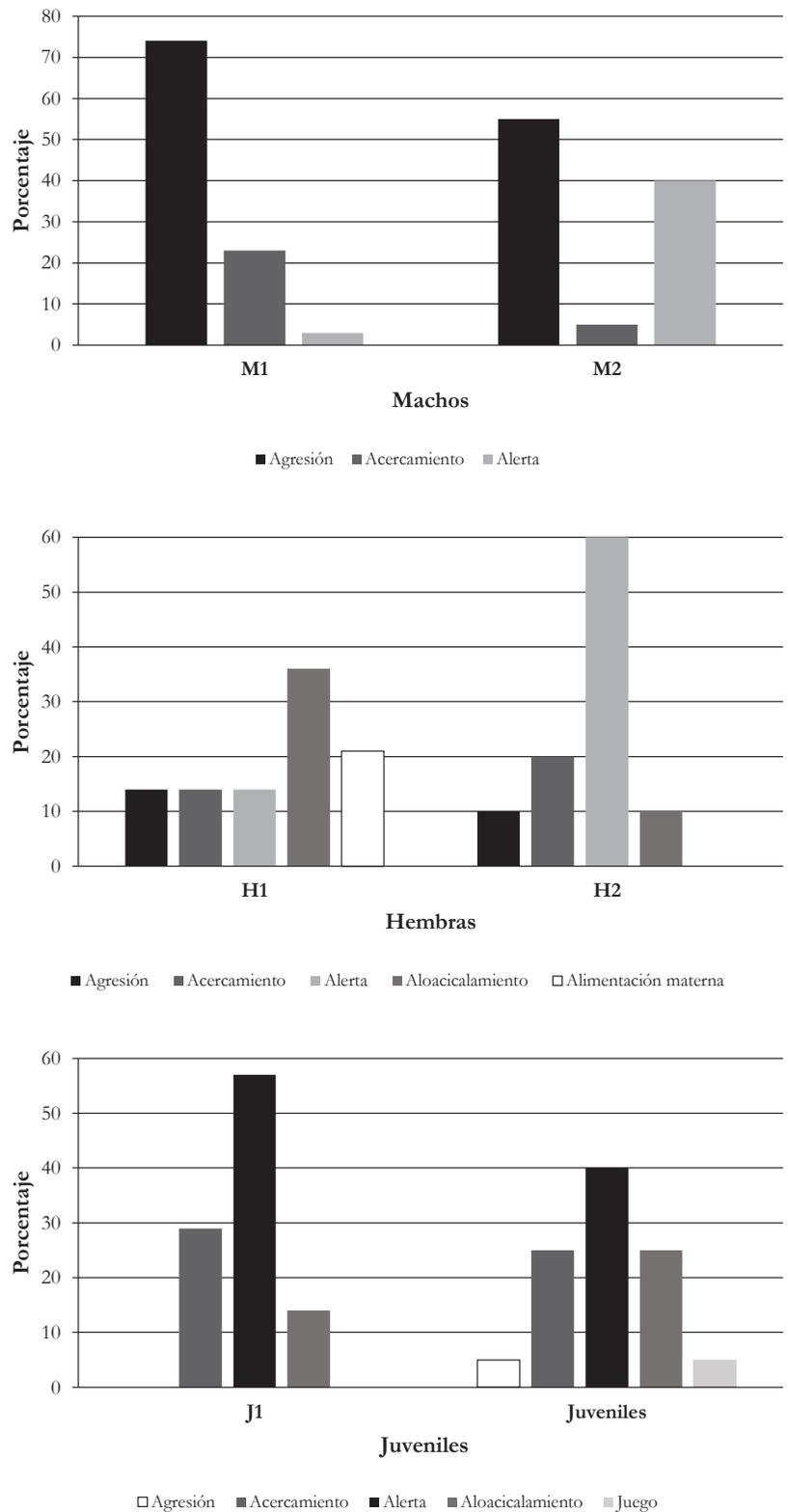


Figura 13.1. Perfil de comportamiento social de siete venados mantenidos en cautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. Agosto de 2003. (M=macho, H=hembra, J1=juvenil macho). Los datos de los juveniles de sexo indeterminado se presentan de forma conjunta.

| | | Individuos perdedores | | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|----|----|----|----|-----------|----------|
| | | M1 | M2 | H1 | H2 | J1 | Juveniles | Cervatos |
| Individuos ganadores | M1 | | 11 | 7 | 5 | 4 | 4 | |
| | M2 | | | 1 | 1 | 4 | 3 | |
| | H1 | | | | 1 | 1 | | 1 |
| | H2 | | | | | | 1 | |
| | J1 | | | | | | | |
| | Juveniles | | | | | | | |
| | Cervatos | | | | | | | |

Figura 13.2. Matriz de interacción diádica de nueve venados mantenidos en cautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. Agosto de 2003. Los datos en las celdas corresponden al número de encuentros agresivos ganados por cada uno de los individuos listados en el eje de las filas. Los datos de los juveniles de sexo indeterminado se presentan de forma conjunta bajo la categoría juveniles.

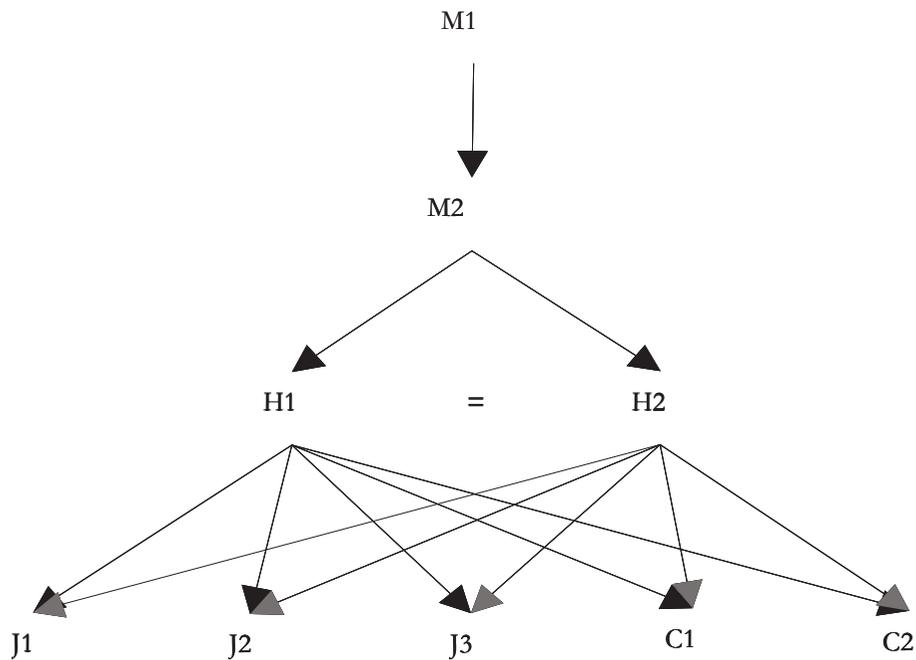


Figura 13.3. Esquema de organización social del grupo de nueve venados mantenidos en cautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. Agosto de 2003.

Tabla 13.1. Características y criterios utilizados para la selección de dos venados a liberar en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca. Agosto 2003.

| Características | Criterio |
|-------------------------------------|--|
| Edad | Animales adultos mayores de cuatro años |
| Tiempo de permanencia en cautiverio | Toda su vida o gran parte de ella en cautiverio |
| Condición sanitaria | Buena |
| Estado reproductivo | Hembras: no grávidas. Machos: astas con terciopelo |
| Comportamiento | Manso, no agresivo con el público, sociable. |
| Posición jerárquica en el grupo | Subordinado |

Tabla 13.2. Categoría de edad, sexo y procedencia del grupo de venados cola blanca mantenidos en cautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. Diciembre de 2003.

| Categoría de edad | Sexo | Procedencia | Cantidad |
|-------------------|---------------|----------------------|----------|
| Adultos | Hembras | Cautiverio | 1 |
| | | Decomiso | 1 |
| | Machos | Nacido en cautiverio | 2 |
| Juveniles | Macho | Nacido en cautiverio | 1 |
| | Indeterminado | Nacido en cautiverio | 2 |
| Cervatos | Indeterminado | Nacido en cautiverio | 2 |

Tabla 13.3. Distancias de escape promedio, máxima y mínima de los venados mantenidos en cautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. Agosto de 2003. Los datos de los juveniles de sexo indeterminado se presentan de forma conjunta bajo la categoría juveniles.

| Distancia de escape (m) | Individuo | | | | | | Juveniles | Cervatos |
|-------------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|----------|
| | M1 | M2 | H1 | H2 | J1 | | | |
| Promedio | 3.1 | 1.7 | 0.1 | 4.3 | 7.1 | 8.9 | 8.4 | |
| Máximo | 5 | 4 | 1 | 8 | 12 | 10 | 10 | |
| Mínimo | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 6 | 4 | |

Tabla 13.4. Características de los venados seleccionados para ser mantenidos en semicautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. Agosto 2003.

| Característica | M2 | H1 |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Procedencia | Nacido en cautiverio | Decomiso |
| Edad | 4 años | 8 años (estimada) |
| Tiempo en cautiverio | 4 años | 7 años |
| Estado reproductivo | Astas pulidas | Amamantando y grávida |
| Condición sanitaria | Buena | Buena |
| Comportamiento | Manso | Mansa, acostumbrada a las personas |
| Posición jerárquica | Subordinado | Subordinada |

DISCUSIÓN

La selección de los animales trató de conciliar las intenciones y expectativas de la institución frente a la implementación del semicautiverio como alternativa de manejo y el bienestar de los animales. Los criterios empleados para la selección tuvieron una importancia diferencial en la decisión final, pues solo tres de los seis utilizados permitieron discriminar entre los animales en estudio; dichos criterios fueron la edad, el comportamiento y la posición jerárquica en la organización social del grupo. Con las observaciones comportamentales se corroboró lo reportado por Marchinton y Hirth (1984), quienes encontraron que los animales juveniles mostraron más comportamientos de alerta y alarma que los adultos. Teniendo en cuenta que el PRZP buscaba mantener venados que pudieran ser observados por los visitantes, se optó por seleccionar animales adultos que llevaran más tiempo en cautiverio y por tanto mostraran mayor habituación a las personas. Los venados adultos estaban improntados al hombre pues fueron criados a mano, lo cual favoreció su permanencia al interior del Parque y la ocurrencia de interacciones personas-animales. Sin embargo, los animales improntados pueden establecer tal tolerancia a los seres humanos que pueden llegar a ser agresivos (Geist, 2007; Marion *et al.*, 2008).

El comportamiento social y la posición jerárquica fueron los criterios que prevalecieron para la selección de los individuos. En los venados, sus comportamientos están fuertemente ligados a su posición en la jerarquía social. La mayoría de encuentros son agresivos, en los cuales un animal de alto rango domina a un miembro subordinado (Marchinton y Hirth, 1984). La organización de este grupo en cautiverio coincidió con la descrita por Townsend (1973 citado Marchinton y Hirth, 1984), en donde los machos más grandes dominan sobre los más pequeños, los machos adultos dominan so-

bre las hembras adultas y éstas se imponen sobre los juveniles. En el caso de los machos, el aumento en las interacciones agresivas y el establecimiento de una jerarquía bien definida antes del período de apareamiento permitió identificar y seleccionar al macho subordinado del grupo. Esta subordinación posiblemente explicó su respuesta conductual en el semicautiverio, pues el animal pudo haber incorporado al humano como un compañero social de mayor jerarquía, es decir como si fuera parte de su propia especie (Geist, 2007).

El comportamiento manso y subordinado de los venados fue percibido como un riesgo para su supervivencia pues podrían ser capturados más fácilmente por cazadores de la zona (Camargo-Sanabria y López-Arévalo, datos no publicados). Sin embargo, tras dos meses de seguimiento Camargo-Sanabria *et al.* (2019) proponen que el acostumbramiento a las personas y el comportamiento de los venados fueron posiblemente los factores que influyeron en su poco desplazamiento y por lo tanto favorecieron su permanencia en el Parque. Así mismo, el suplemento alimenticio y la permanencia de otros venados en el encierro, condicionaron los movimientos de los animales e influyeron tanto en el tamaño de sus áreas de acción como en el establecimiento de sus centros de actividad (Camargo-Sanabria *et al.*, 2019).

La implementación del semicautiverio como estrategia de manejo se ha dado a partir de diversos enfoques y ha buscado el cumplimiento de diferentes objetivos. En México fue utilizado para contribuir al restablecimiento de las poblaciones silvestres del lobo gris mexicano *Canis lupus baileyi*, (Organización Vida Silvestre, 2008), mientras que en Uganda sirvió como medio para proveer bienestar a chimpancés que han sido confiscados de cir-

cos y hoteles (Vasagar, 2004). De otro lado, el semicautiverio puede ser una oportunidad para estudiar animales silvestres dada la habituación producto del contacto frecuente y cercano con el hombre (Van Druff *et al.*, 1994; Geist, 2007). Por ejemplo, Black-Décima (2000) estudió el área de acción, la estructura social y el comportamiento de marcado del venado gris *Mazama gouazoubira* en un cercado de 14 ha, mientras que en Ecuador, Tapia (1998) estudió aspectos ecológicos y comportamentales de cinco especies de mamíferos amazónicos para su crianza y manejo en un área de 28 ha. En el PRZP, se mantuvo una población semicautiva de monos ardilla *Saimiri sciureus*, con el fin de evaluar una herramienta para la rehabilitación de primates con miras a la reintroducción (Jaramillo-Fayad *et al.*, 2003). Dicho estudio se concentró en analizar los cambios en el comportamiento social y en el uso de hábitat como respuesta a la supresión de alimento suplementario, pero no consideró las interacciones entre los primates y las personas. Camargo-Sanabria y López-Arévalo (datos no publicados) analizaron las percepciones de empleados del Parque frente al manejo de los primates, encontrando que la interacción turista-primates era considerada negativa debido al tamaño que había alcanzado la población de primates y al alto grado de habituación al humano, lo que llegaba a ser molesto y hasta peligroso para el turista.

En el presente trabajo, el semicautiverio se propuso como una oportunidad para extender las posibles interacciones entre los visitantes y el venado cola blanca, lo cual fue posible gracias al comportamiento exhibido por los animales, es decir la pareja de venados toleró la presencia cercana de las personas. Sin embargo, esta habituación pudo llegar a la mansedumbre, lo cual no es apropiado pues los animales pueden tornarse agresivos y peligrosos (Burns y Howard, 2003; Geist, 2007). La experiencia aceptable en términos del impacto que produce sobre las personas y los animales, debe ser aquella en la que el animal está habituado al humano, comportándose normalmente cuando las personas están próximas a éste (Geist, 2007) sin que la persona fomente la atracción del animal, por ejemplo suministrando comida (Orams, 2002; Hughes y Carlsen, 2008). La habituación no debe progresar hacia la mansedumbre, de hecho Geist (2007) afirma que el condicionamiento negativo cuyo fin sea inculcar miedo hacia los humanos es mejor, pues los animales condicionados negativamente no son muy peligrosos y tienden a mantener distancia con los humanos.

Para el turista tener cerca a los animales es un mecanismo a través del cual experimenta su co-

municación con la naturaleza y suministrar comida es el instrumento para aumentar las posibilidades de que una interacción cercana sea posible (Orams, 1996; Orams, 2002; Hughes y Carlsen, 2008). Sin embargo, la práctica de suministrar comida a los venados en el PRZP debe ser desalentada, pues los impactos de alimentar la fauna silvestre en su mayoría son catalogados como negativos (Orams, 2002; Hughes y Carlsen, 2008; Marion *et al.*, 2008). En animales silvestres de áreas naturales protegidas el suministro de comida altera los patrones comportamentales y poblacionales (Orams, 2002). En el caso del PRZP, la alimentación favorecería en el animal una asociación de las personas con la comida y por lo tanto, aumentaría el riesgo de eventos peligrosos para la integridad humana. El PRZP debe desarrollar estrategias para controlar y manejar la interacción personas-venados. Según el modelo conceptual de Orams (1996), las estrategias pueden ir desde la prohibición hasta una combinación de estructuras, tecnologías, regulación y educación. Considerando que la intención es proteger al turista y a los animales, y que el fin último es fomentar un cambio de actitud frente a la fauna silvestre y su estado de conservación, se recomienda al PRZP desarrollar una estrategia que comprenda mensajes escritos y verbales, y una campaña educativa que contribuya a reducir comportamientos inapropiados como la alimentación de los animales (Hughes y Carlsen, 2008). El éxito de la estrategia debe evaluarse en términos de su efectividad para promover el cambio de la experiencia de las personas hacia los objetivos del PRZP, que según Guzmán (2005) son conservación, investigación y educación. Aunque se reconoce que el tiempo de seguimiento de este proyecto fue corto, es importante destacar que para el 2009 los venados que permanecían en el Parque habían logrado reproducirse y las interacciones con las personas fueron catalogadas por el personal del Parque como positivas (S. Sarmiento, com. pers.). Estas observaciones deben registrarse de manera sistemática y alimentarse de evaluaciones y análisis de resultados.

Con base en la experiencia desarrollada en el PRZP se considera que la misma puede extenderse a instituciones similares. Se propone que independientemente del propósito institucional de mantener animales en semicautiverio, la implementación de esta opción de manejo debe estar acompañada de algunas acciones que maximicen sus ventajas y permitan su evaluación. Es necesario establecer criterios de selección de los animales de acuerdo al objetivo del proyecto. Por ejemplo, en este trabajo se prefirieron animales que hubieran vivido gran parte de su vida en cautiverio pues se esperaba que estuvieran más acostumbrados a la pre-

sencia humana. Una decisión contraria debe operar si el semicautiverio hace parte de un proceso de rehabilitación con fines de reintroducción, pues se debe procurar que los animales hayan transcurrido el mínimo tiempo en cautiverio (Ministerio del Medio Ambiente, 1999). El proyecto debe incluir un seguimiento pre y post-liberación y el personal involucrado debe llevar registro de la experiencia. Así mismo, es recomendable conocer y valorar las percepciones de las personas involucradas en el desarrollo del proyecto y llevar a cabo una fuerte campaña educativa, en caso que el proyecto implique interacciones personas-fauna. El número de

animales que se mantendrán bajo condiciones de semicautiverio depende del área del lugar. Inicialmente se sugiere manejar un número pequeño de animales y en todo caso utilizar métodos de marcaje como collares de telemetría u otro más económico que permita su seguimiento. El desarrollo de una propuesta similar implica que la institución no solo tenga claro los objetivos del proyecto, sino que cuente con los recursos financieros y humanos que aseguren el bienestar de los animales, la continuidad del proyecto y el cumplimiento de las metas planteadas.

LITERATURA CITADA

- BLACK-DÉCIMA, P. 2000. Home range, social structure, and scent marking behavior in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in a large enclosure. *Journal of Neotropical Mammalogy* 7(1): 5-14.
- BURNS, G.L. y P. HOWARD. 2003. When wildlife tourism goes wrong: a case study of stakeholder and management issues regarding Dingoes on Fraser Island, Australia. *Tourism Management* 24(6): 699-712.
- CAMARGO, J. 2001. *Esquema de Ordenamiento Territorial, Municipio de Nilo*. Documento técnico de soporte.
- CAMARGO-SANABRIA, A. A., H.F. LÓPEZ ARÉVALO Y D. SARMIENTO-PARRA. 2019. Evaluación de la calidad del hábitat del venado cola blanca en un bosque seco tropical del municipio de Nilo, Cundinamarca, Colombia. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 193-197. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- FISCHER, J. y D.B. LINDENMAYER. 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation* 96(1): 1-11.
- GEIST, V. 2007. How close is too close? *The Wildlife Professional* 1(1): 34-37.
- GUZMÁN-LENIS, A. 2005. Análisis de las experiencias colombianas de manejo *ex situ* del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- HUGHES, M. y J. CARLSEN. 2008. Human-wildlife interaction guidelines in Western Australia. *Journal of Ecotourism* 7(2-3): 147-159.
- IUCN. 2002. *IUCN Guidelines for the placement of confiscated animals*. IUCN Species Survival Commission, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Suiza.
- JARAMILLO-FAYAD, J.C., J. PÉREZ-TORRES Y D.M. SARMIENTO. 2003. Cambios del comportamiento como respuesta a la supresión de alimento suplementario en una población semicautiva de *Saimiri sciureus* (Mono ardilla). *Journal of Neotropical Mammalogy* 10(2): 261-268.
- JIMÉNEZ-PÉREZ, I. 1999. Los centros de rescate de fauna silvestre como herramientas de conservación. En: C. Drews (ed.), *Rescate de Fauna en el Neotrópico*: 65-88. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- JIMÉNEZ, I. y C.D. CADENA. 2004. Por qué no liberar animales silvestres decomisados. *Ornitología Colombiana* 2: 53-57.
- LEHNER, P. 1996. *Handbook of ethological methods*. Second edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F., G. PEÑA, P. SÁNCHEZ-PALOMINO Y C. BRIEVA. 2000. Investigación de especies de fauna silvestre, como una estrategia para la consolidación de un grupo en conservación y manejo de vida silvestre. Proyecto de investigación DINAIN, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F. Y A. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2006. Venado sabanero *Odocoileus virginianus*. En: J.V. Rodríguez, M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (eds.), *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*: 114-120. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.
- MARCHINTON, R.L. Y D.H. HIRTH. 1984. Behavior. En: L. K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 129-168. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- MARION, J.L., R.G. DVORAK Y R.E. MANNING. 2008. Wildlife feeding in parks: methods for monitoring the effectiveness of educational interventions and wildlife food attraction behaviors. *Human Dimensions of Wildlife* 13(6): 429-442.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1999. *Centros regionales para el manejo de especímenes de fauna silvestre decomisados. Elementos técnicos para su diseño y construcción, protocolos para el manejo y disposición de animales post-decomiso*. República de Colombia.
- ORAMS, M.B. 1996. A conceptual model of tourist-wildlife interaction: the case for education as a management strategy. *Australian Geographer* 27(1): 39-51.
- ORAMS, M.B. 2002. Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism Management* 23(3): 281-293.
- ORGANIZACIÓN VIDA SILVESTRE. 2008. Programa de recuperación de lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*). Consultada el 8 de marzo de 2017. <http://ovis.org.mx/programas/>
- ROSAS, A. 1994. Etograma del venado cola blanca en cautiverio en México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 181-203. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- SOLIS, V. 1994. Uso tradicional y conservación del venado cola blanca en Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 351-357. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- TAPIA, M. 1998. Manejo de mamíferos amazónicos en cautiverio y semicautiverio en el Centro Experimental Fátima. En: D. Tirira (ed.), *Biología, sistemática y conservación de los Mamíferos del Ecuador*: 155-188. Museo de Zoología, Centro de biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- TAYLOR, A.R. Y R.L. KNIGHT. 2003. Behavioral responses of wildlife to human activity: terminology and methods. *Wildlife Society Bulletin* 31(4): 1263-1271.
- TRONCOSO, F. Y W. NARANJO-MAURY. 2004. ¿Qué hacer con aves silvestres rescatadas, decomisadas y/o entregadas? El papel de los centros de atención y valoración. *Ornitología Colombiana* 2: 58-61.
- VAN DRUFF, L.W., E.G. BOLEN Y G.J. SAN JUAN. 1994. Management of urban wildlife. En: T.A. Bookhout (ed.), *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*: 507-530. Fifth edition. The Wildlife Society. Bethesda, Estados Unidos de América.
- VASAGAR, J. 2004. Kings of the jungle. The Guardian, Saturday 15 May 2004. Consultada el 9 de marzo de 2017. <http://www.guardian.co.uk/travel/2004/may/15/wildlifeholidays.travelawards2004.uganda?page=all>
- VAUGHAN, C. Y M.A. RODRÍGUEZ (eds.). 1994. *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- ZAMBRANO, H. Y J. RODA. 1999. Colombia: Gestión ambiental y manejo de fauna decomisada. En: C. Drews (ed.), *Rescate de Fauna en el Neotrópico*: 149-160. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

CAPÍTULO 14

Evaluación de la calidad del hábitat del venado cola blanca en un bosque seco tropical del municipio de Nilo, Cundinamarca, Colombia

Angela Andrea Camargo-Sanabria, Hugo F. López-Arévalo y Diana Sarmiento-Parra

RESUMEN

La evaluación del hábitat dentro del manejo de fauna es una tarea importante que permite planear, gestionar y mejorar las condiciones de las poblaciones de fauna silvestre. En el presente estudio se describió, aplicó y validó un método de evaluación de hábitat (MEH) para el venado cola blanca, mediante la caracterización del hábitat disponible y la estimación del uso de hábitat de una pareja de venados mantenida en semicautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago. El método consideró cinco atributos del hábitat del venado cola blanca: forraje, refugio, disponibilidad de agua, depredadores e intervención antrópica. En cuatro unidades de evaluación (UEH) se aplicó un índice de calidad de hábitat (ICH) que califica cada unidad en una escala de 0 a 10 y se generó un mapa que zonifica la variable evaluada en el área de estudio. Se monitorearon los movimientos de la pareja de venados con radio-telemetría y se analizó la relación uso/disponibilidad de las UEH como medio de validación de los índices de calidad, cuyos valores fueron 3.9 para el arbustal, 5.9 para el bosque y 7.6 para el cultivo y los pastos manejados. Se encontró que los venados no usaron las coberturas disponibles en proporción a su disponibilidad, sino que prefirieron las UEH con calidad media y rechazaron las UEH con calidad baja. Se concluyó que, si bien se logró validar el método a través de los patrones observados de uso de hábitat, existen factores que generan incertidumbre y por tanto, limitan la extensión de las recomendaciones de manejo. Se propone que los investigadores que trabajan con la especie fortalezcan el modelo aplicándolo en otras áreas y en otros períodos o propongan nuevas aproximaciones que permitan entender mejor la relación del venado cola blanca con su hábitat.

Palabras clave: Calidad de hábitat, índice de calidad de hábitat, *Odocoileus virginianus*, uso de hábitat, telemetría, venado cola blanca.

ABSTRACT

Habitat evaluation is an important part of wildlife management that is necessary to plan, manage and improve conditions for wildlife populations. In this study we described, implemented and validated a habitat evaluation procedure (HEP) for the white-tailed deer through the characterization of available habitat and habitat use of two semi-captive adults in Piscilago Recreational Park and Zoo. The method considered five attributes of white-tailed deer habitat (forage, shelter, water availability, predators and human intervention) in four evaluation units (HEU), and applied a habitat quality index (HQI), which qualifies each unit on a 0 to 10 scale and generates a map of habitat quality in the study area. We tracked two deer using radio-telemetry and analyzed the relationship between use and availability of the HEUs as a means of validating the quality indices. Quality indices of habitat were 3.9 for shrubs, 5.9 for the forest and 7.6 for croplands and managed grazing lands. We found that the deer did not use the available in proportion to their availability, rather they preferred medium quality HEUs and they rejected low quality HEU. We conclude that although we were able to validate our method for habitat use patterns, there are factors that create uncertainty and therefore limit the utility of the method for generating management recommendations. We propose that researchers working with this species feed the model with data from other areas and other time periods, or to develop new approaches to enable us to better understand white-tailed deer-habitat relationships.

Keywords: habitat quality, habitat suitability index, *Odocoileus virginianus*, habitat use, telemetry, white-tailed deer.

INTRODUCCIÓN

El hábitat es el conjunto de recursos y condiciones presentes en un área que permiten su ocupación por un organismo dado (Hall *et al.*, 1997). Implica más que la vegetación y la estructura, es la suma de recursos específicos como espacio, cobertura, alimento y agua necesarios para un organismo (Scalet *et al.*, 1996; Hall *et al.*, 1997). El hábitat es especie-específico y por lo tanto su análisis y evaluación debe hacerse con base en el conocimiento de los requerimientos y la biología de la especie (De Vos y Mosby, 1978; Brooks, 1997). La evaluación cualitativa y cuantitativa del hábitat pretende servir como herramienta de planeación, gestión y mejoramiento de las condiciones de la fauna silvestre al facilitar la comprensión de su respuesta a factores ambientales y fuentes de presión del medio (Morrison *et al.*, 2006; Delfín-Alfonso *et al.*, 2009). La habilidad de un medio para soportar la vida y el crecimiento poblacional de una especie es la calidad del hábitat, la cual es considerada como una variable continua que toma valores bajos, medios o altos, según la disponibilidad de recursos para la supervivencia, reproducción y persistencia poblacional, respectivamente (Hall *et al.*, 1997; Garshelis, 2000). La decisión sobre si un hábitat es adecuado o no para un organismo depende de la valoración obtenida a través de un procedimiento de evaluación del hábitat. En éste se considera la aplicación de un índice de calidad (Scalet *et al.*, 1996) que compara el hábitat de interés con algún óptimo reconocido para la especie en estudio.

El hábitat óptimo para el venado cola blanca *O. virginianus* es aquel que cuenta con coberturas de escape, traslado, protección contra el clima, pernoctación y descanso durante el día; con áreas de alimentación, de apareamiento, de nacimiento y de crianza; así como con alimento y agua en la cantidad y calidad adecuadas (Short, 1986; Mandujano, 1994; Delfín-Alfonso *et al.*, 2009). Mandujano (1994), describió un método cualitativo para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas con el propósito de dar elementos de juicio para la toma de decisiones de manejo de

esta especie. Mandujano utilizó siete atributos del hábitat: riqueza de especies consumidas, cobertura foliar de las especies consumidas, accesibilidad promedio de las especies consumidas, áreas de reproducción y crianza, disponibilidad de fuentes de agua, heterogeneidad del hábitat y factores antropogénicos, valorados diferencialmente según el grado de importancia para el venado cola blanca.

El procedimiento de evaluación del hábitat en conjunción con un Sistema de Información Geográfica (SIG) y datos que representen la distribución espacial de los atributos del hábitat, permite generar mapas de calidad del hábitat (Delfín-Alfonso *et al.*, 2009) que lo zonifican en función de su potencialidad para sostener venados (Mandujano, 1994). Dicha zonificación representa un modelo de la relación hábitat-venado, el cual debe ser sometido a un proceso de validación para determinar si las diferencias en la percepción humana de hábitat se traducen en un uso diferencial de la especie en estudio (Brooks, 1997). De acuerdo con Brooks el modelo debe ser evaluado contra la densidad o el éxito reproductivo. Sin embargo, la densidad no siempre es un buen indicador de la calidad del hábitat (Van Horne, 1983), así que las aproximaciones que utilizan el uso de hábitat como herramienta de validación han logrado demostrar empíricamente la relación directa entre uso y calidad del hábitat (Lancia *et al.*, 1982).

En el presente estudio se describió, aplicó y validó un método de evaluación del hábitat para el venado cola blanca. Para esto se caracterizó el hábitat disponible y se estimó el uso de hábitat de una pareja de venados mantenida en condiciones de semicautiverio en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago (PRZP), planteando un mayor uso de los sitios de alta calidad y menor uso de los de baja calidad. Se espera así derivar estrategias de manejo encaminadas al mejoramiento del hábitat y a la ordenación de las actividades del Parque.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El PRZP se ubica al sur occidente del departamento de Cundinamarca en la inspección de policía La Esmeralda, perteneciente al municipio de Nilo. En esta inspección la precipitación promedio anual es de 1000 a 1600 mm, la temperatura oscila entre 24 °C - 30 °C y pertenece según Holdridge a

la zona de vida de Bosque Seco Tropical (Camargo, 2001). Las lluvias presentan un patrón bimodal y ocurren de febrero a junio y de septiembre a noviembre; los meses restantes son secos en donde agosto es el más caluroso (Sarmiento-Parra y Jaramillo-Fayad, 1999; Alcaldía de Nilo, 2001). El PRZP se ubica entre las coordenadas 4°12' - 4°13' Norte y

los 74°40'-74°41' Oeste, cuenta con un área aproximada de 86 ha y abarca un rango altitudinal desde los 320 hasta los 420 m s. n. m. El PRZP es limitado por la Base Militar de Tolemaida, el Fondo Rotatorio del Ejército, la vía Bogotá-Girardot y propiedades privadas de La Esmeralda.

Los terrenos del Parque se pueden dividir en dos sectores. En el primero se encuentra la mayoría de atracciones, una parte del zoológico y el anillo vial. Allí se presentan pequeños fragmentos de bosque seco que son recorridos por varios cursos de agua de carácter temporal. La vegetación circundante a las atracciones se compone de pastizales manejados entremezclados con árboles ornamentales en su mayoría nativos. Hacia el nororiente de este sector se presenta una franja de bosque menos transformada que limita con Tolemaida (figura 14.1). Este límite de aproximadamente 800 m, es el único que hasta el momento no ha sido enmallado permitiendo el paso bidireccional de personas y animales. El segundo sector de tenencia más reciente es conocido como "La Finca". En este predominan especies vegetales características de la sucesión temprana como el chaparro *Curatella americana* y el crotón *Croton* sp. Se presentan también potreros cercados y algunas secciones del zoológico. En general, este sector es menos frecuentado por personas que el anteriormente descrito.

Método de Evaluación de Hábitat (MEH)

La evaluación cualitativa del hábitat para el venado cola blanca en el área de estudio se basó en el procedimiento propuesto por Bramble y Byrnes (1979) modificado por Mandujano (1994), el cual constó de descripción, aplicación y validación.

Descripción del Método de Evaluación de Hábitat

Para el MEH se utilizaron cinco atributos del hábitat del venado cola blanca, tres relacionados con los requerimientos de hábitat del venado (forraje, refugio y disponibilidad de agua) y dos definidos como fuentes de presión porque afectan la presencia y la calidad de los recursos (depredadores e intervención antrópica). Todos los atributos fueron evaluados en Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) delimitadas en el área de estudio y cada uno se valoró por medio de una o dos variables, las cuales se dividieron en dos grupos. En el primer grupo se incluyeron la riqueza de especies vegetales potencialmente consumibles por el venado, la cobertura de dichas especies, la cobertura de escape y de dosel. Estas variables se calificaron de

1 a 10. El segundo grupo de variables fueron la presencia y duración de cuerpos de agua, presencia de depredadores, frecuencia de actividades antrópicas y distancia a infraestructuras. Cada variable de este segundo grupo se calificó de 1 a 5 con el fin de darle mayor peso a las variables del primer grupo (tabla 14.1).

El índice de calidad de hábitat (ICH) para cada UEH correspondió a un modelo estático, aditivo y con peso que tomó valores entre 1 y 10, donde 1 indica una UEH poco adecuada o subóptima y 10 una unidad adecuada. El ICH se calculó a partir de la suma de los promedios de las calificaciones obtenidas en cada grupo. Este resultado se multiplicó por 2/3 para reducirlo a una escala de 1 a 10 y facilitar su interpretación (Bramble y Byrnes, 1979). El valor del índice de cada unidad fue asignado a una de las clases de calidad del hábitat: alta, media o baja de acuerdo con el número de necesidades satisfechas para el venado. Así, de 7 a 9 necesidades satisfechas corresponde a calidad alta, de 4 a 6 a calidad media y de 1 a 3 a calidad baja. Se sumó el área en hectáreas de las unidades correspondientes a cada clase de calidad y se obtuvo la proporción del área para cada clase en el área de estudio, con lo cual se elaboró un mapa de la calidad del hábitat.

Aplicación del Método de Evaluación de Hábitat

Inicialmente, con base en una fotografía aérea de la región Melgar-Río Cabrera escala 1:9000 de 1999, un mapa del Parque digitalizado a escala 1:2000 y un reconocimiento del terreno, se delimitaron los tipos de cobertura del área de estudio: arbustal, bosque, cultivo, pastos manejados e infraestructuras (figura 14.1). Las UEH correspondieron a las cuatro coberturas vegetales presentes en el área de septiembre a noviembre de 2003, en cada UEH se valoraron los cinco atributos del hábitat del venado cola blanca: forraje, refugio, disponibilidad de agua, depredadores e intervención antrópica. Las variables de los atributos forraje y refugio se midieron en parcelas anidadas de 100 m² y 400 m², respectivamente. Las variables de los restantes atributos se midieron a lo largo de la UEH durante el reconocimiento del terreno y con ayuda del mapa del área de estudio. A continuación, se explican los métodos utilizados para la valoración de cada variable en las UEH.

El forraje se evaluó a través de dos variables: riqueza de especies vegetales potencialmente consumibles por los venados y cobertura foliar de las especies vegetales potencialmente consumibles.

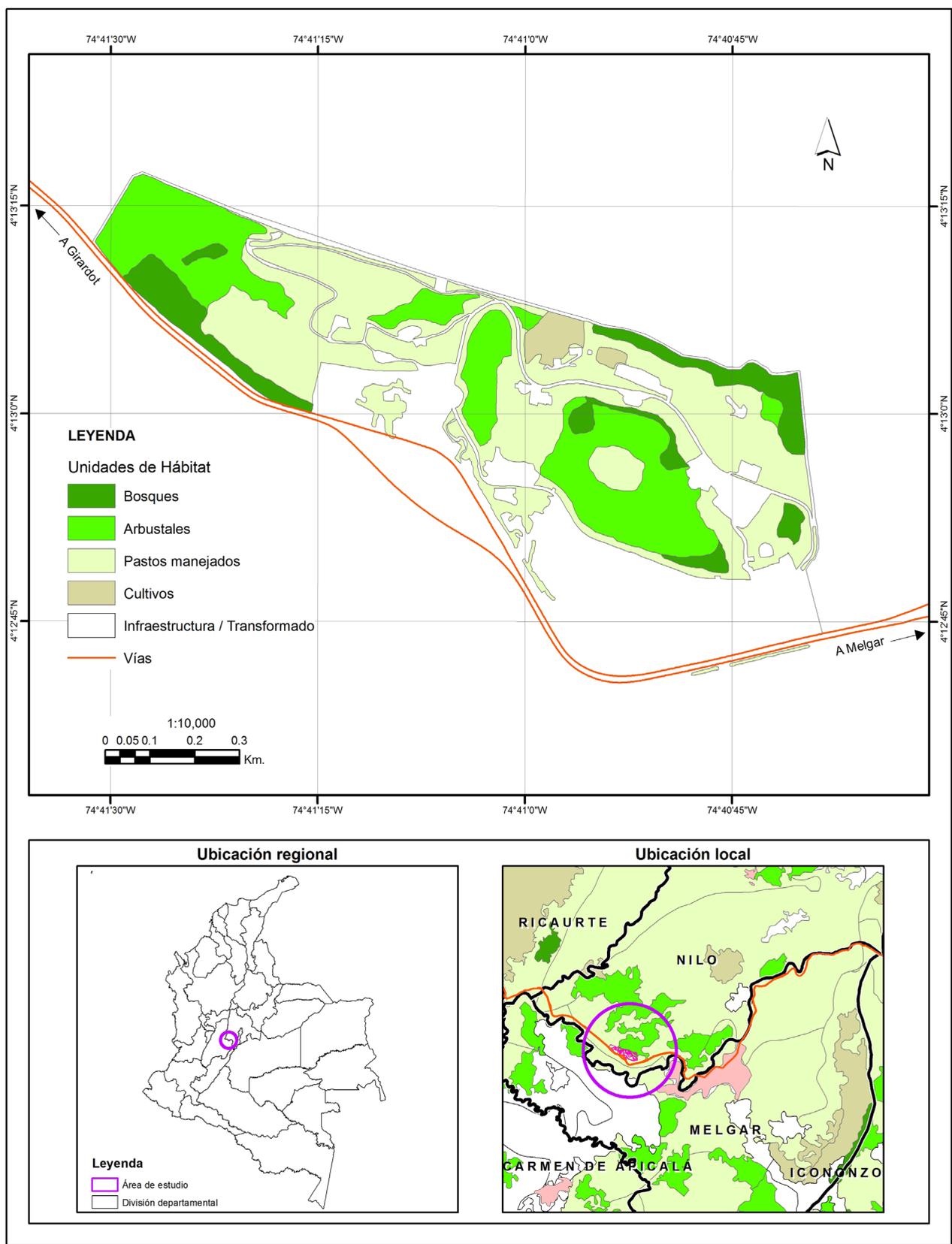


Figura 14.1. Distribución de las UEH (Unidades de Evaluación de Hábitat) en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.

Para medir la riqueza de especies se realizó el inventario de la vegetación arbustiva, de altura igual o menor a 1.8 m, en parcelas de 10 * 10 m y se comparó con listados previos de especies vegetales consumidas por el venado cola blanca (DiMare, 1994; Espach y Sáenz, 1994; Ramos, 1995; Mateus-Gutiérrez y López-Arévalo, 2019). Adicionalmente, se registraron las especies vegetales consumidas por el venado en el área de estudio, detectadas por observación directa. Para medir la cobertura foliar de estas especies se midió la longitud de los ejes mayor y menor de la copa de especies arbustivas y se consideró la proyección sobre el suelo del rombo definido por estos ejes como la cobertura de dicha planta (Prieto, 1994 citado en Rangel y Velásquez, 1997). Se midieron todos los individuos presentes en las parcelas de 10 * 10 m y se expresó la cobertura de cada especie en porcentaje.

El refugio se evaluó a través de la cobertura de escape y la cobertura de dosel. Para medir la primera de ellas se utilizó una tabla de perfil de vegetación (Nudds, 1977) de 1.5 m de alto por 31 cm de ancho, pintada con franjas alternas de 35.5 cm de color blanco y negro, produciendo cuatro capas de lectura. La tabla se colocó a 15 m de distancia en una dirección seleccionada aleatoriamente, a partir de cada una de las cuatro esquinas de la parcela de 20 * 20 m. Se midió la proporción de cada franja que era cubierta por la vegetación y se registró un puntaje de densidad, que correspondió al valor medio de un rango de cuartiles. Así, el cuartil 1 correspondió a un intervalo entre 0-25 %, el cuartil 2 entre 25-50 %, y así sucesivamente. Se promediaron las cuatro lecturas para obtener un valor de cobertura por capa y luego se obtuvo un promedio ponderado para estimar la cobertura de escape de cada parcela.

La cobertura de dosel se midió en las esquinas de las parcelas de 20 * 20 m, dirigiendo una cuadrícula transparente de 7 * 7 cm hacia el dosel y se contabilizó el número de cuadros cuya área estaba cubierta por la vegetación mínimo en un 80 %.

El atributo disponibilidad de agua se evaluó con las variables: presencia de cuerpos de agua y duración de los cuerpos de agua. La primera de estas se identificó caminando en el Parque y georreferenciando su ubicación. Para determinar la duración del cuerpo se definieron las siguientes categorías: cuerpo permanente, si está presente todo el año; temporal, si está presente solo en la época de lluvias; transitorio, si está presente solo mientras llueve y algunas horas después. En una misma unidad se podía dar una combinación de estas categorías si se presentaban varios cuerpos de agua.

Para evaluar presencia de depredadores se encuestaron habitantes de la zona y se registró la localización exacta de posibles individuos observados directamente. El atributo de intervención antrópica se evaluó por medio de la frecuencia de actividades humanas y la distancia a infraestructuras o zonas del Parque. Para evaluar la frecuencia se asignaron categorías de muy frecuente, frecuente, raro o ausente a cuatro actividades: paso de personas, paso de carros, uso de maquinaria pesada y presencia de basuras, con base en las observaciones hechas durante el reconocimiento del terreno. Se estimó la distancia de infraestructuras, anillo vial y áreas recreativas, y zonas particulares del Parque como el basurero y el área sin enmallado, a cada UEH. Cada medida fue asignada a uno de los siguientes intervalos: 0-50 m, 51-100 m, 101-150 m o más de 150 m.

Para obtener un único valor de las variables correspondientes a los atributos forraje y refugio en cada UEH se promediaron los resultados de las parcelas montadas en las unidades. Para establecer qué calificación que asignaba el valor observado de la variable medida, se utilizó el método de *index rating* (IR) (Brower *et al.*, 1998), el cual consistió en establecer el valor máximo y mínimo de la variable, y obtener un IR por medio de la siguiente expresión:

$$IR_i = \frac{a(X_{max} - X_i) + b(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})}$$

donde:

IR_i = IR para la UEH i

X_i = valor de la variable X para la UEH i

X_{max} = máximo valor de X

X_{min} = mínimo valor de X

a y b = valores mínimo y máximo de calificación de la variable

En el caso de las variables duración de los cuerpos de agua, frecuencia de actividades antrópicas y distancia a infraestructuras, cuyo valor fue expresado en categorías, se asignó un valor de 1 a 4 (o de 1 a 6) a cada nivel teniendo en cuenta que la máxima calificación correspondería a la condición de la variable considerada óptima para el hábitat del venado (tabla 13.1). Los valores asignados a cada una de las cuatro actividades

antrópicas evaluadas en la variable de frecuencia y a cada una de las cuatro infraestructuras de la variable distancia fueron sumados para obtener un único valor para cada una. A estos valores finales se les aplicó el IR para obtener la respectiva calificación. Con los resultados obtenidos para cada UEH en las variables evaluadas se calculó el ICH y se identificaron las necesidades satisfechas específicas.

Validación del Método de Evaluación de Hábitat

Con el propósito de comprobar que la especie hizo mayor uso de las unidades con alta calidad de hábitat y menor uso de aquellas con baja calidad, se monitorearon los movimientos de una pareja de venados liberada en los predios del PRZP, de diciembre de 2003 a enero de 2004. Al inicio del presente estudio estos venados se mantenían en cautiverio en el zoológico del Parque junto con siete individuos de su especie. Esta pareja fue seleccionada en agosto de 2003 con el propósito de mantener la especie en condiciones de semicautiverio con base en seis criterios: edad, tiempo de permanencia en cautiverio, condición sanitaria, estado reproductivo, comportamiento y posición jerárquica en el grupo (Camargo-Sanabria *et al.*, 2019).

Para su liberación en diciembre de 2003, los animales fueron capturados, restringidos químicamente con ketamina (4.06 mg/kg para el macho y 3.33 mg/kg para la hembra) y xilacina (0.81 mg/kg para el macho y 0.67 mg/kg para la hembra) y mantenidos en el encierro. A cada animal se le puso un collar en cuero marca Biotrack con radiotransmisores TW-3, así mismo fueron medidos, pesados y marcados con microchip. Las frecuencias de los transmisores fueron 218.178 MHz para la hembra y 218.019 MHz para el macho. El alcance medido de estos transmisores en el área de estudio fue de 1 km, aproximadamente. El efecto de los anestésicos fue revertido con yohimbina (0.22 mg/kg) en ambos individuos. Luego de su liberación, la dieta fue suplementada con verduras y concentrado. El suplemento se colocó junto al encierro en el que habían permanecido en cautiverio.

Cada animal fue radiolocalizado por una persona empleando la triangulación de mínimo tres azimuts (Samuel y Fuller, 1994), desde estaciones fijas de lectura. Se utilizó un radio-receptor Telonics TR-4 (218-220 MHz), una antena tipo H (RA-2AK) y una brújula. Se usaron 31 estaciones distanciadas 100 a 250 m entre sí. Las estaciones fueron georreferenciadas con un GPS 12 XL (Garmin, Olathe K.S, USA) y el tiempo de localización de cada animal osciló entre 8 y 15 min.

Durante el primer mes los animales se radiolocalizaron todos los días en dos jornadas de 6 h cada una a intervalos de 1 h, de tal forma que transcurridos dos días se había completado un ciclo de 24 h. Se calculó el tiempo de independencia en el programa Ranges 6 (Anatrack®, Wareham, BH20 5AX, UK) y a partir del segundo mes se decidió localizar a los venados cada 2 h dado el pequeño desplazamiento entre localizaciones consecutivas. El esquema de muestreo cambió a jornadas de 8 h diarias, tres veces a la semana.

Las localizaciones estimadas se obtuvieron con el programa de computador Locate II (Nams, 1990). Se descartaron aquellas localizaciones con elipses de error mayores al 10 % del área disponible para el venado. El área de acción, definida como aquella que el animal usa en sus actividades normales (Burt, 1940 citado en Sanderson, 1966), fue estimada en el programa Ranges 6 (Anatrack®, Wareham, BH20 5AX, UK) (Kenward *et al.*, 2003) con el método del polígono mínimo convexo y el 95 % de las localizaciones (Samuel y Fuller, 1994). Para cada animal se estimó un área de acción total, utilizando los datos obtenidos durante dos meses de seguimiento y áreas mensuales con las localizaciones de cada mes. Los centros de actividad se obtuvieron con la media armónica (Lair, 1987 citado en Samuel y Fuller, 1994).

Se definió el uso como la manera en que un animal usa o consume una colección de componentes físicos y biológicos en un hábitat (Hall *et al.*, 1997). Para analizar el uso de hábitat de cada animal se examinó si existían diferencias significativas entre la distribución observada de las localizaciones y una distribución esperada, por medio de una prueba de chi-cuadrado ($P < 0.05$). La disponibilidad se refirió a la proporción de área de la cobertura con respecto al área total (Garshelis, 2000). Si el valor de chi-cuadrado calculado era mayor que el chi-cuadrado de tablas se rechazaba la H_0 de que el animal utilizó cada UEH en proporción exacta a su ocurrencia en el área de estudio. Para identificar cuáles unidades habían sido usadas más o menos de acuerdo a su disponibilidad, se utilizó el método de Neu *et al.* (1974), el cual utiliza el estadístico normal de Bonferroni $Z (1-\alpha/2k)$ para construir intervalos de confianza y así detectar si los animales prefirieron las unidades de hábitat cuya calidad fue alta o media y evitaron aquellas cuya calidad fue baja. En esta medida se entiende la selección de hábitat como el proceso por el cual un animal escoge qué componentes del hábitat va a usar (Johnson, 1980) y la preferencia como la consecuencia de la selección que resulta en el uso desproporcionado de algunos recursos sobre otros (Hall *et al.*, 1997).

RESULTADOS

Caracterización y evaluación de la calidad del hábitat

El área considerada hábitat potencial para el venado fue de 53.56 ha y comprendió cuatro coberturas vegetales: arbustal, bosque, cultivo y pastos manejados, las cuales fueron definidas principalmente por el estrato de vegetación dominante. El área restante correspondió a la infraestructura del Parque, oficinas administrativas, cafeterías, áreas recreativas, zona de camping y parqueadero, así como a un lago artificial con fines recreativos y piscícolas de 7 ha aproximadamente.

La distribución de las unidades de hábitat definidas se presenta en la figura 14.1. Los arbustales ocupan 20.36 ha y se caracterizan por la presencia de especies vegetales típicas de etapas sucesionales tempranas. Los fragmentos de bosque, donde el estrato arbóreo fue dominante, ocupan 6.45 ha. La unidad de cultivos representa 1.32 ha conformada por un policultivo de banano (*Musa acuminata*), mango (*Mangifera indica*), yuca adulta y en plántulas (*Manihot esculenta*) y papaya (*Carica papaya*). Los pastos manejados son la unidad más grande con un área de 25.43 ha que comprendió las zonas empalizadas entremezcladas con plantas ornamentales y nativas. Los pastizales destinados para el mantenimiento de las bestias y los escasos elementos arbustivos no se consideraron asequibles a los venados pues se trataba de campos cercados.

La caracterización de las UEH arrojó un total de 84 especies de plantas agrupadas en 38 familias. De estas especies, catorce plantas a nivel de especie y dos a nivel de género se encontraron dentro de las registradas en la dieta del venado cola blanca (tabla 14.2).

Las unidades con mayor riqueza de especies potencialmente consumibles por los venados fueron los pastos manejados y el cultivo. La cobertura foliar fue mayor en este último. El bosque fue la unidad de forraje que proporcionó menos riqueza y abundancia para los venados. El arbustal fue la unidad que proporcionó mayor protección horizontal, mientras que los pastos manejados fue

la que menor cobertura ofreció. La cobertura de dosel fue mayor en el bosque y en los pastos manejados. Sin embargo, a diferencia del bosque que presenta un dosel homogéneo que confiere protección en cualquier punto de la unidad, el alto valor de cobertura de dosel y la protección climática de los pastos manejados está dada solo por los lugares cercanos a árboles y arbustos (tablas 14.3 y 14.4).

Todas las unidades excepto el cultivo, incluyeron cuerpos de agua. En la unidad de pastos manejados estos consistieron en pozos permanentes, y en el arbustal y el bosque fueron pequeños cursos de carácter temporal. Todas las unidades presentaron alguna especie de potencial depredador; en el caso de los pastos manejados, el cultivo y el bosque se trató de zorros *Cerdocyon thous*, y en los arbustales ubicados en el sector de la finca las serpientes tipo coral *Micrurus dumerill* y los perros fueron los más comunes.

En los pastos manejados se presentaron con más frecuencia actividades antrópicas como el tránsito de personas y de carros, dado que en estos se localizan las áreas recreativas y administrativas del Parque. El cultivo y el bosque fueron las unidades con menor frecuencia de actividades antrópicas, aunque en ésta última se observaron más basuras. El cultivo fue la unidad más distante de infraestructuras como el anillo vial y el basurero; por el contrario, el bosque fue la más cercana a la malla en mal estado y al basurero (tablas 14.3 y 14.4).

Las unidades de cultivo y pastos manejados obtuvieron los mayores valores del ICH, la unidad de bosque el valor intermedio y el arbustal el menor valor (tabla 14.4). Respecto a las variables del MEH los pastos manejados obtuvieron el máximo valor en el grupo uno, mientras que el cultivo lo obtuvo en el grupo dos. El 50.1 % y el 49.9 % del área considerada hábitat disponible presentó calidad de hábitat baja y media, respectivamente (tabla 14.4). La calidad de hábitat baja estuvo dada por el arbustal y el bosque, mientras que la calidad media fue dada por el cultivo y los pastos manejados (tabla 14.4 y figura 14.2).

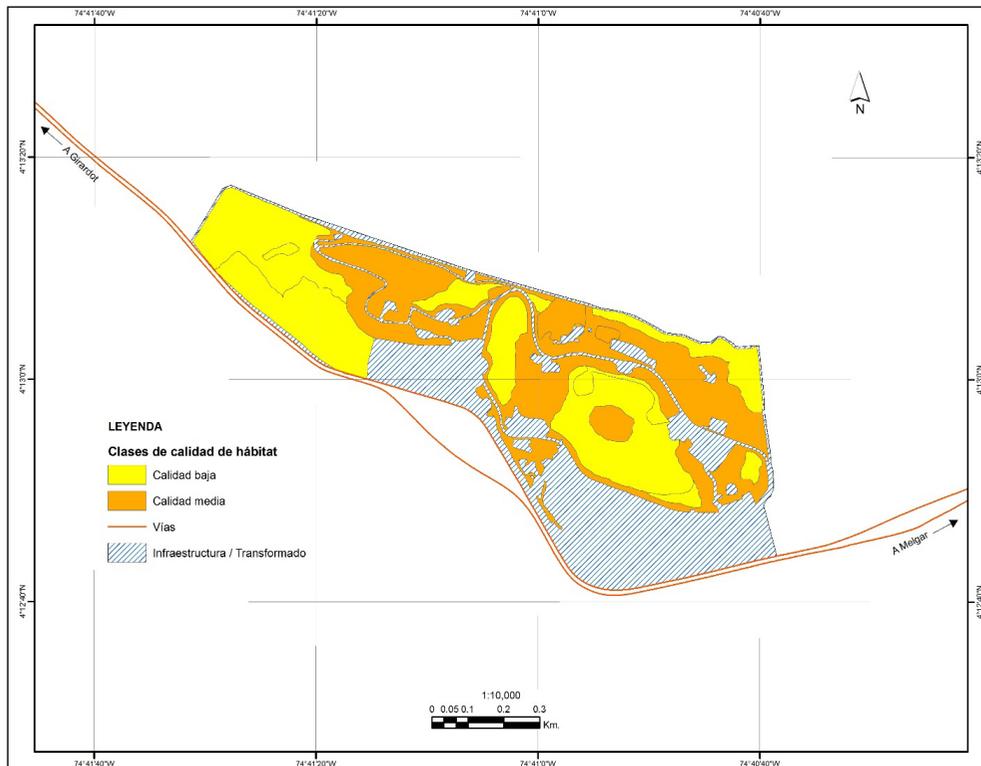


Figura 14.2. Clasificación de la calidad del hábitat para el venado cola blanca en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.



Figura 14.3. Área de acción total de la pareja de venados mantenida en semicautiverio estimada con el polígono mínimo convexo. Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.

Tabla 14.1. Atributos, variables y categorías evaluadas con el Método de Evaluación de Hábitat en cada Unidad de Evaluación de Hábitat (UEH) en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca. Agosto 2003-Enero 2004.

| Grupo | Atributo | Variable |
|-------|------------------------|---|
| 1 | Forraje | I. Riqueza de especies vegetales potencialmente consumibles por los venados |
| | | II. Cobertura foliar de las especies vegetales potencialmente consumibles por el venado |
| | Refugio | III. Cobertura de escape |
| | | IV. Cobertura de dosel |
| 2 | Disponibilidad de agua | V. Presencia de cuerpos de agua |
| | Depredadores | VI. Duración de los cuerpos de agua |
| | | VII. Presencia de depredadores |
| | | VIII. Frecuencia de actividades antrópicas |
| | Intervención antrópica | IX. Distancia a infraestructuras o zonas del Parque |

Tabla 14.2. Listado de especies vegetales presentes en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.

| Familia | Especie | Familia | Especie |
|----------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------|
| ACANTACEAE | <i>Pachystachys lutea</i> | MORACEAE | <i>Chlorophora tindoria</i> |
| AGAVACEAE | Morfoespecie 1 | MUSACEAE | <i>Ravenala madagascarensis</i> |
| ANACARDIACEAE | <i>Mangifera indica*</i> | | <i>Musa acuminata*</i> |
| ANNONACEAE | <i>Xylopia aromatica</i> | MYRTACEAE | <i>Eugenia sp.**</i> |
| ARAUCARIACEAE | <i>Araucaria araucana</i> | | <i>Myrcia sp. 1</i> |
| ARECACEAE | <i>Elaeis quincensis</i> | | <i>Myrtaceae sp.1</i> |
| | <i>Licuala grandis</i> | | <i>Myrtaceae sp. 2</i> |
| | <i>Washingtonia filifera</i> | | <i>Myrtaceae sp. 3</i> |
| | Morfoespecie 2 | | <i>Myrtaceae sp. 4</i> |
| ASTERACEAE | <i>Mikania sp.</i> | | <i>Myrtaceae sp. 5</i> |
| BIGNONIACEAE | <i>Cresantia cafete*</i> | NYCTAGINACEAE | <i>Boungaimiellia glabra</i> |
| | <i>Tabebuia cf. ochracea*</i> | | <i>Neea cf. anisophylla</i> |
| | <i>Tabebuia chrysantha*</i> | | <i>Neea cf. divaricata</i> |
| | <i>Tabebuia rosea*</i> | PASSIFLORACEAE | <i>Passiflora coriacea</i> |
| CAESALPINACEAE | <i>Brownea arizã</i> | PIPERACEAE | <i>Piper sp.</i> |
| CECROPIACEAE | <i>Cecropia aff. peltata</i> | POACEAE | Morfoespecie 1 |

| | | | |
|-----------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------|
| CLUSIACEAE | <i>Clusia sp.</i> | POLYGALACEAE | <i>Securidaca sp.</i> |
| DILLENIACEAE | <i>Curatella americana</i> | POLYGONACEAE | <i>Triplaris sp.</i> |
| | <i>Davilla sp.</i> | PTERIDOPHYTA | <i>Lygodium venusutum</i> |
| | <i>Doliocarpus nitidus</i> | PTERIDOPHYTA | <i>Thelypteris sp.</i> |
| | Morfoespecie 1 | RUBIACEAE | <i>Chiococca alba</i> |
| ERYTHROXYLACEAE | <i>Erythroxyllum bondense</i> | | <i>Chomelia aff. barbellata</i> |
| EUPHORBIACEAE | <i>Acalypha sp.</i> | | <i>Furamea sp.</i> |
| | <i>Croton leptostachyus</i> | | <i>Palicourea sp.</i> |
| | <i>Croton sp.</i> | | <i>Posoqueria sp.</i> |
| FABACEAE | <i>Galactia striata*</i> | RUTACEAE | <i>Zanthoxylum rhoifolium*</i> |
| | <i>Machaerium capote</i> | | Morfoespecie 1 |
| FLACOURTIACEAE | <i>Casearia corymbosa</i> | SAPINDACEAE | <i>Cupania latifolia</i> |
| | <i>Casearia corymbosa</i> | | <i>Melicococcus bijugatus*</i> |
| | <i>Xylosma velutinum</i> | | <i>Paullinia sp.</i> |
| HELICONIACEAE | <i>Heliconia psittacorum</i> | | <i>Serjania sp.</i> |
| LOGANIACEAE | Morfoespecie 1 | | <i>Serjania cf. grandis</i> |
| MALPIGHIACEAE | <i>Bunchosia sp.</i> | SOLANACEAE | Morfoespecie 1 |
| | <i>Mascagnia sp.</i> | | <i>Solanum jamaicensis</i> |
| | Morfoespecie 1 | | Morfoespecie 1 |
| MALVACEAE | <i>Hibiscus rosa-sinensis*</i> | STAPHYLEACEAE | Turpinia |
| | <i>Malachra sp.</i> | STERCULIACEAE | <i>Guazuma ulmifolia*</i> |
| MIMOSACEAE | <i>Albizzia lebbecia</i> | | <i>Waltberia indica*</i> |
| | <i>Calliandra pittiere</i> | | Morfoespecie 1 |
| | <i>Enterolobium cyclocarpum*</i> | VERBENACEAE | <i>Vitex cymosa</i> |
| | <i>Pseudosamanea guachapete*</i> | | |
| | <i>Samanea saman*</i> | | |

(*) Plantas a nivel de especie y (**) plantas a nivel de género que son registradas en la dieta del venado cola blanca.

Tabla 14.3. Valores asignados a los niveles de las variables duración de los cuerpos de agua, frecuencia de actividades humanas y distancia a infraestructuras. Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.

| Valor | Duración de los cuerpos de agua | Frecuencia de actividades antrópicas | Distancia a infraestructuras |
|-------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1 | Transitorio | Muy frecuente | 0-50 m |
| 2 | Temporal/transitorio | Frecuente | 51-100 m |
| 3 | Temporal | Raro | 101-150 m |
| 4 | Permanente/transitorio | Ausente | más de 150 m |
| 5 | Permanente/temporal | No aplica | No aplica |
| 6 | Permanente | No aplica | No aplica |

Tabla 14.4. Categorías de uso de las distintas Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) por parte de los venados liberados en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.

| Unidad | Intervalos de confianza $p_i (\alpha=0.10)$ | | Categorías de uso | |
|---------------------|--|--|---|---|
| | Macho | Hembra | Macho | Hembra |
| Arbustal | $0.032 \leq P_1 \leq 0.128$ $P_1=0.380$ | $0.021 \leq P_1 \leq 0.101$ $P_1=0.380$ | Rechazo | |
| Bosque | $0.032 \leq P_2 \leq 0.128$ $P_2=0.120$ | $0.013 \leq P_2 \leq 0.087$ $P_2=0.120$ | Usada de acuerdo a su disponibilidad | Rechazo |
| Cultivo | $0.143 \leq P_3 \leq 0.289$ $P_3=0.025$ | $0.313 \leq P_3 \leq 0.476$ $P_3=0.025$ | Preferencia | |
| Pastos manejados | $0.538 \leq P_4 \leq 0.709$ $P_4=0.475$ | $0.411 \leq P_4 \leq 0.578$ $P_4=0.475$ | Preferencia | Usada de acuerdo a su disponibilidad |

Tabla 14.5. Valores utilizados en el test de bondad de ajuste para comparación del número observado y esperado de localizaciones, según las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) para el macho y la hembra liberados en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago, Nilo, Cundinamarca.

Macho

| | Área (ha) | Proporción observada en cada unidad (p_i) | ($o-e$) ² /e |
|------------------|-----------|--|---------------------------|
| Arbustal | 20.36 | 0.080 | 52.760 |
| Bosque | 6.45 | 0.080 | 8.658 |
| Cultivo | 1.32 | 0.216 | 1122.357 |
| Pastos manejados | 25.43 | 0.623 | 0.832 |
| Total | 53.56 | 1 | $\chi^2=1184.608$ |

Hembra

| | | | |
|------------------|-------|-------|-------------------|
| Arbustal | 20.36 | 0.061 | 47.484 |
| Bosque | 6.45 | 0.050 | 7.793 |
| Cultivo | 1.32 | 0.394 | 1010.121 |
| Pastos manejados | 25.43 | 0.494 | 0.749 |
| Total | 53.56 | 1 | $\chi^2=1066.147$ |

Uso del hábitat

Tras dos meses de seguimiento se obtuvo un total de 389 localizaciones (209 para la hembra y 180 para el macho). El área de acción total estimada para la hembra fue de 16.43 ha (15.55 ha en diciembre y 17.21 ha en enero) y de 22.01 ha para el macho (16.23 ha en diciembre y 10.43 ha en enero). Además, los individuos mostraron una actividad diferente durante el periodo de muestreo (figura 14.3). Durante el primer mes, el sector occidental del Parque permaneció inexplorado por los dos animales. Su centro de actividad se ubicó en un área de pastos manejados al noroeste del encierro donde habían permanecido en cautiverio. Durante el mes de enero, el área de acción de los dos animales se extendió hacia el costado occidental del Parque, incluyó sectores de La Finca y se acortó en la parte norte. Los dos individuos cambiaron su centro de actividad al área del cultivo ubicado a aproximadamente 400 m del primer

centro identificado. Estos venados tuvieron localizaciones en terrenos fuera del Parque, aunque en el mes de enero estas excursiones disminuyeron.

Validación de los índices de calidad de hábitat

El número esperado y observado de localizaciones en cada unidad difirió significativamente de la ocurrencia de las categorías de hábitat dentro del área de estudio para el macho ($\chi^2=1184.61$; g.l.=3; $P<0.10$) y para la hembra ($\chi^2=1066.15$; g.l.=3; $P<0.10$) (tabla 14.5), en consecuencia la hipótesis nula fue rechazada. Se encontraron diferencias entre la ocurrencia estimada y esperada para todas las unidades de hábitat, excepto los pastos manejados en el caso de la hembra y el bosque en el del macho (tabla 14.5). En general, los animales prefirieron las UEH con calidad media y rechazaron las UEH con calidad baja.

DISCUSIÓN

El MEH permitió describir objetivamente los componentes, atributos y factores de presión del hábitat del venado cola blanca en el área de estudio. Por tanto, se considera que es una buena aproximación para decidir si un hábitat es adecuado o no para la especie. Sin embargo, existen algunos factores que limitan la aplicación del método y la extensión de las recomendaciones de manejo. A continuación, se discuten estos resultados a la luz de las críticas hechas por Garshelis (2000) y Morrison *et al.* (2006) a la metodología de evaluación del hábitat.

Calidad del hábitat en el PRZP

La calidad del hábitat para el venado cola blanca estuvo dada en gran parte por la vegetación presente en el área de estudio. Higgins *et al.* (1994) afirman que la vegetación permite a la vida silvestre satisfacer el elemento comida. Los otros dos elementos esenciales para mantener poblaciones viables son cobertura y fuentes de agua. En el PRZP la delimitación de las unidades de evaluación y la medición de al menos cuatro variables del hábitat estuvieron asociadas con la composición y estructura de la vegetación. En términos del alimento, los pastos manejados y el cultivo fueron las UEH que comparativamente proporcionaron mayores recursos a los individuos liberados. Sin embargo, la riqueza y abundancia del recurso alimenticio en el PRZP estuvo por debajo de un valor considerado

bueno u óptimo para el venado cola blanca (Mandujano, 1994). El bajo número de especies vegetales registrado pudo deberse a un esfuerzo de muestreo insuficiente o a un desconocimiento de todas las especies vegetales que hacen parte de la dieta del venado cola blanca en el área de estudio.

Por la ubicación geográfica del Parque, la protección contra la incidencia directa del sol proporcionada por coberturas como el bosque cobra mayor importancia en el hábitat del venado cola blanca. Hervert y Krausman (1986 citados en Mandujano y Gallina, 1995) establecieron que los 30 °C son el límite termoneutral del venado; temperaturas mayores provocan que el animal pierda agua por evapotranspiración para mantener estable la temperatura media de su cuerpo. Dado que la caracterización del hábitat se hizo en los meses de la segunda temporada de lluvias, probablemente se sobrevaloró la cobertura de dosel ofrecida por el hábitat. Se debe tener en cuenta que gran parte de las especies arbóreas pierden sus hojas durante la época seca, lo que puede causar una disminución en la calidad de esta unidad. Mandujano (1994) recomienda aplicar el método de evaluación durante la estación crítica del año. Sin embargo, hacer comparaciones entre periodos anuales enriquecería más el conocimiento sobre el hábitat y los requerimientos de la especie (Morrison *et al.*, 2006).

Mandujano (1994) menciona que, si bien un hábitat podría ser adecuado en los atributos de

forraje, agua y heterogeneidad del paisaje, la presencia de actividades humanas intensivas podría modificar en mayor o menor grado, el uso que el venado le dé a dichas áreas. En el caso del PRZP dadas las características comportamentales de los venados liberados y su tolerancia a la presencia humana (Camargo-Sanabria *et al.*, 2019), la frecuencia de actividades antrópicas y la distancia a infraestructuras se consideraron variables permanentes, pero no determinantes de la calidad del hábitat. En este contexto, es evidente la necesidad de manejar la interacción personas-venados, de tal forma que se eviten o minimicen los efectos negativos sobre los animales y el riesgo para los humanos. Camargo-Sanabria *et al.* (2019) discuten las implicaciones de dicha interacción y hacen recomendaciones al respecto.

En este estudio los venados no usaron las áreas en proporción a su disponibilidad, resultado similar a lo encontrado por Irby y Calvopiña (1994) y Galindo *et al.* (1994) en la Península de Nicoya en Costa Rica. Estos autores hallaron una preferencia de la especie por los hábitats densos y evitaron los pastizales abiertos. En el PRZP, los venados prefirieron el cultivo y los pastos manejados que en conjunto le suministraron forraje, refugio, agua y protección de factores antrópicos; a su vez, evitaron el arbustal que solo proveía fuentes de agua y el bosque que proporcionaba refugio y protección pero escaso forraje. Dados estos resultados consideramos que el forraje fue el atributo determinante en la calidad del hábitat y del uso dado por los animales a las distintas unidades. En México, Gallina (1994) también encontró que los sitios preferidos por los venados fueron aquellos que presentaron mayor diversidad y biomasa vegetal.

Los índices de calidad permiten derivar implicaciones de manejo del hábitat y en esta medida dan soporte a las recomendaciones que se dirijan al Parque para la organización de sus acciones de crecimiento. El Parque debe considerar que si se quiere elevar la calidad del hábitat para el venado, se deben manejar las unidades con calidad media en los aspectos que no son satisfechos y si se tienen planeados proyectos de ampliación o construcción, estos deberían hacerse en las áreas cuya calidad fue baja. Una acción de manejo concreta encaminada al mejoramiento del hábitat es la reforestación del Parque con especies típicas del bosque seco como *C. cujete*, *T. rosea*, *T. chrysantha*, *E. cyclocarpum*, *P. guachapele* y *S. saman* que son registradas en la dieta del venado cola blanca (DiMare, 1994; Espach y Sáenz, 1994; Mateus-Gutiérrez y López-Arévalo, 2019).

Aplicación y validación del MEH

El MEH se pone a consideración como una metodología cuyo refinamiento generará la posibilidad de modelar con mayor precisión la relación hábitat-venado cola blanca. El incremento de la exactitud de un modelo puede darse por el uso de medidas directas como la estimación de la biomasa en el cambio de cobertura foliar de las especies consumidas (Morrison *et al.*, 2006). En particular para el venado cola blanca, Short (1986) sugiere que las estimaciones de composición, contenido energético y digestibilidad del forraje ayudarían a entender mejor qué es lo que el animal necesita. La verificación de la relación entre las variables evaluadas también es una forma de refinar el modelo. Por ejemplo, en el presente trabajo se asumió una relación lineal entre el índice de calidad y la cobertura de dosel, pero podría existir un valor por encima del cual la calidad no aumenta o disminuye, como observaron Cook y Irwin (1985) en su modelo con los berrendos (*Antilocapra americana*).

Es necesario que el método propuesto en este estudio sea utilizado en el campo con el fin de analizar sus ventajas y desventajas. Es posible que al aplicarlo en paisajes con características estructurales diferentes, algunos de los atributos no sean los más adecuados; de manera que se tendrían que introducir modificaciones, nuevos atributos y estimar otras variables. Por ejemplo, en los páramos colombianos el venado prefiere las áreas abiertas con parches de bosque o aquellas zonas de transición de páramo y arbustal (Ramos, 1995), lo que conduce a la necesidad de incluir una variable relacionada con la heterogeneidad del paisaje. En áreas protegidas donde posiblemente las condiciones de alimento y cobertura son adecuadas, las variables relacionadas con la presencia antrópica como intensidad de cacería, frecuencia de quema y talas, grado de contaminación o densidad de caminos deben cobrar mayor importancia.

Si bien, se logró validar el método sugerido en términos de la relación uso de hábitat versus calidad del mismo, es necesario reconsiderar dos situaciones que generan incertidumbre. Primero, el tiempo de seguimiento de los movimientos de los animales fue muy corto, y segundo la utilización del uso de hábitat como método de validación es controversial. Respecto al primer punto Garshelis (2000) afirma que la selección y uso de hábitat son procesos individuales y no de especie, y que varían con el sexo, la edad y el estatus social del individuo. Así mismo, desde la perspectiva del hábitat, la disponibilidad no es constante y la percepción que de ella tiene el animal puede cambiar con la hora del día, la estación o el año (Thomas y Taylor,



1990; Morrison *et al.*, 2006). En consecuencia, las recomendaciones de manejo derivadas de estudios cortos son de aplicación limitada y solo proveen información útil si tienen un foco específico que no se verá afectado por las variaciones en las relaciones con el hábitat (Morrison *et al.*, 2006).

Sobre la utilización del uso de hábitat como método de validación, Garshelis (2000) concluye que no se pueden hacer fuertes prescripciones sobre la manipulación del hábitat a partir de interpretaciones de selección basados solamente en patrones observados de uso de hábitat; esto debido a que la respuesta demográfica es el único medio para evaluar la importancia relativa y la disponibilidad de hábitats para soportar poblaciones animales. Garshelis (2000) adiciona que aún bajo el supuesto que las especies se reproducen o sobreviven mejor en hábitats que tienden a preferir, un animal que usa un hábitat en mayor proporción a su disponibilidad no necesariamente lo prefiere, sino que lo usa por ejemplo para evitar depredadores. Adicionalmente, el número de localizaciones utilizado comúnmente para inferir uso de hábitat puede generar interpretaciones erróneas, pues es el tipo de actividad que el animal desarrolla en el mismo lo que lo hace importante y no el tiempo que gasta en este (Garshelis, 2000; Morrison *et al.*, 2006). Aquellos hábitats que son usados mucho tiempo o que tienen muchas localizaciones pueden ser menos importantes que lo sugerido por su uso. Un hábitat de descanso puede ser sustituido por otro con poco impacto so-

bre el fitness, mientras que uno de forrajeo puede ser esencial, aunque no usado en una gran proporción (Garshelis, 2000).

Morrison *et al.* (2006) afirman que probablemente todas las decisiones de manejo del hábitat de la vida silvestre son tomadas bajo ciertas condiciones de incertidumbre o efectos futuros. En esta medida y en el contexto del manejo adaptativo, la incertidumbre debe ser vista como una oportunidad para el mejoramiento, para desarrollar experimentos y para probar hipótesis de manejo. Se sugiere a partir del presente estudio, que los investigadores que trabajan con la especie alimenten el modelo propuesto o empiecen a generar otros que permitan entender mejor la relación del venado cola blanca con su hábitat.

Brooks (1997) señala que un modelo de adecuabilidad de hábitat se desarrolla a partir de las siguientes fases: desarrollo, calibración, verificación y validación. Siguiendo estos pasos es posible reconocer el nivel de riesgo al aplicar un modelo particular sobre las decisiones de manejo que se deban tomar. El llamado es a no percibir los modelos de hábitat y en particular la evaluación de la calidad como proyectos de todo o nada. El desarrollo de cada fase se puede constituir en un trabajo independiente y publicable que aporta constantemente al refinamiento del modelo en cuestión y al conocimiento de los requerimientos de hábitat de la especie en estudio.

LITERATURA CITADA

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE NILO. 2001. *Plan de desarrollo municipal 2001-2003*. República de Colombia. gobierno de Cundinamarca. municipio de Nilo.
- BRAMBLE, W.C. Y W.R. BYRNES. 1979. Evaluation of the wildlife habitat values of rights-of-way. *The Journal of Wildlife Management* 43(3): 642-649.
- BROOKS, R.P. 1997. Improving habitat suitability index models. *Wildlife Society Bulletin* 25(1): 163-167.
- BROWER, J.E., J.H. ZAR y C.N. VON ENDE. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. Fourth edition. McGraw-Hill, Estados Unidos de América.
- CAMARGO, J. 2001. *Esquema de Ordenamiento Territorial, Municipio de Nilo*. Documento técnico de soporte.
- CAMARGO-SANABRIA, A.A., H.F. LÓPEZ ARÉVALO Y D. SARMIENTO-PARRA. 2019. El semicautiverio como opción de manejo para el venado cola blanca en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago (Nilo, Cundinamarca). En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 179-182. Biblioteca José Jerónimo Triana N.º 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- COOK, J.G. y L.L. IRWIN. 1985. Validation and modification of a habitat suitability model for pronghorns. *Wildlife Society Bulletin* 13(4): 440-448.
- DE VOS, A. y H.S. MOSBY. 1978. Habitat analysis and evaluation. En: R.H. Giles (ed.), *Wildlife Management*: 135-172. W. H. Freeman Company, San Francisco, Estados Unidos de América.

- DELFIN-ALFONSO, C., S. GALLINA y C.A. LÓPEZ-GONZÁLEZ. 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): 215-228.
- DIMARE, M.I. 1994. Hábitos alimentarios del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Puntarenas, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 73-88. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- ESPACH, H y J.C. SÁENZ. 1994. Comportamiento de cervatos criados en cautiverio y reintroducidos en la finca La Emilia, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 163-179. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALINDO-LEAL, C., A. MORALES y M. WEBER. 1994. Utilización de hábitat, abundancia y dispersión del venado de Coues: un experimento seminatural. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 325-332. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALLINA, S. 1994. Uso del hábitat por el venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 299-314. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GARSHELIS, D.L. 2000. Delusions in Habitat Evaluation: Measuring Use, Selection and importance. En: L. Boitani y T.K. Fuller (eds.), *Research Techniques in Animal Ecology*: 111-164. Columbia University Press, New York, Estados Unidos de América.
- HALL, L.S., P.R. KRAUSMAN y M.L. MORRISON. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1): 173-182.
- HIGGINS, K.F., J.O. OLDEMEYER, K.J. JENKINS, G.K. CLAMBEY y R.F. HARLOW. 1994. Vegetation sampling and measurement. En: T.A. Bookhout (ed.), *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*: 567-591. Fifth edition. The Wildlife Society. Bethesda, Estados Unidos de América.
- IRBY, L.R. y J. CALVOPINA. 1994. Uso de hábitat por el venado cola blanca reintroducido en la península de Nicoya, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 333-347. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- JOHNSON, D.H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61(1): 65-71.
- KENWARD, R.E., A.B. SOUTH y S.S. WALLS. 2003. Ranges 6, version 1.2: for the Analysis of tracking and location data. Anatrack Ltd., Wareham, Reino Unido.
- LANCIA, R.A., S.D. MILLER, D.A. ADMS y D.W. HAZEL. 1982. Validating habitat quality assessment: an example. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 47: 96-110.
- MANDUJANO, S. 1994. Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 283-297. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- MANDUJANO, S. y S. GALLINA. 1995. Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical* 4(2): 107-118.
- MATEUS-GUTIÉRREZ, C. y H.F. LÓPEZ ARÉVALO. 2018. Plantas consumidas por el venado cola blanca en Colombia. En: H.F. López-Arévalo (editor), *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*: 53-56. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 33. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MORRISON, M.L., B.G. MARCTOR y R.W. MANNAN. 2006. *Wildlife-habitat relationships. Concepts and applications. Third edition.* Island Press. Washington D.C.
- NAMS, V.O. 1990. *Locate ii, User's guide.* Pacer Computer Software, Truro, Nova Scotia, Canadá.
- NEU, C.W., C.R. BYERS y J.M. PEEK. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management* 38(3): 541-545.



- NUDDS, T.D. 1977. Quantifying the vegetative structure of wildlife cover. *Wildlife Society Bulletin* 5(3): 113-117.
- RAMOS, D. 1995. Determinación de la dieta y distribución del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus goudotii*, Gay y Gervais, 1846) en el Parque Nacional Natural Chingaza (cordillera Oriental, Colombia). Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- RANGEL-CH, J.O. y A. VELÁSQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: J.O. Rangel-Ch, P.D. Lowy C. y M. Aguilar (eds.), *Colombia Diversidad Biótica ii*: 59-87. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- SAMUEL, M.D. y M.R. Fuller. 1994. Wildlife radiotelemetry. En: T.A. Bookhout (ed.), *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*: 370-418. Fifth edition. The Wildlife Society, Bethesda, Estados Unidos de América.
- SANDERSON, G.C. 1966. The study of mammal movements: a review. *The Journal of Wildlife Management* 30(1): 215-235.
- SARMIENTO-PARRA, D.M. y J.C. Jaramillo-Fayad. 1999. Cambios del comportamiento grupal y del uso de hábitat como respuesta a la supresión de alimento suplementario en una población semicautiva de *Saimiri sciureus*. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- SCALET, Ch. G., L.D. FLAKE y D.W. Willis. 1996. *Introduction to wildlife and fisheries: an integrated approach*. W.H. Freeman and Company, Nueva York.
- SHORT, H. 1986. *Habitat Suitability Index Models: White-tailed deer in the Gulf of Mexico and South Atlantic Coastal Plains*. U.S. Fish & Wildlife Service. Biological Report 82: 10-123. Department of the Interior, Washington D.C.
- THOMAS, D.L. y E.Y. TAYLOR. 1990. Study designs and tests for comparing resource use and availability. *The Journal of Wildlife Management* 54: 322-30.
- VAN HORNE, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *The Journal of Wildlife Management* 47(4): 893-901.

CAPÍTULO 15

Guía para determinar la edad mediante reposición y desgaste dental en especímenes de colección de venado cola blanca

Heidi Pérez-Moreno, Laín Efrén Pardo Vargas y Hugo F. López-Arévalo

RESUMEN

En el manejo de vida silvestre es importante conocer parámetros como la sobrevivencia y la mortalidad, los cuales varían según la proporción de sexo y estructura de edad de la población. Sin embargo, en Colombia no hay información para determinar con claridad la edad de individuos de venado cola blanca. Con este fin, se analizaron las características dentales de 82 ejemplares de dos colecciones biológicas, determinando la edad por medio de reposición y desgaste dental. Se propone la reducción a solo tres clases y cuatro subclases de edad respecto a las propuestas por Severinghaus (1949), teniendo en cuenta los cambios fisiológicos durante el desarrollo de los individuos, algunas consideraciones cinegéticas y la facilidad para determinar la edad en campo. Se sugiere verificar la presente guía utilizándola en venados de zoológicos, fósiles de la especie, poblaciones silvestres y como herramienta de docencia en universidades e institutos de investigación.

Palabras clave: venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*, categorías de edad, dientes, Colombia.

ABSTRACT

Parameters such as survival and mortality rates are important in wildlife management, which vary according to sex ratios and age classes in the population. However, in Colombia there is no information to clearly determine the age of individuals of white-tailed deer. We analyzed the dental features of 82 deer skulls from two scientific collections, determining the age by means of tooth replacement and wear. We proposed the reduction to only three age classes and four subclasses from those initially proposed by Severinghaus (1949), based on physiological changes during development of the individuals, potential hunting characteristics and ease of doing assessments in the field. We suggest that this guide be verified by testing it on deer in zoos, fossils of the species, wild populations and as a tool for teaching at universities and research institutes.

Keywords: White-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, age categories, teeth, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de cualquier población animal es función de la densidad poblacional, la estructura de edades, la proporción de sexos y la tasa de crecimiento (Ezcurra y Gallina, 1981). De este conjunto, el tamaño poblacional es sin duda uno de los parámetros más importantes en el conocimiento y manejo de las poblaciones de fauna silvestre (Lancia *et al.*, 1996; Ojasti y Dallmeier, 2000), mientras que las tasas de sobrevivencia y mortalidad de las poblaciones animales se correlacionan directamente con las clases de sexo y edad (Clutton-Brock y Lonergan, 1994; Coulson *et al.*, 2001). Debido a esto es necesario que dentro de los programas de

manejo de poblaciones silvestres de venado cola blanca se tenga en cuenta tanto la estimación de la densidad poblacional (Mandujano y Aranda, 1993; Ojasti y Dallmeier, 2000), como la proporción de sexos y la estructura de edades (Villarreal, 1999).

Uno de los métodos más difundidos para determinar la edad en venados cola blanca es la propuesta por Severinghaus (1949), la cual se basa en la reposición y el desgaste de las piezas dentales. A partir de ésta, se han desarrollado diferentes investigaciones y guías que permiten determinar la edad de los individuos de esta especie en el norte

y centro del continente americano (Gilbert y Stolt, 1970; Villarreal, 1989; Larson y Taber, 1987; Shead, 2005).

Dada la poca información que se tiene en Colombia sobre la ecología y biología del venado cola blanca, aún no se cuenta con una guía que permita evaluar de manera rápida y eficiente la edad de los individuos de esta especie. Por esta razón, se revisó la propuesta hecha por Severinghaus (1949) para determinar la edad del venado cola blanca en individuos de Norteamérica y se adaptó a partir de especímenes de colección colombianos. La guía re-

sultante de este trabajo describe características dentales para las clases de edad que reflejan cambios fisiológicos de los individuos o que son consideradas importantes a nivel cinético para la especie, tales como crías, juveniles y adultos. Adicionalmente se describen solo aquellas subclases de edad donde las características dentales son fácilmente identificables, omitiendo subclases donde los cambios dentales son poco evidentes o se prestan para clasificaciones subjetivas. De esta manera las seis clases y 22 subclases de edad propuestas originalmente por Severinghaus (1949), se redujeron a tres clases y cuatro subclases.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 62 ejemplares de la Colección Biológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y 20 ejemplares de la Colección Mastozoológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. A cada espécimen se le realizó un análisis dental teniendo en cuenta las características señaladas por Severinghaus (1949) para determinar la edad de los individuos. De este modo, se evaluaron las características dentales que podrían relacionarse con diferenciaciones externas importantes en el desarrollo del animal buscando proponer categorías más generales y de fácil manejo.

Términos básicos y uso de la guía

La fórmula dentaria de un individuo adulto de venado cola blanca es I 0/3, C0/1, P3/3, M 3/3 (Eisenberg, 1989). El venado de cola blanca presenta la pérdida evolutiva del primer premolar, por lo que es común que los premolares se enumeran como 2, 3 y 4. Los caninos de esta especie son incisiformes, por lo que la apariencia de estos y los incisivos es similar (figura 15.1). Así mismo, es fácil diferenciar el tercer premolar deciduo o infantil del tercer premolar permanente, ya que el deciduo tiene 3 cúspides (figura 15.2), mientras que el permanente solo presenta 2 cúspides (figura 15.3).

Para poder determinar la edad del venado cola blanca siguiendo esta guía, es necesario tener a disposición la dentición mandibular y conocer la siguiente terminología (figura 15.4):

- Cresta: protuberancia de poca extensión y altura del diente.
- Cresta o cúspide lingual: aquella ubicada hacia el lado de la lengua.

- Cresta o cúspide bucal: aquella ubicada del lado exterior.

- Cresta o cúspide secundaria: son aquellas ubicadas en medio de las crestas linguales y bucales.

- Cresta lingual simulada: aquella que queda como vestigio de las crestas linguales.

- Línea de la encía: es la parte más alta de la encía.

- Esmalte dental: Es un tejido de color blanco que recubre la corona de los dientes.

- Dentina: tejido de color café ubicado en la parte interna del diente.

El primer paso para determinar la edad de un individuo de venado cola blanca es identificar la fórmula dentaria del espécimen, ya que a través de ésta fácilmente se puede clasificar al individuo dentro de algunas de las primeras categorías de edad, bien sea crías o juveniles. Todo individuo cuya totalidad de piezas dentales haya erupcionado completamente se clasifica como adulto.

Con el fin de diferenciar entre individuos adultos jóvenes y adultos mayores es importante tener en cuenta el grado de desgaste de los premolares y molares, ya que existe una relación directa entre la edad del individuo y la altura de la pieza dental. Sin embargo, las medidas de las crestas bucales en general son 1-2 mm más bajas que las de las crestas linguales. Para medir la altura de las crestas es necesario usar un calibrador de precisión 0.05 mm y tomar la medida desde la línea de la encía hasta la parte superior de la cresta (figura 15.4). Todas las medidas deben tomarse en el centro de la pieza dental.

RESULTADOS

Esta guía se puede usar para determinar la edad del individuo desde el momento del nacimiento hasta los 10 años y medio de edad. En condiciones naturales es común que la dentadura del venado después de los 10 años esté tan desgastada que no permita la supervivencia del individuo (Sauer, 1984).

La guía está diseñada teniendo en cuenta edades representativas para la especie a nivel fisiológico o que sean consideradas importantes a nivel cinético, por lo que se describen las características dentales para edades como crías o cervatos (nacimiento - 6 meses), juveniles (7 meses - 2 años y medio) y adultos (3 años y medio - 10 años y medio). Las clases de edad juveniles y adultos se dividieron en dos subclases cada una, dando como resultado que dentro de la clase juveniles se encuentren las subclases pubertad (7 meses - 16 meses) y subadultos (17 meses - 2 años y medio), mientras que dentro de la clase adulto están los denominados adultos jóvenes (2 años y medio - 5 años y medio) y adultos viejos (6 años y medio - 10 años y medio).

Reposición y desgaste dental

El patrón de reposición dental para el venado cola blanca desde el momento del nacimiento hasta los 2 años y medio se muestra en la tabla 15.1. El patrón de desgaste aplica solo para observaciones mandibulares luego de los 2 años y medio de edad, donde se consideran como individuos adultos, y se caracteriza por el desgaste progresivo y sistemático de los premolares y molares permanentes. En la tabla 15.2 se puede observar la clase de edad en donde inicia el desgaste de cada una de las piezas dentales. Adicionalmente, en los molares se puede observar la altura de las crestas bucales tomando como base la línea de la encía.

Crías o cervatos: nacimiento - 6 meses

Etapas comprendidas entre el nacimiento y los 6 meses de edad, de acuerdo al período de lactancia y a características corporales como el tamaño y la coloración del pelaje. La lactancia comienza luego del nacimiento y se lleva a cabo regularmente hasta el destete de las crías, que en cautiverio se da a los 4 meses de edad (Galindo-Leal y Weber, 1998), poco antes de que las hembras se encuentren listas para aparearse de nuevo (Weber *et al.*, 1994). Por otro lado, las crías recién nacidas presentan una coloración café oscura con manchas blancuzcas a

los costados y en la espalda, las cuales comienzan a desaparecer en el mismo período del destete hacia los 6 meses de edad.

Al momento del nacimiento, los incisivos y caninos deciduos son evidentes y están aproximadamente 2 mm por encima de la encía. El primer incisivo deciduo se pierde entre el quinto y el sexto mes, y es reemplazado por la pieza permanente que erupciona de manera completa al final del sexto mes. La erupción de los premolares deciduos comienza a partir de la primera semana y finaliza alrededor de la séptima semana. Por otro lado, el primer molar inicia su proceso de erupción en este período, atravesando la encía después de la décima semana.

Juveniles: 7 meses - 2 años y medio

Esta clase de edad está definida por el período en el cual se da el desarrollo completo de la dentición adulta, la cual solo reemplaza completamente a la dentición decidua al final de los 2 años y medio de edad. Del mismo modo, comprende la etapa de la madurez sexual y el primer apareamiento. Hacia los 2 años y medio las crestas linguales de los tres molares permanecen afiladas y el esmalte de color blanco rodea por completo la estrecha dentina de color café.

Las hembras alcanzan la pubertad generalmente al cumplir un año o un poco menos, durante la época no reproductiva. Sin embargo, requieren alcanzar la siguiente estación reproductiva para poder aparearse, de tal manera que la mayoría de las hembras tienen entre 16 y 18 meses cuando su primera vez de apareamiento (Galindo-Leal y Weber, 1998). A diferencia de las hembras, los machos de venado cola blanca alcanzan la pubertad y son fisiológicamente capaces de reproducirse a los 8 meses de edad (Lambiase *et al.*, 1972; Miller *et al.*, 1987). Sin embargo y debido a que los machos juveniles tienen poca oportunidad de cortejar a las hembras receptivas ante los venados adultos (Hirth, 1977), es poco probable que esto suceda en las poblaciones silvestres, aunque puede ser posible bajo determinados esquemas de manejo de poblaciones (Ozoga y Verme, 1985).

Por lo anterior, machos y hembras deben esperar a la siguiente estación reproductiva para poder aparearse, período en el cual se aproximan al año y medio de edad. Los cambios comportamentales y físicos más importantes en el inicio de la pu-

bertad de los machos juveniles son la precocidad, la formación y pulimiento de las astas “infantiles” cuando estas se presentan y un moderado engrosamiento o hipertrofia de los músculos del cuello (Hirth, 1977; Marchinton y Hirth, 1984; Miller *et al.*, 1987).

Pubertad: 7 meses - 16 meses

El segundo incisivo deciduo es reemplazado entre los 9 y 11 meses, mientras que el tercer incisivo de este tipo y el canino incisiforme deciduo son reemplazados entre los 11 y 13 meses. Aunque los premolares permanentes aún no han reemplazado a los premolares deciduos, ya se encuentran desarrollados y se pueden observar debajo de estos últimos en mandíbulas libres de tejido.

Hacia el noveno mes finaliza la erupción del primer molar, por lo que se considera como una pieza dental adulta. Por su parte, la erupción del segundo molar se hace evidente después del séptimo mes y aunque su patrón de erupción no es simétrico para todos los individuos, es común que su erupción total se dé antes de finalizar este período.

Hacia el mes 13 se inicia la erupción del tercer molar, el cual atraviesa la encía a medida que la mandíbula se va extendiendo. Antes que el individuo cumpla los 16 meses, por lo general es posible observar la cresta anterior e inclusive la cresta media de este molar.

Subadulto: 17 meses - 2 años y medio

Durante el décimo séptimo y vigésimo mes, los premolares deciduos son reemplazados por los permanentes, los cuales presentan un crecimiento paulatino hasta erupcionar por completo antes de los 2 años de edad. Aunque el tercer molar continúa con su proceso de erupción, es normal que en algunos individuos la mandíbula no se haya alargado lo suficiente y la línea de la encía alrededor de la tercera cúspide no haya retrocedido mucho como para dejar expuesta la altura total de la misma. Debido a esto, es normal que la erupción definitiva del tercer molar con sus tres cúspides características no se complete sino hasta un poco después de los 2 años y medio de edad.

Adultos: 3 años y medio - 10 años y medio

Dentro de esta categoría se incluyen los individuos que ya alcanzaron la madurez sexual y que se pueden considerar como adultos. Las subclases: adultos jóvenes y adultos mayores, tienen impor-

tancia a nivel cinético ya que dependiendo de la edad que tiene el individuo en el momento de su caza, afecta en mayor o menor proporción la viabilidad de la población y la calidad del trofeo. Como es de esperarse los adultos mayores son menos representativos a nivel reproductivo y de mantenimiento de la población. En esta clase de edad todos los dientes han erupcionado completamente y son permanentes, por lo que su clasificación se basa en el desgaste dental.

Adultos jóvenes: 3 años y medio - 5 años y medio

Debido a que las piezas dentales presentan desgaste casi desde el momento en que se produce su erupción, es normal que en esta subclase de edad los premolares ya tengan algún grado de desgaste. Alrededor de los 3 años y medio de edad, el primer molar muestra crestas linguales romas o poco afiladas, aunque evidentes al tacto; sin embargo, hacia los 5 años y medio de edad tanto las crestas linguales como las secundarias han desaparecido por completo y aparecen crestas linguales simuladas.

Alrededor de los 4 años y medio de edad el segundo molar presenta crestas linguales romas, mientras que aproximadamente a los 5 años y medio de edad el desgaste en el tercer molar se hace evidente en sus crestas linguales, las cuales se sienten poco afiladas o romas. Al inicio de esta subclase los molares presentan un esmalte mucho más ancho en comparación con la estrecha línea de la dentina, sin embargo para el final de esta etapa la dentina de las crestas linguales y bucales de todos los molares es igual de amplia al esmalte.

Adultos viejos: 6 años y medio - 10 años y medio

Entre los 6 años y medio y los 7 años y medio de edad desaparecen todas las cúspides en el primer y segundo molar, dando como resultado piezas dentales prácticamente lisas, mientras en el tercer molar solo se puede observar un ligero montículo en la cresta lingual. Por otra parte, entre los 8 y medio y 9 años y medio de edad, el desgaste de los premolares y molares reduce el conjunto dental a una altura de 2 a 3 mm por encima de la encía en el lado bucal y de 4 a 5 mm en el lado lingual. Finalmente, hacia los 10 años y medio de edad los premolares y molares están tan desgastados que se encuentran a ras o inclusive por debajo de la línea de la encía en el lado bucal y de 1 a 2 mm sobre la línea de la encía en el lado lingual.

Tabla 15.1. Patrón de reposición dental de venado cola blanca (*O. virginianus*).

| Clase de edad | Subclase | Edad | Incisivos | | | Caninos | Premolares | | | | Molares | | |
|------------------|------------|-------------|-----------|---|---|---------|------------|-----|-----|-----|---------|-----|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | |
| Crías o cervatos | | Nacimiento | D | D | D | D | - | - | - | - | - | - | |
| | | 1-7 semanas | D | D | D | D | D | D | D | - | - | - | |
| | | 10 semanas | D | D | D | D | D | D | D | (P) | - | - | |
| | | 6 meses | P | D | D | D | D | D | D | (P) | - | - | |
| Juveniles | Pubertad | 7 meses | P | D | D | D | D | D | D | (P) | (P) | - | |
| | | 9-11 meses | P | P | D | D | D | D | D | P | (P) | - | |
| | | 11-13 meses | P | P | P | P | D | D | D | P | P | - | |
| | | 16 meses | P | P | P | P | D | D | D | P | P | (P) | |
| | Subadultos | 17-24 meses | P | P | P | P | (P) | (P) | (P) | P | P | (P) | |
| | | 30 meses | P | P | P | P | P | P | P | P | P | | |

D: la pieza dental aún es decidua. P: la pieza dental ya es permanente. (P): la pieza dental permanente está en proceso de erupción. Modificado de Larson Taber (1987).

Tabla 15.2. Patrón de desgaste dental de venado cola blanca (*O. virginianus*).

| Clase de edad | Subclase de edad | Edad | Premolares | | | Molares | | | Intervalo cresta bucal de los molares | | |
|---------------|------------------|-------------------------------|------------|-----|-----|---------|-----|-----|---------------------------------------|--------|--------|
| | | | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Adultos | Adultos jóvenes | 3 años y medio | PD | PD | PD | PD | P | P | 6-7 mm | | |
| | | 4 años y medio | PD | PD | PD | PD | PD | PD | 5-6 mm | 6-7 mm | |
| | | 5 años y medio | PD | PD | PD | PD | PD | PD | 4-5 mm | 5-6 mm | |
| | Adultos viejos | 6 años y medio-9 años y medio | PD | PD | PD | PD | PD | PD | 2-4 mm | 2-5 mm | |
| | | 10 años y medio | PD* | PD* | PD* | PD* | PD* | PD* | (-) 2 mm | 1-2 mm | 1-2 mm |

PD indica que la pieza dental presenta algún tipo de desgaste y PD* evidencia que ha ocurrido tanto desgaste que las piezas dentales están a ras o por debajo de la línea de la encía (en este último caso la medida se muestra como negativa y solo podría tomarse en restos óseos).



Figura 15.1. Incisivos y caninos incisiformes del venado cola blanca.



Figura 15.2. Tercer premolar deciduo.



Figura 15.3. Tercer premolar permanente.

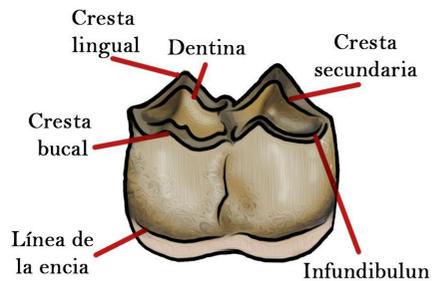


Figura 15.4. Partes del molar de venado de cola blanca utilizadas en la guía.

LITERATURA CITADA

- CLUTTON-BROCK, T.H. Y M.E. LONERGAN. 1994. Culling regimes and sex ratio biases in highland red deer. *Journal of Applied Ecology* 31(3): 521-527.
- COULSON, T., E.A. CATCHPOLE, S.D. ALBON, B.J. MORGAN, J.M. PEMBERTON, T.H. CLUTTON-BROCK, M.J. CRAWLEY Y B.T. GRENFELL. 2001. Age, Sex, Density, Winter Weather, and Population Crashes in Soay Sheep. *Science* 292: 1528-1531.
- DANIELDS, H. 1991. Biología y hábitat del venado caramerudo. En: Fudeci, Profauna y Fedecave (eds.), *El venado en Venezuela: conservación, manejo, aspectos biológicos y legale*: 59-66 s. Memoria simposio. Fudeci/Profauna/Fedecave, Caracas.
- EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics. Volumen 1. The Northern Neotropics. Panamá, Colombia, Venezuela, Guayana, Surinam, French Guiana*. University of Chicago, Chicago.
- EZCURRA, E. Y S. GALLINA. 1981. Biology and Population Dynamics of White-Tailed Deer in Northwestern Mexico. En: P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.), *Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America*: 79 -108. Instituto de Ecología, A.C. México D.F.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D.F.
- GILBERT, F.F. Y S. L. STOLT. 1970. Variability in Ageing Maine White-Tailed Deer by Tooth Characteristics. *The Journal of Wildlife Management* 34(3): 532-535.
- HIRTH, D.H. 1977. Social Behaviour of White-Tailed Deer in Relation to Habitat. *Wildlife Monographs* 53: 3-55.
- LAMBIASE, J.T. JR., R.P. AMANN Y S.S. LINDZEY. 1972. Aspects of Reproductive Physiology of Male White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management* 36(3): 868-875.
- LANCIA, R.A., J.D. NICHOLS Y K.H. POLLOCK. 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations. En: T.A. Bookhout (ed.), *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*: 215-253. Fifth edition. The Wildlife Society. Bethesda, Estados Unidos de América.
- LARSON, J. Y R. TABER. 1987. Criterios para determinar el sexo y la edad. En: R. Rodríguez (ed.), *Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre*: 151-213. Wildlife Society, Bethesda, Estados Unidos de América.
- MANDUJANO, S. Y M. ARANDA. 1993. Conteo de venados (*Odocoileus virginianus*: Cervidae) en transectos: recomendaciones para su aplicación. *Biotam* 5: 43-46.
- MARCHINTON, L. Y D. HIRTH. 1984. Behavior. En: L.K. Halls, (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 126-168. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- MILLER, K.V., O.E. RHODES, T.R. LITCHFIELD, M.H. SMITH Y R.L. MARCHINTON. 1987. Reproductive characteristics of yearling and adult male white-tailed deer. *Proceedings Annual Conference. Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 41: 378-384.
- OJASTI, J. Y F. DALLMEIER (eds.). 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series No.5. Smithsonian Institution/MAB Program, Washington, D.C.
- OZOGA, J.J. Y L.J. VERME. 1985. Comparative breeding behavior and performance of yearling vs. prime-age white-tailed bucks. *The Journal of Wildlife Management* 49(2): 364-372.
- SAUER, P. 1984. Physical Characteristics. En: L.K. Halls, (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 73-90. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.



- SEVERINGHAUS, C. W. 1949. Tooth Development and Wear as Criteria of Age in White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management* 13(2): 195-216.
- SHEAD, J (ed.). 2004. How to age a White-Tailed Deer. En *Deer Hunters Almanac 2005*: 68-69. Krause publications. Estados Unidos de América.
- VILLARREAL, J. 1986. Determinación de la edad de los venados cola blanca. *Revista Dumac* 8: 9-11.
- VILLARREAL-GONZÁLEZ, J. G. 1999. *Venado Cola Blanca: Manejo y Aprovechamiento Cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, N. L., México.
- WEBER, M., P. ROSAS-BECERRIL, A. MORALES-GARCÍA Y C. GALINDO-LEAL. 1994. Biología reproductiva del venado cola blanca en Durango, México. En: Ch. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 111-127. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

CAPÍTULO 16

Diseño de corredores biológicos para venado cola blanca entre los parques nacionales naturales Chingaza y Sumapaz

Clara Lucía Matallana-Tobón y Hugo F. López-Arévalo

RESUMEN

La fragmentación es una de las mayores amenazas para la conservación de las especies. La zona andina colombiana al ser una de las más pobladas presenta un gran porcentaje de coberturas transformadas, lo que trae como consecuencia el aislamiento de las áreas que han sido catalogadas como protegidas. En este sentido, los corredores biológicos surgen como alternativa para facilitar el movimiento de las especies, ya que incrementan las tasas de migración en estos paisajes fragmentados. Con el presente trabajo se proponen dos escenarios de corredores entre los Parques Nacionales Naturales Chingaza y Sumapaz para la conservación de las poblaciones de venado cola blanca. Se utilizan para su diseño, Sistemas de Información Geográfica con especial énfasis en el análisis de las coberturas de la zona y la interpretación de imágenes de satélite Landsat del año 1995 y fotografías aéreas de 1982, 1985, 1989 y 1997. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta registros de la especie en la zona e información secundaria sobre aspectos biológicos y ecológicos del venado cola blanca. En total se proponen dos escenarios y se analizan las ventajas y desventajas de cada uno con base en la cobertura vegetal, las amenazas representadas en puntos críticos y las acciones de conservación actualmente en marcha. Finalmente, se recomiendan acciones necesarias para su implementación y manejo.

Palabras clave: Corredores biológicos, áreas protegidas, fragmentación, conservación de especies, venado cola blanca.

INTRODUCCIÓN

La fragmentación de los ecosistemas naturales es considerada como una de las mayores amenazas para la conservación de la biodiversidad (Harris, 1984). Este fenómeno es el resultado de procesos antropogénicos como la explotación maderera, el aumento de la frontera agrícola y ga-

ABSTRACT

Fragmentation is currently one of the major threats for species conservation. Given that the Andean region of Colombia is one of the most populated in the country, a large percentage of the land cover has undergone transformation and, one of the consequences is the isolation of protected areas. Biological corridors provide an alternative to allow the movement of species by increasing migration rates in fragmented landscapes. In the present study, we propose two alternative biological corridors between Chingaza and Sumapaz National Parks for the conservation of white-tailed deer populations. The corridors were designed using Geographic Information System tools to analyze land cover, based on interpretation of Landsat satellite images from 1995 and aerial photographs from 1982, 1985, 1989 and 1997. Additionally, information about the specie distribution and biological and ecological characteristics of the white-tailed deer were taken into account. We propose two options for new corridors and present the advantages and disadvantages of each one in terms of land cover, existing threats in the area and conservation measures currently in place. Finally, some recommendations for their implementation and management are given.

Keywords: Biological corridors, protected areas, fragmentation, species conservation, white-tailed deer.

nadera y la expansión de zonas urbanas (Kattan, 1998). Cuando este fenómeno afecta las coberturas adyacentes a las áreas protegidas se pierde la conectividad que históricamente podría existir entre dos o más de éstas y disminuye la posibilidad de conservar las especies a largo plazo. Para hacerle frente

a este problema se propone el diseño de sistemas o redes de reservas que permitan el desplazamiento de las poblaciones y su adaptación a los cambios ambientales (Hunter *et al.*, 1988). Los corredores biológicos definidos por Saunder y Hobbs (1991) como franjas lineales de vegetación que se diferencian de la vegetación circundante y que conectan al menos dos parches que estuvieron conectados, deben ser parte integral de estos sistemas.

La teoría de los corredores biológicos coincide con un enfoque de la conservación basado en los ecosistemas, en otras palabras, un enfoque paisajístico que permite abordar de manera integral los problemas ligados a la conservación de especies, en el caso de paisajes fragmentados. Con la implementación de estas conexiones se busca contrarrestar los efectos de la fragmentación y del tamaño insuficiente de áreas protegidas para el mantenimiento de algunas especies (Hunter, 1996).

Rosenberg *et al.* (1997) afirman que la persistencia de las especies sería el resultado de poder mantener el intercambio continuo de individuos entre subpoblaciones. Esto reduce las tasas de extinción a través de una serie de mecanismos como la disminución de la variabilidad en las tasas de nacimientos y muertes, incremento de la colonización de parches, disminución de la endogamia y el incremento o mantenimiento de la variabilidad genética. Los corredores por lo tanto, deben estar enfocados en facilitar tanto los movimientos cotidianos de los individuos como la migración de poblaciones (Simberloff *et al.*, 1992). Para lograr que estas funciones se cumplan, es necesario tener en cuenta en su diseño y establecimiento las características de las especies que potencialmente los utilizarían (Saunders y Hobbs, 1991).

Dentro de la información que debe tenerse en cuenta se debe incluir la distribución de la especie, su abundancia, área de actividad y uso de hábitat, así como la naturaleza de sus movimientos y las áreas utilizadas para alimento y reproducción (Harrison, 1992). Con esta información y dependiendo de las escalas, se deben definir las características mínimas que deben cumplir los corredores. Así, se podrá establecer si el corredor será conducto y hábitat a la vez. Un corredor que permite el movimiento pero no necesariamente las condiciones para la reproducción de la especie es un conducto, mientras que un corredor que provee los elementos necesarios para la supervivencia, reproducción y movimiento cumple a la vez la función de

hábitat (Hess y Fischer, 2001). Si bien, todavía es necesario realizar más estudios para comprobar la verdadera eficacia de los corredores (Rosenberg *et al.*, 1997), estos crean variedad de posibilidades. Si los individuos toman otras rutas de igual preferencia para ellos, pero con características que ofrecen más peligro, correrán mayor riesgo de no sobrevivir mientras se dispersan de una a otra área protegida (Walker y Craighead, 1997).

En este estudio se propone un diseño de corredores biológicos para el venado cola blanca *O. virginianus*, entre los Parques Nacionales Naturales (PNN) Chingaza y Sumapaz, mediante la utilización de sistemas de información geográfica. Se tuvo en cuenta información de registros y uso de hábitat en la zona e información secundaria sobre las características biológicas y ecológicas de la especie.

Los parques seleccionados para este estudio están localizados en la cordillera oriental de los Andes colombianos en los departamentos de Cundinamarca y Meta (figura 16.1) y corresponden en su mayoría a zonas de páramo, rodeadas por tierras dedicadas principalmente a la agricultura y la ganadería. Según Orejuela (1985) para el año de la publicación citada, el 85 % del área de bosque montano y premontano (zona más poblada del país), había sido modificada intensamente dejando parches aislados. Para el año 2000, el Instituto Humboldt estableció que el 60.08 % de los ecosistemas andinos se encontraban con algún grado de transformación (Rodríguez *et al.*, 2004).

Los corredores fueron diseñados para que los individuos de venado cola blanca se desplacen en su rango de acción, de tal manera que exista dispersión de las poblaciones y contacto entre las subpoblaciones presentes en la zona de estudio. Aunque estos parques cuentan con extensiones considerables: el PNN Chingaza tiene un área de 75 000 ha y el PNN Sumapaz cuenta con 154 000 ha, hasta el momento es incierto si cada uno de ellos dispone del área necesaria para conservar poblaciones viables de la especie.

El trabajo con venado cola blanca presenta algunas ventajas ya que esta es una especie que ha sido ampliamente estudiada, cuenta con suficientes registros en la zona y por el tamaño de su rango de acción puede estar incluyendo el de otras especies más pequeñas tanto de mamíferos como de otros grupos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diseño de los corredores se utilizó una adaptación de la metodología planteada por Walker y Craighead (1997). Esta metodología se presenta en la figura 16.2. Los rectángulos sin color representan fuentes de información, los óvalos representan procesos y los rectángulos grises representan los resultados obtenidos.

Uno de los aspectos para tener en cuenta en el diseño de los corredores es el uso que la especie seleccionada, en este caso el venado cola blanca, le da a los diferentes tipos de hábitats o coberturas. Los corredores propuestos deben estar compuestos generalmente por los tipos de coberturas más usados por la especie. Estos ofrecen una mayor probabilidad de supervivencia a los individuos ya que en ellos pueden encontrar el alimento y refugio adecuado (Walker y Craighead, 1997).

El primer paso para establecer las preferencias del venado cola blanca fue elaborar un mapa de coberturas ya que no se contaba con este insumo. Para la construcción del mapa se utilizó una imagen de satélite Landsat 1995 en falso color con bandas 5,4,3 propiedad de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y procesada por el Centro de Investigación e Información Georreferenciada - CIIG de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana. Esta imagen se interpretó manualmente a una escala de 1:100 000 con el software ArcView versión 3.1. Los tipos de cobertura se definieron teniendo en cuenta el color y la tonalidad.

A cada unidad de mapeo se le asignó un código según el tipo de cobertura, tal como lo recomienda Van Wijngaarden (1994). Los códigos asignados se presentan en la tabla 16.1. La definición de los tipos de coberturas se complementó con verificaciones de campo e información secundaria obtenida del documento del plan de manejo del PNN Chingaza (UAESPNN, 2000a), de los planes de ordenamiento territorial de algunos municipios del área de estudio (Chipaqué, Quetame, Choachí, El Calvario y Guayabetal) y de la interpretación de fotografías aéreas proporcionadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (S-37906 de 1997, S-37936 de 1997, S-35018 de 1989, S-31587 de 1982, S-31586 de 1982, S-32734 de 1985, S-37704 de 1997, S-37703 de 1997 y S-32733 de 1985). El mapa resultante se presenta en la figura 16.3 y la leyenda de las coberturas se presenta en la tabla 16.2.

El siguiente paso consistió en recolectar información disponible sobre la distribución de la especie en la zona de estudio. Para esto, se uti-

lizaron los informes de recorridos realizados por guardaparques en los sectores del PNN Chingaza entre los años 1996 a 2000. Con esta información se determinó el número de observaciones y rastros por sector, los cuales fueron definidos para el manejo del PNN. Las observaciones hacen referencia a registros visuales de la especie durante un recorrido o mientras se permanece en un puesto de control y los rastros son señales dejadas por los individuos de la especie, que se pueden encontrar a lo largo de recorridos realizados por guardaparques.

A cada sector del parque se le asignó un valor e índice de frecuencia de observación, de acuerdo al número de meses en los que se registró al menos una observación de venado cola blanca, durante enero de 1996 y junio de 2000. Los valores del índice se muestran en la tabla 16.3. Las coberturas más utilizadas por la especie se definieron estableciendo cuáles de estas se presentaban en los sectores del PNN Chingaza con más número de registros.

Extrapolando esta información sobre las coberturas más utilizadas en el PNN Chingaza a toda el área de estudio y usando información secundaria sobre la dieta del venado cola blanca en el PNN Chingaza (Ramos, 1995) y en otras regiones (Marchinton y Hirth, 1984; Galindo *et al.*, 1994; Gallina, 1994; Irby y Calvopiña, 1994; Teer, 1994) se le asignó a cada polígono de tipo de cobertura un valor entre 0 y 4, 0 = no usado, 1 = rara vez usado, 2 = ocurrencia ocasional, 3 = común y 4 = abundante, según la metodología propuesta por Boone y Krohn (2000). Se obtuvo así el mapa de uso de coberturas que a su vez se puede leer como un mapa de distribución potencial de la especie en el área de estudio (figura 16.4).

Con esta información se procedió a delimitar los corredores apropiados para la especie, siguiendo las posibles rutas por los polígonos de tipos de cobertura más usados y teniendo en cuenta otros factores que podrían afectar el desplazamiento de la misma y que fueran posibles de evidenciar a la escala del estudio. Se evitaron centros urbanos puesto que es necesario tener en cuenta que estos usualmente son permanentes y es muy poco probable que vuelvan a ser hábitats naturales (Walker y Craighead, 1997). Adicionalmente, se tuvieron en cuenta aspectos de geomorfología, hidrología y altitud del área de estudio, ya que aunque la especie puede estar desde los 0 hasta los 4000 m s. n. m. (Marchinton y Hirth, 1984) existen algunos obstáculos difíciles de superar como ríos caudalosos y pendientes muy inclinadas.

Para establecer el ancho ideal de los corredores se utilizó información secundaria sobre el rango de acción de la especie y se trazaron círculos, utilizando como vértice el trazado de los corredores y la función buffer de ArcView 3. La información sobre rangos de acción se tomó de estudios realizados en todo el continente americano desde el norte hasta el sur de su distribución. El mayor valor encontrado fue el reportado por Ockenfels *et al.* (1991 en Galindo-Leal y Weber, 1998) correspondiente a 1057 ha es decir 3.6 km de diámetro. Se tomó también el menor valor que no estuviera por debajo de los 500 m, en este caso 0.6 km de diámetro, puesto que corredores con este ancho no están completamente dominados por efectos de

borde y permiten el movimiento de especies de interior (Saunders y Hobbs, 1991; Beier y Loe, 1992; Harrison, 1992). De esta forma se tomaron dos alternativas de ancho sobre los corredores delineados.

Luego de obtener los escenarios de los corredores, se establecieron puntos críticos que representan posibles presiones por uso de la tierra sobre las coberturas naturales. Estas presiones se determinaron mediante la interpretación de fotografías aéreas (Igac 1982, 1985, 1989, 1997) de puntos seleccionados, complementadas con interpretaciones de la imagen de satélite Landsat 2000. Adicionalmente se identificaron algunas acciones de conservación y protección en curso.

RESULTADOS

Se obtuvieron dos escenarios de corredores para el venado cola blanca (figura 16.5). Cada uno de estos se presenta con las dos alternativas de ancho tanto de 0.6 km, como 3.6 km. Se descartó un posible tercer escenario que, aunque cumplía con los requisitos de cobertura, atravesaba el río Guatiquía que presenta cañones muy abruptos, con pendientes casi verticales en sus bordes que impiden el paso de los individuos de venado cola blanca.

Escenario 1. Corredor La Esfondada - El Engaño - Sumapaz

El recorrido de este corredor inicia en el sector del PNN Chingaza conocido como laguna La Esfondada, luego se dirige hacia el sur atravesando la quebrada La Sapa ubicada en el municipio de Guayabetal y más adelante cruza el río Negro y la quebrada El Engaño, tomando una dirección sur occidental hasta llegar al PNN Sumapaz en su extremo nororiental. El área cubierta por este corredor hace parte de los municipios de El Calvario, Guayabetal, Acacías y Villavicencio. Su altitud va desde los 1000 hasta los 3400 m s. n. m. Tiene una longitud aproximada de 63.2 km y presenta los tipos de coberturas descritos en la tabla 16.4.

Puntos críticos

Utilizando fotografías aéreas se identificaron puntos del corredor que pueden ser considerados críticos, dada la intensa transformación de las coberturas. Al analizar fotografías aéreas de 1982 y 1997 (S-37936 y S-31587, Igac) y compararlas con la imagen de satélite Landsat de 2000, se observó una continua reducción de la cobertura boscosa cercana al río Santa Bárbara (municipio de El Calvario). En esta zona predominan áreas para pastoreo y para el año 2000 únicamente se observaron bosques en las laderas con mayores pendientes y en las rondas de las quebradas que desembocan en este río.

En el margen occidental del río Guatiquía es evidente el uso antrópico intensivo del suelo ya que se observan bosques abiertos, los cuales representan hábitats adecuados para los venados. Sin embargo, entre 1982 y 1997 es notable el aumento de pastizales para la ganadería (S-37936 y S-31587, Igac). Según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de El Calvario (Municipio El Calvario, 2000), la tala indiscriminada de bosque en estos sectores se ha presentado desde hace alrededor de 30 años. Esto se debe a la presencia de especies maderables muy apreciadas. Luego de la tala de los bosques es común que se presenten quemadas para utilizar las tierras para ganadería y cultivos de productos como frijol y lulo.

En el sector de la cuenca del río Negro, al igual que en la subcuenca de la quebrada El Engaño, se presentan parches de pastizales manejados en la matriz de bosque. Sin embargo, en las fotografías aéreas de 1989 y 1997 (S-37936 y S-35018, Igac) no se observan diferencias muy grandes, encontrando incluso que para 1997 hay parches de pastizales que han desaparecido para convertirse en bosques.

Con respecto a la geomorfología, el paso más difícil se encuentra al atravesar el río Negro donde se baja a una altura de 1200 m s. n. m. en la que se presentan algunas zonas de cañones muy abruptos. En general es una zona que presenta un relieve montañoso, por lo que se ve bañada por numerosos ríos y quebradas. El río más caudaloso es el río Negro, el cual recoge el agua de sus afluentes para luego seguir hacia los Llanos Orientales y desembocar en el río Guayuriba. Ninguno de estos ríos representa un obstáculo para el movimiento de la especie.

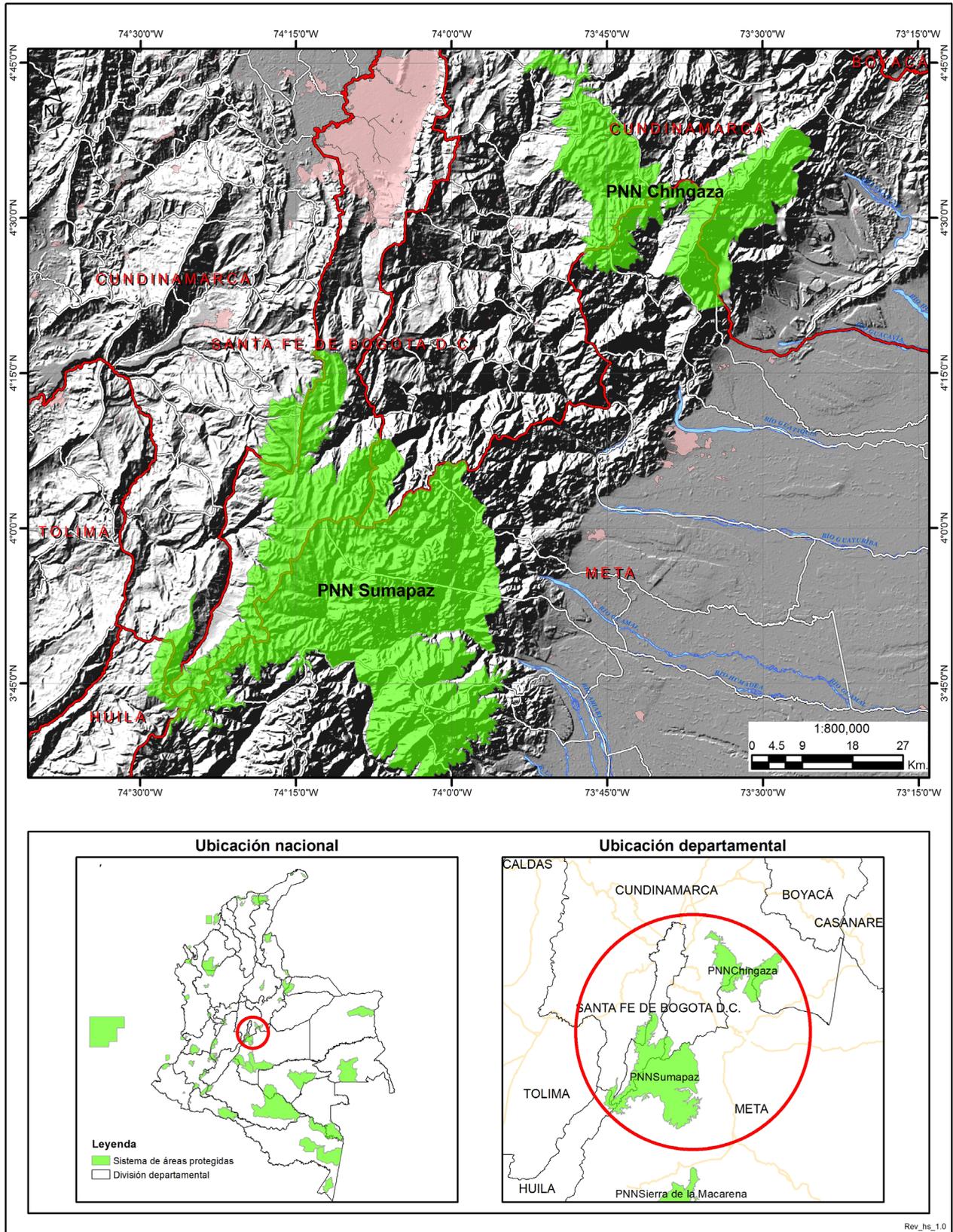


Figura 16.1. Mapa del área de estudio correspondiente al Parque Nacional Natural Chingaza y al Parque Nacional Natural Sumapaz.

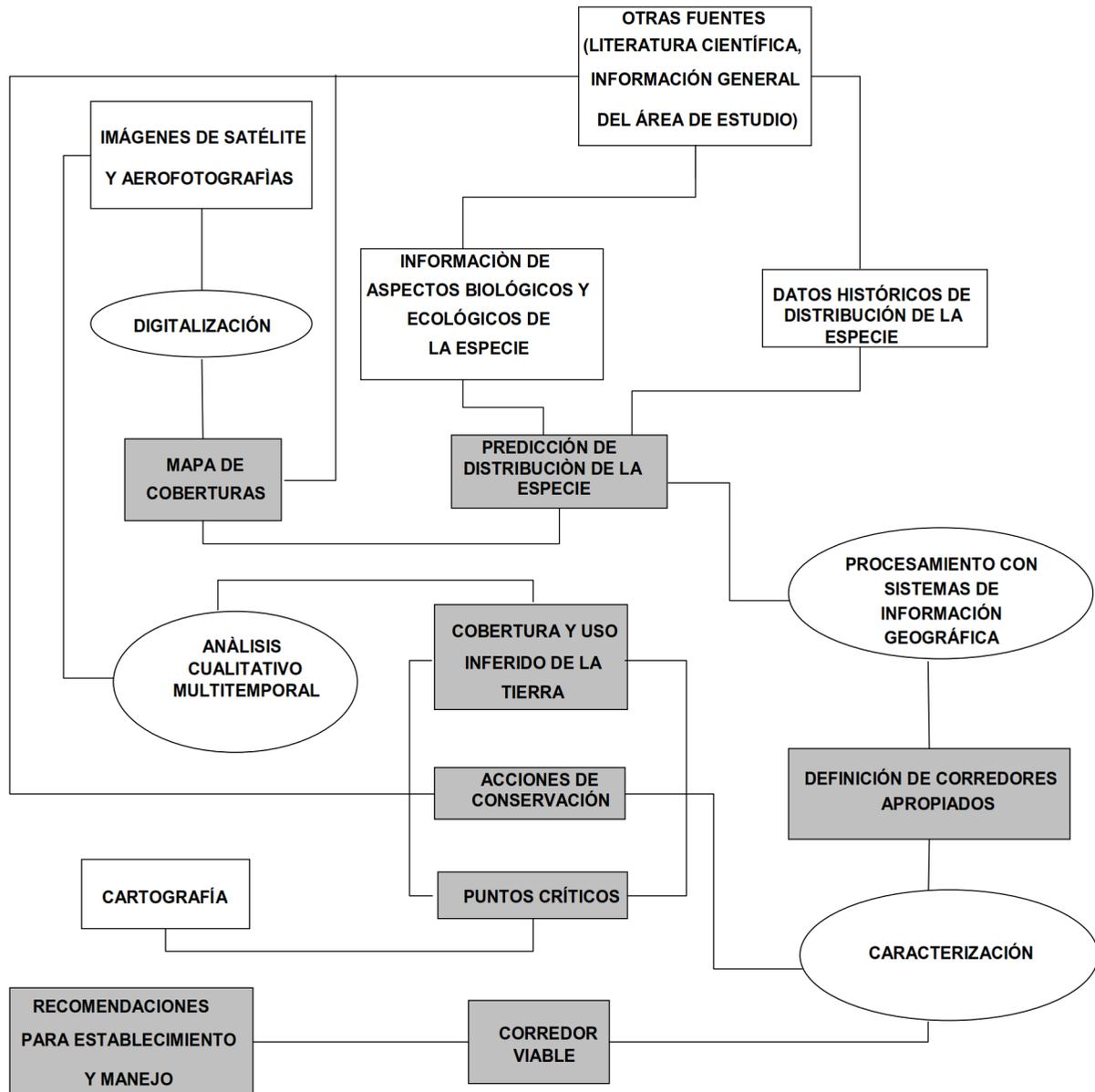


Figura 16.2. Metodología utilizada para la selección de escenarios de corredores biológicos para venado cola blanca (Adaptado de Walker y Craighead, 1997). Los rectángulos sin color representan fuentes de información, los óvalos representan procesos y los rectángulos grises representan resultados obtenidos.

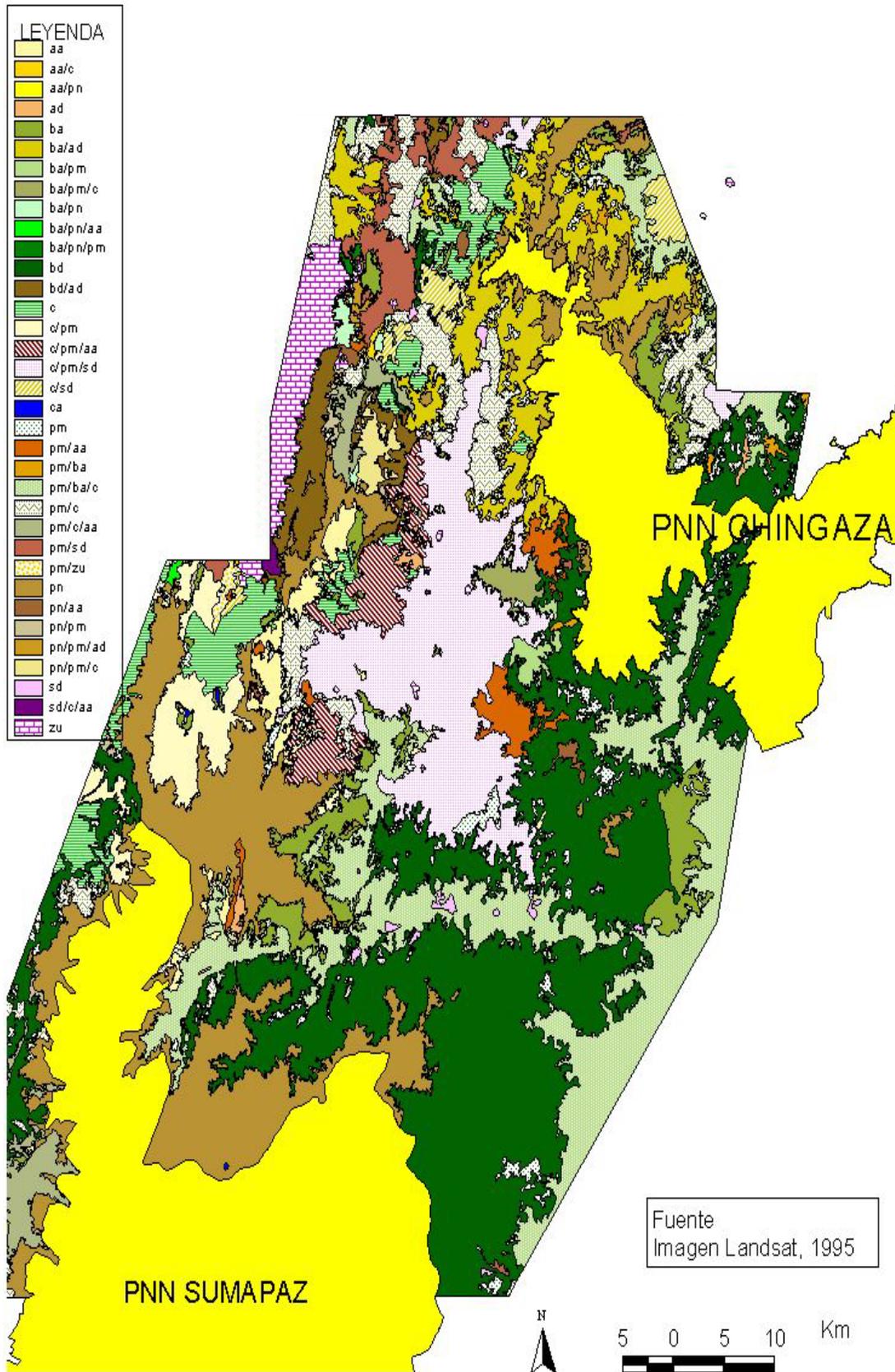


Figura 16.3. Mapa de coberturas del área de estudio correspondiente al Parque Nacional Natural Chingaza y al Parque Nacional Natural Sumapaz. Explicación de la leyenda en las tablas 16.1 y 16.2.

Acciones de conservación

En el EOT del municipio de El Calvario (Municipio de El Calvario, 2000) se plantea como solución a la problemática ambiental la implementación de mejores técnicas de cultivo y ganadería, además de la concientización de la gente sobre la importancia de los recursos naturales. Este corredor se encuentra en jurisdicción de dos corporaciones autónomas regionales, Corpoguavio y Corporinoquía, quienes se encargan del manejo ambiental de la región y de otorgar las concesiones de aguas, permisos de aprovechamiento y licencias ambientales. Algunas corporaciones autónomas regionales realizan programas educativos para la comunidad, pero su presencia en la zona es muy escasa (Municipio de El Calvario, 2000).

Parques Nacionales Naturales también está presente en la zona, sin embargo sus acciones se restringen a las veredas del área de amortiguación del parque donde se realizan acciones educativas en escuelas y con cazadores (UAESPNN, 2000a). Las Unidades Municipales de Atención Técnica Agropecuaria-Umata, juegan también un papel importante en la conservación de los recursos naturales de la zona, ya que pueden proporcionar conocimientos y tecnologías para un mejor aprovechamiento de estos y procurar una mejor calidad de vida para los campesinos.

En esta zona no se identificaron reservas de la sociedad civil pertenecientes a la Asociación Red Colombiana de Reservas de la Sociedad Civil, entidad que agrupa a los propietarios de algunas de estas (Resnatur, 2000). Tampoco se encontraron reservas registradas en la base de datos de la UAESPNN (2000b).

Escenario 2. Corredor Siecha-Tunjaque-Sumapaz

Este escenario de corredor inicia en el sector lagunas de Siecha del PNN Chingaza, atraviesa la quebrada Guisquiza y luego pasa por el occidente de Tunjaque, tomando la dirección sur hasta el páramo de Cruz Verde, recorriendo a 3 km al oriente la localidad de Usme. Continúa hacia el sur de forma paralela al río Tunjuelito, pasando cerca del embalse la Regadera, luego continúa en esta dirección paralelamente al río Curubital hasta que más adelante lo atraviesa tomando una dirección suroccidental, para posteriormente llegar al PNN Sumapaz.

Este corredor atraviesa los municipios de La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque y Bogotá D.C. Presenta una altura entre los 2400 y 3400 m s. n. m. Incluye los tipos de coberturas descritos en la tabla 16.5.

Puntos críticos

Este escenario presenta varios puntos críticos o áreas con intervención considerable. El primero de ellos se sitúa al occidente del PNN Chingaza, en el municipio de La Calera, donde se encuentra un mosaico de tierras para ganadería semintensiva y cultivos predominantemente de papa. Este producto se encuentra a grandes altitudes lo que ha traído como consecuencia el deterioro de los bosques que en la actualidad se encuentran únicamente por encima de los 3000 m s. n. m. (UAESPNN, 2000a). Un factor que facilita la explotación agropecuaria de estas tierras es la relativa abundancia de agua por la presencia de gran cantidad de quebradas como la Guisquiza, afluente del río Teusacá.

El siguiente punto crítico se presenta en el municipio de Choachí, en el páramo del Verjón, situado por encima de los 3200 m s. n. m. En este punto es evidente la intervención antrópica y el inminente deterioro de los bosques, y la vegetación de páramo se presenta en parcelas de gran tamaño para la ganadería extensiva. Según el EOT del municipio de Choachí para el año 2000, el 90 % de su superficie se encontraba deforestada (Municipio de Choachí, 2000). A su vez, este páramo se encuentra presionado al occidente por zonas rurales del Distrito Capital. Según lo observado en fotografías aéreas de 1985 y 1997 (S-32734 y S-37703, Igac), la población creciente de esta zona ha transformado a través del tiempo los ecosistemas naturales en tierras para cultivo, ganadería y expansión urbana.

Más adelante se encuentra otro punto con bastante deterioro, se trata de los páramos de Chipaque, Chiguita y otros que se ubican al sur oriente de Bogotá en zona rural de Usme. Estos páramos se ven afectados por la expansión descontrolada de la ciudad. En este sector se encuentran cultivos y tierras para ganadería sin ningún relicto de vegetación nativa (Molina *et al.*, 1997). Según el EOT del municipio (Municipio de Chipaque, 2001) en esta zona predomina el minifundio y la producción para autoconsumo con un uso inadecuado del suelo.

La red vial que se encuentra en la zona de este escenario de corredor puede significar un impedimento para el desplazamiento de las especies. Las vías que se encuentran en esta zona son Bogotá-La Calera, Bogotá-Fómeque, Bogotá-Chipaque, y hay otras que salen de la localidad de Usme hacia el sur y al occidente, así como gran cantidad de caminos veredales.

Acciones de conservación

En el municipio de La Calera, en la zona de amortiguación del PNN Chingaza, se encuentra la Reserva Forestal Protectora de los ríos Blanco y Negro de cuya administración y manejo es responsable la CAR.

Debido a la cercanía con Bogotá es importante la actuación de diversas entidades, en especial en la conservación de los cerros orientales de la ciudad, que son atravesados por un tramo de este corredor. Esta zona, de gran importancia para la ciudad, fue declarada como Reserva Productora y Protectora con una extensión de 12 000 ha por el Inderena mediante el Decreto de Presidencia 2811 de 1974, dada la importancia de los servicios ambientales que puede aportar a la ciudad. Sin embargo, presenta una grave problemática que incluye procesos de asentamientos ilegales de todos los estratos sociales, reforestación inadecuada con especies exóticas y áreas degradadas por extracción de materiales para construcción (Castaño, 2001).

Desde el momento de su creación han existido inmensas dificultades para su conservación. Al ser una reserva nacional, se rige con políticas que dicta el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las cuales son ejecutadas por la Secretaría Distrital de Medio Ambiente y la CAR. La primera de estas instituciones es la encargada de la zona urbana y la segunda es la encargada de la zona que sobrepasa los 2700 m s. n. m. Sin embargo, ante la falta de políticas claras fue necesario que se firmara un convenio entre las tres entidades el 11 de abril de 2001.

Para el año 2001 no existía un plan de manejo ambiental de esta área. En el convenio firmado las partes se comprometieron a velar por la conservación de la reserva y a terminar el plan de manejo que empezaría a regir a partir del 2002 (El Espectador, 2001). Sin embargo, no es muy claro todavía

DISCUSIÓN

Los escenarios o corredores obtenidos en este estudio se convierten en una propuesta para contrarrestar la falta de conectividad de las áreas protegidas. Adicionalmente, se presentan como una respuesta a la política de la PNNs en la cual se propone aumentar las interconexiones entre las áreas protegidas (UAESPNN, 2001). Esta necesidad surge por la dificultad de establecer límites reales en los ecosistemas, por desconocer las extensiones necesarias para mantener procesos evolutivos y por el diseño de la mayoría de las áreas protegidas actuales, ya que no incluyen gradientes altitudinales que contribuyan a la conservación de todas las especies.

el monto presupuestal que se destinará a su cuidado y la forma de operar este plan. Otra institución que juega un importante papel en la conservación de los Cerros Orientales es la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la cual es propietaria de 4500 ha de esta reserva (Medellín, 2001). Sin embargo, aunque la empresa ejerce control sobre estas áreas, no pueden evitar que existan invasiones u otro tipo de acciones que deterioran el medio ambiente.

También se encuentra como actor importante el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis que ha iniciado proyectos e investigaciones con otras entidades y con la comunidad para la restauración de los ecosistemas de los cerros. Esencialmente están intentando recuperar la flora nativa, ya que las especies exóticas de árboles y arbustos que han sido plantadas y han invadido la zona impiden el crecimiento de la vegetación propia del lugar, hacen a los cerros más vulnerables al fuego, desplazan la fauna y deterioran el suelo (Rivera y Pinzón, 2001).

En la zona sur del corredor casi llegando al PNN Sumapaz se encuentra el Parque Metropolitano Entrenubes que con 800 ha se propone como zona de reserva ambiental para recreación y producción. El manejo de este parque está a cargo de la Secretaría Distrital de Medio Ambiente (Molina *et al.*, 1997). Por otra parte, en esta zona se identificaron varias reservas de la sociedad civil. Respecto a las registradas en la Asociación Red de Reservas de la Sociedad Civil se encuentra la reserva La Bolsa, ubicada en Choachí y que cuenta con 350 ha, y la reserva La Rana en La Calera que cuenta con una extensión de 1.8 ha (Resnatur, 2000).

Por otra parte, con base en los datos de la UAESPNN (2000b) se encontraron registradas las reservas de Bosques de Chipaque con 2967 ha, el Parque Ecológico de los Andes en el municipio de Chipaque, y las reservas La Esperanza y Villa Paz en el municipio de Choachí con 101 y 37 ha, respectivamente.

Aunque se desconocen muchos aspectos ecológicos de los ecosistemas y de las especies presentes en las áreas protegidas de este estudio que permitan ahondar en la utilidad de los corredores, es importante anotar que es realmente necesario avanzar en su establecimiento. Tal como afirman Saunders y Hobbs (1991) “no hay tiempo para acumular los datos necesarios para dar respuestas inequívocas a la utilidad de los corredores como conductos, es mejor retenerlos y luego caracterizar su rol funcional, que perderlos y luego descubrir que eran esenciales para la conservación de la biota” (p. 425).

Sin embargo, a pesar de no contar con toda la información necesaria para establecer si los corredores propuestos serían o no funcionales, se presume que al ser definidos con base en características del venado cola blanca, serían utilizados al menos por los individuos de esta especie, ya que se conoce que estos realizan movimientos de dispersión para establecer su territorio (Marchinton y Hirth, 1984). En general los individuos que se dispersan son juveniles de un año, especialmente los machos, que dejan sus áreas de nacimiento para ocupar otras. Estos movimientos son provocados por presiones sociales y no por falta de recursos, lo que se configura como un mecanismo que mantiene el flujo genético en una población y asegura el restablecimiento de la misma, cuando esta es disminuida por cacería o por otros tipos de presiones (Janzen, 1983 citado en Teer, 1994).

Otros movimientos de dispersión se presentan por la disponibilidad de alimentos derivados de plantas que fructifican durante épocas determinadas del año, sin necesidad que haya cambios muy drásticos en el ambiente. Estos desplazamientos ocurren generalmente a través de un gradiente altitudinal (Marchinton y Hirth, 1984). A estos movimientos estacionales y de dispersión, se suman los movimientos diarios que realizan los individuos para buscar alimento y agua que se incrementan en la época de reproducción (Marchinton y Jeter, 1966).

Ramos (1995) encontró para la zona de estudio que la composición de la dieta de la especie varía significativamente en las diferentes épocas del año. Esta especie es extremadamente adaptable en su dieta y sus requisitos de hábitat son satisfechos prácticamente por cualquier asociación vegetal incluyendo praderas, sabanas, montañas, bosques deciduos de coníferas y tropicales, desiertos y plantaciones forestales asociadas con terrenos agrícolas (Teer, 1994). Se ha visto también que el bosque alterado es un buen hábitat para el venado porque contiene una amplia gama de plantas herbáceas anuales y perennes que le sirven de alimento, y también plantas leñosas que le proveen protección contra los depredadores y las inclemencias del tiempo (Janzen, 1983 citado en Teer, 1994).

No obstante, a pesar de ser una especie que se adapta a diferentes tipos de hábitat, los individuos de venado cola blanca no se distribuyen al azar, por el contrario, eligen el hábitat que ocuparán durante determinado tiempo. Esta selección se da en función de condiciones fisiológicas y de sus requerimientos de alimento, cobertura y agua, por lo cual los patrones de uso de hábitat que se

observan reflejan su intento de satisfacer todas estas necesidades; prefieren sitios planos como las mesetas elevadas donde encuentran una mayor diversidad de plantas y biomasa vegetal de las cuales se pueden alimentar (Gallina, 1994).

Por esta razón se presume que de los dos escenarios propuestos presentará una mayor viabilidad aquel que contenga un mayor porcentaje de tipos de hábitat preferidos por el venado cola blanca. Las coberturas presentes en el corredor deben ofrecer unas mínimas condiciones para permitir el desplazamiento de la especie (Walker y Craighead, 1997). Así mismo, la viabilidad de los corredores está influenciada por el grado de intervención antrópica representada en la extensión de las actividades humanas y en el tipo de uso de la tierra (Harrison, 1992).

Al respecto, el escenario de corredor situado al oriente de la zona de estudio (Corredor N.º 2. Siecha-Tunjaque-Sumapaz), presenta una mayor intensidad en el uso de la tierra, situación que comúnmente se da al tener corredores ubicados en cercanías de pueblos y grandes ciudades (Harrison, 1992) como en este caso, en el que hay una proximidad a la ciudad de Bogotá. Dentro de los tipos de coberturas, se incluyen algunas de evidente uso antrópico como pastizales manejados y cultivos combinados con bosques, arbustales y pastizales naturales. Se presume por lo tanto que el corredor N.º 1 (La Esfondada-El Engaño-Sumapaz), presenta unas condiciones más óptimas para el desplazamiento de los individuos de venado cola blanca, ya que está conformado por una menor proporción de coberturas altamente transformadas.

Adicionalmente, es importante tener en cuenta que los corredores establecidos con base en características del venado cola blanca pueden beneficiar a otras especies. Incluso, el *Odocoileus virginianus* puede llegar a considerarse como una especie sombrilla al adaptarse a una gran cantidad de hábitats y tener un rango de distribución tan amplio. Por lo tanto, al proteger su hábitat también se cubre el de muchas otras especies que se relacionan con el venado cola blanca en la cadena trófica.

Galindo-Leal y Weber (1998) encontraron en un estudio realizado en la Sierra Madre Occidental de México, que esta especie forma parte de la trama alimenticia como herbívoro y presa. Los individuos de venado cola blanca ejercen un importante efecto en la estructura de la vegetación de los bosques con el ramoneo que realizan. Adicionalmente, descubrieron que los restos de sus cadáveres son consumidos por varios necrófagos como los chulos (*Cathartes aura*), zorros (*Urocyon cinereoargenteus*),

zorritos (*Mephitis macroura*), comadreja (*Mustela frenata*) y coyotes (*Canis latrans*). Aunque en la zona de estudio no se encuentran las mismas especies interactuando con *O. virginianus*, existen algunas de ellas que ocupan lugares similares en la cadena trófica. Dentro de estas, se encuentran al menos tres especies de felinos: *Puma concolor*, *Leopardus tigrinus* y *Puma yagouaroundi*, zorros (*Urocyon cinereoargenteus*), más de doce especies de roedores y varias aves carroñeras (UAESPNN, 2000a).

El venado cola blanca juega a la vez un importante papel en la dispersión de semillas y por lo tanto en la configuración del paisaje. Myers *et al.* (2004) identificaron que esta especie ha sido clave en la configuración de la flora en Norte América. En la zona de estudio, el venado cola blanca puede ser esencial para la dispersión de especies de las franjas bajas de los páramos, ya que estas se dispersan por animales (Rangel, 2000). Por esta función que cumple este cérvido, el establecimiento de corredores se convertiría en una herramienta importante para la restauración de ecosistemas perturbados.

Otro factor que influye en la viabilidad de los escenarios es la presencia de gran cantidad de ríos, ya que si son muy caudalosos pueden afectar la dispersión de algunas especies (Harrison, 1992). Tanto el escenario propuesto en el occidente como el de oriente, son atravesados por ríos, sin embargo según lo observado en fotografías aéreas y cartografía del lugar, no representan un obstáculo para el paso de las especies pues no son muy caudalosos. Dado el caso, se podría construir algún tipo de puentes para facilitar el desplazamiento de los individuos (Beier y Loe, 1992).

Es necesario también analizar otro punto importante, se trata del papel institucional en cada uno de los escenarios ya que, si en una zona se encuentra mayor inversión y un trabajo conjunto de las instituciones, es más probable que se pueda establecer un corredor (Beier, 1993). Teniendo en cuenta este factor, el escenario cercano a la ciudad de Bogotá tendría mayores ventajas puesto que existe un mayor número de instituciones comprometidas con la conservación. Surge entonces el dilema de si preferir una mayor protección institucional o una mejor conservación de las coberturas naturales para definir la viabilidad de los escenarios. La respuesta a esta pregunta la deben dar las instituciones que lideren la puesta en marcha de esta propuesta, teniendo en cuenta los costos y beneficios que traería cada uno de los escenarios presentados en este estudio.

Una ventaja adicional del escenario del oriente de la zona de estudio es que cubre un mayor rango altitudinal. Al incluir alturas desde los 1000

hasta los 3400 m s. n. m. presenta una mayor diversidad de tipos de hábitat, lo que puede ser ventajoso ya que existe evidencia de que corredores que conectan valles con cordilleras mantienen un mayor número de especies (Lindenmayer y Nix, 1993). De esta manera, beneficiarían a otras especies que realizan migraciones altitudinales a través del año, corrigiendo el error de establecer áreas protegidas en lo alto de las cordilleras.

Finalmente, para la implementación de cualquiera de las dos propuestas es necesario establecer un plan que debe incluir diferentes aspectos. Primero que todo es necesario definir la figura de manejo que se le va a asignar al corredor. Dentro de las categorías de áreas protegidas presentes en la legislación actual (Decreto 2372 de 2010, el cual reglamenta al Decreto 2811 de 1974) no existe ninguna con la denominación de corredor biológico. Por este motivo, se podría usar una combinación de figuras de orden regional, municipal y reservas de la sociedad civil. Se deben buscar categorías que permitan el manejo sostenible de los bosques y los cultivos, como los Distritos de Manejo Integrado y las Áreas de Reserva Forestal Protectoras Productoras, ya que este tipo de corredores pueden ser parte de una estrategia de manejo del paisaje para combinar la extracción y la conservación (Simberloff *et al.*, 1992).

Se propone también que para el manejo de los corredores se involucre a las personas que habitan en la región, quienes al recibir una buena capacitación pueden trabajar en actividades de conservación (Saunders y Hobbs, 1991). El manejo debe estar enfocado principalmente a preservar y restaurar los hábitats de la especie, generando políticas de uso de la tierra y de mejor producción en la zona de amortiguación del corredor para evitar que continúe la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, especialmente en los puntos identificados como críticos. Igualmente, se debe formular un plan de monitoreo que combine el papel institucional con la participación de la comunidad y que incluya aspectos de educación para que los pobladores de la zona comprendan la importancia y los beneficios que traería la creación de un corredor.

Se conoce que actualmente existen iniciativas para implementar corredores de conservación en esta zona, especialmente una liderada por Conservación Internacional Colombia para generar conectividad ecosistémica entre el páramo de Guerrero, el PNN Chingaza y el PNN Sumapaz (Sguerra *et al.*, 2011)

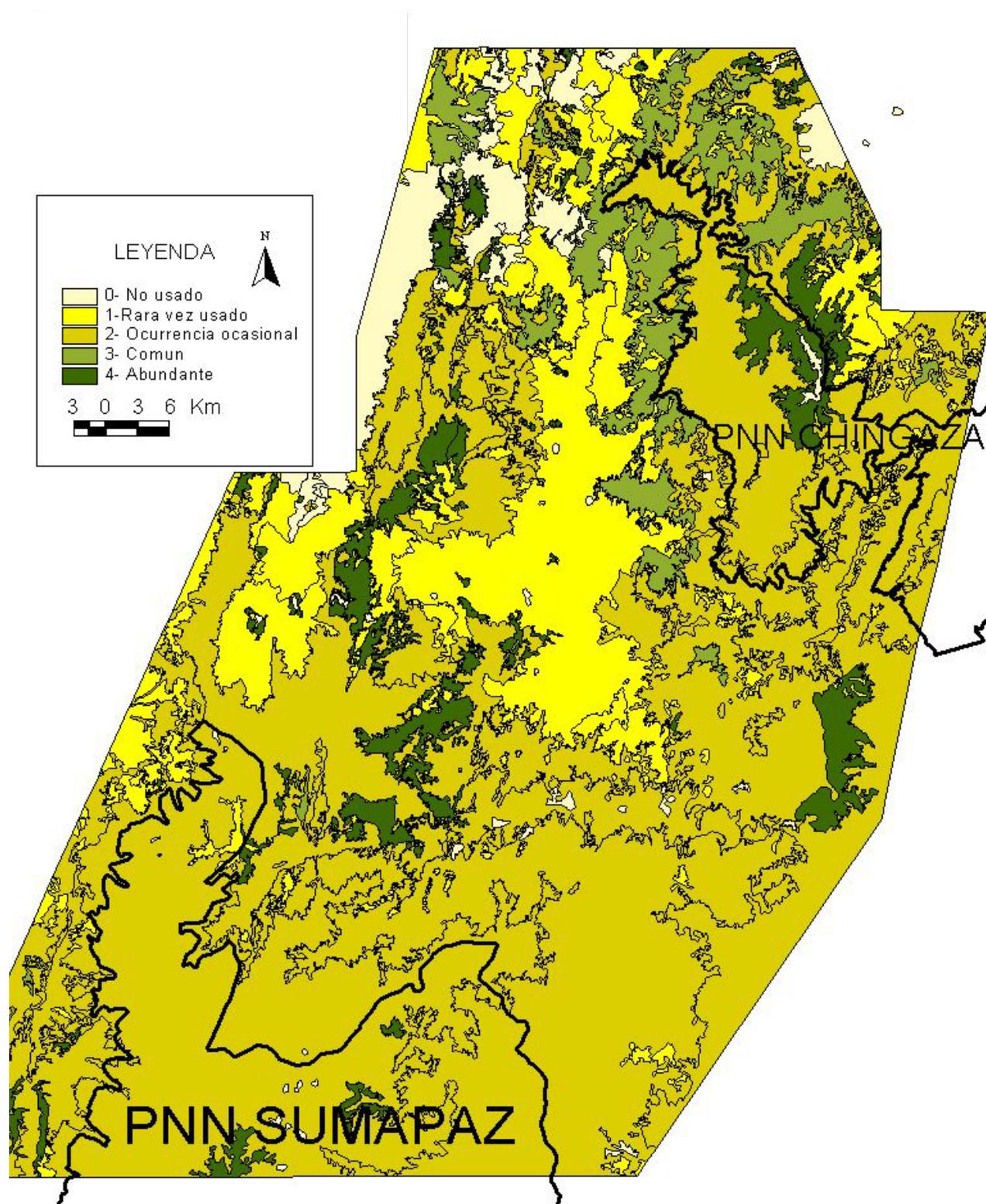


Figura 16.4. Mapa de distribución de venado cola blanca según el uso de coberturas. Parque Nacional Natural Chingaza y Parque Nacional Natural Sumapaz.

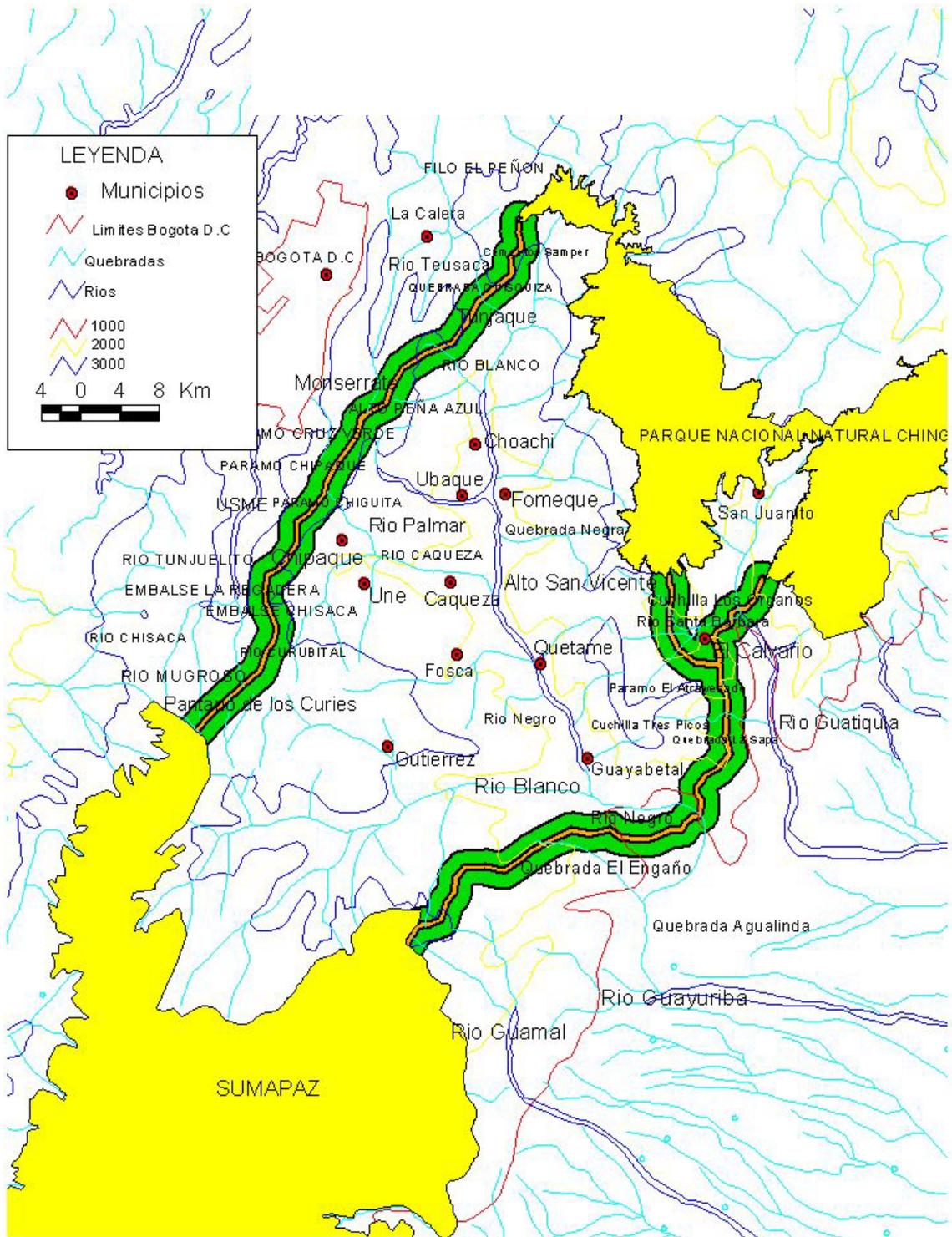


Figura 16.5. Escenarios de corredores propuestos para venado cola blanca entre el Parque Nacional Natural Chingaza y el Parque Nacional Natural Sumapaz.

Tabla 16.1. Códigos asignados a los tipos de coberturas de la zona de estudio Parque Nacional Natural Chingaza y Parque Nacional Natural Sumapaz.

| Categoría | Subcategoría | Código |
|----------------------------------|----------------------|---------------|
| Cobertura vegetal | Bosques densos | Bd |
| | Bosques abiertos | Ba |
| | Arbustales densos | Ad |
| | Arbustales abiertos | Aa |
| | Pastizales naturales | Pn |
| Herbácea | Pastizales manejados | Pm |
| | Cultivos | C |
| Áreas degradadas | Suelo descubierto | Sd |
| Construcciones e infraestructura | Zona urbanizada | Zu |
| Agua | Cuerpos de agua | Ca |

Tabla 16.2. Leyenda del mapa de cobertura del Parque Nacional Natural Chingaza y del Parque Nacional Natural Sumapaz.

| Código | Tipo de cobertura | Rango altitudinal (m s. n. m.) | Tipo de vegetación |
|---------------|--|---------------------------------------|--|
| Bd | Bosque denso | <1000-3500 | <1000 Selva húmeda isomegatérmica no inundable |
| | | | 1000-2300 Selva húmeda subandina |
| | | | 2300-3500 Selva húmeda andina |
| Bd/Ad | Bosque denso con arbustales densos | 2500-3500 | 2500-3500 Selva húmeda andina |
| | | | <1000 Selva húmeda isomegatérmica no inundable |
| Ba | Bosque abierto | 500-3500 | 1000-2300 Selva húmeda subandina |
| | | | 2300-3500 Selva húmeda andina |
| Ba/Ad | Bosque abierto con arbustales densos | 2500-3500 | 2500-3500 Selva húmeda andina |
| Ba/Pn/Aa | Bosque abierto con pastizales naturales y arbustales dispersos | 3000-3500 | 2500-3500 Selva húmeda andina |

| | | | |
|----------|---|-----------|--|
| Ba/Pn/Pm | Bosque abierto con pastizales naturales y manejados | 2500-3000 | 2500-3000 Selva húmeda andina |
| | | | 2000-2300 Selva húmeda subandina |
| Ba/Pm | Bosque abierto con pastizales manejados | 2000-3000 | 2300-3000 Selva húmeda andina Pastos |
| | | | 1500-2300 selva húmeda subandina |
| Ba/Pm/C | Bosque abierto con pastizales manejados y cultivos | 1500-2500 | 2300-2500 Selva húmeda andina Pastos Productos agrícolas |
| | | | 2000-2300 Selva húmeda subandina |
| Ad | Arbustal denso | 2000-3500 | 2300-3500 Selva húmeda andina Páramo |
| Aa | Arbustal abierto | 2500-3500 | 2500-3500 Selva húmeda andina Páramo |
| Aa/Pn | Arbustal abierto con pastizales naturales | 3000-3500 | 3000-3500 Selva húmeda andina Páramo |
| Aa/C | Arbustales abiertos con cultivos | 2500-3000 | 2500-3000 Selva húmeda andina Productos agrícolas |
| Pn | Pastizales naturales | 3000-4375 | Páramo |
| Pn/Aa | Pastizales naturales y arbustales abiertos | 3000-3400 | Selva húmeda andina y Páramo |
| Pn/Pm | Pastizales naturales y pastizales manejados | 3000-3500 | Páramo Pastos |

Sección IV: Herramientas y estrategias para la conservación del venado cola blanca

| | | | |
|----------|--|------------|--|
| Pn/Pm/Ad | Pastizales naturales, pastizales manejados y arbustales densos | 2500-3000 | Selva húmeda andina Páramo Pastos |
| Pn/ Pm/C | Pastizales naturales, pastizales manejados y cultivos | 3000-3400 | Páramo Pastos Productos agrícolas |
| Pm | Pastizales manejados | 1500-3000 | Pastos |
| Pm/Ba | Pastizales manejados, bosque abierto | 2000-3000 | Pastos 2000-2300 Selva húmeda subandina 2300-3000 Selva húmeda andina |
| Pm/Ba/C | Pastizales manejados, bosque abierto y algunos cultivos | <1000-3000 | Pastos <1000 Selva húmeda isomegatérmica no inundable 1000-2300 Selva húmeda subandina 2300-3000 Selva húmeda andina Productos agrícolas |
| Pm/Aa | Pastizales manejados y arbustales abiertos | 2000-3000 | Pastos 2000-2300 Selva húmeda subandina 2300-3000 Selva húmeda andina |
| Pm/C | Pastizales manejados y cultivos | 2000-3000 | Pastos Productos agrícolas |

| | | | |
|---------|--|-----------|--|
| | | | Selva húmeda andina |
| Pm/C/Aa | Pastizales manejados, cultivos y arbustales abiertos | 2500-3500 | Páramo Pastos Productos agrícolas |
| Pm/Sd | Pastizal manejado, suelo desnudo | 2500-3000 | Pastos |
| Pm/Zu | Pastizales manejados, zona urbana | 2600-3000 | Pastos |
| C | Cultivos | 2000-3000 | Productos agrícolas |
| C/Pm | Cultivos y pastizales manejados | 2000-3400 | Productos agrícolas Pastos |
| C/Pm/Aa | Cultivos, pastizales manejados y arbustales abiertos | 2000-3200 | Productos agrícolas Pastos 2000-2300 Selva húmeda subandina 2300-3200 Selva húmeda andina |
| C/Pm/Sd | Cultivos, pastizales manejados y suelo descubierto | 1500-3000 | Productos agrícolas Pastos |
| C/Sd | Cultivos y suelo descubierto | 2500-3000 | Productos agrícolas |
| Sd | Suelo descubierto | 2000-3000 | |
| Sd/C/Aa | Suelo descubierto, cultivos y arbustales abiertos | 3000-3400 | 3000-3400 Selva húmeda andina y páramo Productos agrícolas |
| Zu | Núcleos urbanos y cabeceras municipales | 1500-3000 | |
| Ca | Lagunas y embalses | 2500-4375 | |

Tabla 16.3. Índice de frecuencia de observaciones de venado cola blanca en el Parque Nacional Natural Chingaza entre los años 1996-2000.

| N.º de meses | Índice | Significado |
|--------------|--------|------------------------------|
| 0 | 0 | No observado |
| 1-10 | 1 | Rara vez observado |
| 11-20 | 2 | Ocasionalmente observado |
| 21-30 | 3 | Comúnmente observado |
| 31-40 | 4 | Frecuentemente observado |
| 41-54 | 5 | Muy frecuentemente observado |

Tabla 16.4. Tipos de cobertura presentes en el escenario 1. Corredor La Esfondada-El Engaño-Sumapaz.

| Tipo de cobertura | Descripción |
|---|--|
| Bosque denso (Bd) | Se encuentra a alturas que van desde un poco menos de 1000 hasta 3500 m s. n. m. Presenta vegetación de selva húmeda isomegatérmica o baja, subandina y andina (Hernández-C, 1990). En algunas partes se encuentran plantaciones de especies exóticas como pino (<i>Pinus patula</i>), eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y acacia (<i>Acacia decurrens</i>). Estos bosques son utilizados para extracción maderable y conservación. |
| Bosque abierto (Ba) | Estos bosques se encuentran entre los 1000 y 3500 m s. n. m., por lo que su composición florística es representativa de selvas bajas, subandinas y andinas (Hernández-C, 1990). Presentan alteración antrópica y son utilizados para extracción de madera. |
| Pastizales manejados, bosque abierto y algunos cultivos (Pm/ Ba/ C) | Se encuentran desde los 1000 hasta los 3000 m s. n. m. Estas áreas de pastizales utilizadas para el ganado, contienen también parches de selva húmeda isomegatérmica, subandina y andina (Hernández-C, 1990) y algunas parcelas con cultivos. |
| Suelo descubierto (Sd) | Son áreas sin vegetación alguna donde se realiza extracción minera o se han presentado derrumbes por lo que no se les da ningún uso. Se encuentran entre los 2000 y 3000 m s. n. m. |
| Pastizales manejados (Pm) | Se sitúan entre los 1500 y 3000 m s. n. m. Son áreas donde los bosques han sido talados para introducir ganado. Debido a estas prácticas se ha disminuido en gran parte la vegetación natural de la zona. |
| Pastizales naturales (Pn) | Se encuentran desde los 3000 m s. n. m. hasta la mayor altura del corredor (4000 m s. n. m.). Su vegetación es típica de páramo (Hernández-C, 1990) aunque se encuentre en algunos casos a menores alturas debido a procesos de paramización causados por la tala de bosques. |

Tabla 16.5. Tipos de cobertura presentes en el escenario 2. Corredor Siecha-Tunjaque-Sumapaz.

| Tipo de cobertura | Descripción |
|--|---|
| Bosque abierto (Ba) | Se encuentran entre los 2400 y 3400 m s. n. m., por lo que su composición florística es representante de selvas bajas, subandinas y andinas aunque el área que atraviesa este corredor, presenta gran cantidad de especies exóticas maderables. |
| Bosque abierto con arbustales densos (Ba/Ad) | Se presentan entre los 2500 y 3400 m s. n. m., correspondiendo a selva húmeda andina y a plantaciones de especies exóticas. Estos tipos de bosques son talados para aumentar la frontera agrícola y ganadera. |
| Arbustal abierto (Aa) | Se encuentra entre los 2500 y 3400 m s. n. m., compuesto por especies de selvas andinas y de páramo. |
| Pastizal natural (Pn) | Se encuentra desde los 3000 m s. n. m. hasta la mayor altura de este corredor que es 3400 m s. n. m. y su vegetación es típica de páramo. En la zona el territorio se utiliza para ganadería extensiva y agricultura. |
| Pastizal natural, pastizal manejado y cultivos (Pn/Pm/C) | Se presentan entre 3000 y 3400 m s. n. m. Son áreas de páramo alteradas debido a la ganadería y a los cultivos generalmente de papa. |
| Pastizales manejados (Pm) | Entre los 1500 y 3000 m s. n. m. Son áreas donde generalmente los bosques han sido talados para introducir ganado y debido a estas prácticas, se ha disminuido en gran parte la vegetación natural de la zona. |
| Pastizales manejados mezclados con cultivos (Pm/C) | Se encuentran desde los 2400 hasta los 3000 m s. n. m. Estas áreas de pastizales para el ganado contienen algunas parcelas con cultivos. |
| Pastizales manejados y arbustales abiertos (Pm/Aa) | A una altura entre 2400 y 3000 m s. n. m., son áreas de pastizales con algunos parches de arbustos que se encuentran en pendientes o en zonas de difícil acceso. Por la altura, estos arbustales presentan vegetación de selva húmeda andina y subandina (Hernández-C, 1990). |
| Pastizales manejados y suelo descubierto (Pm/Sd) | Se encuentran entre 2500 y 3000 m s. n. m. Son áreas de pastizales para el ganado que por presentarse a las orillas de los ríos muestran zonas descubiertas que son utilizadas para extracción de minerales. También pueden ser zonas con pendientes muy abruptas donde han ocurrido derrumbes. |
| Cultivos (C) | Se encuentran entre los 2400 y 3000 m s. n. m. Son zonas rurales con parcelas para cultivos donde no se presenta ningún otro tipo de vegetación. |
| Cultivos y pastizales manejados (C/Pm) | Son zonas donde predominan las parcelas para cultivar, pero también se encuentran pastizales para el ganado. Se observan a una altura entre 2000 y 3400 m s. n. m. |
| Cultivos, pastizales manejados y suelo descubierto (C/Pm/Sd) | Se encuentran entre los 2400 y 3000 m s. n. m. Son zonas con predominio de cultivos que presentan también pastizales y algunos parches de suelo descubierto, bien sea a orillas de los ríos donde se acumulan los sedimentos, en zonas de explotación minera o en pendientes abruptas donde se presentan derrumbes. |
| Suelo descubierto (Sd) | Son áreas sin vegetación alguna donde se realiza extracción minera o se han presentado derrumbes por lo que no se les da ningún uso. Se encuentran entre los 2400 y 3000 m s. n. m. |

LITERATURA CITADA

- BEIER, P. 1993. Determining minimum habitat areas and habitat corridors for cougars. *Conservation Biology* 7(1): 94-108.
- BEIER, P. Y S. LOE. 1992. A Checklist for Evaluating Impacts to Wildlife Movement Corridors. *Wildlife Society Bulletin* 20(4): 434-440.
- BOONE, R. Y W. KROHN. 2000. Predicting broad-scale occurrences of vertebrate in patchy landscapes. *Landscape Ecology* 15(1):63-74.
- CASTAÑO, C. 2001. Ponencia "Gestión del Dama en los Cerros Orientales de Bogotá". Foro Cerros Orientales de Bogotá. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá.
- EL ESPECTADOR. 2001. Pacto por los cerros, un hecho. Jueves 29 de marzo. Página 3D.
- GALINDO-LEAL, C., A. MORALES Y M. WEBER. 1994. Utilización de hábitat, abundancia y dispersión del venado de Coues: un experimento seminatural. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 315-332. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALINDO-LEAL, C. Y M. WEBER. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. Edicusa-Conabio, México D.F.
- GALLINA, S. 1994. Uso de hábitat por el venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilila, México. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 299-314. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- HARRIS, L.D. 1984. *The fragmented forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity*. The University of Chicago Press, Chicago.
- HARRISON, R. 1992. Toward a Theory of Inter-Ridge Corridor Design. *Conservation Biology* 6(2): 293-295.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I. 1990. La selva en Colombia. En: J. Carrizosa y J.I. Hernández-C. (eds.), *Selva y Futuro: Colombia*: 13-40. El Sello Editorial, Bogotá.
- HESS, G. Y R. FISCHER. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning* 55(3):195-208.
- HUNTER, M.L., G. JACOBSON Y T. WEBB. 1988. Paleoecology and the coarse-filter approach to maintaining biodiversity. *Conservation Biology* 2(4): 375-385.
- HUNTER, M.L. 1996. *Fundamentals of conservation biology*. Blackwell Science, Cambridge.
- IRBY, L. Y J. CALVOPINA. 1994. Uso de hábitat por el venado cola blanca reintroducido en la península de Nicoya, Costa Rica. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 333-347. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- KATTAN, G. 1998. Transformación del paisaje y fragmentación del hábitat. En: M. Chaves y N. Arango (eds.), *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997-Colombia*: 76-87. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- LINDENMAYER, D. Y H. NIX. 1993. Ecological principles for design of wildlife corridors. *Conservation Biology* 7(3): 627-631.
- MARCHINTON, R.L., Y L.K. JETER. 1966. Telemetric study of deer movement-ecology in the Southeast. *Southeastern Association of Game and Fish Commissions* 20:189-206.
- MARCHINTON, R.L. Y D.H. HIRTH. 1984. Behavior. En: L.K. Halls (ed.), *White-tailed deer: Ecology and management*: 129-168. Stackpole Books, Harrisburg, Estados Unidos de América.
- MEDELLÍN, C. 2001. Ponencia "Gestión de la EAAB". Foro Cerros Orientales de Bogotá. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá.
- MOLINA L.F., J. OSORIO Y E. URIBE. 1997. *Cerros, humedales y áreas rurales: Santafé de Bogotá*. Dama. Bogotá.
- MUNICIPIO DE CHIPAQUE. 2001. *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Documento técnico de soporte.

- MUNICIPIO DE CHOACHÍ. 2000. *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Documento técnico de soporte.
- MUNICIPIO DE EL CALVARIO. 2000. *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Documento técnico de soporte.
- MUNICIPIO DE GUAYABETAL. 2001. *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Documento técnico de soporte.
- MYERS, J.A., M. VELLEND, S. GARDESCU Y P.L. MARKS. 2004. Seed dispersal by white-tailed deer: implications for long-distance dispersal, invasion, and migration of plants in eastern North America. *Oecologia* 139(1): 35-44.
- OREJUELA, J.E. 1985. Tropical forest birds of Colombia: a survey of problems and a plan for their conservation. ICBP Technical Publication No 4: 95-114.
- Presidente de la República. 1974. Decreto Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- 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). Tesis de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- RANGEL, O. (ed.). 2000. Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Editorial Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- RESNATUR. 2000. Listado de reservas afiliadas a la Red de Reservas de la Sociedad Civil. Consultada el 8 de marzo de 2017. <https://www.resnatur.org.co/las-reservas/reservas-asociadas/>
- RIVERA, D. Y A. PINZÓN. 2001. *Memorias del Curso de Restauración Ecológica del Bosque Andino (Cerros Orientales)*. Jardín Botánico de Bogotá: José Celestino Mutis, Bogotá.
- RODRÍGUEZ, N., D. ARMENTERAS, M. MORALES Y M. ROMERO. 2004. *Ecosistemas de los Andes Colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- ROSENBERG, D.K., B.R. NOON Y E.C. MESLOW. 1997. Biological Corridors: Form, Function, and Efficacy. *BioScience* 47(10): 677-687.
- SAUNDERS, D.A. Y R.J. HOBBS. 1991. The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? En: D.A. Saunders y R.J. Hobbs (eds.), *Nature conservation 2: The role of corridors*: 421-427. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, Australia.
- SGUERRA, S., P. BEJARANO., O. RODRÍGUEZ, J. BLANCO, O. JARAMILLO, G. SANCLEMENTE. 2011. “Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción”. Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia. 184 pp.
- SIMBERLOFF, D., J. FARR, J. COX Y D. MEHLMAN. 1992. Movement corridors: Conservation Bargains or Poor Investments? *Conservation Biology* 6(4): 493-504.
- TEER J. 1994. El venado cola blanca: Historia natural y principios de manejo. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.), *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*: 33-47. Primera edición. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE PARQUES NACIONALES NATURALES. 2000a. *Plan de manejo Parque Nacional Natural Chingaza Años 1999-2003*. Colombia.
- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE PARQUES NACIONALES NATURALES. 2000b. Listado de las reservas de la sociedad civil registradas ante la UAESPNN.
- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES-UAESPNN. 2001. *Política de consolidación del Sistema de Parques Nacionales Naturales, “Participación social para la conservación”*. Bogotá.
- WALKER, R. Y L. CRAIGHEAD. 1997. Analyzing wildlife movement corridors in Montana using GIS. Esri User Conference Proceedings.
- VAN WIJNGAARDEN, W. 1994. Elaboración de mapas de clasificación de vegetación: desarrollos recientes. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (ed.), *Memorias del Primer Taller sobre Cobertura Vegetal*: 25-31. Igac, Santafé de Bogotá

CAPÍTULO 17

Propuestas sobre la investigación, el manejo y la conservación del venado cola blanca en Colombia

Hugo F. López-Arévalo, Heidi Pérez-Moreno y Olga L. Montenegro

RESUMEN

Se identifican desde el punto de vista de los autores las prioridades de investigación, manejo y conservación para el venado de cola blanca en Colombia, en tres aspectos principales: taxonomía y relaciones filogenéticas, ecología y conservación y manejo. Estas prioridades incluyen estudios morfológicos, citogenéticos y moleculares para corroborar las subespecies propuestas para el país o esclarecer la identidad taxonómica de las diferentes poblaciones. Así mismo, se recomienda identificar las poblaciones silvestres de venado de cola blanca a lo largo del territorio nacional, para estimar densidades y otros parámetros demográficos y así generar programas de monitoreo que puedan orientar las acciones de manejo y conservación. Por otro lado, se resalta la cautela en la introducción de individuos de zonas bajas del país en las regiones andinas y viceversa, debido al impacto sobre los individuos y la diversidad genética de las poblaciones. Finalmente, se resalta la necesidad de implementar estrategias que permitan disminuir los conflictos entre poblaciones de venado de cola blanca y sistemas productivos de gran escala, tales como las plantaciones forestales, cultivos industriales de palma de aceite y arroz, entre otros.

Palabras clave: Taxonomía, ecología, conservación y manejo, prioridades de investigación.

ABSTRACT

From their perspective, authors identify three main aspects that must be addressed as priority for White-tailed deer in Colombia: taxonomy and phylogenetic relationships, ecology, conservation and management. These priorities include morphological, cytogenetic and molecular studies to corroborate subspecies proposed for our country or to clarify the taxonomic status of the different populations. Likewise, it is recommended to identify wild populations of White-tailed deer throughout the country in order to estimate densities, as well as other demographic parameters and to generate monitoring programs that might guide management and conservation actions. Finally, caution is highlighted for the introduction of individuals from lowland areas of the country up to the Andean regions and vice versa, that might result in genetic contamination among different taxonomic entities. Finally, authors identify the need for strategies oriented to reduce conflicts between White-tailed deer populations and productive systems, such as forest plantations, oil palm and rice industrial crops among others.

Keywords: Taxonomy, ecology, conservation and management, research priorities.

TAXONOMÍA Y RELACIONES FILOGENÉTICAS

El venado de cola blanca de Colombia, y los demás venados neotropicales, no son ajenos a los cambios en su taxonomía ni a las variaciones en las propuestas de distribución de sus especies, debido a la incorporación de información de tipo molecular en análisis taxonómicos y filogenéticos. Por lo tanto, se hace necesario que distintas instituciones del país se comprometan en aclarar esta situación a partir de la obtención de muestras de las poblaciones que actualmente se encuentran en el territorio nacional, a través del estudio de características morfológicas, citogenéticas y moleculares.

Con este fin, es muy importante conocer el origen de los ejemplares de los que se obtendrán muestras y en lo posible mantener ejemplares testigo en colecciones zoológicas para posteriores análisis. Sumado a lo anterior, es probable que las muestras arqueozoológicas puedan proveer información molecular importante para conocer la historia de distribución de la especie, por lo tanto, se debe explorar la opción de incluir este tipo de material en los estudios. De esta manera, un análisis a profundidad permitiría corroborar las diferencias entre las subespecies propuestas para nuestro país, como

también conocer la diversidad genética del venado de cola blanca en sus áreas de distribución en Colombia.

A pesar de la responsabilidad nacional en estas tareas, la integración con investigadores interna-

cionales puede ser una estrategia que contribuya a avanzar más rápidamente y además porque este nuevo conocimiento aportaría a las discusiones actuales de los cérvidos en el Neotrópico.

ECOLOGÍA

Es útil identificar las poblaciones silvestres de venado de cola blanca y sus posibles núcleos poblacionales a lo largo del territorio nacional, así como estimar las densidades, parámetros demográficos y variaciones en sus rasgos de historia de vida. Esto debe realizarse en diferentes sitios de su distribución para entender mejor el efecto de variables ambientales en la dinámica de las poblaciones.

Por otro lado, se invita a retomar los estudios de movimientos de los animales en vida silvestre, información útil para la gestión de la especie. En este sentido, debe generarse información sobre el uso espacial y temporal del hábitat y posibles diferencias entre sexos y edades. Adicionalmente, dado que el venado de cola blanca comparte hábitat con especies tanto silvestre como domésticas, es necesario estudiar las relaciones de competencia por los recursos entre el venado de cola blanca y aquellas especies.

Se sugiere que la metodología propuesta para el análisis de hábitat en semicautiverio sea utilizada en individuos de vida libre con el fin de analizar sus ventajas y desventajas. Es posible que al aplicarla en paisajes con características estructurales diferentes algunos de los atributos no sean los más adecuados; de manera que se tendrían que introducir modificaciones, nuevos atributos y estimar otras variables. Por ejemplo, en los páramos colombianos el venado de cola blanca prefiere las áreas abiertas con parches de bosque o aquellas zonas de transición de páramo y arbustal, lo que conduce a la necesidad de incluir una variable relacionada con la heterogeneidad del paisaje. Otras variables relacionadas con la presencia antrópica como intensidad de cacería, frecuencia de quema y tala, grado de contaminación o densidad de caminos deben cobrar mayor importancia.

CONSERVACIÓN Y MANEJO

Cobra importancia el verificar la existencia de poblaciones de venado de cola blanca en las diferentes áreas protegidas del país, ya que con seguridad albergan poblaciones de la especie, e incorporarse un plan de monitoreo en todas estas áreas para que sea posible predecir cambios en las poblaciones de venado cola de blanca a lo largo de tiempo y así orientar las acciones de manejo y conservación.

También se recomienda abordar el estudio de la incidencia de endo y ecto parásitos transmitidos de manera interespecífica entre el venado de cola blanca y especies silvestres, domésticas y el hombre, en las diferentes áreas en donde se distribuye la especie.

Por otra parte, a pesar que la población en cautiverio de la especie se mantiene en crecimiento, debido al nivel de incertidumbre sobre el origen de los individuos y de los cruces se recomienda no utilizar estos ejemplares para reforzar poblaciones silvestres. Si fuera necesaria la reintroducción o reforzamiento de poblaciones, estas estrategias deben evaluarse a partir de los resultados de la nueva in-

formación taxonómica. En este sentido, se resalta la cautela en la introducción de individuos de zonas bajas del país en las regiones andinas y viceversa, esto con el fin de conservar las variaciones inherentes de adaptación de estas poblaciones a las diferentes condiciones ambientales en las que se han desarrollado.

Dadas las transformaciones que está sufriendo el área de distribución natural de la especie, debido a la intensificación de sistemas productivos como la palma africana, el caucho y la minería, es urgente estudiar el impacto de estas actividades sobre las poblaciones silvestres, su hábitat y las nuevas interacciones sociedad-naturaleza. A su vez, es necesario identificar estrategias para disminuir los conflictos entre sistemas productivos, tales como las plantaciones forestales, palma de aceite y arroz, entre otras. Para esto las autoridades ambientales deben proponer estrategias de manejo basadas en el conocimiento de la especie y los productores, por su parte, podrían apoyar el desarrollo de tales evaluaciones.

La información sobre animales en cautiverio y en vida libre permitiría proponer acciones de aprovechamiento sustentable que incluyan, por ejemplo, la cacería deportiva en aquellos lugares donde las poblaciones han crecido significativamente. Sin embargo, la sociedad colombiana, usuarios y autoridades, no han logrado entender este tipo de manejo a pesar de lo común que es encontrar trofeos de la especie a lo largo del territorio nacional, sobre todo en la Orinoquia. Se recomienda explorar la viabilidad de esta propuesta bajo un esquema de manejo adaptativo, donde el conocimiento de la dinámica poblacional y el efecto de una cosecha sea parte fundamental de un plan de monitoreo riguroso. En este sentido, evaluar la sostenibilidad biológica de la cosecha debe ser parte central de la planeación de la misma.

El manejo de venados de cola blanca en condición de semi-cautiverio con fines de ecoturismo es una opción para los individuos en cautiverio. De esta manera, existen experiencias informales en varios sitios del país con esta y otras especies de cérvidos, y en general de fauna silvestre, las cuales deben ser evaluadas y monitoreadas.

Se insta a compartir la experiencia acumulada por algunos zoológicos sobre el manejo *ex situ* de individuos, con el fin de brindar las mejores condiciones en todos los establecimientos existentes. En este tipo de manejo la información sobre aspectos médicos, fisiológicos, reproductivos y de comportamiento son muy relevantes.

Dado que en la mayoría de los establecimientos visitados que contaban con individuos que se encuentran en condiciones *ex situ* no se realizaba un correcto marcaje y registro de la información de los individuos, se sugiere optimizar esta práctica para no perder información y oportunidades valiosas para la conservación y manejo de la especie. Se resalta la pertinencia del uso de microchips, tal como indica la normatividad vigente, y el marcaje con cortes en las orejas u orejeras para permitir su identificación a distancia. Se recomienda, además, consolidar el *Studbook* de la especie en Colombia. Igualmente, dado el potencial económico de la especie, se propone evaluar los protocolos y la viabilidad económica y social de su manejo y conservación *ex situ* e *in situ*.

Durante los años 2001 a 2006, el Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (CMVS), compuesto por docentes del Instituto de Ciencias Naturales, del Departamento de Biología y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, así como por estudiantes de pregrado y posgrado de las carreras de Biología, Medicina Veterinaria y Antropología de esta misma universidad y de la Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), sede Tunja, y de la Pontificia Universidad Javeriana, adelantó estudios ecológicos, etológicos, veterinarios y arqueológicos sobre el venado cola blanca, cuyos resultados de investigación se presentan en este libro. A estos trabajos se unen recientes revisiones de literatura y estimaciones poblacionales de esta interesante especie.

El libro “Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia” contiene 17 artículos independientes elaborados por 18 autores. Los artículos se organizaron en las siguientes cuatro secciones: “Biología y ecología del venado cola blanca”, “Genética y constantes fisiológicas del venado cola blanca”, “Aspectos arqueozoológicos del venado cola blanca” y “Herramientas y estrategias para la conservación del venado cola blanca”. Este libro pretende ser un referente e inspiración para todos los interesados en trabajar con la especie, no solo en Colombia, sino en América Latina, tanto en aspectos biológicos como culturales.

ISBN: 978-958-783-880-0



9 789587 838800