

Colombia, diversa por naturaleza

**ESTUDIOS SOBRE LA ECOLOGÍA DEL CHIGÜIRO
(*Hydrochoerus hydrochaeris*),
ENFOCADOS A SU MANEJO Y USO SOSTENIBLE EN COLOMBIA**

Juanita Aldana-Domínguez, María Isabel Vieira-Muñoz y
Dafna Camila Ángel-Escobar (Editoras)

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt



© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt - 2007

Se permite copiar, reproducir y utilizar esta obra, siempre y cuando se cite la fuente de manera correcta y no se utilice para fines comerciales sin la previa autorización del titular.

Contribución IAvH # 383

Coordinación editorial

Claudia María Villa G.
María Margarita Gaitán U.

Revisión de estilo

Claudia María Villa G.
Javier Maldonado
Camilo Aldana

Fotografías

Esteban Payán
Luisa Fernanda Vega
Dafna Camila Angel
Juanita Aldana
María Isabel Vieira

Ilustración

Camilo Conde

Diseño y diagramación

Liliana P. Aguilar Gallego

Impresión

Panamericana formas e impresos

Impreso en Bogotá - Colombia

Julio de 2006

XXX ejemplares

Citación sugerida para toda la obra

Aldana-Domínguez, J., Vieira-Muñoz, M.I. y Ángel-Escobar, D.C. (eds.) Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia, 2007. 188 p.

Citación sugerida para capítulo

Aldana-Domínguez J. y Ángel-Escobar D.C. 2007. Evaluación del tamaño y densidad de poblaciones silvestres de chigüiros en el departamento del Casanare. 33-48 p. En: Aldana-Domínguez, J., Vieira-Muñoz, M.I. y Ángel-Escobar, D.C. (eds.) Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia, 2007. 188 p.

ISBN: 978-958-81-51-92-2

Palabras clave

1. Manejo de fauna
2. Uso sostenible de fauna
3. *Hydrochoerus hydrochaeris*
4. Chigüiro
5. Orinoquia

**Esta obra contribuye
al Inventario Nacional de la Biodiversidad**

Consejo editorial

Javier Alejandro Maldonado O
Dolores Armenteras P.
Guillermo Ridas H.
José Antonio Gómez D.
Rocío Folanco O

Este documento pertenece a la Colección Humboldt y su revisión por pares está acreditada por el Consejo Editorial.



Hydrochoerus hydrochaeris

Fernando Gast Harders

Director general
Instituto de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

ÍNDICE DE AUTORES

Autores de capítulos

JUANITA ALDANA DOMINGUEZ
Bióloga Universidad de los Andes
Investigadora
juanitaldana@ gmail.com

MARÍA ISABEL VIEIRA MUÑOZ
Bióloga Universidad Javeriana
Investigadora Instituto Humboldt
mivieira@ humboldt.org.co

DAFNA CAMILA ÁNGEL ESCOBAR
Bióloga Universidad Nacional (MSc)
dafnange@ hotmail.com

ANDREW JARVIS
Senior Scientist
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y
Bioversity International
a.jarvis@ cgiar.org

ESTEBAN PAYÁN GARRIDO
Biólogo Universidad de los Andes
Investigador Asociado Instituto Humboldt
Estudiante de PhD, University College London
e Institute of Zoology, Zoological Society of London.
cepayan@ humboldt.org.co

PAOLA ANDREA LOZADA PERDOMO
Economista
Investigadora Biocomercio Sostenible.
Instituto Humboldt.
plozada@ humboldt.org.co

D. R. MARK MULLIGAN
King's College London
Reader in Geography
mark.mulligan@ kcl.ac.uk

D. R. SOPHIA BURKE
AMBIOTEK Consultancy
Co-director
sophia.burke@ ambiotek.com

LUISA FERNANDA VEGA ORDUZ
Biologa Universidad de los Andes
Proyecto de conservacion de biodiversidad
en áreas estratégicas
Departamento de Casanare
luisa.vega@ gmail.com

PABLO R. STEVENSON
Profesor asistente Universidad de los Andes
Centro de Investigaciones Ecológicas La Macarena
pstevens@ uniandes.edu.co

TABLA DE CONTENIDO

Presentación	7
Prólogo	9
Agradecimientos	11
Introducción	13
Área de estudio	23
Capítulo 1.	33
Evaluación del tamaño y densidad de poblaciones silvestres de chigüiros en el departamento del Casanare	
Capítulo 2.	49
Aplicación de la fotografía aérea digital y la videografía para la estimación de las poblaciones del chigüiro en los Llanos Orientales de Colombia, departamento del Casanare	
Capítulo 3.	69
Estructura de las poblaciones del chigüiro (Rodentia: <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) en el departamento del Casanare, Colombia	
Capítulo 4.	85
Análisis de proporciones de edad y sexo a partir de cráneos resultantes de cosechas de chigüiros en los Llanos Orientales de Colombia, departamento del Casanare, para el uso y conservación de la especie	
Capítulo 5.	105
Identificación y caracterización de los ecosistemas asociados a las poblaciones de chigüiro (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) y su relación con el comportamiento en el departamento del Casanare, Colombia	
Capítulo 6.	129
Dieta y preferencias alimenticias del chigüiro (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> : Rodentia, Hydrochaeridae) en el hato Chaparrito, departamento del Casanare, Colombia	

Capítulo 7.	145
Análisis del mercado nacional e internacional para productos derivados del chigüiro	
Capítulo 8	175
Consideraciones finales	
ANEXO FOTOGRÁFICO	183

PRESENTACIÓN

Desde hace varios años el Instituto Alexander von Humboldt, con el apoyo de diversas entidades y organizaciones a nivel local, regional, nacional e internacional, viene dedicando esfuerzos en torno a la consolidación de espacios interinstitucionales y de procesos orientados al fortalecimiento de la base de conocimiento y las acciones de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en la Orinoquia colombiana, como ecorregión estratégica en el ámbito nacional, así como internacional.

Es así como durante los últimos cinco años se ejecutó el proyecto Biodiversidad y desarrollo en ecorregiones estratégicas de Colombia, Orinoquia, el cual fue posible gracias al apoyo financiero del Gobierno Alemán a través de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica–GTZ GmbH. En este año de cierre del proyecto, hacemos un balance positivo de los resultados alcanzados a diferentes niveles, tales como la profundización del conocimiento sobre la biodiversidad de la Orinoquia, el fortalecimiento de los actores responsables de su gestión y planificación, así como la generación de herramientas de información como apoyo a la toma de decisiones.

Siendo coherente con la situación social por la que atraviesa el país, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en asocio con el Instituto Humboldt, ha impulsado la investigación sobre el uso de la fauna silvestre que hacen las comunidades rurales, con el objetivo de analizar la viabilidad de conservar las especies silvestres mediante el uso sostenible de las mismas, teniendo en cuenta aspectos ecológicos, sociales, económicos e institucionales.

Es reconocido que el aprovechamiento de los recursos naturales en nuestro país es una de las fuentes de ingreso y satisfacción de necesidades básicas de la mayoría de comunidades rurales. También es sabido que el uso sostenible puede convertirse, en algunos casos, en una herramienta de conservación más eficaz que los mecanismos de control y vigilancia. En este contexto, la línea de investigación de Uso y saberes locales del Instituto Alexander von Humboldt, con el apoyo del proyecto *Biodiversidad y desarrollo en ecorregiones estratégicas de Colombia-Orinoquia* y en asocio con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial inició, en Febrero de 2001, el proyecto *Conservación y uso sostenible del chigüiro en el departamento del Casanare*, con el objetivo general de adelantar los estudios necesarios para dar lineamientos sobre el uso sostenible de la especie en el departamento del Casanare como una estrategia de conservación. Este estudio surgió de la necesidad de dar una solución basada en información biológica a la situación de tráfico ilegal de chigüiro. El Instituto desarrolló las fases 1 y 2 de este proyecto, durante las cuales se estableció una línea base sobre el estado de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats, y se probaron diferentes metodologías para esto. Las siguientes fases del proyecto fueron desarrolladas por la Universidad del Llano (Unillanos) y el Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (ICN).



El objetivo de esta publicación es presentar los resultados de las investigaciones realizadas por el equipo de investigadores del Instituto Humboldt. Estos capítulos se presentan a manera de artículos temáticos, que en conjunto conforman una línea base de información acerca de la situación actual de las poblaciones de chigüiro, en cuatro zonas del departamento del Casanare, aportando lineamientos para su manejo. Esperamos que esta publicación contribuya a difundir esta información científica desarrollada en los ámbitos biológico, social y económico y así contribuir a la conservación y el uso sostenible de la especie en el país.

Fernando Gast H.

Director general

Instituto de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

PRÓLOGO

El chigüiro es el más grande de los roedores vivos y el último remanente de la familia Hydrochoeridae, que prosperó y se diversificó en unas 40 especies en América del Sur durante los últimos 10 millones de años. A pesar de su condición de “fósil vivo” el chigüiro es una especie vigorosa, ampliamente distribuida y localmente abundante en sus ambientes favoritos a orillas de caños y lagunas en sabanas inundables. Por su tamaño, abundancia y estrategias alimenticias, este herbívoro pastador semiacuático constituye una especie clave en la dinámica trófica de muchos ecosistemas de sabanas y humedales. Así mismo, ofrece un valioso recurso alimentario para muchas poblaciones rurales a lo largo y ancho de América Tropical al este de los Andes. Gracias a sus hábitos sociales, sedentarios y relativa mansedumbre, el manejo de sus poblaciones naturales para la caza comercial ofrece una buena opción económica adicional a la ganadería extensiva en sabanas naturales, donde el control de grandes depredadores y la conservación de agua para el ganado favorecen también al chigüiro. Este roedor gigante presenta también buenas perspectivas para su cría intensiva en confinamiento por su alta tasa reproductiva y de crecimiento y por su eficiente digestión de los forrajes fibrosos. En la región llanera, esta vistosa especie constituye también uno de los atractivos principales del turismo de naturaleza.

Es realmente sorprendente que hasta la década de los sesenta se sabía muy poco sobre la ecología de campo de esta importante especie. En los años recientes, sin embargo, se han realizado múltiples investigaciones sobre la ecología, comportamiento, productividad, sanidad, hábitats y usos sustentables del chigüiro, centradas en las biorregiones de mayor abundancia de este emblemático roedor: los llanos colombo-venezolanos, el pantanal de Mato Grosso, Brasil, y la Mesopotamia argentina. Además, se cuenta con varias experiencias positivas sobre el manejo extensivo del chigüiro para la caza comercial y su cría en cautiverio, bien documentadas en la reciente guía publicada por el Convenio Andrés Bello (2001).

A las investigaciones previas se agrega ahora el proyecto *Conservación y uso sostenible del chigüiro en el Casanare*, conducido por el Instituto Alexander von Humboldt, con el objeto de consolidar la línea base para orientar el manejo de esta especie en el país. El trabajo de campo se concentró en cuatro zonas de muestreo de 6 x 6 km, dos en el municipio Paz de Aripuro y dos en el municipio Hato Corozal. La presente obra presenta las investigaciones realizadas, sus resultados y su significado para los planes de manejo.

Los capítulos iniciales cubren la estimación de la densidad y estructura poblacional, que son siempre datos fundamentales para las decisiones de manejo, desarrollando algunas técnicas novedosas para esta especie, tales como transectos lineales y videografía aérea para estimar la abundancia y la identificación de la estructura poblacional por sexo y edad a partir de una muestra de cráneos de animales sacrificados. Los dos capítulos siguientes presentan el mosaico de ecosistemas que conforman el hábitat del chigüiro, su vegetación, la periodicidad del forrajeo y la dieta de la especie y sus variaciones estacionales. El penúltimo capítulo evalúa la aceptación y demanda potencial de la carne, cuero y otros productos del

chigüiro por medio de encuestas y estadísticas aduaneras, y desarrolla estrategias para promover un sistema de mercadeo compatible con la capacidad productiva del recurso. El capítulo final integra los resultados principales en lineamientos de manejo adaptativo a partir de la línea base que aportan los resultados del presente proyecto. Esperamos que la puesta en práctica de estos planes, en cooperación con los habitantes locales, conducirá a un manejo sustentable en beneficio permanente de la especie, su hábitat y la economía regional.

La lectura del documento revela un cuadro ecológico y socioeconómico del departamento del Casanare muy parecido al Alto Apure (Venezuela), sugiriendo una vez más la conveniencia de una cooperación más estrecha entre los dos países limítrofes que comparten este roedor, a semejanza del I y II Seminario sobre babilla y chigüiro, celebrados en Bogotá (1974) y Maracay (1976), respectivamente.

Para concluir quisiera agradecer al Instituto Alexander von Humboldt por la invitación a participar en la evaluación del presente documento y felicitar a sus editoras e investigadoras principales Juanita Aldana-Domínguez, María Isabel Vieira-Muñoz y Dafna Camila Ángel-Escobar, otros investigadores participantes y al Instituto Alexander von Humboldt por este aporte original al conocimiento general de la ecología del chigüiro, que constituye también un paso importante en el largo camino hacia la conservación y uso sustentable de la fauna llanera compartida por Colombia y Venezuela.

Juhani Ojasti

Instituto de Zoología Tropical,
Facultad de Ciencias UCV,
Venezuela

AGRADECIMIENTOS

Las editoras quieren reconocer y agradecer el apoyo que recibieron de distintas personas e instituciones, sin el cual no se hubiera podido realizar el presente estudio. Al proyecto *Biodiversidad y desarrollo en ecorregiones estratégicas de Colombia- Orinoquia* por la financiación parcial del proyecto y por abrir un espacio de discusión sobre el tema. A los investigadores y empleados del Instituto Humboldt que apoyaron distintos aspectos del estudio: Fernando Gast, Inés Cavelier, María Paula Quiceno, Patricia Falla y Adisedit Camacho por su apoyo institucional. A Milton Romero, Gustavo Galindo, Henry Polanco y Mónica Morales de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica; a Ángela Suárez, Juan Carlos Bello y Héctor Fabio Rivera del Sistema de Información en Biodiversidad. A Enrique Castillo de Colecciones Biológicas. A María Teresa Becerra y José Andrés Díaz de Biocomercio. A Olga Beatriz Rodríguez e Ivonne Sierra de la Coordinación Financiera y Administrativa.

A los investigadores asociados al Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional, Hugo López y Pedro Sánchez por su generosa disposición para discutir aspectos del proyecto. Al profesor Santiago Grillo por su colaboración en los análisis estadísticos. A Milena Gómez del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. A Saulo Orduz de Corporinoquia por todo su apoyo en campo y por compartir su experiencia en el tema. A Pablo Leiva, Elizabeth Ladino y Luz Teresa Ayala de Unitrópico por su colaboración.

A Mígsi Dianey Pérez, Eduardo Martínez y Libia Parales de Asochipa por su apoyo y confianza. A Julio Fernández, presidente del comité ganadero de Hato Corozal y miembro de Asochico por toda su ayuda para concertar las salidas de campo en Hato Corozal. A Hernán Braydi, dueño de los hatos Miramar y Taparas; a Darío Becerra y Mireya Delgado, dueños del hato Guamito y a Fabricio Figueroa y Sandra Delgado, dueños del hato Santa Trinidad por su colaboración decidida y generosa.

Muy especialmente a Pablo Ortiz, Zuleima Guanai Jaste, Carlos Pérez, Janio “Chipo” Ortiz, Israel Santos, Freddy Pérez, Sandra, “Candelo”, Aidé Sogamoso, Rafael Osorio, Domingo Osorio, Modesto Osorio y Miguel Homero por brindarnos su colaboración, amistad, conocimiento y gran experiencia. A Paulo Becerra, María Luisa Bolkovic y Eduardo González-Jiménez por compartir sus conocimientos en el *I Encuentro latinoamericano sobre aprovechamiento sostenible de chigüiro*.

A Javier Maldonado, Claudia María Villa y Camilo Aldana por sus valiosos comentarios al manuscrito. A Liliana Aguilar por el diseño y diagramación del libro en un tiempo record.

Al profesor Juhani Ojasti por compartir generosamente sus conocimientos sobre esta especie, por sus esclarecedores comentarios al manuscrito, por elaborar el prólogo y por ser una fuente de inspiración. Y a todas las personas que trabajan por la conservación de los chigüiros.

INTRODUCCIÓN

1. Historia natural del chigüiro

El chigüiro (*Hydrochoerus* spp.) es el roedor más grande del mundo y habita las zonas bajas (0-1.000 m) desde Panamá hasta el norte de Argentina (Emmons 1997). Hay una amplia confusión acerca de la nomenclatura apropiada para la especie pues el primer nombre dado al género fue *Hydrochoerus* por Brisson (1756); posteriormente Cabrera (1960) propuso sustituirlo por *Hydrochaeris* por su condición prelineana. Muchos autores posteriores tomaron este criterio como válido, pero en 1998 la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (Opinión 1894) decidió conservar varios nombres genéricos de Brisson incluido *Hydrochoerus* (Juhani Ojasti, comunicación personal 2006).

El género está referenciado en la mayoría de la bibliografía como monotípico con una única especie *Hydrochoerus hydrochaeris* y dos subespecies *H. h. hydrochaeris* y *H. h. isthmius*. Sin embargo, para *H. isthmius*, descrito por Goldman (1912), las evidencias genéticas y moleculares actuales consolidan su estatus como especie (Peceno 1983, Tatiana Caldera y Álvaro Mones, comunicación personal 2005); además, en la reciente edición del catálogo sistemático de Wilson y Reeder (2005) se reconocen las dos especies *Hydrochoerus hydrochaeris* e *Hydrochoerus isthmius*.

En Colombia existen las dos especies de chigüiros aisladas geográficamente por la cordillera de los Andes. *Hydrochoerus isthmius*, especie de la cual se cuenta con poca información, se distribuye al norte del país en las vertientes del océano Atlántico, los valles del Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato y en el Chocó (Torres y Sanabria 1976). Por otro lado, *Hydrochoerus hydrochaeris* se distribuye en los Llanos Orientales, Caquetá, Putumayo y Amazonas, al igual que en los llanos venezolanos (Fuerbringer 1974, Concha y Vargas 1990) y como se verá, hay una amplia bibliografía sobre esta especie.

El chigüiro vive en manadas compuestas por individuos de ambos sexos y de todas las edades. Las manadas poseen una jerarquía establecida en los machos (Ojasti 1973) y el dominante es el que obtiene la mayoría de los apareamientos, aunque los subordinados obtienen un porcentaje significativo de éstos (Herrera y Macdonald 1989). Ocupan un área que varía entre 5 y 16 ha (Herrera y Macdonald 1989) y durante la época seca se reúnen alrededor de los pocos cuerpos de agua que permanecen formando asociaciones “veraneras” (Ojasti 1973).

Los chigüiros adquieren la madurez sexual al año y medio y pueden tener de uno a dos partos por año, dependiendo de las condiciones del hábitat. En promedio, una camada de chigüiros está compuesta por cuatro crías que son amamantadas hasta los cuatro meses de edad (Ojasti 1973).

Los chigüiros requieren sitios secos para descansar y alimentarse y cuerpos de agua para bañarse, beber, copular y refugiarse de algunos depredadores (Ojasti 1973, Ojasti y Sosa Burgos 1985). Se encuentran asociados a varios tipos de hábitats cercanos a cuerpos de agua, como selvas húmedas, bosques secos, matorrales y sabanas (Emmons 1997). Las mayores densidades de chigüiros se encuentran en la zona pantanosa del Mato Grosso brasilero y en las sabanas de Colombia y Venezuela (FAO 1985).

El chigüiro cuenta con depredadores naturales como babillas (*Caiman crocodilus*), güíos (*Eunectes murinus gigas* y *Boa* sp.), chulos (*Coragyps atratus*) y jaguares (*Panthera onca*) entre otros, quienes causan algunas bajas en las manadas, atacando principalmente a las crías y juveniles (Aldana-Domínguez *et al.* 2002, Mones y Ojasti 1986, Concha y Vargas 1980, Fuerbringer 1974). En los Llanos Orientales colombianos los pobladores locales consideran que el mayor depredador del chigüiro son las aves rapaces como el carraco (*Polyborus plancus*), las gualas (*Cathartes aura*) y los chulos (*Coragyps atratus*).

La composición de la dieta y las preferencias alimenticias de los chigüiros cambian estacionalmente como respuesta a los cambios temporales del clima que influyen en la calidad y abundancia de los forrajes (Barreto y Herrera 1998, Quintana *et al.* 1994). Los chigüiros son considerados herbívoros selectivos que se alimentan en mayor proporción de plantas con un elevado contenido de nitrógeno (Escobar y González-Jiménez 1976). Las principales plantas consumidas pertenecen a las familias Poaceae, Cyperaceae, Pontederiaceae, Fabaceae, Mimosaceae y Caesalpinaceae (Forero *et al.* 2003).

2. El chigüiro como recurso

Esta especie tiene un gran interés económico, dada su alta productividad y la buena calidad de su carne y cuero (Alho *et al.* 1989, Torres y Sanabria 1976, Ojasti 1970). En los ecosistemas de sabanas inundables, donde la especie es más abundante, la producción de carne es 2,6 veces mayor a la del ganado vacuno (Giraldo y Ramírez-Perilla 2001). La piel es aprovechada por su buena calidad, especialmente en Argentina donde se ha desarrollado una importante industria marroquinera (Bolkovic *et al.* 2006). La carne de chigüiro secada al sol y salada es muy apetecida en Venezuela principalmente durante la cuaresma de Semana Santa. Esta tradición religiosa, avalada por una bula papal en el siglo XVIII, ha ocasionado una fuerte demanda de carne de chigüiro que Colombia ha abastecido (Velasco *et al.* s. f). El aceite de chigüiro es utilizado como medicina para curar afecciones de los bronquios. A partir de los huesos se puede elaborar harina y los dientes pueden utilizarse en joyería.

3. Situación del chigüiro en Colombia

La situación del chigüiro en la Orinoquia fue detalladamente explorada en la formulación del Plan de Acción de la Orinoquia (Aldana-Domínguez y Ladino 2006) del cual se destacan los siguientes apartes:

“En el departamento del Meta existen iniciativas enfocadas al manejo de chigüiros a través de la propuesta “zoocría de chigüiros en patio” para pequeños productores. En la región del Ariari existen experiencias de 15 años de manejo con un gran componente de conocimientos locales que deben ser valorados y potenciados en la búsqueda de alternativas productivas y de uso de los recursos silvestres con miras a lograr seguridad alimentaria. Cormacarena ha apoyado estas iniciativas realizando una documentación y análisis de estas experiencias, y ha fomentado su replicación en la región. Esta propuesta tiene como objetivo el impulsar la microganadería que permite oportunidades de manejo en espacios más reducidos, menor inversión y dependencia de insumos pecuarios externos y mayor aplicación de los conocimientos locales sobre los recursos silvestres (Coral 2003)”.

“En el Vichada las poblaciones de chigüiros son bastante escasas y dispersas (Garibelo, J.C. comunicación personal 2005). Se ha reportado que la disminución alarmante del chigüiro en este departamento está asociada con la colonización humana (ICN 2002). Las poblaciones más grandes de chigüiros se encuentran en los bajíos a orillas del río Meta entre los municipios de La Primavera y Santa Rosalía. En estas zonas, es necesario realizar campañas educativas y de sensibilización orientadas a la conservación en general de la fauna silvestre, antes de implementar un programa de repoblación y de proponer un plan de manejo sostenible (ICN 2002)”.

“En Arauca las poblaciones de chigüiro han sido diezmadas por el tráfico de carne seca hacia Venezuela. Sin embargo, aún se encuentran algunas poblaciones abundantes en la zona de Cravo Norte y en la zona petrolera de Caño Limón, donde se han reportado densidades de chigüiros de 0,3 a 1,7 ind/ha (Aldana-Domínguez *et al.* 2002)”.

En la laguna de Sonso, ubicada en el Valle del Cauca, se reintrodujo una población de chigüiros provenientes de los Llanos orientales en 1986 y se han reportado densidades de 0,04 ind/ha (Usma 1991). En la zona del Canal del Dique, en la costa Caribe, se encuentra la especie *Hydrochoerus isthmius*, llamada localmente “ponche”, de la cual se tienen registros de cacería de las poblaciones silvestres que muestran 825 individuos aprovechados en un año (Cardique s. f). En la zona del Atrato se realizó una investigación sobre la conservación, manejo, y aprovechamiento del chigüiro en el complejo humedal “Los Plátanos” Medio Atrato, Antioquia-Chocó, Pacífico colombiano (Tafur 2004)

4. Uso del chigüiro en el Casanare

Tradicionalmente, en las sabanas del Casanare, los ganaderos han visto al chigüiro como una plaga debido a que durante la época seca compiten con el ganado por los forrajes y por los pocos cuerpos de agua que permanecen. La actitud hacia los chigüiros era de exterminio, pues para el ganadero sostener poblaciones numerosas de esta especie dentro de su hato representaba una pérdida económica. Esta situación favoreció que se promovieran grandes matanzas de chigüiro en los departamentos de Arauca y Casanare, dando como resultado, en algunos casos, la drástica disminución de las poblaciones naturales (Hernández-Camacho 1983).

Sumado a lo anterior, la demanda de carne seca de chigüiro proveniente de Venezuela se ha estimado en 120.000 a 150.000 individuos por año y es abastecida por el comercio ilegal proveniente de Colombia. En los últimos diez años el tráfico ilegal de chigüiro se ha intensificado debido a que aparentemente en Venezuela las poblaciones de esta especie se han visto diezmadas y los comerciantes han tenido que desplazar sus actividades al departamento de Arauca, donde la disminución de las poblaciones de chigüiro es alarmante, produciendo un nuevo desplazamiento de la cacería hacia el Casanare, principalmente hacia los municipios de Hato Corozal, Paz de Ariporo y Trinidad.

Los ganaderos de los municipios más afectados por el comercio ilegal de chigüiro han cambiado su forma de ver la especie y actualmente reconocen el valor económico que ésta representaría en caso de ser explotada sosteniblemente y dentro del marco legal. Por esta razón, se han constituido cinco asociaciones de criaderos de chigüiro: Asochipa (en Paz de Ariporo), Asochico (en Hato Corozal), Asochitri (en Trinidad), Asochisa (en San Luis de Palenque) y Chigüirripa (en Orocué) con miras a legalizar las actividades de explotación de chigüiro en dichos municipios.

5. Situación legal del uso del chigüiro

El aprovechamiento de chigüiro fue reglamentado en Venezuela por el Ministerio de Agricultura y Cría en 1968, y se afianzó a partir de los estudios biológicos y ecológicos realizados por Ojasti en 1973. Actualmente se permite la cosecha del 20% de los individuos censados cada año y los individuos capturados deben tener un peso superior a los 35 Kg. Durante los 34 años de este programa se ha asignado el aprovechamiento de 951.275 ejemplares con un promedio de 27.979 animales por año (Velasco *et al.* s.f.).

En Argentina se está ejecutando el proyecto “Carpincho” que busca reglamentar el uso de este animal. Se realizaron estudios en aspectos de gestión, ecológicos, del sistema socioeconómico y se espera continuar con el proyecto para lograr un análisis a escala regional y llevar a cabo ensayos de manejo. En este país se utiliza el cuero en la industria marroquinera y el uso que se le da a la carne y grasa es menor (Bolkovic *et al.* 2006).

En Colombia la caza de chigüiro fue prohibida en todo el territorio nacional por tiempo indefinido mediante la Resolución 219 del 9 octubre de 1964 expedida por el Ministerio de Agricultura. Posteriormente, el Instituto Nacional de Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Inderena) reglamentó la caza y estableció cuatro tipos: comercial, deportiva, científica y de control (Resolución 072 de 1969). Un año después se vedó la caza de chigüiro por la disminución de algunas poblaciones (Resolución 034 de 1970). En 1986 el Inderena estableció que el chigüiro puede ser objeto de actividades de caza de fomento a fin de proveer el desarrollo de zoocriaderos con fines comerciales y de fomento. Sin embargo, la Ley 84 de 1989 estableció la prohibición de cazar animales silvestres, bravíos o salvajes con fines comerciales.

Mediante el Acuerdo 039 de 1985 y la Resolución 017 de 1987, el Inderena diseñó un programa de zoocría de chigüiro bajo dos modalidades, en las cuales el Estado otorgaría, luego de los requisitos establecidos, una cuota de aprovechamiento o extracción, directamente relacionada con la producción obtenida. Dichas modalidades consisten en un sistema intensivo (captura máximo 1.000 individuos silvestres como pie de cría y se manejan en altas densidades en encierros o jaulas) y un sistema semiextensivo (la población parental de máximo 15.000 ejemplares y la producción obtenida a partir de ésta permanecen silvestres). En el segundo caso, la población permanecería y crecería en un determinado predio gracias al mejoramiento ambiental y a la protección que el propietario de las tierras emprendería sobre el medio natural y la población de animales.

Mediante la Resolución 017 de 1987, el Inderena estipuló que en la región de la Orinoquia sólo sería considerado el sistema semiextensivo. Las poblaciones naturales aún existentes en el alto Cauca, Magdalena y los departamentos de Cundinamarca, Huila y Tolima, estarían exentas de caza de fomento dada su fragilidad (MMA 2000).

La Ley 611 del 2000 tiene por objeto regular el manejo sostenible de la fauna silvestre y acuática y el aprovechamiento de las mismas y de sus productos, el cual se podrá efectuar a través de la cosecha directa del medio o de zoocría en ciclo cerrado (sólo el pie parental es tomado del medio silvestre), abierto (con capturas periódicas del medio silvestre) o mixto.

En el año 2003, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia), aprobó la fase comercial a cuatro zoocriaderos pertenecientes a Asochipa los cuales realizaron el aprovechamiento de 6.800 individuos. Esta cosecha sería vendida en Venezuela pero el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) no autorizó la exportación, ya que la Asociación no contaba con la base legal para esto.

Finalmente, en diciembre de 2005, el MAVDT reglamentó el Código Nacional de Recursos Renovables y de Protección del Medio Ambiente, en materia de caza comercial (Decreto 4688 de 2005). En este Decreto se establece que los interesados en realizar la caza comercial de fauna silvestre deben tramitar y obtener una licencia ambiental ante la respectiva Corporación Autónoma Regional (CAR). Para esto el interesado debe realizar un estudio de impacto ambiental conforme a unos lineamientos que estableció el MAVDT. Las CAR deben adaptar estos términos de referencia a las particularidades de la actividad y de la especie silvestre.

6. Antecedentes de este proyecto

En Colombia la explotación del chigüiro se ha realizado de forma irracional, mediante la caza furtiva de las poblaciones silvestres, lo cual ha conducido a su disminución y a extinciones locales (Hernández-Camacho 1983). En marzo del año 2000 un falso zoocriadero exportó ilegalmente a Venezuela 100.000 kilogramos de carne seca correspondientes a más de 10.000 animales que hacían parte de poblaciones silvestres de los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal, departamento de Casanare. En este momento la carne seca y salada se cotizó en Venezuela a cuatro dólares por kilo (documento del fallo del Tribunal Administrativo del Casanare del 10 de julio de 2001). Este hecho fue denunciado y se condenó al Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) y a Corporinoquia, que es la autoridad ambiental a nivel regional, mediante una sentencia del Consejo de Estado, a implementar las medidas necesarias para reponer la población de chigüiros extraídos en marzo del 2000. Inicialmente el Ministerio decidió evaluar el estado de las poblaciones en los dos municipios involucrados en estos hechos para lo cual suscribió dos convenios de cooperación con el Instituto de Investigación de recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Así surgieron los presentes proyectos de investigación cuyos objetivos principales se centraron en iniciar evaluaciones poblacionales de chigüiros y de ecosistemas y consolidar una línea base para orientar el manejo de la especie en el país. Además de los estudios hechos por el Instituto Humboldt, la sentencia del Consejo de Estado impulsó el estudio del chigüiro por parte de diversas instituciones entre las cuales vale la pena destacar los valiosos aportes del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (ICN 2002) y los estudios del grupo de estudios ecológicos Oikos (Oikos 2003).

De forma paralela, el Instituto Humboldt durante el año 2003 inició la implementación del proyecto: Biodiversidad y Desarrollo en Ecorregiones Estratégicas de Colombia-Orinoquia, con el apoyo financiero de la Agencia Alemana de Cooperación GTZ. Este proyecto apoyó también la realización de los estudios que se presentan en este volumen. El propósito del proyecto es fomentar el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en la cuenca del río Orinoco a través del diseño y ejecución de un Plan de Acción Regional para la Biodiversidad de la Orinoquia (Parbo) y el establecimiento de redes de cooperación entre las instituciones nacionales y regionales (Correa *et al.* 2006)

La formulación de un plan de acción regional es un ejercicio de planificación que busca incrementar el interés en la biodiversidad, la conciencia sobre las implicaciones del uso indiscriminado de los recursos biológicos así como las consecuencias para la región de no tomar las medidas a tiempo para conservar y valorar su potencial natural y cultural (Ruíz *et al.* 2006).

Así, en este plan que constituye la carta de navegación para orientar las acciones en torno a la investigación en biodiversidad en la Orinoquia se identificó como una actividad importante el “desarrollar programas y proyectos piloto para el aprovechamiento sostenible de recursos y especies promisorias de la biodiversidad regional incluyendo sistemas de monitoreo, transferencia de tecnología para el aprovechamiento sostenible, valoración de cadenas de productos y subproductos, sistemas de certificación y estudios de mercado”. Entre las especies promisorias se destacan los chigüiros (Correa *et al.* 2006).

Así fue como el Instituto Humboldt, con el apoyo del MAVDT y el Proyecto Biodiversidad y Desarrollo, y en cumplimiento de su misión institucional de “promover, coordinar y realizar investigación que contribuya al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad como un factor de desarrollo y bienestar de la población colombiana” realizó el proyecto: “Conservación y uso sostenible del chigüiro en el Casanare” cuyos principales resultados constituyen esta publicación.

Bibliografía

Aldana-Domínguez J. y Ladino E. 2006. El caso del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). pp 95-97. En: Correa H.D., Ruiz S.L. y Arévalo L.M. (eds). 2006. Plan de Acción en Biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/ 2005-2015-Propuesta técnica. Bogotá D.C. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia, Bogotá, Colombia. 330 p.

- Aldana-Domínguez J., Forero-M J., Betancur J. y Cavelier J. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*: Rodentia, Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2):445-458 pp.
- Alho C. J., Campos Z.M. & Goncalves H. C. 1989. Ecology, social behavior and management of the Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the Pantanal of Brazil. pp 163-194. In: Redford K.H. & Eisenberg J. F. (eds). 1989. *Advances in Neotropical Mammalogy*. Sandhill Crane Press, Gainesville. USA
- Barreto G. y Herrera E. 1998. Foraging patterns of capybaras in seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of tropical ecology*, 14: 87-98.
- Bolkovic M.L., Quintana R.D., Ramadori D., Elisetch M y Rabinovich J. 2006. Proyecto Carpincho. pp 105-119. En: Bolkovic M.L. y D. Ramadori (eds). 2006. *Manejo de fauna silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable*. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires. 168 pp.
- Brisson, M. J. 1756. Regnum animale in classes IX distributum, sive synopsis methodica sistens generalem animalium distributionem in classes IX, & duarum primarum classium, quadrupedum scilicet & cetaceorum, particularem divisionem in ordines, sectiones, genera & species. Cum brevi cujusque speciei descriptione, citationibus auctorum de iis tractantium, nominibus eis ab ipsis & nationibus impostis, nominibusque vulgaribus. - pp. [1-6], 1-382. Parisiis. (Bauche).
- Cabrera A. 1960. Catálogo de mamíferos de América del Sur. II. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 4 (2): 309-732.
- Cardique Corporación Autónoma del Canal del Dique. Sin fecha. *La conservación del humedal o el ocaso del ponche*. Cartilla.
- Concha L. C. y Vargas L. F. 1990. El chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) cría y explotación racional en zoocriaderos. Trabajo presentado al concurso premio Bavaria del Medio Ambiente. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 36 p.
- Coral A. 2003. Zoocría de chigüiros en patio. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena –(CORMACARENA), Granada, Meta, Colombia. Exposición presentada en el encuentro Biodiversidad y Desarrollo en la Orinoquia.
- Correa H.D. y Ruíz S.L. y Arévalo L.M. (eds). 2006. *Plan de Acción en Biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/ 2005-2015-Propuesta técnica*. Bogotá D.C. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia, Bogotá, Colombia. 330 p.
- Emmons H. L. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals*. The University of Chicago, Chicago. U.S.A. 307 p
- Escobar A. y González-Jiménez, E. 1976. Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable con referencia especial al chigüiro. *Agronom. Trop. (Maracay)* 26:215-227.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1985. *Manejo de Fauna Silvestre y Desarrollo Rural, Información sobre 7 especies de América Latina y el Caribe*. Proyecto FAO/PNUMA. FP-G 105-8501, Documento Técnico No 2, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Lima.
- Forero J., Betancur J. y Cavelier J. 2003. Dieta del capibara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 51(2): 579-590, 2003.
- Fuerbringer J. 1974. El chigüiro, su cría y explotación racional. *Formas de Orientación Agropecuaria*. Manual No. 99. Santa Fé de Bogotá, Colombia. p. 30-46.
- Giraldo D y Ramírez-Perilla J. A. 2001. *Guía para el manejo, cría y aprovechamiento sostenible del chigüiro, chigüire o capibara*. Secretaría Ejecutiva Convenio Andrés Bello, SECAB, Ciencia y Tecnología N°99.

- Goldman E. A. 1912. New mammals from eastern Panama. Smithsonian Miscellaneous Collection 60 (2): 1-18.
- Herrera E. A. y Macdonald D. W. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living capibaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Journal Animal Ecology 58:667-679.
- ICN. Instituto de Ciencias Naturales. 2002. Implementación de la fase inicial del programa del manejo del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en semicautiverio como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquia colombiana y acopio de información complementaria. Universidad Nacional de Colombia-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- ICZN. Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica. 1998. Opinion 1894 [of the International Commission on Zoological Nomenclature]. Regnum Animale, Ed. 2 (M. J. Brisson, 1762): rejected for nomenclatural purposes, with the conservation of the mammalian generic names *Phalanger* (Marsupialia), *Pteropus* (Chiroptera), *Glis*, *Cuniculus*, and *Hydrochaeris* (Rodentia), *Meles*, *Lutra*, and *Hyaena* (Carnivora), *Tapirus* (Perissodactyla), *Tragulus*, and *Giraffa* (Artiodactyla). Bulletin of Zoological Nomenclature 55: 64–71.
- Hernández-Camacho J., Pachón J. E. y Rodríguez J. V. 1983. Evaluación de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los hatos Brasilia, Guamito, La Aurora, La Borra, El Danubio, La Veremos, y Mapurisa, municipio de Hato Corozal, Casanare. Informe presentado a Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA. Bogotá. Colombia. 48p.
- MAVDT. Ministerio del Medio Ambiente Colombia. 2000. Zootecnia en Colombia: evolución y perspectivas.
- Mones, A. & Ojasti J. (1986) *Hydrochaeris hydrochaeris* en Mammalian Species 264:1-1-7. Pub. The American Society of Mammalogists. U.S.A.
- OIKOS Grupo de Estudios Ecológicos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final convenio 54 presentado a la Gobernación de Casanare. Yopal, Casanare. 239 p.
- Ojasti J. 1970. La fauna silvestre produce. Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Recursos Naturales Renovables, División de Fauna, separata del libro la Ciencia en Venezuela, Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Ojasti J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 275 p.
- Ojasti, J. & Sosa Burgos, L.M. 1985. Density regulation in population of capybara. Acta Zoologica Fennica, 173: 81-83.
- Peceno M., C. 1983. Estudio citogenético y genético evolutivo del chigüiro género *Hydrochaeris*. Trabajo Especial de Grado, Universidad Simón Bolívar, Caracas. 119 pp.
- Quintana R.D., Monge S. & Málvarez A.. 1994. Feeding habits of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in afforestation areas of the lower delta of the Paraná River, Argentina. Mammalia 58(4):569-580.
- Ruiz S.L., Fandiño M.C. y Arévalo L.M. 2006. Orientaciones conceptuales y metodológicas para la elaboración de planes de acción regional en biodiversidad. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia 96 p.
- Tafur P. 2004. Acercamiento a la percepción sobre el chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris isthmus*), hábitat, cacería, dieta y caracteres morfológicos básicos de esta sub especie en la comunidad Isla de los Palacios, en el complejo humedal “Los Platos” Medio Atrato, Antioquia - Chocó, Colombia. Tesis de ecología. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá. Colombia
- Torres C. E. y Sanabria J. E. 1976. Aspectos ecológicos del chigüiro y establecimiento de un zootecniario. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Santa Fé de Bogotá. 89 p.

- Usma, J.S. 1991. Aspectos ecológicos del chigüiro (*Hydrocharis hydrochaeris*) en la Reserva Natural Laguna de Sonso. Facultad de ciencias, Universidad del Valle. Cali. 66pp.
- Velasco A., González Fernández M., De Sola R., Marín E. y Quero de Peña M. Sin fecha. Programa de aprovechamiento del chiguire o capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Venezuela.
- Wilson D. E., & Reeder D. M. (Eds). 2005. Mammal Species of the World. Third Edition, Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.

ÁREA DE ESTUDIO

1. Generalidades del área de estudio

Ubicación

Los diferentes componentes de esta investigación se realizaron en los municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo en el departamento del Casanare, Colombia. El departamento del Casanare se encuentra ubicado al oriente del país, ocupando una extensión de 44.490 Km². Limita con los departamentos de Arauca, Vichada, Meta y Boyacá. La temperatura media anual varía de 22 a 27°C (Gobernación del Casanare 2000). Las principales actividades económicas son la ganadería extensiva, la agricultura y la explotación petrolera. El departamento tiene 19 municipios y su capital es El Yopal.

La mayor parte del territorio es plana y corresponde a la región de los Llanos Orientales con una altitud variable entre los 110 y 230 msnm. Al occidente se localiza un sector montañoso que va desde el piedemonte llanero hasta más de 3.000 m. en la cordillera Oriental. Entre los accidentes orográficos se destacan la cordillera del Zorro y los cerros Aguamoco y Peña Negra (Gobernación del Casanare 2000). El departamento se caracteriza principalmente por sus sabanas naturales interrumpidas por bosques ribereños o de galería.

El municipio de Paz de Ariporo tiene un área de 12.114 km², siendo el municipio más grande del departamento y uno de los cinco más grandes del país. Se encuentra ubicado en la parte nororiental del departamento de Casanare, limitando por el norte con el municipio de Hato Corozal, al oriente con los departamentos de Arauca y Vichada, al sur con el municipio de Trinidad y al occidente con los municipios de Pore y Támara. La cabecera municipal se encuentra ubicada a 05° 33' 03" latitud norte y 71° 53' 49" longitud oeste, sobre la troncal del llano a 90 km de El Yopal y a 275 msnm. Paz de Ariporo alberga algunas de las sabanas más bajas del departamento (Gobernación del Casanare 2000).

El municipio de Hato Corozal limita al norte con el departamento de Arauca y al sur con el municipio de Paz de Ariporo. La cabecera municipal se encuentra ubicada a 138 km al noreste de El Yopal a 06°09'44" latitud norte y 71°46'26" longitud oeste. Las sabanas naturales de Hato Corozal se extienden sobre la vega de los ríos Chire, Aricaporo y Casanare.

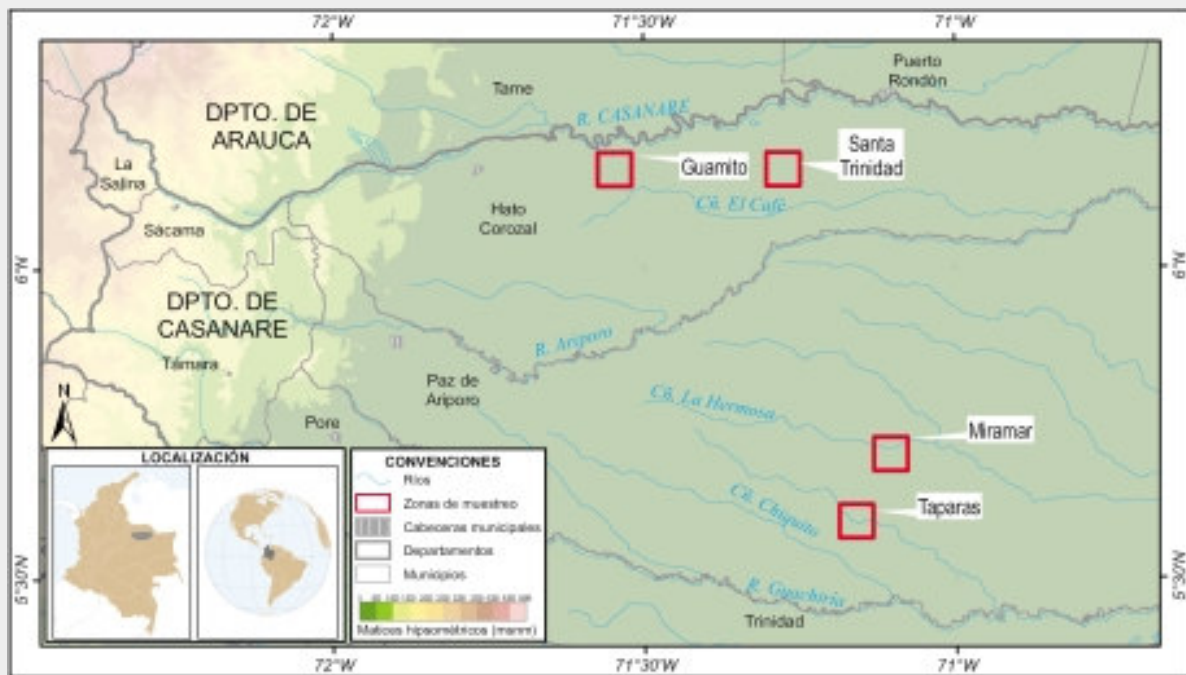


Figura 1 Ubicación de las cuatro zonas de muestreo en los municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo

Clima

El sistema de Holdridge establece los tipos de clima a partir de la precipitación, la temperatura y la altitud; según este sistema, Paz de Ariporo y Hato Corozal se clasifican dentro del clima cálido húmedo en algunas zonas y como cálido seco en otras (Holdridge 1967).

El régimen pluviométrico es monomodal, presentando un periodo de intensas lluvias y otro de intensa sequía (Figura 2). La época seca va de diciembre a marzo y se caracteriza por una disminución pronunciada de la precipitación, alcanzando tan sólo el 10% del total de lluvias anuales, con un promedio de 21,6 mm mensuales, siendo enero el mes más seco. La época lluviosa va desde abril hasta noviembre con un promedio de 245,4 mm y disminuye a 220,6 mm en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Las máximas precipitaciones se presentan en junio y julio, con valores que alcanzan promedios mensuales cercanos a los 450 mm. En promedio, los valores de precipitación anual oscilan entre 1.500 y 2.500 mm.

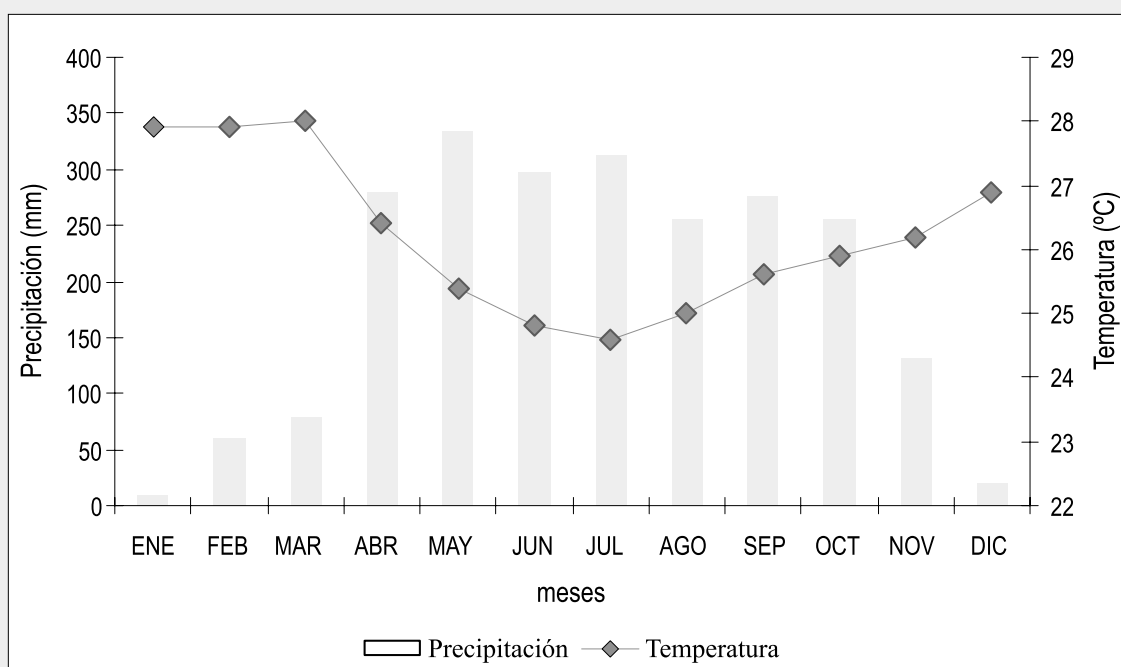


Figura 2 Datos anuales de precipitación y temperatura. Estación meteorológica El Yopal (Casanare).
Fuente: Ideam 2004

La humedad relativa en el municipio de Paz de Ariporo varía entre 70 y 90%; este parámetro climático presenta sus menores valores mensuales en los meses de la época seca, con valores mínimos en enero y febrero. En general, es posible concluir que predomina el ambiente húmedo con una estación seca corta.

La temperatura promedio es de 26°C, pero varía entre 27,5°C en las partes más bajas y 25°C en los sectores más elevados, como consecuencia de las diferencias de altitud. Los valores de temperatura son relativamente uniformes a lo largo del año; los más altos se presentan durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, con un promedio de 27,9°C, esta temperatura desciende gradualmente hasta el mes de julio (25,4°C) para luego ascender nuevamente con temperaturas promedio de 27,5°C durante los meses de septiembre, octubre y noviembre (Ideam 2004)

Por su ubicación, el área de estudio está sometida a los vientos Alisios que soplan del noreste. Sin embargo, la compleja orografía del país y el contraste mar - tierra en las costas, hace que se formen vientos locales y de mesoescala. En el municipio de Paz de Ariporo, se observan circulaciones de vientos bastante definidas en el transcurso del año, las cuales están directamente influenciadas por los Alisios, siendo los del noreste los de mayor incidencia; éstos soplan más intensamente durante

los meses de verano. Las velocidades promedio registradas a nivel regional están entre los 2 y 3 m/s, con máximas de hasta 6 m/s. Estos vientos son, en parte, los responsables de la fuerte sequedad en el verano (Alcaldía de Paz de Ariporo 2000).

En resumen, los meses más secos y a la vez más calientes corresponden al primer trimestre y último bimestre del año. Esta situación determina dos épocas climáticas bien definidas: la de invierno con fuertes aguaceros, que provocan grandes inundaciones en las partes bajas, y la época de verano con una mínima precipitación, exposición solar alta y fuertes vientos. La altura, relieve, extensión territorial, acción de los vientos Alisios y locales son los determinantes de estas dos épocas climáticas (IGAC 1976).

Suelos

El área de estudio corresponde al bioma de tipo Anfibioma Arauca-Casanare, ecosistemas de llanura aluvial de ríos andinenses (Romero *et al.* 2004), caracterizado por planicies bajas y ríos meándricos cuyos caudales fluctúan fuertemente según la estación; de acuerdo con el origen y evolución de los suelos, en los municipios de estudio, se encuentran suelos relativamente jóvenes o poco evolucionados, pertenecientes a los órdenes de los Entisoles, Inceptisoles y Andisoles, principalmente. Estos suelos corresponden a la llanura aluvial de desborde y el macrorrelieve planoconvexo con pendientes máximas de 3%, da como resultado suelos superficiales, limitados por la presencia del nivel freático fluctuante, ya que sufren encharcamientos durante la época de lluvias (IGAC 1976).

Son suelos de baja fertilidad, de reacción muy ácida, saturación de bases mediana y contenido de fósforo bajo. El desarrollo de estos suelos ha sido a partir de sedimentos aluviales pleistocénicos transportados desde la cordillera Oriental. Las texturas son de medias a finas, predominando las primeras en los suelos de rebordes de caños y ríos, y las finas en los bacines y bajos.

El IGAC (1999), definió las unidades de suelo del municipio de Paz de Ariporo a partir de cinco unidades fisiográficas dominantes: altiplanicie, lomerío, piedemonte, planicie y valle. Las características principales de cada una se describen a continuación:

- Suelos de altiplanicie: Son en general, bien drenados, desaturados, muy fuertemente ácidos y de baja a muy baja fertilidad.
- Suelos de lomerío: Caracterizados por tener texturas finas, presentan desaturación, acidez y baja fertilidad. En algunos casos son fuertemente ácidos.

- Suelos de piedemonte: Se desarrollan suelos desde bien drenados hasta mal drenados, dependiendo del origen del material parental (aluvial o coluvial); son suelos con fertilidad moderada.
- Suelos de planicie: Caracterizados por ser de ácidos a fuertemente ácidos y con baja a muy baja fertilidad, así como pobremente drenados.
- Suelos de valle: Caracterizados por ser desde bien drenados a mal drenados, de superficiales a muy superficiales, de ácidos a fuertemente ácidos y por poseer fertilidades de muy pobres a moderadas.

Vegetación

El área de estudio corresponde al anfibioma de Arauca – Casanare, región denominada fisiográficamente como la Orinoquia mal drenada. Dentro de esta categoría pertenece a la formación vegetal de sabana inundable estacionalmente o de llanura aluvial de desborde, caracterizada por procesos de inundación en periodos de seis a ocho meses (Romero *et. al.* 2004). Según Etter (2001) la zona posee pedobiomas de la Amazonia y helobiomas llaneros del zonobioma del bosque húmedo tropical. Su vegetación está caracterizada por comunidades de *Theobroma-Oxandra-Iriartea-Mauritia* en el paisaje de bosque alto denso (BAD) de las llanuras de inundación de ríos andinos de aguas blancas. Comunidades vegetales de *Andropogon-Leersia-Manilkara-Hymenaea-Pseudolmedia* en el mosaico de sabanas inundables y bosques de la llanura de desborde, *Paspalum-Andropogon-Byrsonima-Curatella* en las sabanas con arbustos de los médanos y comunidades vegetales de *Andropogon-Mesosetum* en las sabanas inundables de la llanura eólica.

Para el municipio de Hato Corozal, los biomas son orobiomas andinos, pedobiomas llaneros y helobomas de la Amazonia del zonobioma del bosque húmedo tropical. Las comunidades vegetales más características son las de *Theobroma-Oxandra-Iriartea-Mauritia* que conforman los paisajes de bosque alto denso de las llanuras de inundación de ríos andinos de aguas blancas. La comunidad de *Andropogon-Leersia-Manilkara-Hymenaea-Pseudolmedia* en el paisaje de mosaico de sabanas inundables y bosques de la llanura de desborde, comunidad de *Andropogon-Mesosetum* en las sabanas inundables de la llanura eólica, comunidad de *Cedrela-Dendropanax* en los bosques húmedos subandinos, *Trachypogon-Andropogon-Curatella* en las sabanas no inundables del piedemonte (Etter 1999).

Tenencia y manejo de la tierra

En el Casanare la forma de apropiación de la tierra se dio tanto por propiedad ancestral indígena, como por asignaciones a españoles y criollos en la Conquista y Colonia, recompensas a integrantes del ejército libertador, posesión por colonos de otras regiones y asignaciones hechas por el Estado en

programas de colonización, respaldados por títulos de propiedad. Actualmente la zona corresponde a grandes extensiones de sabanas, con propietarios que han adquirido las propiedades por herencia. Cada finca, denominada hato, tiene una extensión que varía entre 2.000 y 9.000 ha (Alcaldía de Paz de Ariporo 2000). La fase de campo de los estudios presentados en esta publicación fue realizada en hatos ganaderos de propiedad privada, con títulos de propiedad adquiridos por herencia.

La legalización de las distintas formas de apropiación es bastante incompleta en relación con el área total del municipio. Esta informalidad incide directamente en aspectos como la imposibilidad de acceso a programas y recursos, las dificultades en la negociación de tierras, los conflictos y el acceso a créditos para proyectos productivos. En total el IGAC (1990) reporta 1.920 propiedades en el municipio de Hato Corozal, de las cuales 1.100 son urbanas y las restantes (820) rurales, de las cuales 720 son de propiedad privada (Alcaldía de Hato Corozal 2000).

La principal ocupación de la población residente corresponde a labores de ganadería extensiva donde se utilizan principalmente pastos naturales y, en menor medida, algunos pastos mejorados como el puntero (*Hyparrhenia rufa*). Esta actividad es la más importante en las épocas denominadas “vaquerías”, donde las prácticas más comunes son el marcaje del ganado, la despitonada y la separación por sexos para ceba. En cuanto a la producción lechera, el sistema no genera excedentes de leche representativos para el mercado por los niveles de producción que se tienen. La mayoría de los hatos producen en baja cantidad, debido a las dificultades de conservación y transporte, por lo tanto, son productos para autoconsumo y comercialización a nivel veredal (Alcaldía de Hato Corozal 2000).

La agricultura, tipo subsistencia, es mínima y se circunscribe a las vegas de los ríos y caños y a las topocheras. Los cultivos de pancoger más comunes son el plátano topocho, hartón, maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*) y café (*Coffea* sp.). No existe ninguna práctica agronómica. Algunos frutales como mango, guanábana, mamoncillo y cítricos se siembran en las cercanías de las casas, pero en muy baja abundancia. Para el llanero no es muy atractiva la idea de cultivar y realizar las actividades que ello demanda, ya que la considera una actividad que demanda mucha mano de obra, y además se asume como una labor que desentona con un legado ancestral (trabajo de llano), que ha recibido el llanero desde la cuna. Además existen dificultades de transporte (pocas vías) y comercialización (carencia de centros de acopio) para los productos (Alcaldía de Hato Corozal 2000).

La práctica más comúnmente utilizada por los colonos al establecer sus hatos ganaderos o sus zonas de cultivos es tumbar el bosque y quemarlo. Por lo general se destruye la vegetación arbórea y arbustiva, sin ningún interés comercial, sólo en procura de terrenos para cultivos de subsistencia.

Las sabanas son incendiadas durante el verano, exclusivamente con el objeto de provocar renuevos de retoños de las gramíneas naturales para hacerlas más palatables para el ganado. En lo referente a la agricultura, después de tumbar y quemar el bosque se siembra para lograr cosechas de regulares rendimientos. Después de esto, generalmente estos terrenos se dedican a la ganadería.

Aunque la tierra pertenece a ganaderos o terratenientes que poseen grandes extensiones de sabanas, en los últimos años, principalmente en Hato Corozal, la tierra se ha ido subdividiendo por herencias y cada vez los hatos son más pequeños, lo cual puede llegar a ser perjudicial en el sentido de que esta situación aumenta la presión sobre los ecosistemas debido al incremento de pobladores y a un necesario aumento en las cabezas de ganado para que las fincas sigan siendo productivas. Sin embargo, una de las tendencias poblacionales y productivas que se reportan por parte de los pobladores locales es la disminución de ganado en la zona debido a que las Autodefensas cobran una suma de dinero o “vacuna” por cada cabeza de ganado y por lo tanto, para los ganaderos resulta demasiado costoso tener grandes cantidades de reses. La vacuna que los ganaderos deben pagar a las Autodefensas (llamados localmente “macetos”) es de 8.000 pesos por cabeza de ganado al año (en el año 2003). Según conversaciones con personas de la región, algunos ganaderos utilizan las ganancias provenientes de la explotación ilegal de chigüiro para pagar las vacunas a los grupos al margen de la ley.

Comunidades locales

Los campesinos llaneros se constituyen como una sociedad bastante heterogénea. Desde sus inicios se han subdividido en función de la tenencia de los medios de producción, de su organización y de los procesos económicos, políticos y sociales que han condicionado su distribución y forma de trabajo. Es así como algunos de ellos se convirtieron en míticos terratenientes de grandes extensiones de tierra y de ganado, otros se establecieron en caseríos con algunas reses que pastaban en sabanas comunales, mientras otros se enlistaron en los numerosos grupos de trabajadores estacionales contratados en los hatos para realizar el llamado “trabajo de llano” (Sánchez en prensa)

Por las condiciones de vida de la población rural, más del 70% de la población del municipio de Hato Corozal se encuentra en situación de extrema pobreza. Es decir, tienen más de dos necesidades básicas insatisfechas. Con respecto al área urbana, el 66% está en el estrato 2, el 28% en el 1 y el 6% en el 3. Esta situación está ligada principalmente a los bajos ingresos que no les permiten acceder a servicios y mejores condiciones de vida, a la falta de fuentes de empleo y a la alta dependencia al sector agropecuario, afectado por una crisis que viene de tiempo atrás (Alcaldía de Hato Corozal 2000).

En cuanto a la comunidad rural, son básicamente campesinos dedicados a actividades de ganadería. Son pocos los dueños de hato que están en la zona, y por lo tanto, los que permanecen ahí son trabajadores contratados de manera permanente o temporal. Por lo general, en cada hato hay una familia que consta del encargado del hato, la esposa, que es a la vez la cocinera y los hijos menores de 6 años. Los hijos mayores son enviados a estudiar a las cabeceras municipales. Suele haber también uno o dos trabajadores jóvenes o “mensuales”. En cuanto a los niveles de escolaridad, se encontró que la mayoría de los habitantes de la zona, alcanzan tan sólo la educación básica primaria (50%).

La densidad poblacional es baja en la zona y hay una gran cantidad de población fluctuante que depende principalmente de los trabajos disponibles a lo largo del año. Durante el invierno disminuye la población y permanecen en el hato sólo el encargado acompañado por lo general de uno o dos trabajadores (o mensuales), mientras que en el verano llegan trabajadores de las cabeceras municipales a unirse al “trabajo de llano” que consiste en lavar, marcar, vacunar, purgar y fumigar el ganado.

2. Selección de las zonas de muestreo

Para realizar los estudios sobre densidad (Capítulo 1), estructura (Capítulo 3), ecosistemas asociados y comportamiento (Capítulo 5) de las poblaciones silvestres de chigüiros se seleccionaron cuatro zonas de muestreo, dos en el municipio de Paz de Ariporo y dos en el municipio de Hato Corozal. En el caso de los otros componentes de la investigación, el área de estudio se especifica en el capítulo respectivo. Cada zona de muestreo se definió por un área cuadrada de 3.600 ha, las cuales suman en total 14.400 ha efectivas de muestreo (Figura 1).

El procedimiento utilizado para seleccionar estas zonas de muestreo fue el siguiente. Se analizó, con el apoyo de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica del Instituto Humboldt, una imagen de satélite Lansat ETM de la zona, con una escala de 1:50.000, tomada durante la época seca (febrero 16 de 2001). La clasificación de las coberturas se realizó mediante la combinación de las bandas 3, 4 y 5 y la constatación en campo de sitios seleccionados. Se diferenciaron ocho tipos generales de cobertura a los cuales se les asignó un nombre según observaciones de campo y se agruparon en los siguientes cuatro grupos:

- Bosque: denso, ripario y secundario
- Sabana: Sabana pastizal y Sabana rabo de zorro
- Agua: Cuerpo de agua y Suelo inundado
- Suelo desnudo: áreas descubiertas de vegetación o que en la imagen se muestran cubiertas por nubes

Con base en la clasificación preliminar de la cobertura, se procedió a montar de manera aleatoria una grilla con cuadrados de 3.600 ha (6 km x 6 km) sobre la imagen satelital. A cada una de estas áreas cuadradas se le dio el nombre de “ventana” o “zona de muestreo” y se calcularon para cada una de ellas las proporciones de cada tipo de cobertura.

Se seleccionaron cuatro ventanas o zonas para realizar los muestreos según los siguientes criterios:

- Basados en el conocimiento previo acerca de los requerimientos de hábitat de la especie, las zonas de estudio seleccionadas tuvieron al menos el 2% de bosque y el 2% de agua, es decir, las zonas escogidas incluyeron los tres tipos de hábitat necesarios para la permanencia de los chigüiros: sabana, bosque y agua (Barreto y Herrera 1998).
- Se seleccionaron zonas que tuvieran diferencias en la composición del paisaje, es decir, que presentaran proporciones diferentes de cada tipo de cobertura.
- Se concertó con los dueños de los hatos las facilidades logísticas para acceder a los sitios.

Finalmente, se seleccionaron cuatro zonas de muestreo (Figura 1) cuya ubicación geográfica se presenta mediante los cuatro puntos cardinales que la definen:

Tabla 1 Ubicación geográfica de las zonas de muestreo

Municipio	Zona	Norte	Oeste
Hato Corozal	Guamito	06° 11' 02"	71° 30' 58"
		06° 07' 48"	71° 34' 12"
		06° 07' 48"	71° 30' 58"
		06° 11' 06"	71° 34' 12"
	Santa Trinidad	06° 10' 59"	71° 17' 56"
		06° 10' 59"	71° 14' 42"
		06° 07' 44"	71° 17' 56"
		06° 07' 44"	71° 14' 42"
Paz de Ariporo	Miramar	05° 43' 30"	71° 07' 44"
		05° 43' 26"	71° 04' 30"
		05° 40' 12"	71° 04' 30"
		05° 40' 16"	71° 07' 44"
	Las Taparás	05° 37' 01"	71° 11' 02"
		05° 36' 58"	71° 07' 48"
		05° 33' 43"	71° 07' 48"
		05° 33' 43"	71° 11' 02"

La composición de coberturas de cada zona de muestreo muestra que el área de Santa Trinidad es la que menor porcentaje de agua contiene, mientras que la zona de Guamito es la que presenta una mayor proporción de bosque (Tabla 2).

Tabla 2. Composición por tipos de coberturas de las zonas de muestreo escogidas

Cobertura	Hato Corozal		Paz de Ariporo	
	Guamito	Santa Trinidad	Taparas	Miramar
Agua	17,80%	2,30%	11,50%	10,70%
Sabana	41,00%	80,10%	75,00%	74,60%
Bosque	38,20%	16,20%	13,00%	14,40%

Bibliografía

- Alcaldía de Paz de Ariporo. 2000. Plan de Ordenamiento Territorial; documento interno, Departamento de Planeación. 321 p.
- Alcaldía de Hato Corozal. 2000. Plan de Ordenamiento Territorial; documento interno, Departamento de Planeación
- Barreto, G. & E. Herrera. 1998. Foraging patterns of capybaras in seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 87-98
- Etter, A. 2001. Puinawai y Nukak. Caracterización ecológica de dos reservas Nacionales Naturales de la amazonía colombiana. IDEADE.
- Gobernación del Casanare. 2000. <http://www.casanare.gov.co/> (On line) [F. consulta: 20060309]. F. actualización: 2006/01/10.
- Holdridge L.R. 1967. Life zone ecology. Trop.Sci. Center, San José. Costa Rica.
- Ideam. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2004. <http://www.ideam.gov.co/> (On line). [F. consulta: 20060309]. F. actualización: 2006/01/10.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia - Amazonia (ORAM) Colombia. Análisis geográficos No. 27-28. 373 pp.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1976. Estudio general de suelos de los municipios de Hato Corozal, Paz de Ariporo y Pore, Intendencia del Casanare. Bogotá.
- Romero M., Galindo G., Otero J y Armenteras D. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia. 189p.
- Sánchez, L. En prensa. Caracterización de los grupos humanos rurales de la cuenca hidrográfica del Orinoco en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C.

Evaluación del tamaño y densidad de poblaciones silvestres de chigüiros en el departamento del Casanare

Aldana-Domínguez Juanita y Ángel-Escobar Dafna Camila

1



RESUMEN

Se evaluó la abundancia y densidad de poblaciones silvestres de chigüiros en dos municipios del Casanare, durante las épocas seca y lluviosa y se probaron dos metodologías para esto: el censo directo en los hábitats considerados aptos para la especie y el muestreo a lo largo de transectos lineales.

Se encontró que en el municipio de Paz de Ariporo hay poblaciones grandes de chigüiros con densidades de 4,11- 2,22 ind/ha, siendo posible diseñar un proyecto piloto de manejo de cosechas sustentado con información ecológica que permita hacer seguimiento a la sostenibilidad del aprovechamiento. En contraste, en el municipio de Hato Corozal las poblaciones son muy bajas con densidades de 0,11-0,14 ind/ha, siendo necesario implementar mecanismos para su recuperación.

La densidad poblacional está determinada por las condiciones del hábitat y por la historia de cacería que han soportado las poblaciones silvestres. El manejo que cada población requiere para su conservación depende del estado en el cual se encuentra cada una en particular. Por esta razón es importante establecer una línea base con parámetros poblacionales que permitan guiar las decisiones de manejo.

Introducción

En las sabanas de la Orinoquia colombiana, el chigüiro es considerado como una plaga que compite con el ganado por los pocos forrajes que permanecen en el verano. Esta situación, sumada a la demanda venezolana de carne seca y salada, estimada en alrededor de 120.000 a 150.000 individuos por año, que es abastecida por el comercio ilegal proveniente de Colombia (CCI 2002), ha favorecido que se realicen grandes matanzas de chigüiro en los departamentos de Arauca y Casanare, dando como resultado la drástica disminución de las poblaciones silvestres

(Hernández-Camacho *et al.* 1983). Sin embargo, en los últimos años se ha reconocido el potencial económico que esta especie representaría en caso de ser explotada sosteniblemente y dentro del marco legal. El aprovechamiento sostenible del chigüiro en el medio natural podría llegar a ser una opción productiva para las sabanas inundables de la Orinoquia frente a acelerada expansión de la frontera agropecuaria tecnificada, que modifica los ecosistemas naturales, poniendo en riesgo la conservación de las especies y sus hábitat (Aldana-Domínguez y Ladino 2006).

Estas dos miradas contrastantes sobre la especie han influido sobre el estado de las poblaciones de chigüiros, produciendo, por una parte, poblaciones muy disminuidas que han sido objeto del constante aprovechamiento ilegal y destructivo, y por otra, poblaciones muy abundantes con el potencial de ser aprovechadas legalmente.

Ante la problemática de conservación que presentan las poblaciones silvestres de chigüiros es necesario establecer reglas de manejo acordes con la situación en la que se encuentra cada población en particular. Así, en términos generales, en el manejo de vida silvestre se opta por aumentar el tamaño poblacional cuando se trata de especies raras o amenazadas, disminuir el tamaño poblacional cuando se trata de especies consideradas plagas o invasoras y mantener en un nivel deseado las poblaciones que son aprovechadas (Lancia *et al.* 1994).

En el caso del chigüiro se presentan las tres situaciones, dependiendo de las características ambientales y de la historia de caza del área en particular, por lo cual es necesario establecer la abundancia poblacional como línea base para entender la dinámica de las poblaciones y guiar las decisiones de manejo para cada población. En este trabajo se estimaron la abundancia (número de individuos) y densidad (número de individuos/hectárea) de poblaciones de chigüiros en cuatro zonas diferentes del Casanare, durante las épocas lluviosa y seca y se probaron dos metodologías para dicha estimación.

Metodología

Se utilizaron dos metodologías para evaluar la abundancia y densidad poblacional con el objetivo de comparar los resultados y su utilidad para el monitoreo de las poblaciones que serán manejadas para su recuperación y/o aprovechamiento sostenible.

En total se evaluó un área de 14.400 ha, divididas en cuatro zonas de muestreo: dos ubicadas en Hato Corozal (Guamito y Santa Trinidad) y dos en Paz de Ariporo (Miramar y Taparas). Cada zona de muestreo fue un área cuadrada de 3.600 ha (Ver descripción más detallada en área de estudio).

Se realizaron tres salidas de campo para la captura de la información primaria. Las dos primeras correspondieron a la época seca de 2003 (primera salida del 4-20 de febrero, segunda salida del 3-17 de abril) y la tercera salida a la época lluviosa de 2003 (8-20 de septiembre).

En la época seca se evaluaron las cuatro zonas de muestreo mediante las dos metodologías propuestas. Mientras que en la época lluviosa, por problemas de orden público que hicieron necesario la salida del equipo de trabajo de la zona, sólo fue posible evaluar dos zonas mediante muestreos en transectos lineales y ninguna mediante censos.

1. Censos directos

Por un lado, se realizaron censos directos en los hábitats considerados aptos para la especie tales como las orillas de los caños y lagunas (Ojasti

1973) y en las zonas donde los pobladores locales (o vaquianos) sugerían la presencia de los animales, como grietas (ver más adelante, Foto 6), pozos petroleros (Foto 7) y pozos artificiales (Foto 11) para proveer de agua al ganado. En cada una de las cuatro zonas de muestreo, se seleccionaron previamente, con la ayuda de un mapa de coberturas vegetales y con el conocimiento de los vaquianos, los lugares para realizar los censos. El equipo de trabajo, constituido por tres personas, se movilizó a caballo durante las horas de la tarde (15:00-18:00 horas) en busca de chigüiros. Cuando se encontraba una manada de chigüiros, se registraba el número de la manada, el número total de chigüiros y el número de animales pertenecientes a cada categoría de tamaño (adultos, juveniles y crías); esto último con el fin de evaluar la estructura poblacional (Capítulo 3).

El censo en los hábitats aptos (definidos por Ojasti en 1973 como las zonas cercanas a los cuerpos de agua) es una metodología que ha sido ampliamente utilizada para contar chigüiros, y por lo tanto la continuación de su uso es importante para hacer comparaciones con otros estudios. El esfuerzo invertido en la realización de los censos fue distinto en cada zona de muestreo, pues dependió directamente de la extensión del hábitat apto en cada una. Se asume que mediante este método se cuentan todos los chigüiros presentes en una zona. Por lo tanto, la abundancia de chigüiros en cada zona corresponde al número total de animales contados en el censo y la densidad poblacional corresponde al número de animales contados, dividido por el área de la zona de estudio.

2. Muestreo a lo largo de transectos lineales

Por otro lado, se hizo un muestreo de las poblaciones mediante el conteo directo por medio de transectos lineales (Buckland *et al.* 2001). En cada zona de muestreo se realizaron recorridos siguiendo cinco transectos paralelos, dispuestos en forma sistemática, de 6 km de largo cada uno y separados 1 km uno de otro. Es decir, en cada zona de muestreo de 3.600 ha se recorrieron en total 36 km lineales. Se tuvo en cuenta que los transectos fueran perpendiculares a los ríos y cañadas que en esta zona corren en dirección occidente-oriente. Para realizar el muestreo, tres observadores se desplazaron a caballo a lo largo de los transectos en busca de chigüiros, cuando encontraban una manada continuaban desplazándose sobre el transecto hasta que la línea imaginaria que une a los observadores con el centro geométrico de la manada fuera perpendicular al transecto, en este punto se tomó un registro de GPS y se midió la distancia de esa línea imaginaria con un medidor láser de distancias o Range Finder (precisión ± 1 m, rango 15-500m) (Figura 1). Se tomó nota del número de la manada y del número de individuos en cada clase de tamaño. Los transectos fueron recorridos entre las 6:00 y las 15:00 horas.

Las densidades poblacionales fueron calculadas, para cada zona de muestreo, mediante el análisis matemático del número de las manadas de chigüiros detectados y de las distancias entre la manada y el transecto. El análisis de datos se realizó mediante del programa Distance 4.1 (Thomas *et al.* 2004). Este tipo de análisis ha sido ampliamente utilizado para estimar densidad y/o

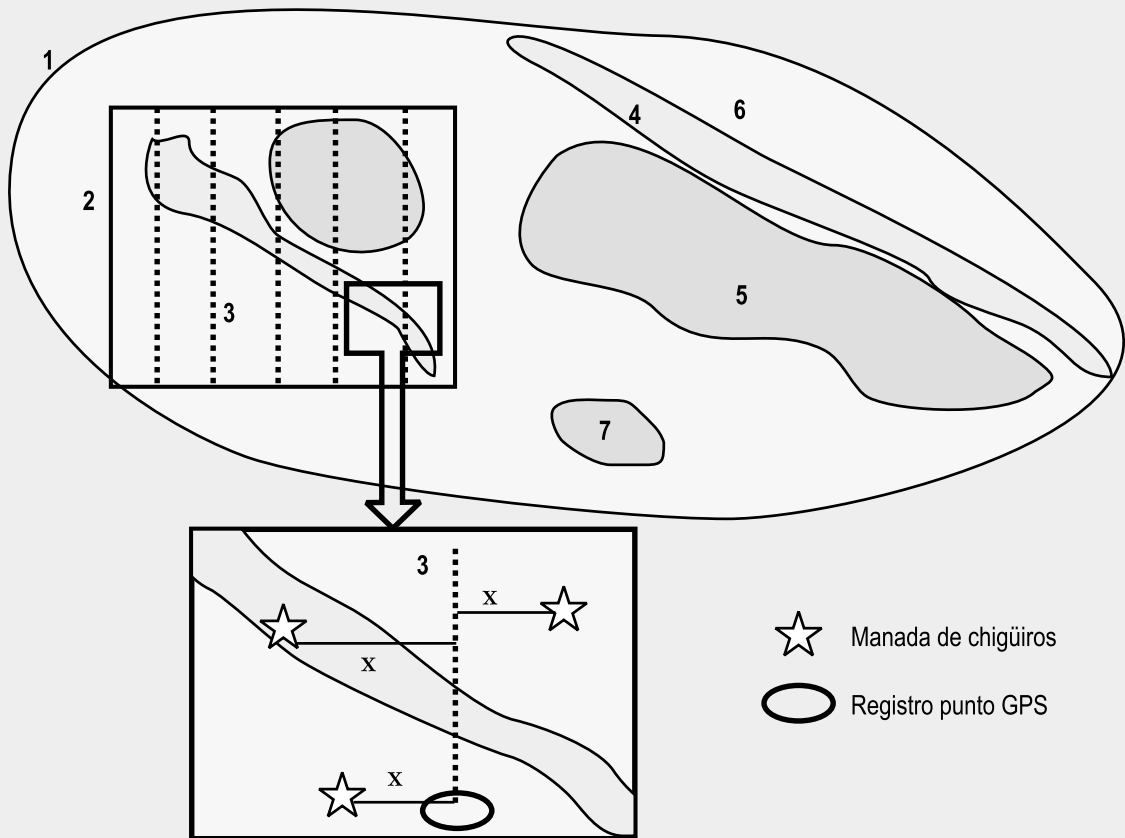


Figura 1. Esquema del método: muestreo a lo largo de transectos lineales 1. Área de estudio, 2. Zona de muestreo (3600 ha), 3. Transecto (6 km), 4. Cuerpo de agua, 5. Bosque ripario, 6. Sabana, 7. Mata de monte, x. Distancia perpendicular del transecto al centro de la manada,

abundancia de poblaciones de diversos taxa como aves, mamíferos terrestres y marinos, reptiles, insectos y plantas entre otros (Thomas *et al.* 2002). A diferencia de los censos, en esta metodología el esfuerzo de muestreo fue igual en las cuatro zonas y se evaluó toda el área de éstas y no solamente los hábitats considerados aptos.

Los análisis de la información obtenida por medio del muestreo en transectos lineales, estiman no sólo la densidad poblacional y la abundancia en cada zona, sino que también

estiman el tamaño medio de las manadas y la densidad de manadas por zona. Adicionalmente, proveen información sobre los coeficientes de variación de cada parámetro estimado.

A continuación se explican los principios básicos, supuestos y parámetros estimados, sin pretender hacer una explicación detallada del método, sino más bien con el ánimo de darle al lector las bases para entender los resultados. Se sugiere consultar la bibliografía específica para profundizar en el tema (Buckland *et al.* 2001).

a. Principios básicos

Los datos de distancias perpendiculares son utilizados para calcular la función de detección $g(x)$, la cual representa la probabilidad de detectar una manada de chigüiros a una distancia X del transecto. Este método se basa en que a medida que aumenta la distancia al transecto, la probabilidad de observar los chigüiros va disminuyendo ($g(\infty) = 0$) mientras que la probabilidad de observar una manada de chigüiros sobre el transecto es igual a 1 ($g(0) = 1$), es decir que esta función va decreciendo a medida que la distancia va aumentando. Para hacer los análisis, se requiere establecer una distancia perpendicular máxima o distancia de truncamiento (w), mas allá de la cual no se tienen en cuenta los datos.

El programa Distance 4.1, ajusta los valores de distancias perpendiculares a distintos modelos matemáticos para hallar $g(x)$. Cada modelo de ajuste está compuesto por dos funciones: la **función clave** que puede ser una función: media normal, uniforme, exponencial negativo o proporción al azar (hazard rate) y la **serie de expansión**, que puede ser una función: coseno, polinomial simple o polinomial hermético.

Para escoger entre los distintos modelos matemáticos disponibles para calcular $g(x)$ se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC) escogiéndose el modelo que menor AIC produzca.

b. Supuestos

- El transecto debe ser ubicado de forma aleatoria con respecto a la distribución de los animales.

- Los animales sobre el transecto son detectados siempre, es decir que $g(0)=1$.
- Los animales son detectados en su posición inicial, es decir, antes de que se muevan a causa de la presencia del investigador.
- Las medidas tomadas en campo (distancias perpendiculares, tamaño de la manada) son exactas

c. Parámetros estimados

f(0): el valor de la función de probabilidad de densidad $f(x)$ evaluada a 0 distancia.

p: probabilidad de observar una manada a un área definida

ESW: ancho efectivo de transecto

DS: densidad estimada de manadas (número de manadas de chigüiros por hectárea)

ES: tamaño medio de la manada estimado (número de chigüiros por manada)

D: densidad estimada de individuos (número de individuos por hectárea)

N: número estimado de chigüiros en 3.600 ha

Resultados y discusión

Inicialmente se presentan los resultados del análisis del muestreo en transectos lineales y los censos y luego se comparan los resultados de densidad y abundancia poblacional en las cuatro zonas de muestreo, en las épocas seca y lluviosa y mediante los dos métodos.

Todos los modelos que se ajustaron a las curvas de la función de detección fueron: mitad normal-coseno.

Los resultados globales del análisis de los muestreos en transectos lineales se muestran en la Tabla 1

Tabla 1. Análisis de los muestreos en transectos lineales programa DISTANCE 4.1.

	Hato Corozal			Paz de Ariporo		
	Guamito		S Trinidad	Taparas	Miramar	
	época seca	época lluviosa	época seca	época seca	época seca	época lluviosa
Esfuerzo: longitud de 5 transectos (km)	30.8	30.7	30	29.3	28.9	29.3
Número de muestras: # transectos	5	5	5	5	5	5
Amplitud: distancia de truncamiento (m)	250	300	250	250	250	250
Número de observaciones: # manadas	12	17	16	61	77	116

El tamaño estimado de las manadas (ES) fue menor en las zonas que presentaron bajas densidades de chigüiros (Tabla 2). También se encontraron diferencias en el tamaño de las manadas entre la época seca y lluviosa en la zona que presentó mayores abundancias (Miramar). En esta zona el tamaño de las manadas en la época seca fue el doble de lo registrado en la época lluviosa. Esto se debe a que en la época seca se agrupan diferentes manadas en cercanías de los cuerpos de agua, grietas, pozos petroleros y demás lugares que conservan el agua. A la vista del investigador estas diferentes manadas constituyen un solo grupo que comparte el reducido hábitat; sin embargo, ante la perturbación producida por las personas al acercarse, los chigüiros huyen en diferentes grupos y direcciones dando la impresión de ser manadas distintas. Esta misma

situación fue reportada en Venezuela como asociaciones veraneras de diferentes manadas de chigüiros (Ojasti 1973) Fotos 10, 17.

Llaman la atención los elevados coeficientes de variación de las estimaciones de densidad y abundancia poblacional. Esto puede estar relacionado con la distribución agregada de las poblaciones, lo cual hace que exista una gran variación de estos parámetros entre los diferentes ecosistemas y por lo tanto, en las estimaciones de estos parámetros por transecto. Los mayores coeficientes de variación se reportan en Guamito, zona donde se presentó la densidad poblacional más baja y donde el número de manadas varió mucho de transecto a transecto. Por ejemplo en la época lluviosa en un transecto se registraron 10 manadas, mientras en otro sólo se registró una.

Comparación de las cuatro zonas de muestreo

Para comparar las abundancias poblacionales en las cuatro zonas de muestreo, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en la época seca, pues sólo en esta época se cuenta con datos para todas las zonas (Tabla 2, datos resaltados en negrilla).

Las mayores abundancias de chigüiros se encontraron en las dos zonas de muestreo ubicadas en el municipio de Paz de Ariporo en comparación con las dos zonas de Hato Corozal. Los dos métodos muestran estas mismas diferencias (Tabla 2).

Las diferencias de abundancias encontradas en las poblaciones de chigüiros en Hato Corozal y Paz de Ariporo responden a diferencias tanto de las condiciones del hábitat disponible para la especie como a diferencias en la presión de cacería que se presenta en estos dos municipios.

En general, el hábitat apto para el chigüiro fue menos extenso en las dos zonas de Hato Corozal que en las de Paz de Ariporo.

En el municipio de Hato Corozal, la baja abundancia de chigüiros en Santa Trinidad puede estar asociada a la baja proporción de agua presente (Tabla 2, Área de estudio). En la época seca la disminución de los cuerpos de

Tabla 2. Resultados de los censos (última fila) y análisis de los muestreos en transectos lineales: parámetros evaluados y coeficiente de variación (%). $f(0)$: función de probabilidad de densidad $f(x)$ evaluada a 0 distancia, p : probab. de observar una manada en un área definida, ESW ancho efectivo de transecto (m), DS: densidad estimada de manadas (# manadas/hectárea), E(S): tamaño medio de la manada (# chigüiros/manada), D: densidad estimada de chigüiros (# chigüiros/hectárea), Ne: número estimado de chigüiros en cada área de estudio (# chigüiros), N: número de chigüiros contado en el censo.

	Hato Corozal						Paz de Ariporo					
	Guamito				Sta Trinidad		Taparas		Miramar			
	época lluviosa		época seca		época seca		época seca		época seca		época lluviosa	
	Parámetro	c.v. (%)	Parámetro	c.v. (%)	Parámetro	c.v. (%)	Parámetro	c.v. (%)	Parámetro	c.v. (%)	Parámetro	c.v. (%)
F (0)	0,015	20	0,017	22	0,012	19	0,006	11	0,011	11	0,015	9
P	0,22	20	0,23	22	0,34	19	0,6	11	0,36	11	0,26	9
ESW	66,5	20	57,4	22	84,0	19	150,8	11	89,5	11	64,2	9
DS	0,02	55	0,03	28	0,032	26	0,07	24	0,15	18	0,31	14
E (S)	3,35	34	3,34	62	5,33	46	32,11	15	26,52	36	13,34	9
D	0,14	64	0,11	67	0,17	53	2,21	28	3,95	40	4,11	17
Ne	502	64	409	67	609	53	7 975	28	14 205	40	14 797	17
N			393		1 633		7 587		8 334			

agua, causada por la escasez de tapas (diques o pozos artificiales), disminuyó el hábitat disponible para el chigüiro. En esta zona, los chigüiros se encontraron confinados a las pocas zonas de barro que aún quedaban en los caños con bosque y en el río Chire, única fuente que permanece con abundante agua en esta época.

En Guamito, perteneciente también al municipio de Hato Corozal, la baja abundancia de chigüiros puede estar relacionada con una mayor proporción de bosques y sabanas en procesos avanzados de sucesión vegetal donde los chigüiros se refugian durante la mayor parte del día, pudiendo pasar inadvertidos algunos animales durante los conteos. Los pobladores locales comentan que en esta zona “las sabanas no se están cuidando bien”, es decir, que no se han realizado quemas controladas que mantengan la sabana abierta, pues queda poco ganado debido al conflicto armado.

En contraste, en las zonas ubicadas en Paz de Ariporo se registró una mayor abundancia de chigüiros, lo cual puede estar relacionado con un paisaje predominado por sabanas con proporciones altas de agua y relativamente bajas de bosque en comparación con las dos zonas de Hato Corozal (Tabla 2, Área de estudio)

En las Taparas, los chigüiros se encontraron asociados a los bosques riparios y a las pocas cañadas que conservan agua en el verano. Los animales que fueron vistos en medio de la sabana, se encontraron en grietas (Foto 6) o cañadas sin ningún tipo de vegetación, las

cuales tenían algo de agua, barro (Foto 17) o estaban completamente secas; en este último caso los chigüiros usaban la sombra.

Según los pobladores de la zona, los chigüiros son los responsables de la existencia de algunas de estas grietas, pues acostumbran a revolcarse en los pozos de agua haciendo huecos por los cuales empieza a correr el agua cuando llueve, y con el paso del tiempo, estos canales se van profundizando hasta formar cañadas de más de un metro de profundidad. Esta actividad le confiere al chigüiro la propiedad de “especie modificadora del hábitat”, lo cual la hace una especie importante dentro del ecosistema, pues genera las condiciones apropiadas para otras especies como babillas y aves que se agrupan en las grietas que contienen agua en el verano. Según otras opiniones, estas grietas pueden ser paleocausas (Otero J. 2004 com pers). Sea su origen la acción de un animal o procesos geológicos, estas áreas son muy utilizadas por los chigüiros en la época seca.

También se observaron chigüiros en medio de pajonales (Foto 4) formados principalmente por el pasto víbora (*Imperata brasilensis*). En estos tipos de vegetación los chigüiros se refugian en las horas calurosas del medio día y son muy difíciles de detectar, pues permanecen inmóviles inclusive ante el paso de los caballos.

En Miramar, se encontró la población más numerosa de chigüiros; esto está relacionado con la presencia de las siguientes unidades de paisaje que son muy utilizadas por los animales:

- a. El caño Mata Negra que carece de vegetación, pero posee en algunos tramos agua; el caño tiene tres brazos en los cuales había grupos de chigüiros a todo lo largo. En este lugar los chigüiros compartían el hábitat con marranos mañosos (asilvestrados) en busca de agua, barro y sombra.
- b. El estero El Mangón cubierto por pasto carretero (*Hyparrhenia rufa*), una hierba de porte bajo que permanece verde en el verano debido a que el suelo se mantiene con una delgada capa de agua gracias a una tapa (dique) que ayuda a conservarla. En este hábitat se encuentran chigüiros y caballos compartiendo el alimento.
- c. Una mata de monte llamada Mata Negra, bosque aislado en medio de la sabana con árboles de más de 20 m de altura de matapalo (*Ficus* sp.), madroño (*Carcinia* sp), guanábana (*Annona muricata*) y palmas, entre otros. Posee cuerpos de agua debido a la existencia de una tapa (dique) que represa el agua en el invierno. En este sitio se encuentra una gran cantidad de aves como espátulas (*Ajaia ajaja*), jamucos (*Anhima cornuta*) y nidos de garzón soldado (*Mycteria americana*)

Las condiciones del hábitat en las zonas de muestreo de Hato Corozal son más difíciles y restrictivas en términos de agua, mientras que las de Paz de Ariporo cuentan con más lugares aptos para la especie.

Adicionalmente a las características del hábitat, los resultados están relacionados con la presión de cacería que han sufrido las poblaciones de cada municipio. Las zonas evaluadas en Paz de Ariporo, donde están ubicados Taparas y Miramar, hacen parte de una gran propiedad que está constituida por varios hatos (fincas) ubicados en la zona que localmente se conoce como las “sabanas brayeras”. En esta zona, según cuentan los vaquianos, se cazaron 25 000 chigüiros hace aproximadamente diez años; desde entonces la orden del dueño de las tierras fue la de proteger los animales y no dejarlos cazar. Así mismo, en zonas aledañas a este municipio, ha ocurrido un proceso de control de la cacería desde hace seis años, con el objetivo de realizar un aprovechamiento legal y sostenible de la especie. Como ejemplo de lo anterior, en el Hato La Esperanza la población de chigüiros aumentó de 500 individuos en el año 2.000 a 3.000 individuos en el 2003 (Eduardo Martínez 2003 com pers).

En contraste, en las zonas de muestreo en el municipio de Hato Corozal, la caza furtiva no ha sido controlada, produciendo una reducción marcada de las poblacionales. Durante los muestreos de campo se identificaron varios “cementeros de chigüiros” (Foto 23), nombre local dado a las zonas donde se acumulan los restos (huesos y piel) de varios animales aprovechados ilegalmente. Así mismo los pobladores locales aseguraron que la abundancia de los chigüiros disminuyó notablemente entre los años 2000 y 2004.

La diferencia en el comportamiento de los chigüiros en los dos municipios estudiados demuestra también la diferencia en la historia de caza; mientras que en Paz de Ariporo es posible acercarse a los animales, en Hato Corozal éstos son huidizos y corren ante la cercanía de los caballos y personas.

Las densidades reportadas en Miramar (4,11-3,95 ind/ha) son las más altas reportadas para esta especie en comparación con otras poblaciones:

En Colombia en la zona de Caño Limón Arauca, se han reportado densidades de 1,07 a 0,87 ind/ha (Aldana-Domínguez *et al.* 2002).

En Venezuela la densidad media en los llanos de Apure es de 0,01 ind/ha (Ojasti 1970); sin embargo, en algunas zonas se concentran los animales: en el hato Santa María en sabanas con manejo se han reportado densidades de 0,32 ind/ha^{1*} (Szeplaki 1995), en el hato El Frío se han reportado densidades de 2,1 a 1,8 ind/ha en algunos sectores del hato (Cordero y Ojasti 1981) y de 0,34 ind/ha (Herrera 1992); en el hato La Trinidad Ojasti (1973) reportó densidades de 0,09-2.08 ind/ha . En Brasil se han reportado densidades de 0,015 ind/ha (Mourão y Campos 1995) y 0,07 ind /ha (Alho *et al.* 1986).

Comparación de las densidades poblacionales en las épocas seca y lluviosa

Para hacer esta comparación se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos mediante los muestreos en transectos lineales en las zonas de Miramar y Guamito, por ser estas las zonas en las cuales se obtuvieron datos para las dos épocas climáticas.

La densidad de chigüiros aumentó al pasar de la época seca (febrero-abril 2003) a la lluviosa (septiembre 2003) en las dos zonas de muestreo (Tabla 3). Sin embargo, el aumento fue proporcionalmente mayor en Guamito (21%) que en Miramar (4%).

Este aumento de la densidad poblacional puede deberse a diversos factores, por ejemplo durante la época seca las poblaciones de chigüiros presentaron una distribución agregada mientras que durante la época lluviosa la distribución fue dispersa. Esta condición puede afectar los conteos, pues en la época seca los chigüiros permanecen cerca de los cuerpos de agua, algunos de los cuales se encuentran bordeados de bosques riparios que en algunas zonas alcanzan hasta 1 km de ancho y esto dificulta el conteo.

1 Cálculos a partir de los datos reportados por el autor sobre números de animales contados y la extensión del hato

Tabla 3. Densidades poblacionales (número de chigüiros/ha) en dos áreas de muestreo durante las épocas seca y lluviosa. Método: muestreo en transectos lineales

Hato Corozal		Paz de Ariporo	
Guamito		Miramar	
época seca	época lluviosa	época seca	época lluviosa
0,11	0,14	3,95	4,11

También es probable que durante la época seca los chigüiros se hayan desplazado a áreas donde la oferta de agua fuera mayor que en las zonas estudiadas, produciendo una disminución en la abundancia poblacional durante la época seca. Al inundarse la sabana, la oferta de agua aumentó en las áreas evaluadas, lo que probablemente ocasionó un nuevo movimiento de los animales. Sin embargo, para comprobar esta posible explicación es necesario, primero evaluar la disponibilidad del recurso agua en las áreas evaluadas y en las áreas circundantes y segundo llevar a cabo el estudio de telemetría para conocer los movimientos estacionales de los animales.

En estudios poblacionales realizados en Colombia y Venezuela donde se evaluaron poblaciones de chigüiros en épocas climáticas contrastantes, se reporta que la densidad de aumenta en la época seca debido a que los animales se concentran alrededor de los pocos cuerpos de agua permanentes (Ojasti 1973, Perea y Ruiz 1977, Jorgenson 1986, Mones y Ojasti 1986). Consideramos que esto es cierto pero únicamente si se toma en cuenta el hábitat

apto para la especie (cercano a los cuerpos de agua, según la definición de Ojasti 1973) pero no cuando se toma en cuenta un paisaje donde hay distintos elementos como cuerpos de agua, sabanas y bosques. Resultados similares a los encontrados en el presente estudio, se reportaron en Caño Limón, Arauca, donde la mayor abundancia poblacional se registró en la época lluviosa (Aldana-Domínguez *et al.* 2002).

Comparación de los dos métodos utilizados

Las dos metodologías empleadas arrojaron resultados similares en cuanto a la densidad y abundancia de las poblaciones, mostrando mayores poblaciones en Paz de Ariporo y menores en Hato Corozal (Tabla 2).

Sin embargo, cada metodología aporta información diferente y complementaria. El método del muestreo mediante transectos lineales permitió evaluar sistemáticamente toda el área de estudio y no sólo una porción de ésta, como sucede en el método del censo. La evaluación sistemática de toda el área permitió

identificar sitios importantes para los chigüiros en medio de sabanas abiertas que hubieran pasado desapercibidos en el censo. Este fue el caso de un pozo petrolero ubicado en la zona de Taparas que tenía piscinas de agua en las cuales se registraron aproximadamente 350 chigüiros (Foto 7). Este tipo de evaluación permitió también determinar la distribución espacial de la población, haciendo posible delimitar las zonas de mayores y menores abundancias (Aldana Domínguez *et al.* en prensa). Adicionalmente por medio de los transectos lineales es posible establecer los límites de confianza de los parámetros estimados (como abundancia y densidad poblacional), proporcionando de esta forma una estimación del error o la confiabilidad de las estimaciones.

La metodología del censo es más sencilla y práctica pues se basa en la facilidad de ubicar a los animales en cercanías del agua y ha sido utilizada en la mayoría de estudios sobre poblaciones silvestres de chigüiros (Ojasti 1973, Cordero y Ojasti 1981, Jorgenson 1986, Alho *et al.* 1989) haciendo posible las comparaciones con otras investigaciones. El censo en los hábitats aptos sólo es factible hacerlo durante la época seca, ya que sólo en esta época se concentran los chigüiros alrededor de los cuerpos de agua, y como se mostró en la sección de comparación de las épocas climáticas, en la época lluviosa se registró un mayor número de animales (Tabla 3); así que es importante contar con un método de muestreo que permita hacer estimaciones poblacionales en la época lluviosa, como lo es el muestreo en transectos lineales.

Conclusiones

Las poblaciones de chigüiros varían en su abundancia y densidad poblacional de un lugar a otro según la condición del hábitat y la presión de cacería. Por esto es importante no extrapolar los resultados de un área a otra y evaluar individualmente cada población que vaya a ser aprovechada.

Las poblaciones de chigüiros evaluadas en Hato Corozal se encuentran disminuidas y requieren de acciones para su recuperación donde se contemple, entre otras cosas, el control del tráfico ilegal y el manejo del agua para evitar sequías extremas que llevan a la mortandad de los animales.

En las áreas evaluadas en Paz de Ariporo es factible establecer un plan de aprovechamiento sostenible de la especie que sea adaptativo y se base en el monitoreo de información poblacional para ajustar los regímenes de manejo.

La abundancia poblacional varía de una época climática a otra, siendo en la época lluviosa cuando se registran los mayores tamaños poblacionales. Esto plantea la necesidad de tener en cuenta esta dinámica temporal en las evaluaciones poblacionales ya que en la época lluviosa se registra un mayor número de animales; los conteos rara vez son realizados en esta temporada debido a que grandes extensiones de sabana se inundan y el acceso y tránsito por el territorio es restringido.

Los resultados de cada metodología son diferentes en los números estimados de animales, siendo esto un inconveniente para tener certeza en el establecimiento de cuotas de aprovechamiento. Sin embargo, los órdenes de magnitud de los estimadores se mantienen dando información útil para definir el tipo de manejo que requiere cada

población. Por estas dos razones, las metodologías propuestas y puestas a prueba deben utilizarse no para establecer con exactitud el tamaño poblacional, sino para generar una línea base que permita hacer seguimiento a las decisiones de manejo y establecer un protocolo de monitoreo que permita hacer ajustes en el tiempo.

Bibliografía

- Aldana-Domínguez J., Forero-M.J., Betancur J. y Cavelier J. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*: Rodentia, Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2):445-458 pp.
- Aldana-Domínguez J. y Ladino E. 2006. El caso del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). pp 95-97. En: Correa H.D., Ruiz S.L. y Arévalo L.M. (eds). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/ 2005-2015-Propuesta técnica. Bogotá, D.C. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia, Bogotá, D.C. Colombia. 330 p.
- Aldana-Domínguez J, Ángel-Escobar D.C. y G. Ramírez. En prensa. Evaluación de la abundancia, densidad y distribución geográfica de poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal Casanare: resultados fase 1 y 2.
- Alho C J., Campos Z.M. & Goncalves H. C. 1986. Ecología de populacao de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) em condicoes naturais. En: Congresso Brasileiro de Zoologia, 13, Cuiaba. Resumos. Cuiaba: Sociedade Brasileira de Zoologia. Universidade Federal de Mato Grosso. p.221.
- Alho C J., Campos Z.M. y Goncalves H. C. 1989. Ecology, social behavior and management of the Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the Pantanal of Brazil. pp 163-194. In: Redford K.H. & Eisenberg J. F. (eds). 1989. Advances in Neotropical Mammalogy. Sandhill Crane Press, Gainesville. USA.
- Buckland S. T., Anderson D. R., Burnham K. P., Laake J. L., Borchers D. L. & Thomas L. 2001. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, New York. New York. USA. 432 p.
- CCI Corporación Colombia Internacional 2002. Caracterización de la demanda internacional de los productos y subproductos del chigüiro e identificación de posibilidades para la exportación del chigüiro producido en el departamento del Casanare. Informe sin publicar. Bogotá. Colombia. 27p.
- Cordero A. G. & Ojasti J. 1981. Comparison of capybara populations of open and forested habitats. *Journal of Wildlife Management*. 45(1): 267-271 pp.
- Herrera E. 1992. Growth and dispersal of capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the llanos of Venezuela. *Journal of Zoology (London)*. 228:307-316.
- Hernández-Camacho J., Pachón J. E. y Rodríguez J. V. 1983. Evaluación de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los hatos Brasília, Guamito, La Aurora, La Borra, El Danubio, La Veremos, y Mapurisa, municipio de Hato Corozal, Casanare. Informe presentado a Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA. Bogotá. Colombia. 48p.

- Jorgenson J.P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capibaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1(1): 31-40.
- Lancia R. A., Nichols J. D. & Pollock K. H. 1994. Estimating the number of animals in wildlife populations. pp 215-253. In: Bookhout. T. A. (ed). 1994. Research and management techniques for wildlife and habitats. Maryland, USA.
- Mourão G. & Campos Z. 1995. Survey of broad-snouted caiman *Caiman latirostris*, marsh deer *Blastocerus dichotomus* and capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* in the area to be inundated by Porto Primavera Dam, Brazil. *Biological Conservation* 73 (1): 27-31.
- Mones A. & Ojasti J. 1986. *Hydrochaeris hydrochaeris*. *Mammalian Species*. 264: 1-7.
- Ojasti J. 1970. Fauna silvestre produce. pp. 275-294, en *La ciencia en Venezuela 1970*. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Ojasti J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 275 p.
- Perea, J. y Ruiz S. 1977. Organización social y hábitos territoriales del chigüiro. Trabajo de grado para optar al título de biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 206 p
- Szeplaki E. O. 1995. Manejo del chigüire (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en hatos del llano venezolano. Pp 13-14. II cursillo de manejo de fauna y zootecnia. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ).
- Thomas L., Buckland S. T., Burnham K.P., Anderson D.R., Laake J. L., Borchers D.L. and Strindberg S. 2002. Distance Sampling. Pp 544-552. In: El-Shaarawi A.H and Piegorsch W.W. (ed). *Encyclopedia of environmetrics*. Volume 1. John Wiley & Sons, Ltd, Chinchester. United Kingdom
- Thomas L., Laake J.L., Strindberg S., Marques F.F.C., Buckland S.T., Borchers D.L., Anderson D.R., Burnham K.P., Hedley S.L., Pollard J. H. and Bishop J.R.B. 2004. DISTANCE 4.1. Release 2. Research Unit for wildlife population assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

Aplicación de la fotografía aérea digital y la videografía para la estimación de las poblaciones del chigüiro en los Llanos Orientales de Colombia, departamento del Casanare

Mulligan Mark, Jarvis Andrew, Burke Sophia y Aldana-Domínguez Juanita

2



RESUMEN

Estimar el tamaño poblacional total de una especie de animal en una región es complicado y potencialmente costoso; sin embargo, estos datos son muy importantes para analizar el estado de las poblaciones y poderlas manejar mejor. La fotografía y la videografía aérea se aplicaron con el propósito de probar su utilidad en la estimación de las poblaciones del chigüiro en los Llanos Orientales de Colombia, y para contribuir a una mejor comprensión de las asociaciones entre las poblaciones del chigüiro y su hábitat. En septiembre del 2001 y marzo del 2003 se sobrevoló el área en avioneta y se tomaron imágenes a una altitud promedio de 200 a 250 metros. La videografía y la fotografía digital fueron analizadas para contabilizar las poblaciones de chigüiros y las condiciones de su hábitat, integrando dicha información en Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el programa ArcView GIS.

Los chigüiros se encontraban altamente concentrados en la zona; se contaron más de 2000 individuos en el año 2003. Se registraron un total de 1.700 chigüiros en un área muestreada de 156 ha, representando una densidad de casi 11 chigüiros por hectárea. Las asociaciones con el hábitat y el Índice Normalizado de la Diferencia de la Vegetación (NDVI, sigla en inglés) fueron analizados para extrapolar estos registros en áreas más grandes.

En general, la fotografía aérea a una baja altitud posibilitó captar imágenes en las cuales los chigüiros pudieron ser claramente identificados, aún en ambientes complejos. Estas imágenes proveen información valiosa sobre las preferencias de hábitat y dinámicas de grupo. Sin embargo debido a la naturaleza altamente concentrada de las poblaciones de chigüiros y la limitada cobertura espacial de la fotografía aérea de alta resolución, las estimaciones regionales de la abundancia total de las poblaciones fueron difíciles de determinar con certeza.

Introducción

Es muy difícil estimar la densidad y distribución de una población de animales en áreas grandes, especialmente cuando las poblaciones se encuentran concentradas en ciertos hábitats

que cambian temporalmente de acuerdo con la estacionalidad de la zona (Coops y Catling 2002). Muestreos puntuales en ciertos sitios pueden dar muy buenas aproximaciones acerca

de la densidad poblacional en un sitio y momento determinado, pero extrapolar del punto a la región es casi imposible si no se poseen muchos datos auxiliares. El uso de conteos aéreos para estimar la distribución espacial de poblaciones de mamíferos es ahora un método común y existen muchos ejemplos de la aplicación de tales metodologías para proveer información básica para afinar planes de manejo de poblaciones (Samuel *et al.* 1987; Neal *et al.* 1993; Coops y Catling 2002). Específicamente para chigüiros, no han sido aplicadas estas tecnologías de videografía, pero hay un caso del uso de datos geográficos para estimar la distribución geográfica de densidad de población de acuerdo con un análisis de hábitat (de Barros Ferraz *et al.* 2006).

La meta del presente estudio fue probar la capacidad de la fotografía y videografía aérea digital para contar poblaciones de chigüiros en los Llanos Orientales de Colombia. Específicamente, los objetivos fueron: adquirir, digitalizar y georeferenciar la fotografía y videografía digital para la identificación de los chigüiros, contar los chigüiros utilizando dichos datos para estimar el tamaño poblacional y analizar las asociaciones entre poblaciones de chigüiros y tipos de hábitat.

Metodología

Toma de imágenes

Las imágenes fueron tomadas a través de sobrevuelos en una avioneta de 4 a 6 sillars. En septiembre del 2001 (época lluviosa) una

combinación de video digital (Canon™ XM1 DV) y foto digital (Kodak™ DCS490c con 350 MB PC Card disk) fue empleada para la toma de imágenes. Se usó un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS, sigla en inglés) llamado *Trimble Asset Surveyor* para registrar la ubicación de cada imagen, y un GPS *Garmin 12XL* como sistema de respaldo y para guiar al piloto. El GPS *Trimble* fue conectado a una antena externa la cual fue montada en el techo de la avioneta. Para poder bajar las imágenes durante el vuelo se tuvo a disposición un computador portátil. Así mismo, dos observadores registraron manualmente el número de animales cuando se observaron grupos grandes de chigüiros. La cámara fotográfica fue activada por un cronómetro diseñado especialmente para permitir la toma de cuadros en un intervalo predeterminado, de acuerdo con la altitud y la velocidad del vuelo. La cámara de video fue conectada a un GPS generador de código de tiempo para la sincronización de los cuadros de video y los datos GPS. Un visualizador fue usado para tener una vista desde varios ángulos en la recolección de los datos de video, y para ayudar al piloto a ubicar la avioneta por encima de los grupos de chigüiros.

En los vuelos realizados en septiembre de 2001 no se contaba con una placa de visualización en el piso de la avioneta; entonces las cámaras estaban suspendidas de un soporte acolchado antivibración desde el costado de la avioneta (a la que se le quitó la puerta). Por la posición de la cámara, que sobresalía por fuera del cuerpo de la avioneta, se produjeron muchas turbulencias al volar, las cuales a su vez produjeron baja

calidad de las imágenes (desenfoque) y daños al equipo fotográfico. Se hicieron esfuerzos para reducir el efecto de la turbulencia, incluyendo el uso de solamente una cámara y la construcción de una cubierta protectora aerodinámica, pero el problema no pudo ser controlado.

En marzo de 2003 (época seca) se contó con una avioneta con ventana en el piso. Desafortunadamente, esta avioneta tenía el exhosto en la parte de adelante y esto causó polución para las cámaras (y los pasajeros) en el vuelo. A pesar de todo, la calidad de imágenes fue mucho mejor con esta avioneta.

Para cubrir la mayor área que fuera posible, fue diseñada una configuración diferente de las cámaras en 2003, en la cual la video cámara digital grabó una franja central y dos cámaras fotográficas digitales (cada una con 512 MB de tarjeta flash instalada) fueron ubicadas diagonalmente para grabar una amplia franja para cada lado de la franja central. Las cámaras fueron puestas anguladas, de forma que permitieran una pequeña sobreposición con la franja central.

Con esta configuración se obtuvieron resultados satisfactorios, los cuales permitieron la recopilación de imágenes de video digital de alta calidad, georreferenciables para la incorporación en Arcview y el análisis de relaciones chigüiro-hábitat, mientras algunas vistas de áreas más grandes (no mosaicables por los ángulos de las cámaras) fueron hechas por las dos cámaras Nikon, asegurando que todos los chigüiros pudieran ser contados.

Las imágenes de video fueron tomadas desde varias alturas, pero la altura promedio para las tomas de video fue de 341 msnm (203 metros por encima de la superficie). Esto significa que las imágenes de video cubren, en promedio, un área de 147 m por 184 m, con una resolución espacial (tamaño de píxel) de 25,6 cm.

Las fotos digitales fueron tomadas desde una altitud promedio de 390,3 msnm, un promedio de 253 metros sobre el terreno, dando a las imágenes un área de 166 m por 222 m y una resolución de 10,9 cm.

Extracción de imágenes

Las fotos digitales fueron marcadas con su respectivo tiempo de captura (hh:mm:ss), a través del cual se cruza la referencia con el GPS *Trimble* para dar precisión a la georreferencia. La extracción de tomas de video para todos los momentos cuando los chigüiros estuvieron presentes fue hecha manualmente, utilizando *Adobe Premiere* versión 7. Cada video fue visto cuidadosamente y todos los cuadros con chigüiros presentes fueron extraídos manualmente, teniendo cuidado en evitar la sobreposición entre las imágenes. Estas fueron convertidas a archivos Tiff individuales desde el original DV-Avi (25 mbps cuadro completo, video extraído). Como las grabaciones de video tienen 25 cuadros por segundo, 24 de éstos fueron borrados para obtener un cuadro por segundo, para cada minuto cuando los chigüiros habían sido observados.

Georreferenciación de imágenes

La georreferenciación fue realizada asociando la marca del tiempo de la foto digital y cuadros de video digitales con la marca del tiempo más cercano del registro-por- segundo del GPS *Trimble*, teniendo en cuenta la diferencia exacta de tiempo entre los relojes de cada cámara y el reloj del GPS para la toma de fotos de la pantalla del GPS, y trasladando la marca de tiempo de estas fotos con la marca de tiempo por el GPS. Este valor da la coordenada del punto central de la imagen; las coordenadas de las esquinas de la imagen fueron determinadas con un generador GCP (Punto de Control de la Superficie) diseñado especialmente, el cual utiliza información de las características focales de la cámara y la altitud de la avioneta (del registro del GPS) para determinar el tamaño de la imagen en el terreno. Los archivos GCP fueron usados con una herramienta de georreferenciación de Arcview para importar las imágenes.

Conteos de chigüiros

Los conteos de chigüiros fueron hechos manualmente sobre las imágenes (fotos y video) por dos analistas. Una selección de las imágenes fue muestreada por ambos analistas para detectar cualquier sesgo o diferencia en el proceso de contar, y si era necesario, compensar.

La identificación de chigüiros en imágenes digitales tomó en cuenta sus siguientes atributos: El color es oscuro, negro o casi

negro en apariencia, a diferencia de las vacas, las cuales son comunes de encontrar en los Llanos, que son pálidas; los chigüiros tienen la forma de una pera, es decir, más grande en la parte de atrás; usualmente los chigüiros aparecen en grupos de al menos cuatro individuos y ocasionalmente corren cuando la avioneta se acerca, lo cual es particularmente visible en las imágenes de video.

La cinta de video fue vista a una velocidad lenta para hacer la observación, excepto cuando la avioneta estuvo volando encima de bosques densos (donde los chigüiros no pudieron ser observados). Se tuvo especial cuidado cuando la avioneta estuvo volando bajo. Cuando en el video se avistaron los animales, la cinta se miró a una velocidad muy lenta para poderlos contar. Retrocediendo y adelantando la cinta de video cuadro por cuadro, la identificación pudo ser confirmada. Los cuadros en los cuales aparecían los chigüiros de manera definida o parecida fueron extraídos para un posterior análisis. Uno de los analistas miró todos los cuadros marcados en los que quizá aparecían los chigüiros, para confirmar la identificación. Los cuadros extraídos fueron remarcados con su código de tiempo para poder ser georreferenciados en una etapa posterior.

Análisis de datos

Además del conteo de chigüiros en cada imagen, las siguientes variables fueron medidas para entender mejor los factores que afectan la distribución de los animales:

1. Las proporciones de hábitat en cada imagen usando las clases: agua, árboles aislados, bosque, suelo, sabana y otro.
2. Para cada chigüiro, las distancias:
 - i. Del chigüiro al chigüiro más cercano.
 - ii. Del chigüiro hasta el agua más cercana.
 - iii. Del chigüiro al bosque más cercano.

Los siguientes datos fueron obtenidos para realizar un análisis más profundo de las distribuciones observadas:

- (a) Modelo de Elevación Digital (DEM, sigla en inglés) con resolución de 90 m de la colección Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)
- (b) Índice Normalizado de la Diferencia de la Vegetación (NDVI, sigla en inglés) hecho cada 10 días con resolución de 1 km. del archivo AVHRR (para 1998-2002).

El propósito del análisis fue proveer un conteo total de los chigüiros en las áreas de la medición y hacer una extrapolación bruta basada en las asociaciones con el hábitat a un área mayor.

Resultados

1. Conteo de chigüiros

En las tres series de vuelos realizadas en 2001, se tomaron un total de 435 fotos, cubriendo un estimado de 4,35 km². Después de algunos vuelos, la videocámara se dañó y cinco horas de grabación no fueron útiles para el análisis.

En dos series de vuelos de 2003 se tomaron 780 fotos y se grabaron dos horas de video. Se extrajeron manualmente 455 tomas de video en los cuales aparecían chigüiros. Estas imágenes cubrieron un estimado de 12,35 km²; sin embargo, la base de datos completa de video es probable que alcance a cubrir un área del orden de 72 km².

En 2001 se tomó una muestra de un área más amplia, mientras que en 2003 la muestra se concentró alrededor de las zonas de muestreo en Santa Trinidad y Guamito en el norte de Casanare, y Taparas y Miramar en el sur de Casanare. La falla simultánea de ambos sistemas GPS causó la pérdida de grabación del GPS durante el vuelo sobre las zonas de Santa Trinidad y Guamito en 2003. Sin embargo, esto no afectó la capacidad para contar, ni los datos para analizar el hábitat, pero afectó la capacidad para georeferenciar esas imágenes.

Los conteos fueron hechos manualmente en las imágenes de septiembre del 2001 (época lluviosa), con una estimación sistemática desde el aire. Dos grupos principales de chigüiros fueron identificados en 2001; pero en general, muy pocos chigüiros fueron vistos. El conteo del censo aéreo de 2001 registra un total de sólo **1.675** chigüiros, concentrados en dos grupos, uno en El Algarrobo y otro en La Cigarra. Estos registros representan todos los chigüiros vistos desde las rutas de vuelo tomadas en 2001.

En marzo de 2003 (época seca), en una avioneta en mejores condiciones y con una temporada climática diferente, la fotografía aérea resultó

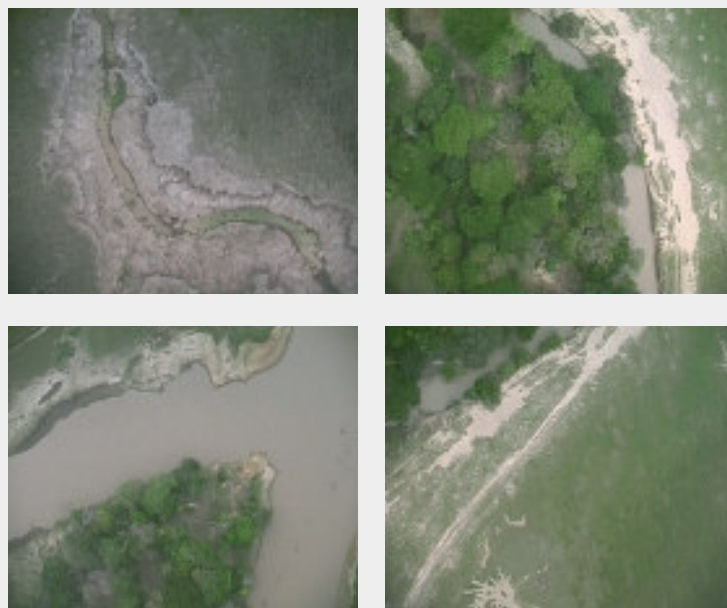


Figura 1. Tomas de video de los grupos de chigüiros. Arriba a la izquierda: agrupados en un caño. Arriba a la derecha: un pequeño grupo de chigüiros en el agua, cerca del borde del bosque. Abajo a la izquierda: se aprecian algunos chigüiros parcialmente sumergidos en el agua. Abajo a la derecha: chigüiros en pastizales cerca del agua.



Figura 2. Grupo de chigüiros de la Figura 1 (Vista ampliada).

con registros más altos y distribuciones amplias. Algunas fallas del GPS significan que solamente una proporción de la toma de imágenes es georreferenciable; sin embargo, se ha realizado el análisis de la toma completa de imágenes.

Conteos de chigüiros a partir de fotografías digitales

El número total de chigüiros observados en las fotografías fue **2.248**.

De las 745 imágenes obtenidas con buena calidad en marzo de 2003, 144 tenían chigüiros presentes, lo cual indica una densidad promedio de 16 chigüiros por foto (equivalente a 4,3 chigüiros/ha.), contando solamente las fotos donde éstos aparecían.

Conteos de chigüiros a partir de la videografía digital

En las figuras 1 y 2 se muestran algunos ejemplos de imágenes obtenidas mediante videografía digital a partir de las cuales se hicieron conteos. De las 334 tomas de buena calidad, hechas en marzo del 2003, se confirmó que en 246 aparecían chigüiros, con una densidad de 10 chigüiros por toma, de las tomas que contaban

con la presencia de chigüiros. Las imágenes de video con chigüiros que fueron contadas registran unos **2.372** ejemplares.

Por la falla del GPS, no todas las imágenes fueron georreferenciables. Por medio de las imágenes georeferenciables se pudieron contar **1.700** chigüiros en una área muestreada de 156 ha, dando una densidad de casi 11 chigüiros por hectárea para esas imágenes con chigüiros.

Ajustes al conteo total rectificando los conteos dobles

Video

Los conteos manuales dieron un total de 1.596 chigüiros en 747 imágenes tomadas de la filmación de dos días. Muchas de las filmaciones del día 2 fueron georreferenciadas, y así fue posible contar los individuos que aparecían en más de una imagen (es decir, en la sobreposición de dos imágenes). En 231 imágenes las cuales registran 1.844 individuos, habían 92 individuos (4.9%), los cuales aparecen en más de una toma. Si esta relación es la misma para el resto de imágenes (las cuales no están georreferenciadas), los conteos de video deberían ser ajustados para mostrar un total de individuos de 2.256 en lugar de 2.372, y a 1.617 en una área muestreada de 156 ha, dando una densidad de 10 chigüiros/ha.

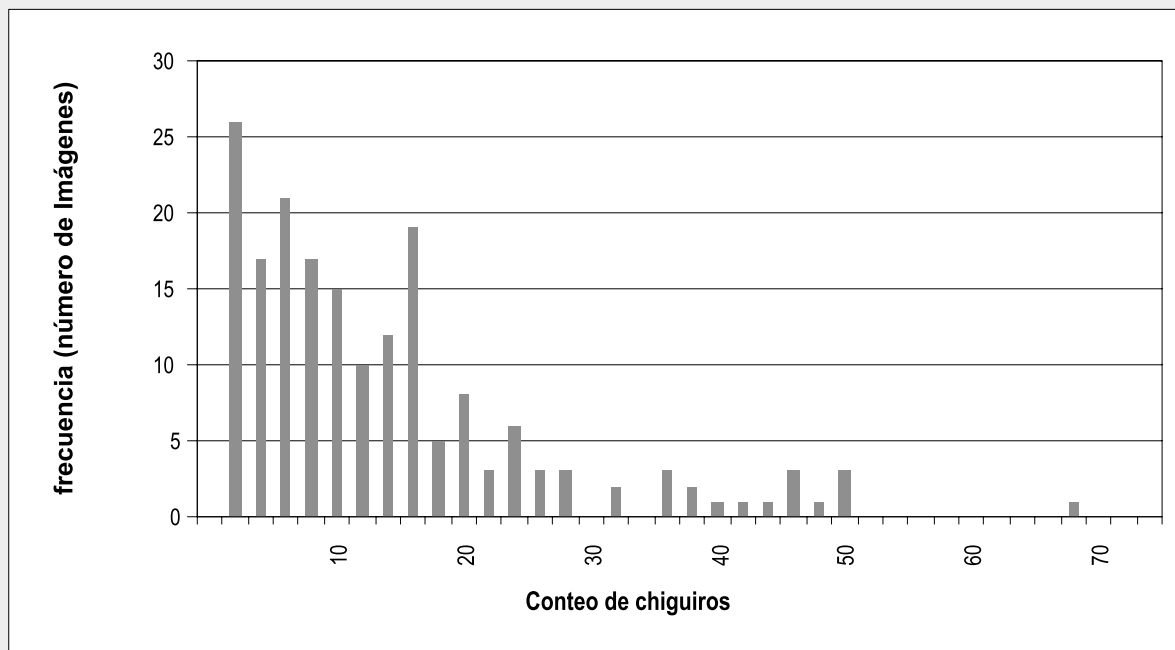


Figura 3. Distribución de frecuencia de la densidad de chigüiros

Fotos

Si la misma relación de conteo doble existe para las fotografías aéreas, entonces el conteo debería ser ajustado de 2248 a 2138 individuos. Dando una densidad de 4.1 chigüiros/ha.

Agrupación de los chigüiros

Las poblaciones de chigüiro por naturaleza son altamente agrupadas, lo cual se evidencia en el hecho de que en un gran número de fotografías y cuadros de video no aparecen chigüiros. De un total de 7.200 segundos de video, 747 (10%) tienen la presencia de algún chigüiro. En cuanto a las fotos, de 745 fotos de buena calidad, 144 (20%) tenían algún chigüiro presente. Si las trayectorias de vuelo son representativas de la distribución de los chigüiros en la región,

puede decirse que éstos ocupan entre el 10 y el 20% del área. Este valor es probablemente más cerca al valor del 10% de los datos de video, porque estas imágenes fueron grabadas sobre distancias muy largas, mientras los datos de las fotos tendieron a ser capturados solamente cuando la avioneta estaba cerca de áreas conocidas por la presencia de chigüiros.

Tanto como este agrupamiento regional, las imágenes muestran por sí mismas un amplio agrupamiento local, con muchas áreas mostrando baja densidad y otras áreas limitadas, mostrando concentraciones muy altas (Figura 3). La mayoría de imágenes tienen menos de 20 chigüiros (y muchas de estas tienen menos de 10), pero unas pocas tienen más de 50. Este patrón es similar para las fotos y las tomas de video.

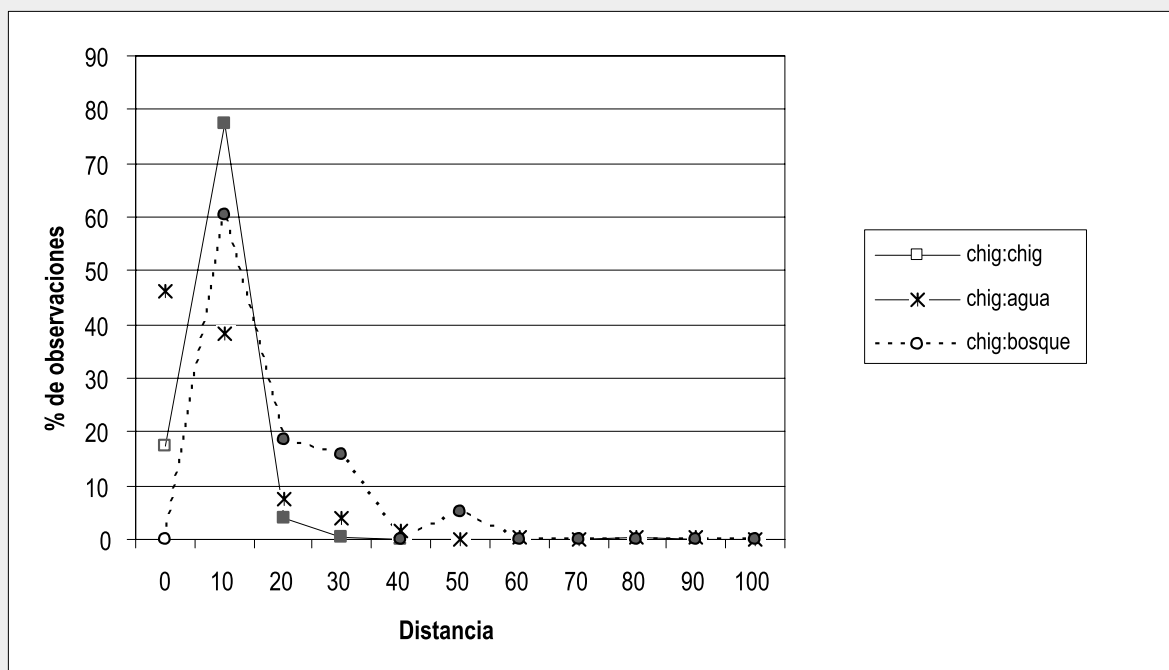


Figura 4. Distribución de la frecuencia de las asociaciones espaciales de chigüiros para las fotos. Chig= chigüiro. La distancia está en metros.

2. Asociaciones espaciales de chigüiros

La distancia promedio del chigüiro al chigüiro más cercano en las fotos es de 3,3 m (± 3.10 m), la distancia promedio del chigüiro al agua más cercana es de 6,4 m (± 7.8 m), y la distancia promedio entre un chigüiro y el bosque cubierto más cercano es de 14,5 m (± 9.3 m). Aunque las distancias son todas más pequeñas para las tomas de imágenes de video, el patrón es casi el mismo. Claramente los chigüiros son muy sociables y permanecen muy cerca al agua y a su lugar de refugio (ver la figura 4 que se refiere a las fotos, pero la situación es también similar para las tomas de video).

Las asociaciones espaciales de chigüiros dependen del tiempo. La Figura 5 muestra que la distancia entre un chigüiro y el bosque es mayor al amanecer, pero más corta en la mañana. En el medio día los chigüiros se mueven más cerca del agua. La distancia entre uno y otro se mantiene más o menos igual en el periodo de observación. Este control temporal en la selectividad del hábitat significa que un simple índice de hábitat-población debe ser aplicado con cuidado, tomando en cuenta el rango completo de los hábitat ocupados por los chigüiros observados.

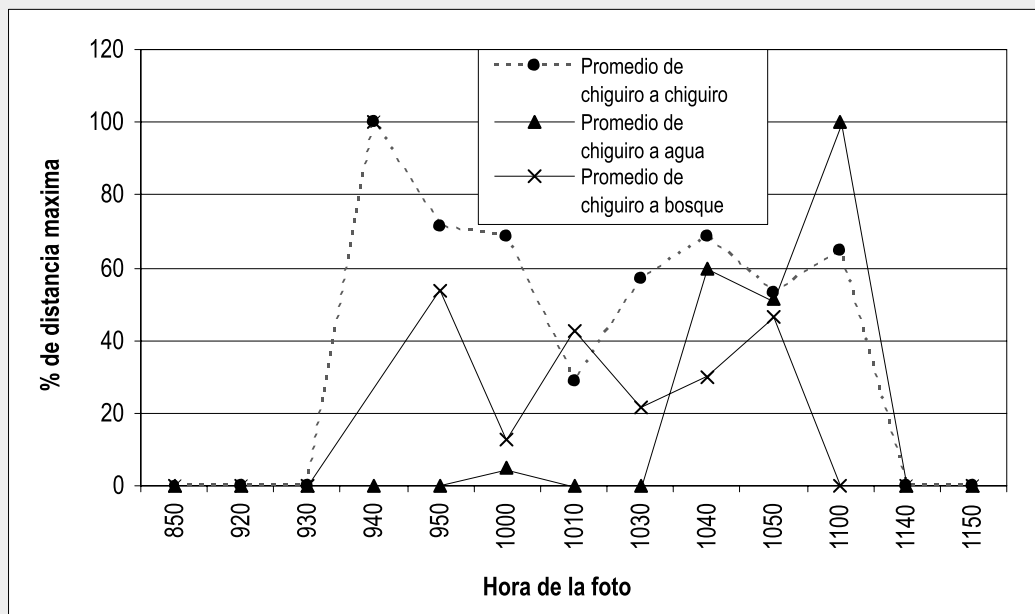


Figura 5. Cambio temporal en las asociaciones espaciales de chigüiros. Este gráfico muestra las distancias entre chigüiros, entre chigüiros y el agua y entre el chigüiro y el bosque, observados en diferentes momentos del día.

3. Asociaciones entre el hábitat y las poblaciones de chigüiros

Para cada imagen donde se realizaron conteos de chigüiros, se registró información sobre el hábitat; así fue posible examinar las asociaciones entre el hábitat y los conteos de chigüiros. En la Figura 6 es claro que áreas con mucho pasto, con pocos cuerpos de agua y poco de otros tipos de cobertura, tienen generalmente pocos chigüiros. Los grupos más grandes se encuentran en áreas con cuerpos de agua significativos y, consecuentemente, una baja cobertura de pasto. El panorama es complejo porque la presencia de cuerpos de agua implica reducciones de otros tipos de cobertura, los

cuales el agua ha inundado. En este sentido, el análisis no nos dice más que el hecho de que los chigüiros buscan agruparse en cercanías a los cuerpos de agua (particularmente en las mañanas, en las que se tomaron imágenes).

Como la distribución de la permanencia del agua es dinámica, según la temporada climática de la zona de estudio, y esta distribución también afecta significativamente la distribución de otros tipos de cobertura de suelo, estas asociaciones de hábitat no son suficientemente robustas *por sí solas* para extrapolar los conteos a áreas más grandes. Se requiere un análisis de las dinámicas temporales de la vegetación y la superficie del agua.

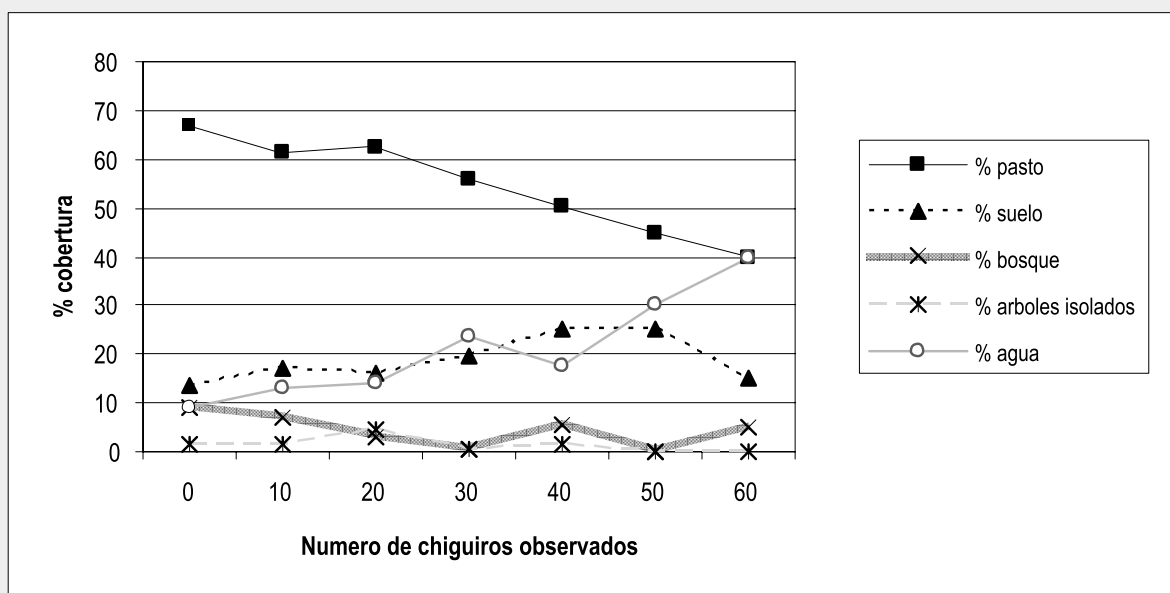


Figura 6. Asociaciones entre el hábitat y los chigüiros observados en las fotos.

4. Extrapolación de estimados de la población de chigüiros

La extrapolación de las estimaciones de densidad de poblaciones agrupadas a partir de las observaciones realizadas en corto tiempo es notoriamente difícil. A continuación hay tres maneras que serán usadas y comparadas:

- La extrapolación directa basada en área, dependiente de las densidades de población observadas en las áreas muestreadas, y asumiendo que esas densidades se repiten en algún otro lugar.
- La extrapolación regional directa como se acabó de mencionar, pero tomando en cuenta la agrupación natural de las

poblaciones y usando la proporción de imágenes con y sin chigüiros.

- Extrapolación basada en las preferencias de hábitat.

Al extrapolar es importante distinguir entre dónde son observados los chigüiros en un tiempo en particular y qué tipo de hábitat se necesita para sostenerlos. De esta manera, en el análisis del hábitat se tendrán en cuenta los patrones de amplia escala asociados a:

- La vegetación: utilizando análisis de NDVI con implicaciones para poblaciones sostenibles
- La distribución de cuerpos de agua (porque los chigüiros necesitan agua tanto como material vegetal).

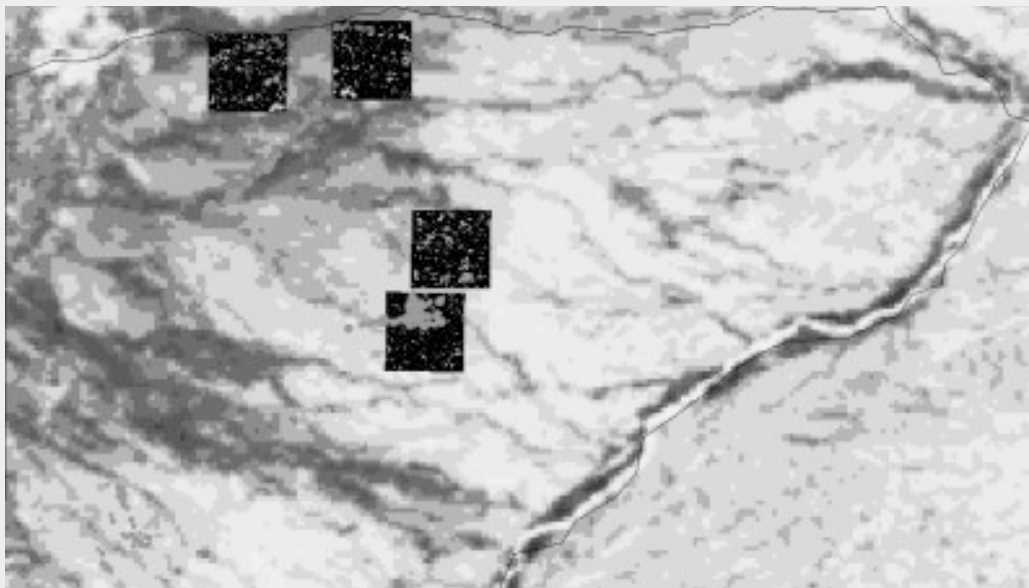


Figura 7. Imagen de un promedio de NDVI para el Casanare basado en las 137 composiciones semanales para 1998-2001, indicando las áreas de bosque y pasto. Las áreas cuadradas son: en el norte: Guamito y Santa Trinidad y en el sur: Miramar y Taparas

La variación temporal y espacial de éstos puede esperarse que afecte la distribución de chigüiros.

Extrapolación directa

El departamento del Casanare cuenta con una extensión aproximada de 52.440 km²; de éstos, unos 44.920 km² están por debajo de los 300 msnm. Extrapolando las densidades de chigüiro obtenidas a partir de los conteos en las imágenes de video (conteos ajustados según los conteos dobles), da una cifra de diez chigüiros por hectárea que multiplicados por 4'492.000 ha da un total de 44 millones de chigüiros, lo cual es claramente demasiado alto. Teniendo en cuenta la proporción de la agrupación de

chigüiros (solamente el 10% de superficie observada tiene algún chigüiro), este cálculo debería ser reducido por 90% a 4,4 millones de chigüiros, asumiendo que sus poblaciones están distribuidas más o menos en todo el departamento del Casanare (debajo 300 m), de una manera agrupada. Esta es una suposición importante porque los chigüiros muestran sus preferencias de hábitat de manera definida y es probable que se distribuyan agrupadamente dentro de toda el área.

Extrapolación por hábitat

Para apoyar la extrapolación por hábitat, se usó el Índice Normalizado de la Diferencia de la Vegetación (1km AVHRR NDVI) (<http://>

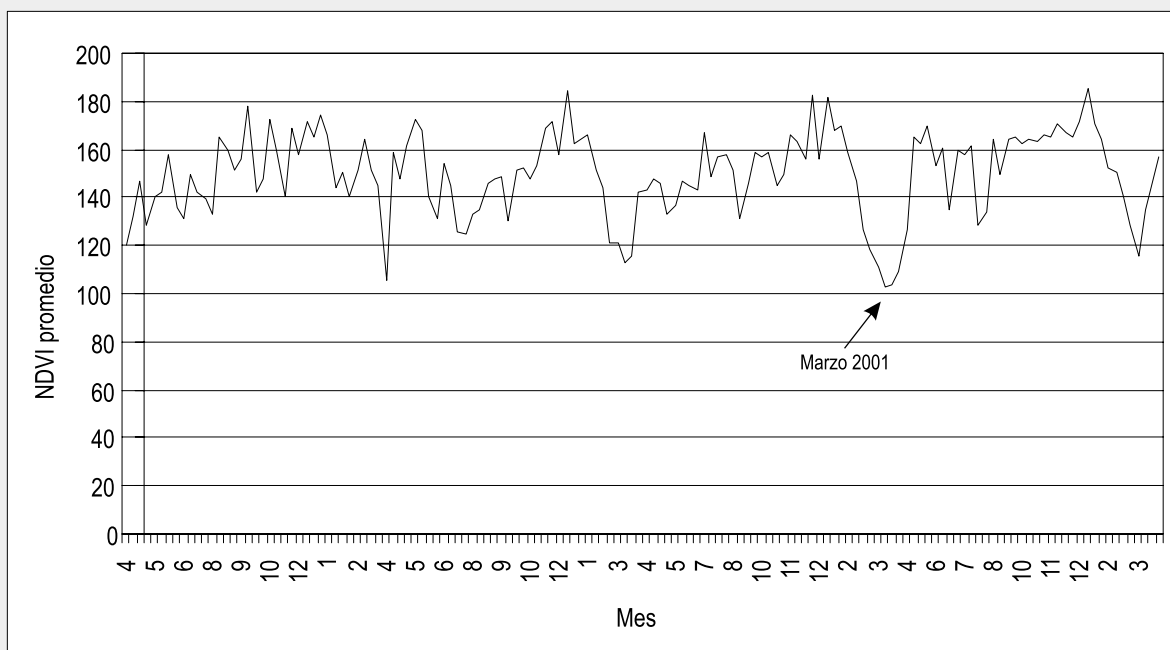


Figura 8. Variación temporal en NDVI medida para el área de estudio, 1998-2002.

eosims.cr.usgs.gov:5725/CAMPAIGN_DOCS/avhrr_gc_proj_camp.html) de composiciones de 10 días para determinar la variación temporal y espacial del hábitat en el departamento de Casanare. Todos los datos fueron remuestreados a las dimensiones del mapa de elevación digital (DEM) subyacente, generado para la región de los datos SRTM (90m de resolución). La Figura 7 muestra un promedio de NDVI para 137 composiciones semanales de 1998-2001 e indica las áreas con alta vegetación con gris oscuro y con gris más claro las áreas con menor vegetación. Los bosques de galería son más oscuros que las sabanas. Las áreas de muestreo que se utilizaron en las evaluaciones poblaciones

desde tierra (capítulo 1 de este libro) ocupan más regiones con mucha vegetación de bosque (en el norte) y menos en el sur. Estos datos fueron analizados para: (a) uno o todos los sitios en los cuales se observaron los chigüiros (157 píxeles), (b) 4032 píxeles escogidos al azar, (c) todas las áreas clasificadas como agua en las cuatro zonas de muestreo terrestre (8.897 píxeles) para encontrar asociaciones entre las contabilizaciones de chigüiros y NDVI, clases de vegetación Landsat a la escala de las 4 áreas de muestreo y NDVI para apoyar el escalamiento para producir extrapolaciones de hábitat, especialmente para agua. No se encontró una correspondencia suficiente en ninguno de los dos casos, pero aún existen relaciones.

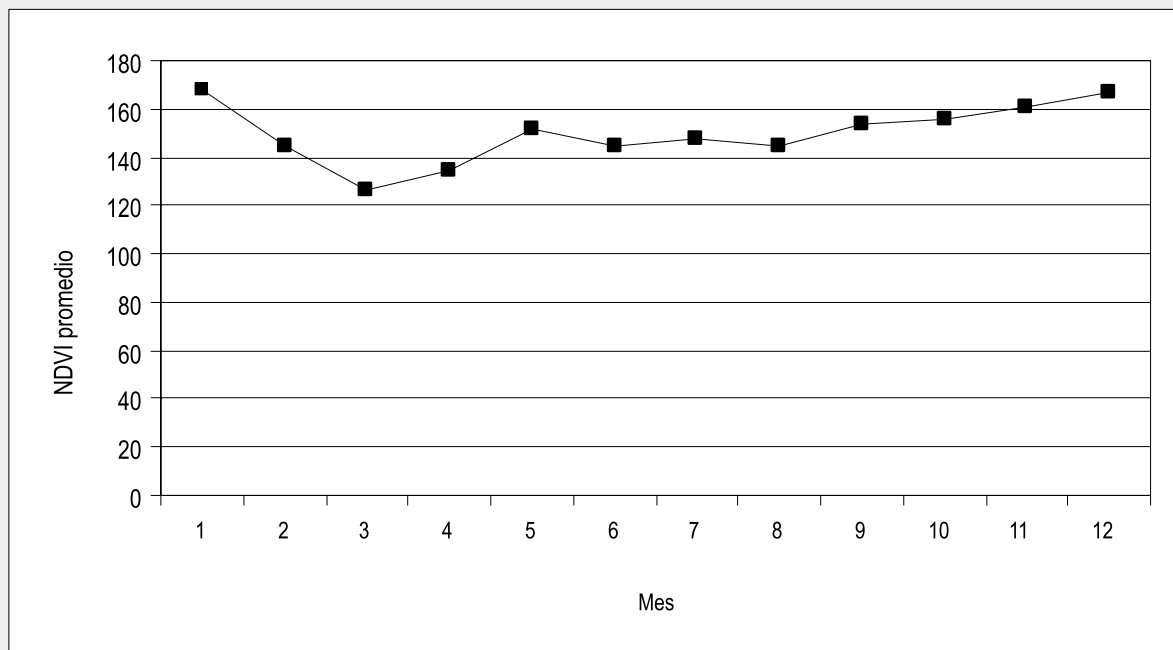


Figura 9. Promedio de variación estacional de NDVI

El promedio de la Figura 7 oculta mucha variación temporal del cubrimiento de la vegetación, lo cual se esperaba porque la vegetación responde a los cambios de disponibilidad del agua debido al régimen altamente estacional de la precipitación. El patrón resultante de variación temporal es mostrado en la Figura 8. Algunos de los resultados de variación de semana a semana resultan de un cambio del cubrimiento de las nubes sobre el área, pero a un plazo más largo los patrones están determinados por la cobertura de la superficie. Puede esperarse que tanta variación de escala grande en vegetación viva afecte la sostenibilidad de las poblaciones de chigüiro y cause un rápido crecimiento y desplome de la población. Así, las densidades medidas en cualquier estación podrían no reflejar bien el promedio máximo. Entonces

los valores bajos de NDVI comunes en febrero, marzo y abril podrían explicar el bajo número de chigüiros observados en marzo de 2001, comparado con septiembre de 2003. Los valores NDVI en septiembre son usualmente mucho más altos. El patrón estacional de NDVI se muestra (promediado para los años de 1998-2002) en la Figura 9. Es claro que las poblaciones están probablemente cerca a sus más altos valores durante el periodo en el cual la mayoría de la toma de imágenes recolectada para este análisis fue utilizada. Así, las figuras descritas aquí pueden ser consideradas como el máximo de poblaciones estacionales.

Como los chigüiros muestran una gran preferencia por ubicarse cerca del agua, un límite de su distribución será la presencia de cuerpos

permanentes de agua. Esto fue verificado en campo en la escala de las cuatro áreas de muestreo (Guamito, Santa Trinidad, Miramar y Taparas), pero para la escala de toda la región esto es más difícil. Las nuevas tecnologías satelitales, incluyendo SAR (Synthetic Aperture Radar), pueden ser maneras muy útiles para mejorar el análisis, pero los datos no estuvieron disponibles para este proyecto. Sin embargo, deben ser asociaciones entre NDVI, topografía y cuerpos de agua. Esto puede observarse en la Figura 7, en la cual los ríos principales están claramente definidos por su vegetación de galería. Sin embargo, no fue posible definir la presencia de la superficie del agua sólo con la base de NDVI, a pesar de que hay algunas pistas de que esto sería posible. Por ejemplo, 4.032 píxeles escogidos aleatoriamente en el área de estudio indica una no linealidad en la relación entre el promedio de NDVI y la variación temporal de NDVI (medida como el coeficiente de variación de la variación temporal), y la altitud. Esto ocurre en 98 msnm y puede separarse una zona en la cual la inundación es frecuente y sostenida (<98 m) de una zona en la cual esto es periódico (>98 m).

Sin embargo, esto no fue suficiente para la extrapolación regional. Entonces se utilizó el NDVI en las áreas clasificadas como agua en las cuatro áreas de muestreo evaluadas en tierra, con información hidrográfica generada desde la SRTM 90 m DEM para obtener la mejor evaluación posible de probables áreas de inundación. Todas las áreas clasificadas como agua en las cuatro áreas evaluadas en tierra (8.896

celdas), fueron usadas para extraer los siguientes datos: (a) Promedio NDVI (1998-2001), (b) el coeficiente de variación temporal de NDVI (1998-2001), (c) DEM altitud y el índice de humedad (topmodel) calculado desde la DEM. Estos fueron, en todos los casos, comparados con la distribución producida desde una muestra aleatoria de toda el área de estudio.

El análisis indicó que las áreas clasificadas como agua mostraron un alto pico en distribución unimodal en NDVI centrada en 156, algo así como unas 10 unidades más altas que el pico para el área de estudio en general. Más importante es que el coeficiente de variación para NDVI es mucho más bajo para las celdas clasificadas como agua (las cuales tienden a mantener la vegetación durante todo el año y/o son cuerpos de agua relativamente permanentes, los cuales muestran una pequeña variación estacional en NDVI como un resultado).

Sin embargo, no había una relación entre los atributos hidrográficos de la DEM, como el modelo de índice de humedad *topmodel*, y la presencia de agua observada. En esta escala y en una DEM de un área tan plana, esto no debería ser una sorpresa. El modelo de índice de humedad *topmodel* es generalmente un buen indicador de la acumulación de agua, pero el índice de humedad no muestra patrones obvios para los completamente planos Llanos.

Finalmente, la mejor estimación de la distribución de agua permanente que puede ser derivada usando los datos disponibles y fue

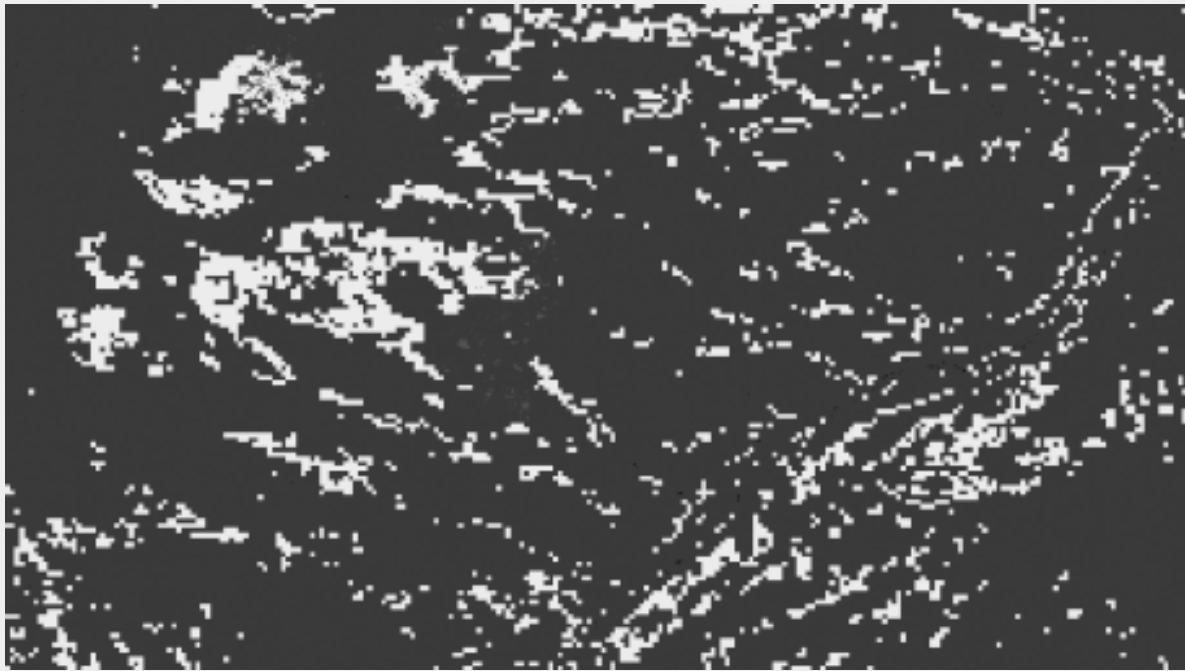


Figura 1.0. Cálculo de la distribución promedio de agua permanente (En blanco, celdas de 1 Km con algún tipo de agua permanente)

obtenida mediante la aplicación de las siguientes reglas, derivada del análisis hecho:

$$146 < \text{NDVI}_{\text{mes}} < 156 \text{ y} \\ 0,13 < \text{NDVI}_{\text{Coef. Var.}} < 0,15$$

Esto produce la siguiente distribución de agua *en promedio* (basado en el promedio NDVI y el promedio de variación de NDVI). La predicción es razonablemente buena cuando se comparó con las áreas norte (Guamito y Santa Trinidad), pero más débil para las áreas del sur (Taparas y Miramar). Como el 98,2% de chigüiros observados en la toma de imágenes ha sido observado a 90m de un cuerpo de agua,

podemos asumir un área alrededor de estas fuentes de agua de 100 m (1 celda) en la cual los chigüiros generalmente aparecen en densidades en las que han sido observados en la captura de imágenes. Esto representa un área total de 86.555 ha. De acuerdo con lo medido, 10 chigüiros/ha, esto da una población de 865.550 chigüiros. Contando con el hecho de que solamente el 20% de las fotos (las cuales fueron tomadas cerca de los grupos de chigüiros) tenían chigüiros presentes, el estimado resultante de la población de chigüiros en el Casanare en promedio es de 173.110, del cual, no mucho más que el 1% ha sido contado físicamente.

Conclusiones

La fotografía aérea, y particularmente la videografía aérea, pueden ser usadas para observar y para contar chigüiros desde el aire. Es una metodología muy prometedora para las evaluaciones de la población. Sin embargo, a pesar de que el área cubierta es generalmente mucho más grande que los métodos por vía terrestre, todavía es limitado el cubrimiento. Así, la extrapolación realizada para estimar la abundancia de la población de chigüiros para toda la región debe tomarse con precaución y se deben tener en cuenta las suposiciones que se asumieron para hacer dicha extrapolación. Se encontró que esto ha sido difícil e incierto al enfrentarse con poblaciones altamente agrupadas y variables espacio-temporalmente; características que tienen las poblaciones de chigüiros.

Bibliografía

- Coops N.C. & Catling P.C. 2002. Prediction of the spatial distribution and relative abundance of ground-dwelling mammals using remote sensing imagery and simulation models. *Landscape Ecology* 17:173-188.
- De Barros Ferraz K. M. P. M., de Barros Ferraz S. F., Moreira J. R., Couto H. T. Z. & Verdade L. M. 2006. Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) distribution in agroecosystems: a cross-scale habitat analysis. *Journal of Biogeography*. online early.
- Haroldson B.S., Wiggers E.P., Beringer J., Hansen L.P. & McAninch J.B. 2003. Evaluation of aerial thermal imaging for detecting white-tailed deer in a deciduous forest environment. *Wildlife Society Bulletin* 31:1188-97.
- Neal A.K., White G.C., Gill R.B., Reed D.F. & Olterman J.H. 1993. Evaluation of mark-resight model assumptions for estimating mountain sheep numbers. *Journal of Wildlife Management* 57:436-50.
- Samuel M.D., Garton E.O., Schlegel M.W. & Carson R.G. 1987. Visibility bias during aerial surveys of elk in northcentral Idaho. *Journal of Wildlife Management* 51:622-30.

Para proveer un estimado más cierto sobre poblaciones en una escala regional se requerirá de una inversión significativa en videografía seleccionada y de un análisis de hábitat en escalas más grandes que las áreas que pudieron ser cubiertas en este ejercicio preliminar.

Agradecimientos

A Nohelia Naranjo y a Juan Carlos Barona por su colaboración en el análisis de las imágenes, así como al personal del Instituto von Humboldt. A la Gobernación del Casanare y al Instituto von Humboldt por facilitar la logística en el trabajo de campo, incluyendo el préstamo de la avioneta, y por proveer los fondos para hacer el análisis de la información recogida.

Estructura de las poblaciones del chigüiro (*Rodentia Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento del Casanare, Colombia

Ángel-Escobar Dafna Camila y Aldana-Domínguez Juanita

3



