
TRÁFICO ILEGAL DE TORTUGAS CONTINENTALES (TESTUDINATA) EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN DESDE EL ANÁLISIS DE REDES

Illegal Trade of Tortoises (Testudinata) in Colombia: A Network Analysis Approach

FELBER JAIR ARROYAVE BERMUDEZ^{1,2,3}, Estudiante M. Sc; OSCAR YANDY ROMERO GOYENECHÉ^{1,2,3}, Estudiante M. Sc; MARÍA ARGENIS BONILLA GÓMEZ³, Ph. D; RAFAEL GERMAN HURTADO HEREDIA², Ph. D.

¹ Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Universidad Nacional de Colombia. fjarroyaveb@unal.edu.co, oyromerog@unal.edu.co

² Grupo de Investigación Sociofísica y Econofísica, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia. rghurtadoh@unal.edu.co

³ Grupo de Investigación Biología de Organismos Tropicales (BIOTUN), Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. mabonillag@unal.edu.co

Autor de correspondencia: Felber Arroyave, fjarroyaveb@unal.edu.co

Recibido 15 de enero de 2014, aceptado con modificaciones 6 de marzo de 2014, fecha de reenvío 31 de marzo de 2014.

Citation / Citar este artículo como: ARROYAVE BERMUDEZ FJ, ROMERO GOYENECHÉ OY, BONILLA GÓMEZ MA, HURTADO HEREDIA RG. Tráfico ilegal de tortugas continentales (Testudinata) en Colombia: una aproximación desde el análisis de redes. Acta biol. Colomb. 2014;19(3):381-392.

RESUMEN

El uso de productos extraídos o provenientes de la fauna silvestre es relevante para el desarrollo económico y el bienestar social en muchos lugares del mundo. Sin embargo, frecuentemente la fauna silvestre entra en los circuitos de tráfico ilegal para abastecer los mercados de mascotas y productos como pieles, plumas, “carne de monte”, entre otros. El tráfico ilegal genera enormes presiones sobre las especies sujetas a extracción y es una de las principales amenazas para estas. En Colombia, el tráfico de tortugas es de importancia debido a los volúmenes explotados y al significado que tienen sus productos para las comunidades. Mediante el Análisis de Redes se caracterizó espacialmente, a nivel de Departamento, el tráfico de los cinco géneros de testudíneos continentales de Colombia más traficados (*Trachemys*, *Chelonoidis*, *Kinosternon*, *Podocnemis* y *Rhinoclemmys*), tomando como base los registros de incautación y decomiso recopilados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible entre los años 2005 y 2009. Se encontró que la red de tráfico ilegal de testudíneos está articulada con mercados internacionales y propende por abastecer mercados del interior del país (región Andina), siendo los Departamentos de las costas Caribe y Pacífica, y de la Orinoquía, los principales extractores de especímenes. Se identificaron los Departamentos de Quindío, Santander, Antioquia y Putumayo como intermediarios y consumidores. Finalmente, se proponen medidas socioculturales y coercitivas como mecanismos de desarticulación de las redes de tráfico ilegal, siendo dichas acciones un soporte para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

Palabras clave: análisis de redes, redes criminales, reptiles, tráfico ilegal de especies silvestres.

ABSTRACT

The use of wildlife is important for supporting the economic and demographic growth in emerging countries. Nevertheless, the products of wildlife usually come from illegal trade to supply fur, wild meat and pet markets. Illegal trade puts great pressure over wild populations and threatens some endangered species. In Colombia, the trade of wildlife is important because of the volumes traded and the cultural and economic connotation of some products. We describe the spatial structure of illegal trade of wildlife at departmental level for the five most traded genera of Colombian tortoises (*Trachemys*, *Chelonoidis*, *Kinosternon*,

Podocnemis and *Rhinoclemmys*). This study is based on the reports of seizures between 2005 and 2009 compiled by the Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo of Colombia. We apply Network Analysis to study and evidence that the illegal trade network of tortoises includes international markets and supplies the Andean region. The Caribbean, Pacific and Orinoquia regions are the principal suppliers. Quindío, Santander, Antioquia and Putumayo are the biggest jobbers and consumers of wild tortoises. We propose sociocultural and coercitive actions to fragment the trade network and their illegal market as well as promoting the conservation and sustainable use of tortoises.

Keywords: dark network, illegal trade of wildlife, network analysis, reptile, traffic.

INTRODUCCIÓN

La explotación de la fauna silvestre tiene una relevancia particular en los países en desarrollo cuyas comunidades locales se ven en la necesidad de hacer uso de los recursos disponibles para sostener su desarrollo económico y bienestar social (Ojasti, 1993). En este sentido, frecuentemente el desarrollo económico se encuentra en conflicto con la conservación y sostenibilidad de múltiples recursos renovables asociados a la biodiversidad debido a su aprovechamiento desmedido, siendo ésta una ruta para la depauperación del capital natural de las naciones y un medio propicio para la ilegalidad. Además, la posibilidad de explotación de especies silvestres las hace susceptibles a presiones adicionales, evidenciando así la relevancia de su cuidado y manejo (Ojasti y Dallmeier, 2000). De esto surge la necesidad de estrategias para el uso racional de los recursos silvestres para su sustentabilidad, dada la importancia económica, social y cultural de las especies además del su valor *per se* (Southgate, 2002).

El tráfico ilegal de especies silvestres es un fenómeno que afecta más de 35000 especies animales y plantas en el mundo entero (Mora, 2003) de las cuales una proporción importante está en peligro de extinción (Paredes, 2010); desde organismos vivos hasta productos y artículos derivados de estos como carne, cueros, maderas y formas disecadas. Los mercados de estos productos están orientados principalmente a suplir la demanda internacional de mascotas, colecciones privadas y la medicina tradicional (García y Suárez, 2000; Traffic, 2008; Moreno y Wilson, 2009), además de la demanda interna de alimentos. Karesh *et al.*, (2005) estiman que billones de organismos o sus derivados son tranzados en los mercados ilegales. Un agravante de esta práctica es la alta tasa de mortalidad que presentan los individuos sujetos a tráfico, que puede estar entre el 60 % y el 80 % debido a las precarias condiciones de manipulación y transporte. Además de las consideraciones éticas y legales sobre el manejo de seres vivos, la tasa de mortalidad de los animales traficados implica altos

volúmenes de extracción para proveer la demanda de los mercados. Debido a estas presiones, las poblaciones naturales pueden disminuir hasta niveles críticos llegando en ocasiones a niveles cercanos a la extinción (MMA, 2002). A pesar de que existe un cuerpo normativo que brinda lineamientos en cuanto a su manejo (ej. Decreto Ley 2811 de 1974, Decreto 1608 de 1978, Decreto 1681 de 1978, Ley 17 de 1981, Ley 84 de 1989, Ley 13 de 1990, Ley 165 de 1994, Ley 599 de 2000, Ley 1333 de 2009) en Colombia el tráfico de especies silvestres es una problemática recurrente en cuanto a delitos ambientales, pero los instrumentos que dan lugar a su cumplimiento son insuficientes.

En Colombia se encuentran pocos trabajos que intentan abordar este tema de forma amplia, entre ellos se destacan los avances realizados por Gómez (2000) y MMA (2002), en cuanto a la caracterización de las especies de fauna silvestre más traficadas y los lineamientos políticos para hacer frente a esta problemática. Los aportes de Baptiste-Ballera *et al.*, (2002) y de Mancera y Reyes (2008) brindan un panorama nacional sobre el tráfico ilegal y la comercialización de fauna silvestre o sus derivados con énfasis en altos niveles taxonómicos, principalmente a nivel de Orden, y en los alcances económicos de estas prácticas, donde las tortugas continentales tienen un lugar importante.

Estos trabajos están enfocados en la evaluación de niveles taxonómicos superiores, considerando una escala nacional, generando de esta forma una visión limitada del fenómeno. Existen trabajos como los de Cruz *et al.*, (2010) y Trujillo *et al.*, (2011) que abordan el tráfico de tortugas continentales con gran detalle, en cuanto a los mercados y prácticas a nivel regional. Recientemente, Páez *et al.*, (2012) aportaron sobre las connotaciones culturales, geográficas y demográficas del uso de subsistencias y aportan estadísticas generales del tráfico de tortugas continentales en Colombia a partir de registros de decomisos. Bonilla *et al.*, (2012) abordaron la problemática del tráfico a partir de los registros de incautación, donde se realizó una evaluación tomando como modelo la tortuga hicoitea (*Trachemys callirostris*), una de las especies de fauna silvestre más explotadas por los traficantes (Palacios *et al.*, 1999; Páez *et al.*, 2012), además incluyeron aportes para la interpretación del fenómeno al considerar una resolución más fina dentro del análisis geopolítico (Departamental) e incluyendo elementos metodológicos novedosos como el Análisis de Redes (AR), logrando identificar la variabilidad de la práctica y las regiones donde se presenta esta problemática. Adicionalmente, identificaron aspectos relevantes para la desarticulación del sistema de tráfico como: caracterización de la red de tráfico, principales centros de aprovechamiento, distribución y venta, coincidiendo con los resultados encontrados por MAVDT-UNAL (2009) a partir del trabajo etnográfico con las comunidades.

Si bien una gran proporción de taxones están sujetos al tráfico ilegal en Colombia, los reptiles son un grupo de

especial interés. De acuerdo con lo reportado por Mancera y Reyes (2008), estos constituyen uno de los taxones más traficados en términos absolutos y monetarios, con el mayor número de ejemplares traficados/especie. Las tortugas son un taxón de gran interés debido a sus altos volúmenes de extracción, la connotación económica y cultural que representan, además de ser uno de los grupos de vertebrados más amenazados en la actualidad, por encima de las aves, mamíferos, peces y anfibios (Rhodin *et al.*, 2012).

Según la Asociación Colombiana de Herpetología (2011), se considera que las principales amenazas para las tortugas en Colombia son la sobreexplotación para consumo, la destrucción y transformación del hábitat y la extracción para el comercio de mascotas. De acuerdo con lo reportado por Páez *et al.*, (2012), Colombia al ser el segundo país de Suramérica con mayor riqueza de especies de tortugas (de las cuales, cuatro son las más amenazadas de Suramérica y dos de ellas son endémicas de Colombia), tiene gran responsabilidad sobre su conservación, más aun cuando más de la tercera parte de las tortugas continentales del país están en algún grado de amenaza (Castaño-Mora, 2002; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007) y una proporción cercana está listada en los apéndices del CITES (CITES, 1999). Además de existir evidencia de que 22 de las 27 tortugas continentales de Colombia presentan algún tipo de uso (Páez *et al.*, 2012).

Este trabajo busca caracterizar el tráfico ilegal de tortugas en Colombia, basado en el estudio de los cinco géneros de tortugas continentales más traficados, así como brindar elementos formales para la generación o diseño de posibles estrategias que promuevan el control y desarticulación de las redes de tráfico ilegal de testudíneos en Colombia. Como herramienta conceptual y analítica, el AR permite además de caracterizar las rutas y estructura del tráfico ilegal de tortugas, evaluar de manera sintética la información compilada por las autoridades ambientales y brindar soportes novedosos para la generación de estrategias de control. Adicionalmente, se busca evidenciar los componentes geográficos donde las redes de tráfico ilegal son vulnerables, y por tanto son sitios clave para acciones de control y prevención del tráfico ilegal, además de aquellos lugares donde las transformaciones socioculturales resultan relevantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis se realizaron para las tortugas continentales de Colombia a nivel de género, con base en los registros de incautación y decomiso para el período comprendido entre los años 2005 y 2009, entregados al Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (MADS) por 36 Corporaciones Autónomas Regionales u otros órganos ambientales. Los registros de incautación incluyeron información sobre la fecha, el lugar donde se realizó el decomiso y la procedencia del mismo,

autoridades a cargo del decomiso e identidad taxonómica de los especímenes incautados.

Los análisis se limitaron a nivel de género para reducir la incertidumbre en las determinaciones taxonómicas de los ejemplares incautados o decomisados y se enfocaron en los cinco géneros de tortugas más traficados en el país (*Trachemys*, *Chelonoidis*, *Kinosternon*, *Podocnemis* y *Rhinoclemmys*), en concordancia con lo reportado por Bonilla *et al.*, (2012), para los cuales los registros son los más completos.

El análisis de tráfico incluyó la descripción de los flujos de cada género evaluado y de testudíneos en general, tomados como el conjunto o suma de los géneros. Las representaciones de las redes como grafos contienen el conjunto de nodos, que corresponden a Departamentos de Colombia, y los vínculos direccionales que dan cuenta del tráfico entre los nodos, establecidos a partir del cruce de información entre el lugar de incautación y la procedencia de los ejemplares. Para el análisis sólo se consideraron aquellos registros que contaban con información completa en términos de lugar de procedencia de los especímenes incautados y el lugar donde se llevó a cabo el operativo de incautación.

Para estas redes se establecieron métricas globales de red y nodales, que permiten identificar aspectos de la estructura y el funcionamiento del sistema. Las propiedades fueron:

Densidad: fracción de vínculos presentes en el grafo con respecto a todos los posibles (Wasserman y Faust, 1994; Newman, 2009).

Coefficientes de clusterización: fracción de nodos conectados a un nodo que poseen vínculos en común (Newman, 2009).

Evalúa el nivel de cohesión y agregación dentro de la red, así como la presencia de múltiples caminos entre pares de nodos.

Grado (entrada/salida): en un grafo no dirigido es la cantidad de vínculos que posee un nodo. En un grafo dirigido, el grado de entrada es el número de vínculos que llegan al nodo y el grado de salida es el número de los que salen del nodo (Wasserman y Faust, 1994; Newman, 2009), indican la importancia que tiene un nodo en términos de cuan conectado está dentro del sistema.

PageRank: usualmente usado en los motores de búsqueda de Internet para el cálculo de la centralidad, prestigio, influencia o relevancia de un nodo dentro de la red (Newman, 2009). Se fundamenta en el cálculo de vectores y valores propios, considerando que la importancia de un nodo depende de la importancia de sus nodos adyacentes.

Las medidas de las redes y su diagramación fueron efectuadas en Gephi 0.8.2 (Bastian *et al.*, 2009) y la extensión Map Of Countries (Levallios, 2012). Las medidas de la red fueron tomadas con el fin de establecer características del sistema en términos de los flujos presentes, los puentes de interacción relevantes para la difusión de especímenes y realizar categorizaciones de los nodos o Departamentos, según sea su papel y función dentro del sistema, en aras de determinar los puntos críticos para la desarticulación o prevención del tráfico ilegal.

RESULTADOS

Para el periodo de tiempo del análisis (2005-2009) se encontraron 5922 registros de incautación/decomiso, de los cuales fueron utilizados 5882 que contaban con información suficiente. El alto número de registros refleja el tráfico ilegal intensivo de estas especies. *Trachemys* presentó la mayor cantidad de registros (40,4 %), seguido por *Chelonoidis* (33,8 %), *Kinosternon* (16,0 %), *Podocnemis* (6,9 %) y *Rhinoclemmys* (2,9 %).

En general, hay una tendencia de crecimiento en el número de registros por año para todos los géneros analizados, pero con volúmenes distintos para cada género (Fig.1a). Así, para el género *Podocnemis* el número de registros se duplicó desde el inicio hasta el final del período analizado, mientras que para *Rhinoclemmys* aumentó 22 veces. Los registros para *Chelonoidis* se redujeron en un 28 % para el año 2009 respecto al año anterior.

Por otra parte, los volúmenes de tráfico por cada especie variaron a lo largo del año. El tráfico del género *Trachemys* ocurrió principalmente en los meses de febrero a abril y con menor intensidad durante el resto del año, mientras

que *Chelonoidis*, *Kinosternon* y *Rhinoclemmys* fueron constantes durante todo el año. El comportamiento del tráfico del género *Podocnemis* presentó un pico durante el primer cuarto del año semejante a lo presentado por *Trachemys*, aunque de menor importancia relativa, seguido de un pico menor durante el mes de agosto (Fig.1b).

Para el género *Trachemys* se evidenciaron flujos desde los Departamentos de la Costa Caribe, como Atlántico, Bolívar, Cesar, Magdalena y Sucre, hacia Antioquia, Norte de Santander, Quindío y Santander. Adicionalmente, se establecieron flujos hacia el interior del país desde la Costa Pacífica y a través de Norte de Santander (desde la frontera con Venezuela). Aunque dichos flujos fueron menos intensos, mostraron que la tendencia es el tráfico de este hacia el interior del país (Fig. 2b). También, se estableció que Bolívar y Córdoba fueron los Departamentos más importantes en términos de permitir el flujo, al ser puentes de intermediación en la red, mientras los grandes centros de consumo de los especímenes traficados fueron Antioquia, Quindío y los Santanderes, en cambio los grandes distribuidores fueron Atlántico, Bolívar, Córdoba, Cesar y Sucre (Tabla 1). Chocó

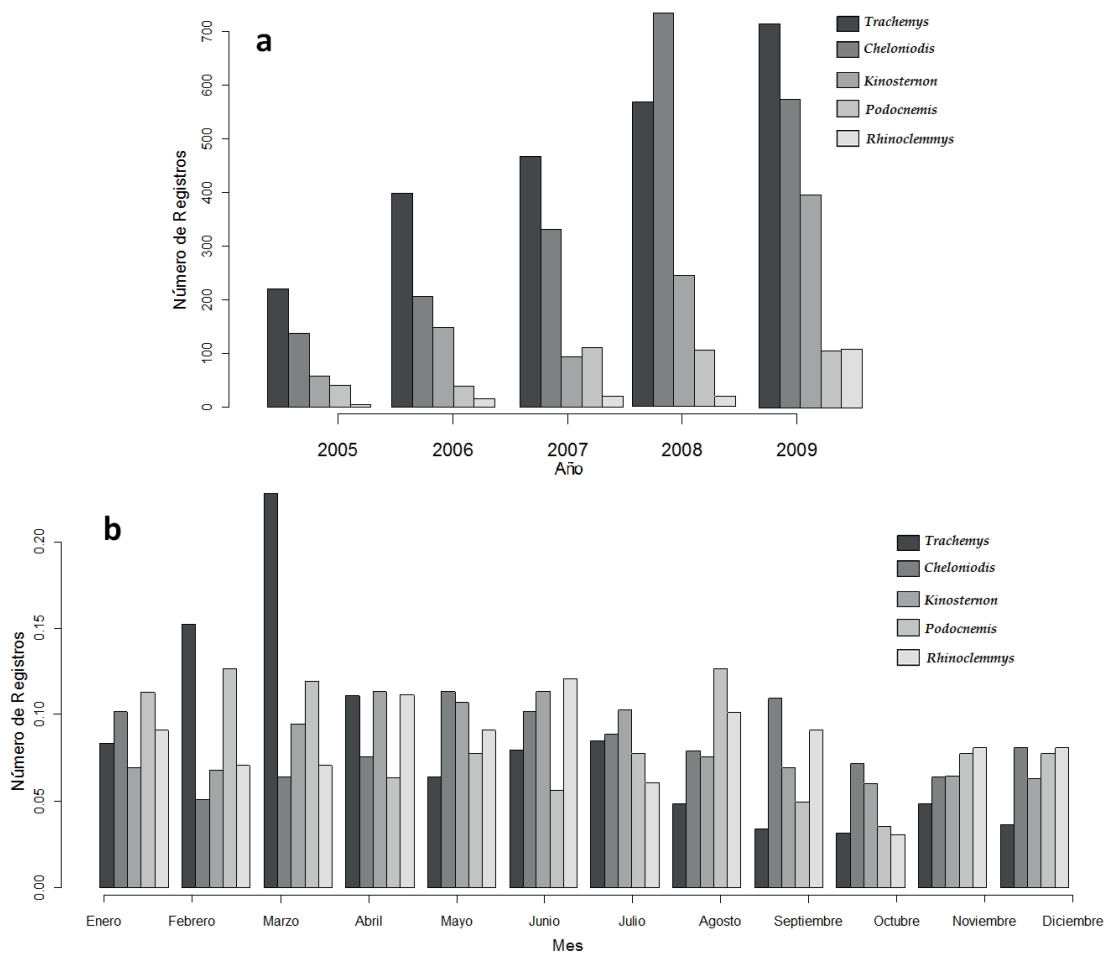


Figura 1. Dinámica temporal por género del tráfico de testudíneos en Colombia, a partir de los registro de decomiso. a.) Variación absoluta anual de la cantidad de decomisos realizados entre los años 2005 y 2009. b.) Variación relativa mensual de los decomisos realizados entre los años 2005 y 2009.

Tabla 1. Recuento del número total de registros en cada uno de los Departamentos incluidos en las redes evaluadas por género (celdas en blanco representan que en el Departamento no se realizaron decomisos, pero se informa procedencia de especímenes) y las medidas comparativas a nivel nodal –Grado de entrada (GE), Grado de salida (GS) y PageRank (PR)- excluyendo los auto-vínculos. En negrita los valores más altos por columna.

	Número de registros	<i>Trachemys</i>			<i>Chelonoidis</i>			<i>Kinosternon</i>			<i>Podocnemis</i>			<i>Rhinoclemmys</i>		
		GE	GS	PR	GE	GS	PR	GE	GS	PR	GE	GS	PR	GE	GS	PR
Amazonas	82	-	-	-	2	1	0,086	-	-	-	0	1	0,010	-	-	-
Antioquia	1230	3	2	0,037	6	1	0,192	2	1	0,248	-	-	-	-	-	-
Arauca	1	-	-	-	0	1	0,007	-	-	-	0	1	0,010	-	-	-
Archipiélago de San Andrés y Providencia	6	-	-	-	1	1	0,046	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atlántico	31	3	3	0,024	0	2	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolívar	203	2	4	0,015	1	2	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boyacá	28	1	0	0,014	1	0	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caquetá	45	1	1	0,051	1	2	0,012	-	-	-	1	3	0,014	-	-	-
Casanare	183	0	1	0,008	2	3	0,018	-	-	-	2	1	0,120	-	-	-
Cauca	12	-	-	-	1	1	0,046	1	1	0,140	1	1	0,065	-	-	-
Cesar	20	1	3	0,011	1	3	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chocó	66	1	1	0,051	1	1	0,046	1	2	0,042	1	1	0,065	1	1	0,412
Córdoba	504	3	4	0,039	2	2	0,016	1	1	0,140	1	1	0,065	1	1	0,412
Cundinamarca	11	-	-	-	1	2	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guainía	60	-	-	-	1	1	0,046	-	-	-	3	1	0,175	-	-	-
Guaviare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0,010	-	-	-
Huila	70	1	1	0,051	-	-	-	1	1	0,140	2	1	0,090	-	-	-
La-Guajira	-	1	1	0,051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magdalena	27	0	1	0,015	0	2	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meta	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0,010	0	1	0,062
Nariño	49	2	1	0,090	1	1	0,046	1	1	0,140	1	1	0,070	-	-	-
N-Santander	73	3	1	0,141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perú	-	-	-	-	0	1	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Putumayo	164	1	2	0,013	2	1	0,081	-	-	-	4	2	0,141	-	-	-
Quindío	81	4	1	0,161	4	1	0,119	1	1	0,140	1	0	0,018	1	0	0,115
Santander	285	4	1	0,145	6	1	0,152	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucre	256	2	3	0,008	0	3	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tolima	63	1	1	0,051	1	2	0,012	-	-	-	1	1	0,065	-	-	-
Valle-Cauca	262	1	2	0,013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	-	0	1	0,008	-	-	-	-	-	-	0	1	0,010	-	-	-
Vichada	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,065	-	-	-
La Guajira	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

permaneció como un Departamento aislado dentro de la red, asociado probablemente al tráfico de *T. venusta*.

En el género *Chelonoidis* la red mostró una fuerte tendencia a la concentración de flujos en Antioquia, Quindío y Santander, provenientes de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Sucre. Además, se evidenció que Cundinamarca y Tolima actúan como puentes en los flujos provenientes

de la Orinoquia y posiblemente de la región amazónica y la frontera con Perú. La Costa Pacífica (al igual que el archipiélago de San Andrés y Providencia), mostraron volúmenes importantes de tráfico, pero no se identificó la manera como estos se articulan con el resto de la red (Fig. 2c). Los Departamentos de Antioquia, Santander y Quindío concentraron grandes flujos en la red, mientras

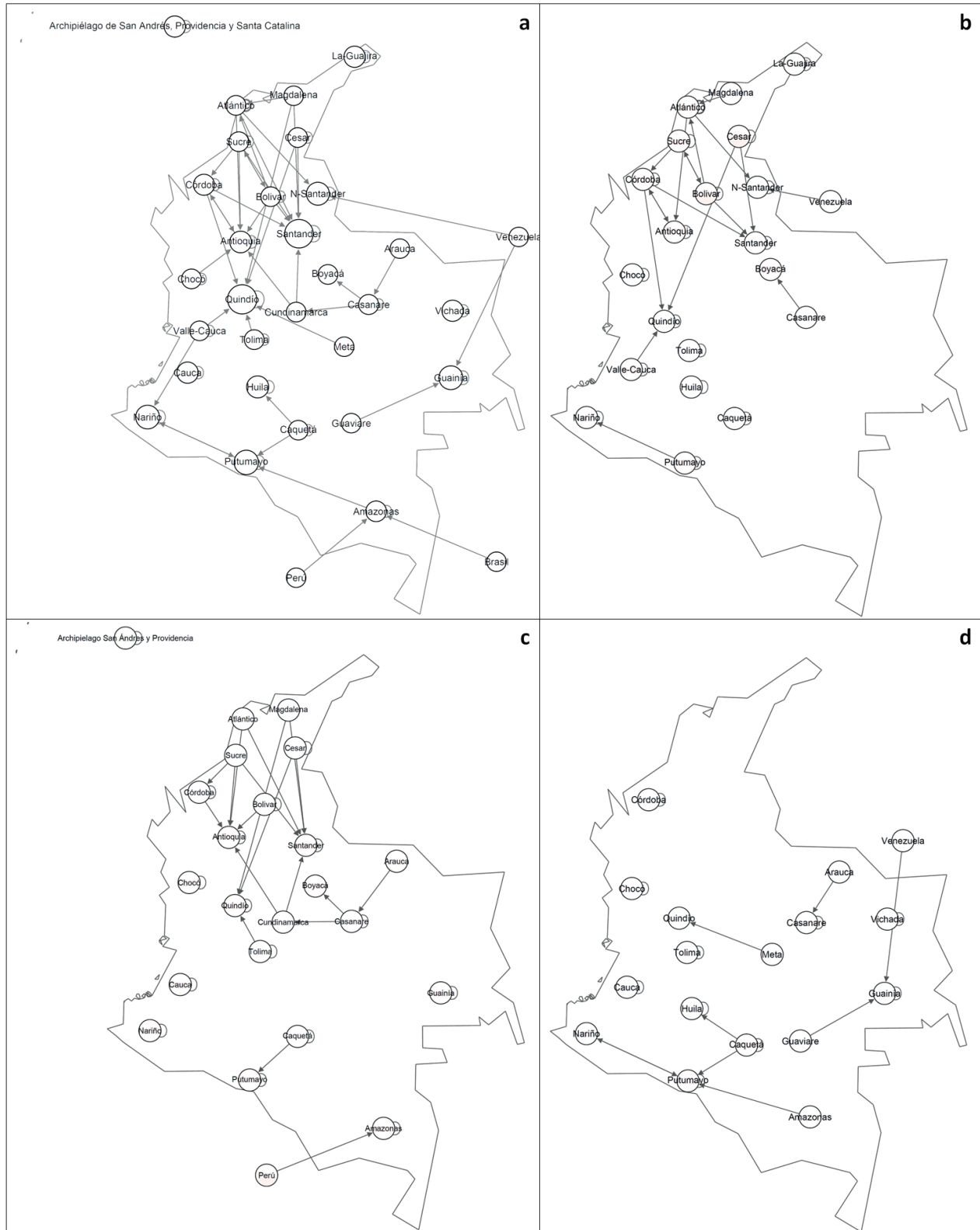


Figura 2. Redes de tráfico de testudíneos en Colombia. Cada círculo (nodo) representa un Departamento, las líneas que unen los círculos (vínculos) representan el tráfico entre los nodos, la dirección del vínculo muestra el sentido del flujo y los vínculos que inician y finalizan el mismo nodo representan el tráfico interno en el Departamento a) red de tráfico integrado de los cinco géneros evaluados; el tamaño del nodo representa su centralidad PageRank. b) red de tráfico del género *Trachemys*. c) red de tráfico del género *Chelonoidis*. d) red de tráfico del género *Podocnemis*.

los principales flujos de salida están en Casanare, Cesar y Sucre (Tabla 1).

A pesar de los grandes volúmenes de incautación de *Kinosternon*, no fue posible establecer claramente las relaciones entre los Departamentos. En este caso, solamente se identificaron flujos desde el Chocó hacia Antioquia. La mayor parte de los registros indicaron tráfico de nivel local o entre municipios de un mismo Departamento como: Cauca, Córdoba, Huila, Nariño y Quindío.

El tráfico de *Podocnemis* se concentró en el sur y el oriente del país, donde los flujos se orientaron principalmente a Casanare, Guainía, Huila, Putumayo y Quindío. Adicionalmente, Cauca, Córdoba, Chocó, Tolima y Vichada estuvieron desconectados de la componente gigante de la red –estructura principal del grafo–. Los grandes distribuidores fueron Amazonas, Arauca, Caquetá, Guaviare y Venezuela. Es de resaltar el vínculo encontrado entre los Departamentos del Meta y Quindío que refleja una tendencia hacia la movilización de especímenes hacia el centro del país, a pesar que en este caso la tendencia general sea los circuitos de tráfico hacia el sur oriente del país (Fig. 2d).

Para el caso de *Rhinoclemmys*, debido a los volúmenes relativamente bajos de incautación sólo se pudo evidenciar la presencia de tráfico ilegal en Antioquia, Cauca, Córdoba, Chocó, Meta, Norte de Santander, Quindío y Valle del Cauca. Entre estos Departamentos solamente hubo una interacción que refleja el flujo de especímenes desde el Meta hacia el Quindío.

Las medidas de red de los cinco subsistemas revelaron que estas son poco densas ($D=0,132 + 0,082$) y poco clusterizables ($C=0,206 + 0,443$). Esto refleja que las redes están altamente centralizadas.

Al considerar el sistema “tráfico ilegal de tortugas” como la suma de las redes originadas a nivel de género, se evidenció redundancia en las rutas usadas para el tráfico de testudíneos, y que éstas llevaron los especímenes desde Departamentos costeros o fronterizos (ej. Arauca, Atlántico, Córdoba, Chocó, Magdalena, Sucre, Valle del Cauca) y algunos del interior (ej. Casanare, Caquetá, Meta) hacia Departamentos localizados en la Región Andina, tales como Antioquia, Quindío y Santander. Algunos Departamentos de la frontera (ej. Putumayo, Nariño, Guainía, Norte de Santander) aparecieron como lugares de llegada o de paso más que como lugares donde inician las cadenas de tráfico (Tabla 1).

El tráfico de testudíneos a nivel nacional estuvo influenciado por el tráfico en los países fronterizos, que en este caso están representados por flujos provenientes desde Venezuela hacia Norte de Santander y Guainía, o desde Perú y Brasil hacia el Amazonas.

Según lo anterior, se establece la importancia de Departamentos como Antioquia, Putumayo, Santander o Quindío, pues poseen centralidades de *PageRank* y grado de entrada altas (Tabla 1), con gran cantidad de vínculos

entrantes, que en concordancia con la estructura soportada en pocos nodos centrales contribuyen a facilitar la difusión de los especímenes traficados. Además, es pertinente considerar la relevancia de los autovínculos (relación de un nodo consigo mismo) pues abarcan cerca del 93 % de todas las interacciones realizadas, mostrando que gran parte del tráfico ocurre más frecuentemente entre los municipios pertenecientes a un mismo Departamento que entre municipios distantes.

DISCUSIÓN

Se estableció que los flujos de tráfico de tortugas a nivel nacional pueden asociarse a una red espacial, que presenta articulación con instancias internacionales, que manifiesta un tráfico más intenso con el paso de los años, evidenciado por la proliferación de eventos asociados al tráfico de estas especies, teniendo un crecimiento acelerado en el tiempo en la mayor parte de los casos y llegando a tasas preocupantes como la del tráfico del género *Rhinoclemmys*, que podría estarse intensificando debido a su uso con fines comerciales. Se evidenció que la semana santa es una época en la cual se intensifica el tráfico ilegal de especies como la hicotea (*T. callirrostris* y *T. venusta*), la charapa (*P. expansa*), la taricaya (*P. unifilis*) y la tortuga de río (*P. lewyana*) debido a su alta demanda como “carne blanca” para las celebraciones de ésta época, en concordancia con lo reportado por estudios anteriores (ej. Fuentes *et al.*, 2003; Marín *et al.*, 2004; MAVDT-UNAL, 2009; Cruz y Gómez, 2010; De la Ossa y De la Ossa-Lacayo, 2011; Bonilla *et al.*, 2012; Camacho y Pacheco, 2013).

Los resultados muestran que el tráfico ilegal en tortugas como las hicotetas (*Trachemys*) y los morrocayos (*Chelonoidis*) es un fenómeno recurrente, en concordancia con lo reportado por MMA (2002), MAVDT-UNAL (2009) y Bonilla *et al.*, (2012). El tráfico ilegal de tortugas continentales se desarrolla en gran parte del territorio nacional, donde la extracción se focaliza en la Costa Caribe, la Orinoquia y la Amazonia colombiana, principales zonas de distribución de las especies, además los especímenes provenientes de países como Brasil, Perú y Venezuela, indican que la problemática tiene incidencia a nivel internacional dado que Colombia resulta ser consumidor de productos derivados de la fauna, y, eventualmente intermediario del mercado internacional de testudíneos (Hernández y Linares, 2005). El acopio, transporte y comercialización interdepartamental está enfocado en abastecer los mercados del interior del país o localizados en la región Andina. A pesar de que aquí se muestra el consumo y tráfico interno de testudíneos continentales, no se descarta a Colombia como país proveedor de especies a los mercados internacionales, en concordancia con (Hernández y Linares, 2005; Rosen y Smith, 2010). Sin embargo, la información proveniente del MADS no es suficiente para probar esta condición.

Con base en los resultados obtenidos, se pueden clasificar los Departamentos estudiados en tres categorías, considerando

su posición dentro de la red de tráfico ilegal de testudíneos. En primer lugar están los Departamentos donde se extrae el recurso, con poblaciones del grupo de interés, y que puede ser aprovechado de manera tradicional para la subsistencia o enviado a otros Departamentos, es decir, aquellas localidades que se superponen con la distribución de las especies de interés y además son aprovechadas con fines comerciales. En estas localidades los especímenes entran en el circuito económico para el abastecimiento de la demanda interna (del mismo Departamento y representada por un vínculo consigo mismo) o externa (relación con otros Departamentos), lo que implica que siempre que hay explotación, hay vínculos de salida pero no necesariamente de entrada (ej. La Guajira, Magdalena, Cesar, Arauca, Vichada), ver Caquetá en Fig. 2a.

Tomamos como Departamentos intermediarios aquellos que actúan como puentes en las cadenas de distribución de los especímenes traficados, lo cual implica que siempre hay al menos un flujo de entrada y al menos uno de salida (ej. Casanare, Bolívar, Córdoba, Amazonas), ver Vichada en Fig. 2d. Los Departamentos consumidores finales, a escala nacional, son los que realizan el consumo de los especímenes traficados, por lo cual los nodos presentan vínculos de entrada pero no de salida (ej. Quindío, Cundinamarca, Santander, Antioquia) ver Boyacá en Fig. 2b.

Sin embargo estas categorías no son completamente discretas o disyuntas, por lo cual es necesario considerar que un Departamento puede poseer características de una o más de las diferentes categorías descritas, donde Departamentos pueden ser extractores, intermediarios e incluso consumidores finales, como el caso de Bolívar para el caso del tráfico ilegal de *Trachemys* (Fig. 2b) o Putumayo en el caso del género *Podocnemis* (Fig. 2d). Ello conduce a que las particularidades que manifiesta cada Departamento en términos de su papel dentro de la red de tráfico, sean elementos necesarios a considerar al momento de tomar decisiones para el control, la prevención o las transformaciones socioculturales asociadas al tráfico ilegal. Resulta necesario considerar que aquellos Departamentos categorizados como consumidores finales pueden ser realmente destinos intermedios dentro de cadenas de tráfico internacional, pero la información disponible no es suficiente para concluir esto.

Recientemente, los análisis desde la perspectiva del análisis de redes han brindado elementos que permiten elaborar estrategias orientadas al desmantelamiento de las redes ilegales o criminales (Raab y Milward, 2003) o de gestión de los recursos naturales (Börner *et al.*, 2007; Frank, 2011), donde los elementos (personas, instituciones o lugares) con alta centralidad, son puntos clave para la fragmentación o refuerzo de las cadenas de comunicación y por tanto son el objetivo de muchas estrategias de control. Sin embargo, la posición de cada elemento (nodo) dentro de la red amerita una estrategia propia de control (Roberts y Everton, 2011)

que no se limita a las acciones coercitivas, sino que incluye acciones de carácter social, económico o cultural.

Las medidas de control y prevención tienen como propósito la desarticulación del mercado que soporta el tráfico ilegal. Según los planteamientos de Roberts y Everton (2011) se puede establecer qué medidas policivas serán más adecuadas en Departamentos altamente centrales o intermediarios como: Amazonas, Bolívar, Casanare, Cesar, Cundinamarca y Putumayo. De otra parte, los cambios socioeconómicos y culturales asociados a la reducción de la oferta de tortugas deberán estar enmarcados en Departamentos extractores como: Arauca, Atlántico, Caquetá, Chocó, Guaviare, La Guajira, Magdalena, Sucre o Valle del Cauca. Mientras que, cambios en Departamentos que actúan como consumidores intermedios o finales como: Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Santander, Nariño, Quindío, entre otros, deberá estar encaminada la reducción de la demanda de las especies traficadas mediante la inducción de cambios en las preferencias de los consumidores. Además, la presencia de aeropuertos internacionales en Departamentos intermediarios o consumidores finales puede ser un indicador de que estos potencialmente sirven como puentes para el comercio ilícito en un ámbito internacional, lo cual deriva en la combinación de estrategias de control y cambio cultural.

La red permite el flujo ilícito de especímenes desde las costas Caribe y Pacífica, la Orinoquía y la Amazonía hacia la Región Andina, principalmente. Departamentos como Antioquia, Casanare, Córdoba, Putumayo, Quindío y Santander resultaron ser de gran importancia para el funcionamiento de la red nacional pues facilitaron el flujo de los especímenes traficados y, además, fueron grandes consumidores. Sin embargo, es necesario considerar el papel fundamental que tiene el tráfico ilegal a escalas inferiores que la Departamental.

La estructura de las redes por género y la general de testudíneos reflejan la importancia y necesidad de las acciones policivas coordinadas con las Corporaciones Autónomas Regionales y demás entidades ambientales en las escalas local, municipal, departamental, regional y nacional que permitan el control y prevención del tráfico ilegal de múltiples especies. Si bien la estructura de la red muestra la existencia de nodos que intermedian el tráfico y donde pueden establecerse controles a su paso, es necesario que éste sea un ejercicio informado, pues las acciones ejecutadas de forma aleatoria pueden no producir impactos importantes en la función de la red (Wang *et al.*, 2010; Duijn *et al.*, 2014).

Aunque las acciones policivas pueden tener fuertes impactos sobre el uso ilegal de especies, su naturaleza coercitiva implica efectos a corto plazo (Roberts y Everton, 2011). Debido a ello, resulta necesario realizar acciones que tengan impacto en el largo plazo y que conduzcan a solucionar los problemas estructurales que soportan el tráfico ilegal. Así, programas de educación ambiental,

alternativas productivas, uso concertado que propendan por la sustentabilidad del recurso y el fortalecimiento de las instituciones pueden ser caminos adecuados para la fractura de las redes de tráfico ilegal.

Diferentes acciones podrían contribuir a cambiar la función de la red de tráfico de testudíneos del país, disminuyendo su eficiencia. La reducción de la oferta y la demanda de bienes derivados de la naturaleza, así como las estrategias para uso racional, favorecerá las poblaciones de las especies y consecuentemente se convierte en una estrategia de conservación, puesto que, como ya se dijo, gran parte de los testudíneos traficados se encuentran en alguna categoría de amenaza de los libros rojos (Castaño-Mora, 2002) o en los apéndices CITES (CITES, 1999), donde el tráfico ilegal es uno de los factores extrínsecos que promueven el grado de amenaza (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007). No obstante, el Estado, la comunidad, la academia y otros actores, deben realizar las acciones de manera coordinada, lo cual requiere de voluntad política y fortaleza institucional.

Este trabajo evidencia la practicidad del AR para el abordaje de problemas sobre tráfico de especies silvestres, a pesar de las limitaciones de información existente, contribuyendo directamente a los objetivos del Plan de Manejo orientado al uso sostenible de la tortuga hicoitea en Colombia (MAVDT-UNAL, 2009) y al Plan estratégico de conservación para las tortugas continentales colombianas (ACH, 2011).

Es necesario considerar que diferentes aspectos como las inconsistencias de la información dadas por la no homogeneidad en el registro de decomisos anteriores a la implementación de la Resolución 383 de 2010 y la Resolución 2064 de 2010, también el área de cobertura de las entidades ambientales o territoriales, el esfuerzo, voluntad y cooperación institucional, la debilidad o carencias del personal técnico de las instituciones, el pie de fuerza de entidades de control, la difusa frontera entre cacería de subsistencia y la caza con fines comerciales, entre otros, pueden causar sesgos a los análisis e inconsistencias en la información. A pesar de ello, la información compilada hasta el momento por las autoridades es relevante dado que permite establecer características del tráfico de especies dentro del territorio nacional y son base para el accionar de las autoridades y la academia.

Finalmente, es importante señalar que dentro de la revisión realizada, este es el primer trabajo que incorpora el análisis integrado de las rutas de tráfico ilegal de múltiples especies, permitiendo ver la articulación entre las diferentes redes criminales. Además, el enfoque de este trabajo permite identificar algunos elementos cruciales para las acciones de control, prevención y transformación sociocultural asociadas a la desarticulación de este tipo de redes ilegales, a pesar de las limitaciones que ofrece la información de decomisos. Aunque los resultados descritos pueden ser evidentes, como la correspondencia entre los departamentos extractores y las zonas de distribución de las especies, estos brindan aportes importantes para el entendimiento de esta práctica ilegal,

aunque es necesario profundizar en la caracterización de estos sistemas, realizando descripciones detalladas a nivel de municipio, incorporando la información proveniente de las comunidades, la identificación de características sociales, económicas o culturales que promueven esta práctica y su aplicación a otros grupos taxonómicos, con el fin de diseñar estrategias inclusivas para el grueso de la diversidad traficada y no restringida a grupos focales, generando así un panorama completo y cercano a la realidad y que no es capturado por las estadísticas provenientes de las entidades ambientales. Asimismo, es necesaria la articulación entre las instituciones ambientales del país con el fin de reducir la información perdida por causa de la falta de homogeneidad o sesgos en los registros.

CONCLUSIONES

El tráfico de testudíneos en Colombia evaluado a través de los registros de decomisos, se ha intensificado con el paso de los años, responde a prácticas culturales y está focalizado en unos pocos géneros. Las rutas del tráfico de testudíneos están enfocadas al abastecimiento de los mercados de la región Andina, a partir de la extracción de especímenes en las zonas costeras del país, la Orinoquia y Amazonia e incluso en países fronterizos. A pesar de la existencia de rutas hacia el interior del país, una parte importante del tráfico de testudíneos está limitada al tráfico dentro del mismo Departamento. La posición de los Departamentos dentro de la red de tráfico establece el rol de estos y por tanto las medidas de control o prevención. Se hace necesaria la evaluación de las diferentes estrategias de control y prevención, como herramienta para la conservación y uso sustentable de las especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Colombia y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, por facilitar la ejecución de este trabajo. Al posgrado en Medio Ambiente y Desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo académico. Al profesor Luis A. Fernández por sus comentarios del documento. A los evaluadores anónimos quienes enriquecieron el manuscrito original con sus comentarios.

REFERENCIAS

- ACH. Asociación Colombiana de Herpetología. Plan Estratégico de Conservación para las Tortugas Continentales Colombianas. Medellín, Colombia; 2011. p. 5-11. Available at: <http://www.acherpetologia.org/images/doc/ActionPlan.pdf>. Cited 30 Dec 2014.
- Baptiste-Ballera LG, Hernández-Pérez S, Polanco-Ochoa R, Quiceno-Mesa MP. La fauna silvestre colombiana: una historia económica y social de un proceso de marginalización. Rostros culturales de la fauna. Bogotá,

- Colombia. Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Fundación Natura; 2002. p. 295-340.
- Bastian M, Heymann S, Jacomy M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. ICWSM. 2009:361-362.
- Bonilla MA, Luque N, Cuervo MA, Pinzón M, Vásquez EA. Ecología de Tortugas Terrestres y de Agua Dulce de Colombia y Manejo de Decomisos. Bogotá, Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia; 2012. p. 2-95. Available at: http://www.acherpetologia.org/images/doc/Cartilla_tortus_manejo_decomisos.pdf. Cited: 30 Dec 2014.
- Börner K, Soma S, Vespignani A. Network science. ARIST Vol 41. 2007;537-607.
- Camacho OF, Pacheco CD. Cultura y Tortugas: Conocimientos Ancestrales y Enseñanza de la Biología en Contexto. EDUCYT. 2014;8:37-55.
- Castaño-Mora OV, editor. Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. Bogotá, Colombia; 2002. p. 2-160.
- CITES. Guía de identificación de las tortugas protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. An initiative of Environment, Canada and PROFEPA. Canadá; 1999: 5-223. Available at: <http://www.ec.gc.ca/Publications/0B562840-A798-4C3E-896B-CD1C6477937D%5CCITESIdentificationGuideTurtlesAndTortoises.pdf>. Cited Dec 2013.
- Colombia. Decreto 1608 de 1978. Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. Available at: http://www.minambiente.gov.co/documentos/dec_1608_310778.pdf. Cited Dec 2013.
- Colombia. Decreto Ley 1681 de 1978. Por el cual se reglamentan la parte X del libro II del Decreto- Ley 2811 de 1974 que trata de los recursos hidrobiológicos, y parcialmente la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 376 de 1957. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8228>. Cited Dec 2013.
- Colombia. Decreto Ley 2811 de 1974. Por medio del cual se establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables. Available at: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2811_1974.html. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Ley 1333 de 2009. Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. Available at: http://www.ani.gov.co/sites/default/files/ley_1333_de_2009_procedimiento_sancionatorio_ambiental.pdf. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Ley 165 de 1994. Por la cual se ratifica el convenio de naciones unidas sobre diversidad biológica. Available at: http://www.minambiente.gov.co/documentos/ley_0165_091194.pdf. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Ley 17 de 1981. Por la cual se aprueba la “Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres”, suscrita en Washington, D.C. el 3 de marzo de 1973. Available at: http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Ley17_19810122.htm. Cited Dec 2013.
- Colombia. Ley 599 de 2000. Por la cual se expide el Código Penal. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6388>. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Ley 84 de 1989. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8242>. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Ley 99 de 1993 (diciembre 22). Por medio de la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Ley 13 de 1990. Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca. Available at: http://www.incoder.gov.co/documentos/Normatividad/Leyes/Leyes%201990/ley_1990_013.pdf. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Resolución 2064 de 2010. Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de fauna y flora terrestre y acuática y se dictan otras disposiciones. Available at: http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res_2064_211010.pdf. Cited 30 Dec 2013.
- Colombia. Resolución 383 de 2010. Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones. Available at: http://190.85.6.171/Sistematizacion_Normatividad/Fauna%20y%20Flora/Resol._383_de_2010_especies_amenazadas.pdf. Cited 30 Dec 2013.
- Cruz AD, Gómez JR. Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. Ambiente y Desarrollo. 2010;(14)26:63-94.
- De La Ossa V, De La Ossa-Lacayo A. Cacería de subsistencia en San Marcos, Sucre. Colombia. Rev Col Cienc Anim. 2011;3(2):213-224.
- Duijn PA, Kashirin V, Sloot PM. The Relative Ineffectiveness of Criminal Network Disruption. Nat Sci Rep. 2014;4(4238):1-15. DOI:10.1038/srep04238

- Frank KA. Social network models for natural resource use and extraction. In: Bodin Ö, Prell C, editors. Social networks and natural resource management: uncovering the social fabric of environmental governance. Cambridge University Press; 2011. p. 180-205.
- Fuentes OS, Sampedro MA, Ardila MM. Importancia de la Jicotea (*Trachemys scripta callirostris*: Chelonia, Emydidae) Como Recurso Natural en la Comunidad de Isla Del Coco, Región de La Mojana, Departamento de Sucre, Colombia. *Rev Biol.* 2003;17(2):126-133.
- García MA, Suárez C. El tráfico ilegal de especies silvestres. *Cuadernos de biodiversidad.* 2000;5:12-14.
- Gómez M. Estadísticas del uso ilegal de fauna silvestre en Colombia. República De Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Dirección General de Ecosistemas Grupo De Biodiversidad. Bogotá DC; 2000. p.1-12.
- Hernández CM, Linares HJ. El tráfico de especies silvestres como empresa del crimen organizado. *Rev Crim Col.* 2005;48:338-348.
- Karesh WB, Cook RA, Bennett EL, Newcomb J. Wildlife trade and global disease emergence. *Emerg Infect Dis.* 2005;11(7):1000-1002
- Levallios C. Map Of Countries, Gephi Layout plugin [Programa de Ordenador]. Versión 1.0. Lyon (France): Computacional social sciences- digital humanities; 2012.
- Mancera NJ, Reyes O. Comercio de fauna silvestre en Colombia. *Rev Fac Nal Agr.* 2008;61(2):4618-4645.
- Marín GA, Álvarez MC, Rosique J. Cultura alimentaria en el municipio de Acandí. *Bol Antropol.* 2004;18(35):51-72.
- MAVDT-UNAL. Plan de manejo orientado al uso sostenible de la tortuga hicotea en Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; 2009. p. 3-76. Available at: http://www.acherpetologia.org/images/doc/Biologia_conservacion_tortugas_continental.pdf. . Cited 30 Dec 2014.
- MMA. Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. Estrategia Nacional para la prevención y el control del tráfico ilegal de especies silvestres. Dirección general de ecosistemas. Bogotá, Colombia; 2002. p. 1-34.
- Mora JO. Biodiversidad amenazada, tráfico ilegal e introducción de especies. *CIBIO.* 2003;(14):16-18.
- Moreno E, Wilson F. Tráfico de fauna silvestre. En Rodríguez C, Arias L. Memorias del Primer Congreso y Cuarto Foro ACOPAZOA. ACOPAZOA y Zoológico Jaime Duque Tocancipá, Colombia; 2009. p.2-33
- Newman M. Networks: an introduction. Oxford University Press. Oxford, New York; 2009 p. 190-178.
- Ojasti J, Dallmeier F. Manejo de fauna silvestre neotropical. Smithsonian Institution//MAB Program. Washington, D.C;2000.p.2-230
- Ojasti J. Wildlife utilization in Latin America: current situation and prospects for sustainable management. Food & Agriculture Organization of the United Nations. Roma; 1993. p.1-45
- Páez VP, Morales-Betancourt MA, Lasso CA, Castaño-Mora OV, Brock BC, editors. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, V. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2012. p. 7-521.
- Palacios I, Bakker J, Guevara A. Tráfico y aprovechamiento de iguana e hicotea en la zona Caribe de Colombia. *Latin American Environmental Society,* 1999. p. 80.
- Paredes MM. Necesidad de tipificar y penalizar en el código penal ecuatoriano el tráfico ilegal de especies animales [Tesis Doctoral]. La Argelia: Universidad Nacional de Loja; 2010. p.11-76.
- Raab J, Milward HB. Dark networks as problems. *J Public Adm Res Theory.* 2003;14(4):413-439. DOI: 10.1093/jpart/mug029
- Rhodin AG, van Dijk PP, Iverson JB, Shaffer HB. Turtles of the world, 2011 update: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. Chelonian Research Foundation; 2011. p.5-131 DOI:10.3854/crm.5.000.checklist.v4.201.1
- Roberts N, Everton SF. Strategies for combating dark networks. *Defense.* 2011;12(2):1-32.
- Rosen GE, Smith KF. Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife. *EcoHealth.* 2010;7(1):24-32. DOI: 10.1007/s10393-010-0317-y.
- Rueda-Almonacid J, Carr J, Mittermeier R, Rodríguez JV, Mast B, Vogt RC, *et al.* Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N°6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia; 2007. p. 15-537.
- Southgate C. Introduction to environmental ethics. En: Bryant J, la Velle LB, Searle J, editores *Bioethics for Scientists.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2002.p. 37-55. DOI: 10.1002/0470846593.ch3
- TRAFFIC. The Wildlife Trade Monitoring Network. Our work: wildlife trade. 2008. Available at: <http://www.traffic.org/trade/>. Cited 30 Dec 2014.
- Trujillo F, Jiménez RLM, Aldana J, Rodríguez MV, Caro A, Rodríguez P. Uso y manejo de la fauna silvestre en la Orinoquia colombiana: cacería y tráfico de especies. In: Lasso CA, Rial A, Matallana C, Ramírez W, Señaris J, Díaz PA, *et al.*, editors. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas Prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia

- (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia; 2011. p.149-172.
- Wang Z, Scaglione A, Thomas RJ. Electrical centrality measures for electric power grid vulnerability analysis. Decision and Control (CDC), 2010 49th IEEE Conference, IEEE, Atlanta (GA). 2010;5792-5797. DOI: 10.1109/CDC.2010.5717964
- Wasserman S, Faust K. Social network analysis: Methods and applications (Vol. 8). Cambridge University press; 1994. p. 101-247.