



INFLUENZA AVIAR

PLAN NACIONAL SECTORIAL AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y VIGILANCIA DE LA INFLUENZA AVIAR EN ESPECIES SILVESTRES Y LOS PLANES REGIONALES DE VIGILANCIA Y MONITOREO PARA LOS HUMEDALES PRIORIZADOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE AMAZONAS, ANTIOQUIA, BOLÍVAR, BOYACÁ CAUCA, CASANARE, CAQUETÁ, CESAR, CHOCÓ, CUNDINAMARCA, HUILA, LA GUAJIRA, MAGDALENA, META, NARIÑO, SAN ANDRÉS, SANTANDER, TOLIMA, VALLE DEL CAUCA Y VICHADA.





República de Colombia.
Presidente de la República
JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FRANK PEARL

Viceministra de Ambiente
ADRIANA SOTO

Directora de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana
MARCELA BONILLA

Grupo Medidas Sanitarias y Fitosanitarias
JAIRO HOMEZ
MARGARITA OSORIO

Directora de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
XIOMARA SANCLEMENTE

Grupo de Gestión en Biodiversidad
CLAUDIA LUZ RODRÍGUEZ

Director WCS-Colombia
PADU FRANCO

Personal Técnico-Científico
Roncancio Nestor, Ayerbe Fernando, Cárdenas Giovanni, González Fanny, Saavedra Carlos,
Pereira Victoria

La Base de este documento corresponde a los resultados emanados del convenio No 225 de 2007 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Red Nacional de Observadores de Aves en Colombia-RNOA, Convenio No. 51 de 2008 suscrito entre Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Wildlife Conservation Society y el Convenio No. 53 de 2009, suscrito entre Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Wildlife Conservation Society e ICA, en el marco de los recursos derivados dentro del CONPES 3468 de 2007, sobre Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena avícola.



Catalogación en Publicación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Centro de Documentación y Referencia.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Wildlife Conservation Society-WCS-Colombia

Plan nacional sectorial ambiental para la prevención y vigilancia de la influenza aviar en especies silvestres y los planes regionales de vigilancia monitoreo para los humedales priorizados en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Bolívar, Boyacá Cauca, Casanare, Caquetá, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, San Andrés, Santander, Tolima, Valle del Cauca y Vichada./ Ocampo G., David A. (Ed.); Textos: Valderrama, Carlos; Saavedra, Carlos; Ayerbe, Fernando; Roncancio, Néstor; Rodríguez, Claudia Luz; Cárdenas Giovanni; Gonzáles Fanny.; Red Nacional de Observadores de Aves - RNOA: Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia - Calidris. - Bogotá D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Wildlife Conservation Society-WCS-Colombia, 2011. 119p.

ISBN 978-958-98927-3-2

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Wildlife Conservation Society-WCS - Colombia

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

Presentación

El virus de la Influenza Aviar (IA) generalmente causa infecciones transitorias e inaparentes en aves silvestres (principalmente aves acuáticas) y no plantea serias amenazas a la salud de la vida silvestre, aves domésticas u otras especies. Sin embargo, ocasionalmente, una cepa del virus de la IA puede emerger como una significativa amenaza a las aves silvestres, la industria aviar y/o a la salud humana; estas cepas son llamadas cepas de “influenza aviar altamente patógena” (HPAI: del inglés Highly Pathogenic Avian Influenza). (Saavedra C; et al, 2008, Informe Convenio MADS-WCS).

Dada la aparición de cepas altamente patógenas en aves silvestres, surge la preocupación por la posible dispersión a diferentes regiones que podría ocasionar serias implicaciones sanitarias y económicas, e implicaciones negativas para la salud animal y la conservación de la biodiversidad. Existen numerosas vías para que el virus se introduzca a una región, entre las que se encuentran el tráfico ilegal de aves domésticas y silvestres, a través de productos contaminados, por viajeros infectados, como casos de bioterrorismo y por migración de aves silvestres. Numerosas

publicaciones avalan el carácter cosmopolita y la amplia gama de especies silvestres que pueden infectarse por el virus de la influenza. (Saavedra C, et al, 2008, Informe Convenio MADS-WCS).

Se considera que las aves silvestres, particularmente las migratorias, constituyen las hospedadoras naturales del virus, actuando como portadoras. Ante la alerta mundial generada por los brotes H5N1 en países asiáticos, africanos y europeos se ha visto la necesidad de establecer programas de vigilancia para la detección temprana en otros países y para esclarecer aspectos aún desconocidos de la dinámica del virus. En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Red Nacional de Observadores de Aves elaboraron y concertaron en el 2007, con las diferentes entidades que conforman el Sistema Nacional Ambiental-SINA, el “Plan Nacional Sectorial Ambiental de Prevención y Vigilancia de la Influenza Aviar en Especies Silvestres, en el que se identificaron las acciones necesarias para la detección temprana de la influenza aviar en el país.



WCS Colombia IMG_5802.JPG

Dentro del plan se priorizan sitios y regiones de importancia para la vigilancia, se identifican especies centinelas, se establecen protocolos para cuantificar poblaciones, para la toma, mantenimiento y transporte de muestras, diagnóstico y bioseguridad.

Los departamentos priorizados para la implementación de Planes Regionales de Vigilancia de Influenza Aviar en Aves Silvestres fueron identificados teniendo en cuenta la alta diversidad de aves acuáticas, presencia de ecosistemas de humedal, presencia de sistemas de producción avícola y vías de comercio. Estos departamentos fueron Amazonas, Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cauca, Casanare, Caquetá, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, San Andrés, Santander, Tolima, Valle y Vichada.

Posteriormente en el 2008, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Wildlife Conservation Society-WCS, establecen una alianza con el objetivo de “iniciar la implementación del Plan Nacional Sectorial Ambiental de Prevención y Vigilancia de

Influenza Aviar en Especies Silvestres”, y se logran desarrollar actividades orientadas a crear capacidad regional para el monitoreo mediante la realización de talleres de capacitación; generar planes regionales para la vigilancia de la influenza aviar en aves silvestres; brindar información sobre materiales e insumos para monitoreo; capacitar sobre manejo de información y adquisición de reactivos para análisis.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible impulsó la implementación de los planes regionales para la vigilancia y monitoreo de la influenza aviar en aves silvestres, para los humedales priorizados en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Nariño, San Andrés, Magdalena, Cesar, Santander, Casanare, Vichada, Chocó y Antioquia, en el marco de un sistema de vigilancia para la detección temprana de la influenza aviar en aves silvestres en cada uno de dichos lugares y adelantó lo pertinente para formular e implementar los planes de monitoreo regionales para los departamentos

del Cauca, La Guajira, Boyacá, Bolívar, Amazonas, Huila y Tolima.

Los planes de monitoreo han sido formulados con el apoyo de las Corporaciones Autonomas Regionales-CAR's, ONG miembros de la Red de Observadores de Aves y funcionarios de la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales los cuales permitirán adelantar acciones de muestreo de aves silvestres para influenza aviar, orientadas a la investigación de mortandades masivas en aves silvestres; especies acuáticas migratorias que transitan o permanecen en el país y especies acuáticas residentes; especies de aves acuáticas capturadas y comercializadas de manera ilegal en mercados y especies cazadas por productores tales como los arroceros y los acuicultores para control de daños en sistemas productivos.

La implementación de los planes de monitoreo y vigilancia regionales de aves silvestres, definidos en el marco del desarrollo del Plan Sectorial Ambiental de Vigilancia y Prevención de la Influenza Aviar en Aves Silvestres en Colombia, corresponde a un esquema de gestión ambiental que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y pone en marcha, en cumplimiento a lo referido en la Resolución No. 07 del 30 de mayo de 2007, expedida por el Ministerio del Interior y de Justicia, a través de la Dirección de Prevención y Atención de Desastres y mediante la cual se establece la Comisión para prevenir y mitigar el impacto de la Pandemia de Influenza Aviar en Colombia, de la cual hace parte el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dentro de los considerandos de dicha resolución, se encuentra la directriz

emanada por parte de la Organización Mundial de la Salud-OMS y diferentes agencias de Naciones Unidas, en el sentido de que “ante la amenaza latente de que se presente una epidemia global causada por el virus de la influenza aviar, se recomienda el diseño y la puesta en marcha de un plan nacional para la prevención, mitigación y respuesta ante la ocurrencia de una pandemia por influenza aviar, para lo cual se requiere de la preparación de todos los sectores que puedan estar involucrados en la prevención, detección y disminución de los efectos de la enfermedad sobre la salud de la población, el medio ambiente y la economía de cualquier país”.

Al mismo tiempo, la gestión ambiental que en la materia adelanta el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se desarrolla en el marco de la política nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de alimentos para el sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias-MSF, documento CONPES 3375 de 2005 (que tiene como objetivo general mejorar las condiciones de sanidad e inocuidad de la producción agroalimentaria nacional con el fin de proteger la salud y vida de las personas y los animales, aumentar la competitividad y fortalecer la capacidad institucional).

La implementación del Plan Nacional Sectorial Ambiental de Prevención y Vigilancia de la Influenza Aviar en Especies Silvestres, se encuentra articulado al Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 “Estado Comunitario: desarrollo para todos”, dentro del capítulo 6 denominado “Dimensiones transversales del desarrollo en el subcomponente” “Una gestión ambiental que promueva el desarrollo sostenible”, en los componentes y estrategias

de: 1) Conocimiento, conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables y de la biodiversidad y 2) Promoción de procesos productivos competitivos y sostenibles a través de la implementación de acciones sectoriales que integren consideraciones ambientales.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible pretende a través de la divulgación de este documento, contribuir a la implementación del Plan Nacional Sectorial Ambiental de Prevención y Vigilancia de la Influenza Aviar en Especies Silvestres y de los respectivos planes regionales para la vigilancia y monitoreo de la influenza aviar en aves silvestres, diseñados para los humedales priorizados en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Nariño, San Andrés, Magdalena, Cesar, Santander, Casanare, Vichada, Chocó, Antioquia, Cauca, La Guajira, Boyacá, Bolívar, Amazonas, Huila y Tolima y Valle del Cauca como apoyo a la gestión ambiental en materia de fauna silvestre.

La información que a continuación se publica, tienen su origen en la consultoría desarrollada por el Biólogo, Ph.D., Carlos Valderrama, en el marco del Convenio No. 220 de 2007, suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Red Nacional de Observadores de Aves-RNOA, presidida en ese entonces por la Asociación CALIDRIS y en los documentos generados por el Biólogo, MSc., Carlos Saavedra y la Médico Veterinaria, MSc., Victoria Pereira, miembros de WCS Colombia, en el marco del Convenio No. 51 de 2008, suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y WCS Colombia y de Néstor Roncancio, Fernando Ayerbe, Giovanni Cárdenas y Fanny González en el marco del convenio No. 53 de 2009 y No 062 de 2010 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WCS Colombia y el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA.

XIOMARA SANCLEMENTE

Directora de Bosques , Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Contenido

PRESENTACIÓN

1. MARCO DE REFERENCIA

- 1.1. La Influenza Aviar
- 1.2. La Amenaza de la Influenza Aviar a la Vida Silvestre
- 1.3. La Influenza Aviar en Colombia
- 1.4. El Papel de las Aves Acuáticas
- 1.5. La Vigilancia como Estrategia de Control
- 1.6. Importancia del Monitoreo en Colombia
- 1.7. Diagnóstico del Conocimiento de las Aves Acuáticas
- 1.8. Análisis de Riesgo de Transmisión de la Influenza Aviar:
Consideraciones sobre las Especies de Aves Silvestres
- 1.9. Conclusiones del Análisis de Riesgo

2. PLAN NACIONAL SECTORIAL AMBIENTAL DE PREVENCIÓN Y VIGILANCIA DE INFLUENZA AVIAR EN ESPECIES SILVESTRES EN COLOMBIA

- 2.1 Objetivo General del Plan
- 2.2 Actividades del Plan
 - 2.2.1 Definición de áreas prioritarias para el monitoreo
 - 2.2.2 Especies prioritarias de aves para el monitoreo en Colombia
 - 2.2.3 Investigación en poblaciones de aves silvestres
 - 2.2.3.1 Monitoreo de las poblaciones de aves
 - 2.2.3.2 Métodos y estrategias de muestreo

3. PLANES REGIONALES DE VIGILANCIA Y MONITOREO PARA LOS HUMEDALES PRIORIZADOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE AMAZONAS, ANTIOQUIA, BOLÍVAR, BOYACÁ, CAUCA, CASANARE, CESAR, CHOCÓ, CUNDINAMARCA, LA GUAJIRA, MAGDALENA, META, NARIÑO, SAN ANDRÉS, SANTANDER, VALLE Y VICHADA

Amazonas-Putumayo
Antioquia-Chocó
Bolívar (incluye algunos humedales de Atlántico, Córdoba y Sucre)
Boyacá
Caquetá
Casanare-Vichada
Cesar-Santander
Cundinamarca
Huila
La Guajira
Magdalena
Meta
Nariño
San Andrés
Tolima
Valle

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE VIGILANCIA ACTIVA Y PASIVA DE LOS PLANES REGIONALES PARA LA VIGILANCIA DE LA INFLUENZA AVIAR EN AVES SILVESTRES(Medio magnético)

4.1 Introducción
4.2 Materiales y Métodos
4.2.1 Áreas de estudio
Casanare-Vichada
Cesar
Chocó-Antioquia
Cundinamarca
Magdalena
Meta
Nariño
San Andrés
Valle

- 4.2.2 Capturas y toma de muestras
- 4.2.3 Estructura del ensamblaje y densidades poblacionales de aves acuáticas
 - 4.2.3.1 Toma de datos
 - 4.2.3.2 Análisis de datos
 - 4.2.3.3 Resultados
 - 4.2.3.4 Densidades poblacionales

5. PROTOCOLOS (Medio magnético)

- 5.1 Protocolos para la Toma, Mantenimiento y Transporte de Muestras al Laboratorio, para la Vigilancia de Influenza Aviar en Aves Acuáticas Silvestres en Colombia.
 - 5.1.1 Introducción
 - 5.1.2 Toma de muestras
 - 5.1.3 Mantenimiento de muestras
 - 5.1.4 Embalaje y transporte de muestras
 - 5.1.5 Uso de refrigerantes
 - 5.1.6 Etiquetado del embalaje
 - 5.1.7 Empresas transportadoras
 - 5.1.8 Consideraciones generales sobre el tamaño de la muestra
 - 5.1.9 Glosario
- 5.2 Protocolo de Censos de Aves Acuáticas Silvestres para la Vigilancia de Influenza Aviar en Colombia
 - 5.2.1 Introducción
 - 5.2.2 Estimación de la densidad en DISTANCE

6. BIBLIOGRAFÍA

7. ANEXOS(Medio magnético)



PLAN NACIONAL SECTORIAL
AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y
VIGILANCIA DE LA INFLUENZA AVIAR EN
ESPECIES SILVESTRES Y LOS PLANES
REGIONALES DE VIGILANCIA Y
MONITOREO PARA LOS HUMEDALES
P R I O R I Z A D O S E N L O S
DEPARTAMENTOS DE AMAZONAS,
ANTIOQUIA, BOLÍVAR, BOYACÁ CAUCA,
CASANARE, CAQUETÁ, CESAR, CHOCÓ,
CUNDINAMARCA, HUILA, LA GUAJIRA,
MAGDALENA, META, NARIÑO, SAN
ANDRÉS, SANTANDER, TOLIMA, VALLE
Y VICHADA.

1 MARCO DE REFERENCIA

1.1. La Influenza Aviar

La influenza es una enfermedad respiratoria viral aguda producida por virus de influenza que pueden ser de tres tipos (A, B, y C). Esta enfermedad en humanos se transmite de persona a persona por contacto directo de las secreciones respiratorias o por la dispersión de partículas de saliva en el estornudo. Es una enfermedad particularmente severa en niños y ancianos.

El virus de la influenza pertenece a la familia de los Orthomyxoviridae, caracterizada por virus de replicación por RNA. El virus de influenza A se caracteriza en las variedades dependiendo de los antígenos presentes en la superficie que pueden ser 16 hemaglutininas (H1-H16) y 9 neuramidinas (N1-N9) (OIE, 2004). Este virus tiene variedades de alta y baja patogenicidad que pueden afectar a humanos, mamíferos y aves. La gripa humana estacional anual corresponde a los tres subtipos (H1N1, H1N2 y H3N2) del virus tipo A. La influenza A puede mutar y esto produce la variabilidad de la gripa estacional. Periódicamente se han presentado en la población humana pandemias de gripa de alta morbilidad y mortalidad como las gripas de 1917 -Gripe española (H1N1), 1957 -Gripe Asiática (H2N2), y 1968 -Gripe de Hong Kong (H3N2).

Todas las variantes del virus de influenza A están presentes en aves, solo algunas pocas afectan mamíferos. La influenza aviar es una enfermedad producida por el virus de la influenza tipo A. Las cepas de baja patogenicidad (IABP) son de circulación regular en las poblaciones de aves silvestres y no producen signos clínicos notorios de

enfermedad en el ave ni mortandades masivas. Las cepas altamente patogénicas (IAAP) se pueden desarrollar cuando las aves de corral susceptibles (gallinas y pavos) se encuentran expuestas de manera repetida a cepas del virus (H5 y H7) (Harder y Werner, 2006). Muy pocos casos de mortalidad masiva se han registrado en aves silvestres; el primero y uno de los pocos casos conocidos fue particularmente notorio y ocurrió en la especie *Sterna hirundo* Gaviotín Común (Common Tern) en Sudáfrica en 1961 donde se presentó una mortalidad elevada de individuos de esta especie por la cepa H5N3 (Alexander 2000).

Antes de 1996 se habían reportado muy pocos casos de influenza aviar altamente patogénica en el mundo. Dos episodios significativos de epidemia se presentaron en Latinoamérica particularmente en México 1995 (H5N2) y en Chile 2002 (H7N3) (Harder y Werner, 2006). En Norte América se ha reportado el virus H5N1 de baja patogenicidad desde 1975; este virus cuyo linaje no está relacionado con el virus de alta patogenicidad originado en China, se ha encontrado en poblaciones silvestres de patos, cisnes y gaviotas por estudios de monitoreo ya que usualmente es asintomático y no ha producido alta morbilidad o mortalidad en las poblaciones de dichas especies.

En la actualidad hay una gran preocupación por el desarrollo de varios brotes de la cepa altamente patogénica H5N1 originados en China y que se han expandido al sudeste asiático y recientemente a África y Europa (CDC, 2006). Esta variante de gripa ha mostrado ser altamente patogénica en aves de corral lo que ha obligado al sacrificio masivo de aves domésticas en muchos países

de Asia, África y Europa. La reciente aparición de brotes focalizados en Europa muestra que las aves silvestres pueden tener un papel en la dispersión de esta enfermedad aunque los eventos de mortandad masiva allí han sido pocos. La mayor importancia en la dispersión del virus H5N1, la tienen el comercio legal e ilegal de pollos y subproductos y el tráfico ilegal de aves silvestres, como se ha demostrado en la dispersión del brote por el sudeste asiático. Los brotes en África donde los patrones de dispersión no coinciden con las rutas migratorias de aves silvestres (BirdLife, 2006b, y BirdLife, 2006c) y la ausencia de brotes en Australia, que comparte sus rutas migratorias con el sudeste de Asia donde se han presentado los principales brotes, refuerzan el papel del comercio como factor de dispersión de la enfermedad y no así de las aves silvestres migratorias.

El primer brote de H5N1 altamente patogénico se presentó en China en la provincia de Guangdong en 1996 y posteriormente, el siguiente año, se presentó un brote en Hong Kong que significó el sacrificio de 15 millones de aves de corral en un esfuerzo por contener el brote; allí se presentó la primera muerte humana. Posteriormente se presentaron otras muertes en 2003 por personas que viajaron a China. Después de un brote detectado en tigres y leopardos que se infectaron al consumir pollos infectados en un zoológico de Tailandia, se presentaron brotes en varios países del este y sudeste asiático. En esta ola expansiva se sacrificaron cerca de 45 millones de pollos y se presentaron 35 muertes humanas. Uno de los pocos casos reportados donde estuvieron implicadas aves silvestres fue el incidente del lago Qinghai en China en mayo

de 2005, donde murieron ejemplares de *Anser indicus* Ganso Hindú o de cabeza barreteada (Bar-Headed Geese), *Phalacrocorax carbo* Cormorán Mayor (Great Cormorant), *Larus ichthyaetus* Gaviota de Pallas (Pallas's Gull), *Larus brunnicephalus* Gaviota de Cabeza Café (Brown-headed Gull) y *Tadorna ferruginea* Pato Tarro Rufo (Ruddy Shelduck). Allí se registraron cerca de 6000 aves muertas principalmente de ganso hindú del cual se perdió entre el 5 y el 10% de su población total en este incidente.

La enfermedad se propagó de allí a otros lugares de Asia aunque el papel de las aves silvestres en la transmisión no es claro ya que en este lago existen criaderos de aves domésticas que se encuentran en estrecho contacto con aves silvestres semidomesticadas por los locales; además el tráfico de aves de corral es muy significativo en esta región de China. El virus siguió dispersándose al oeste durante el 2005 cuando fue detectado en Turquía y Croacia, posteriormente pasó al Golfo Pérsico y a Europa oriental. En 2006 aparecieron brotes en aves silvestres en Francia, la República Checa, y Alemania donde también se infectaron aves de corral. En África los brotes han sido exclusivos en aves de corral en 10 de los países donde se ha reportado el H5N1 y solo tres individuos de aves silvestres han sido reportados positivos en este continente. Para septiembre de 2007 se había reportado el virus H5N1 en 59 países de tres continentes. En algunos países se ha controlado (como en Japón, Corea y Malasia) aunque en algunos de ellos se han experimentado reintroducciones.

El virus H5N1 es un virus exclusivamente aviar hasta el momento. Podría sin embargo convertirse en virus que afecte a los humanos

si se rompe la barrera inmune por recombinación. Los pocos casos de muerte de humanos por H5N1 se han producido en personas con un contacto estrecho con aves de corral en focos de infección. La transmisión hacia humanos hasta ahora es sólo casual y no existe el mecanismo genético que lo permita. Los cerdos domésticos poseen receptores para influenza tipo A de aves y de humanos y en ellos se podría lograr la recombinación que podría generar un virus altamente patogénico para el hombre, que de lograr la transmisión directa humano-humano llegaría a producir una pandemia.

Otro de los impactos de la influenza aviar, además del riesgo de desarrollar pandemia humana, es en el campo socio económico ya que la presencia de la influenza aviar altamente patogénica genera grandes estragos en el sector aviar por las mortandades masivas generadas por la enfermedad y la necesidad de controlar los brotes mediante el sacrificio masivo de las aves de todos los centros de producción cercanos al lugar del brote.

1.2. La amenaza de la Influenza Aviar a la Vida Silvestre

La Comisión sobre Diversidad Biológica-CBD (por sus siglas en ingles) en su 8ª Conferencia de las Partes promulgó una serie de recomendaciones respecto al papel de la influenza aviar como fuente de amenaza de la diversidad biológica global. Se sugiere que el análisis de la influenza aviar, así como de otras enfermedades infecciosas de origen zoonótico (SARS, Malaria, VIH entre otras), deben ser estudiadas con una aproximación holística que evalúe la enfermedad dentro del

marco de la salud animal, la salud humana y la salud ambiental. La pérdida de hábitat, la degradación ambiental y el tráfico de fauna son factores que se considera, han contribuido a la aparición de estas nuevas enfermedades. Se identificaron grandes vacíos de información sobre influenza aviar como son la epidemiología, distribución geográfica, ecología de la transmisión, causas de su origen y de los brotes; estos vacíos hacen necesario replantear la connotación que ha primado sobre las aves acuáticas como principales vectores de esta enfermedad.

La rápida expansión de la enfermedad y la reacción de algunos países cuyas medidas para controlar la enfermedad amenazan directamente a las aves acuáticas silvestres y los humedales, son consideradas como las causas de mayor preocupación contra la vida silvestre. Se prioriza la necesidad de apoyar la investigación de manera sustancial para poder entender y controlar esta enfermedad por parte de los gobiernos participantes y las agencias internacionales dentro de un marco de cooperación. Las características de esta enfermedad hacen necesaria una aproximación multidisciplinaria, ya que afecta humanos, producción pecuaria, vida silvestre y ecosistemas naturales, por lo que la demanda de recursos proviene de diversas fuentes que estudian los muy variados frentes de trabajo.

También se hace un llamado a la consideración de las medidas de eliminación masiva de aves de corral en áreas afectadas teniendo en cuenta los factores sociales y de pobreza de las personas afectadas por estas medidas de control en áreas deprimidas económicamente, que al ser afectadas sus acciones, pueden tener repercusiones

indirectas sobre la vida silvestre por cacería ilegal o destrucción de hábitats (CBD, 2006).

1.3. La Influenza Aviar en Colombia

La historia de la influenza aviar en Colombia es bastante limitada. Hasta el momento sólo se ha registrado la presencia de reacción de anticuerpos a un virus de baja patogenicidad en Fresno, Tolima, en 2005. El virus fue identificado por el laboratorio nacional de referencia de Estados Unidos, National Veterinary Services Laboratory NVLS de APHIS-USDA en Ames-Iowa, como el virus H9N2 de baja patogenicidad (ICA, 2006).

1.4. El Papel de las Aves Acuáticas

El virus de influenza aviar se ha reportado en especies de aves de casi todos los órdenes, sin embargo las especies que presentan una mayor prevalencia de la enfermedad son las aves acuáticas dadas las características ecológicas de la transmisión del virus. Este virus sobrevive a la intemperie por algunas horas solamente en condiciones de humedad. Las aves enfermas excretan virus junto a la materia fecal y si ésta se encuentra en contacto con medio acuático, existe la posibilidad de que pueda ser ingerida por alguna especie que se alimente en este medio, particularmente cerca de la superficie. Las aves que realizan este tipo de alimentación son los patos (Anseriformes) y las aves playeras (Charadriiformes). Los patos y particularmente las playeras presentan migraciones estacionales de larga distancia que les permiten cruzar continentes completos de un hemisferio al otro en este proceso. Estas características de migración y hábitos de alimentación han hecho que la

atención se centre en este grupo como portador del virus altamente patogénico.

1.5. La Vigilancia como Estrategia de Control

La comunidad científica está de acuerdo en que las medidas de control se deben focalizar en fortalecer la bioseguridad de los sistemas de producción masiva de aves de corral a cualquier escala, y así evitar la propagación de la enfermedad entre criaderos y reducir significativamente el riesgo de transmisión a humanos (FAO, 2006; USGS-NWHC, 2007). Existe sin embargo preocupación por el papel que pueden cumplir las aves silvestres en la dispersión de la influenza aviar (Withworth, et al. 2007). El virus de la influenza ha sido aislado en aves silvestres en eventos de mortandad encontrando aves enfermas; esto ha permitido la caracterización del virus y mostrado la susceptibilidad de las aves. Estos estudios de eventos no proveen información sobre la circulación normal y natural del virus en las poblaciones silvestres que sirven de reservorios naturales del H5N1 o de las otras variantes del virus de influenza tipo A.

Esta necesidad de conocer detalles de la enfermedad ha llevado al desarrollo de programas de vigilancia de poblaciones silvestres en varias partes del mundo (FAO-OIE, 2007). Estos programas se llevan a cabo por agencias internacionales, de gobierno o por organizaciones no gubernamentales que buscan conseguir la mayor cantidad de muestras. Estos programas requieren de recursos financieros y humanos significativos para poder llevarse a cabo.

1.6. Importancia del Monitoreo en

Colombia

Colombia está localizada en la esquina noroccidental de Sur América y se constituye en lugar estratégico de paso para las aves migratorias boreales. En el país se concentran aves provenientes de Norte América que residen durante el invierno o hacen paradas antes de continuar más hacia el sur (Hilty and Brown, 1986; Rappole, 1995).

Las aves migratorias boreales siguen básicamente cuatro rutas de migración desde Norteamérica. 1. La ruta Pacífica que bordea el océano Pacífico por las costas, es utilizada por aves acuáticas como playeras y chorlos. 2. La ruta de México y Centro América que sigue la masa continental y que es seguida por aves rapaces, entre otras. 3. La ruta Trans-Golfo o del Mississippi que concentra aves en Louisiana y allí cruzan el Golfo de México hasta llegar a las Antillas Mayores o a la península de Yucatán. Otra variante la siguen las especies que cruzan siguiendo las Antillas Mayores a las Antillas Menores y entran por Venezuela. 4. Por último está la ruta del Atlántico que es seguida por muchos passeriformes que se adentran al Océano Atlántico y utilizan los vientos cruzados para ser impulsados y llegar directamente a Sur América por Brasil.

En Colombia no hay rutas claramente definidas y se presume que las aves de la ruta Pacífica siguen por el Chocó biogeográfico y la costa Pacífica al resto de Suramérica; las que siguen por Centroamérica continúan por el continente y entran a los Andes por los valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca y por las cordilleras. Las aves que cruzan el Golfo de México y luego cruzan el Mar Caribe llegan a la costa Atlántica del país, pueden permanecer allí o entrar al interior siguiendo

los valles interandinos. Las especies que siguen las Antillas Mayores y Menores y que entran por Venezuela llegan a Colombia por los Llanos Orientales (figura 1). Se conoce que cerca de 197 especies de las más de 1865 especies conocidas en Colombia corresponden a especies migratorias boreales. Además, existen cerca de 34 especies que son migratorias australes. De las rutas reconocidas para la migración boreal casi todas cruzan por el territorio nacional, con excepción de las aves que cruzan por las Antillas Menores y el Océano Atlántico. Esta riqueza de grupos y rutas denota la necesidad de desarrollar estrategias de monitoreo en todo el territorio para así cubrir la mayor cantidad de grupos y regiones. Esta condición hace que el país sea punto de referencia para el resto de Latinoamérica en programas de monitoreo de la influenza aviar.

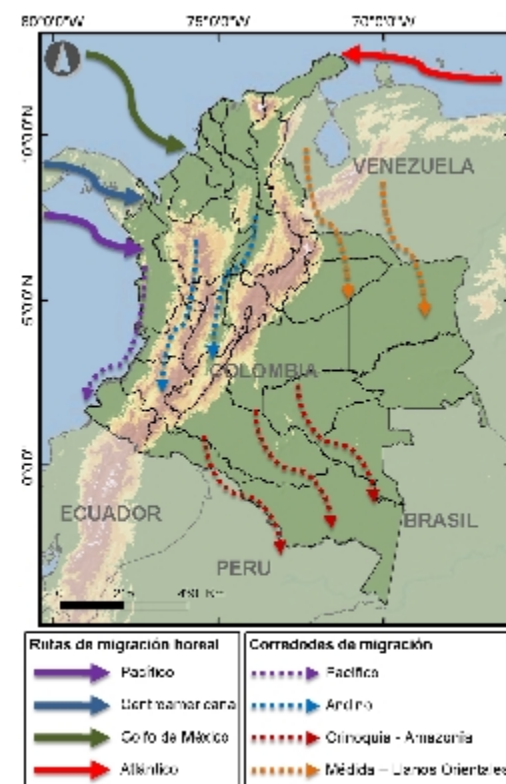


Figura 1. Rutas de ingreso de las aves migratorias a Colombia.

Aún existen grandes vacíos en el conocimiento de las especies silvestres y en particular en las acuáticas. El desarrollo de programas de monitoreo de especies como el Conteo Navideño y los Censos Neotropicales de Aves Acuáticas han comenzado a alimentar el conocimiento en estos grupos. Los mapas de registros de aves acuáticas demuestran que la información se ha recopilado de manera focalizada en algunas regiones del país como la Sabana de Bogotá y el Valle del Cauca (figura 2). Otros registros se han concentrado en la región Caribe y en algunos puntos de la costa Pacífica como el Parque Nacional Natural Sanquianga. Sin embargo, el vacío casi total de registros en otras regiones es evidente como es el caso de la Amazonia y la Orinoquia; regiones pobladas como el departamento de Antioquia muestran un bajo número de registros a pesar de contar con un gran número de ornitólogos y presencia de un número importante de embalses.

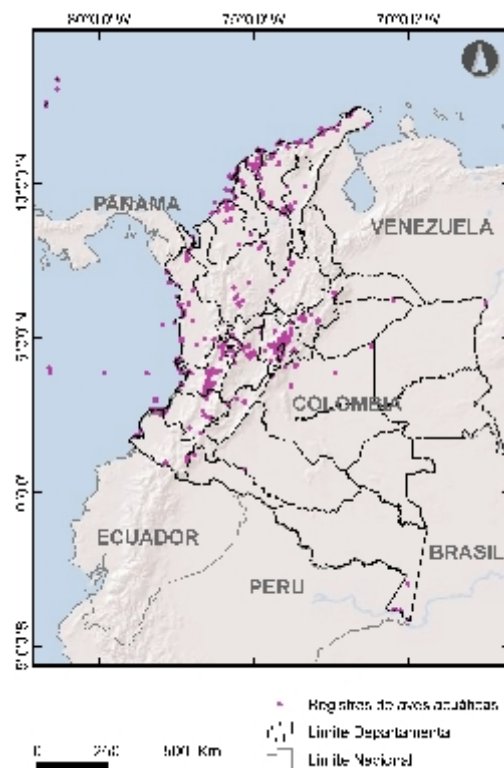


Figura 2. Localización de los registros de aves acuáticas en Colombia.

En el momento es muy difícil desarrollar mapas confiables de distribución de la gran mayoría de especies e imposible establecer tamaños poblacionales. Delany y Scott (2006) presentan estimativos poblacionales para las especies acuáticas. En estos estudios hay estimativos confiables para muchas especies neárticas y paleárticas, pero para las especies tropicales no sucede lo mismo. Las poblaciones de estas especies no han sido estudiadas y en la mayoría de los casos los estimativos son aproximaciones gruesas. Los valores acerca de las especies o subespecies presentes en Colombia reportados en Delany y Scott (2006) son presentados en el aparte 5.3 del plan.

La variabilidad de los datos de los censos es aún muy alta debido a lo reciente del proceso y a la participación de un grupo muy grande de Sensores lo que genera una gran variabilidad en los datos. El cubrimiento de algunas regiones es bueno aunque en la mayoría del territorio es aún incipiente. Se requiere por lo tanto fortalecer los censos para que puedan convertirse en herramientas de monitoreo de las especies y sus poblaciones pues la estructura ya está conformada. La condición de algunas especies hace que mejorar el conocimiento de sus poblaciones sea prioritario ya que su estatus de especies residentes o migratorias no es muy bien conocido; la definición entre especies migratorias y residentes se dificulta ya que algunas especies presentan tanto poblaciones como subespecies con ambas condiciones, como por ejemplo *Anas cyanoptera* Pato colorado (Cinnamon Teal) que tiene las subespecies *A. c. septentrionalium* como migratoria boreal y *A. c. tropica* en los valles interandinos y borreroi

en el altiplano Cundiboyacence, como residentes; separar individuos de estas subespecies requiere de gran conocimiento técnico.

En otras como en algunos Charadriiformes que tradicionalmente se han reportado como exclusivamente migratorios, el registro de anidaciones en el país hace que se reconsidere su estatus. (Ruiz-Guerra, et al., 2008, y Casas y Johnston-González, 2007). Estos son datos muy recientes y se necesita profundizar en estos estudios para desarrollar conclusiones sólidas. Otras especies han cambiado sus hábitos en tiempos recientes. Muchos de los patos que eran conocidos por registros regulares en el pasado ya no son observados o se registran de manera casual o casi accidental como el caso de *Anas clypeata* Pato cucharo (Northern shoveler) en el Valle del Cauca; o casos como *Anas acuta* Pato rabo de gallo (Northern Pintail) o *Sarkidiornis melanotos* Pato brasileiro (Knob-billed Duck) en varias regiones del país, por citar algunos pocos. Otras especies como *Plegadis falcinellus* Ibis pico de hoz (Glossy Ibis) en la laguna de Sonso se han convertido de registros casuales de migratorias a poblaciones aparentemente residentes (Com. Pers. H. Álvarez-López).

1.7. Diagnóstico del Conocimiento de Aves

Acuáticas

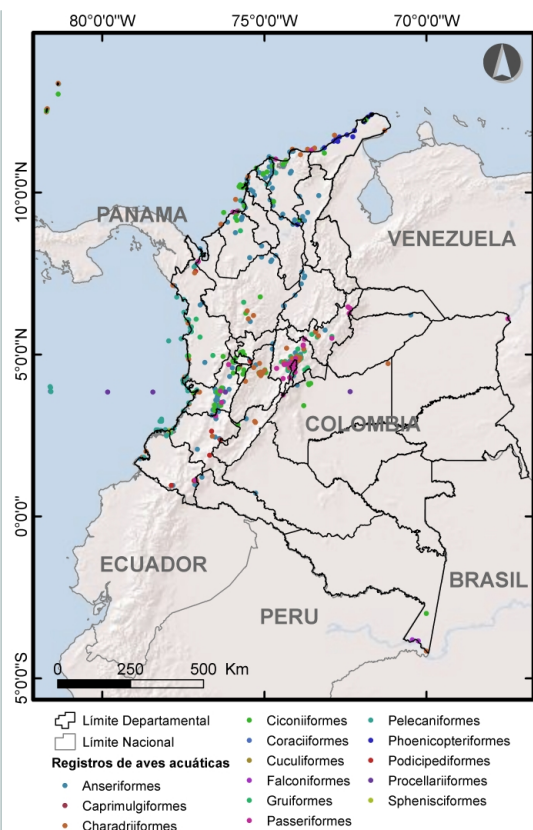
La tradición de investigación ornitológica del país se ha centrado en los Passeriformes de ecosistemas terrestres. El trabajo con aves acuáticas a pesar de haberse llevado a cabo desde los años 60 por destacados ornitólogos como el Padre Antonio Olivares cuyos trabajos destacados incluyen el libro “Ciconiformes de

Colombia” y el Hermano Nicéforo María, no se continuó y sólo hasta la década de los 90 se comenzó a ver un nuevo auge de los trabajos con aves acuáticas. El mapa de registros (figura 3) muestra que en general hay registros que representan buena parte del territorio nacional, con vacíos en regiones como la Amazonia y parte de la Orinoquia. Según los registros recopilados en la base de datos (que fue compilada por la Asociación Calidris y la Red nacional de Observadores de Aves y contiene registros de diversas fuentes como investigaciones no publicadas, tesis, publicaciones científicas y censos de aves), se puede observar que la investigación en aves acuáticas a nivel nacional se ha concentrado en dos departamentos principalmente, el Valle del Cauca y Cundinamarca, seguidos por Meta, Córdoba y Magdalena (tabla 1). Si se analiza la densidad de estos registros se advierte más claramente este patrón (figura 4). Los registros incorporados en la base de datos provienen en un 47% del Censo Neotropical de Aves Acuáticas, un 26% del trabajo bibliográfico realizado por la Asociación Calidris recopilando tesis y publicaciones dispersas y un 8% de programa de Áreas Importantes para la Conservación de Aves-AICA del Instituto Alexander von Humboldt. El 51% de estos registros corresponden a la década del 2000, un 24% a la década del 90 y un 1% a la década del 80.

A nivel de familias se observa también una concentración de registros en las aves más comunes y vistosas dentro de este grupo, las garzas (Ardeidae) y las playeras (Scolopacidae), seguido por los patos (Anatidae) y las gallinulas y fochas (Rallidae). Las especies más frecuentemente observadas (con más de 100 registros de

observación) son: *Bubulcus ibis*, *Butorides striata*, *Ardea alba*, *Actitis macularius*, *Vanellus chilensis*, *Gallinula chloropus*, *Egretta thula*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Jacana jacana*, *Egretta caerulea*, *Anas discors*, *Phimosus infuscatus*, *Tringa solitaria*, *Porphyrio martinica*, *Nycticorax nycticorax*, *Podilymbus podiceps*, *Fregata magnificens*, *Pandion haliaetus*, *Dendrocygna autumnalis*, *Pelecanus occidentalis*, *Ardea cocoi*, *Tringa flavipes*, *Tringa melanoleuca* y *Fulica*

Figura 3. Mapa de los registros por orden taxonómico de aves acuáticas.



En el anexo 1 se encuentran listados los 100 primeros municipios con la mayor concentración de registros de aves acuáticas. Estos municipios fueron tomados del análisis de densidad de distribución de registros por municipio. En este análisis no se consideró al municipio de San Andrés Isla por deficiencias en la resolución de la cartografía disponible.

Tabla 1. Distribución de los registros de aves acuáticas por departamento. (Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008)

Departamento	Registros	Porcentaje
Valle del Cauca	1402	18.2
Cundinamarca	1108	14.4
Meta	651	8.4
Córdoba	560	7.3
Magdalena	551	7.1
Nariño	485	6.3
Tolima	425	5.5
Bolívar	381	4.9
Cauca	352	4.6
Chocó	342	4.4
Quindío	305	4.0
Archipiélago de San Andrés, Providencia y la isla Catalina	270	3.5
Caldas	138	1.8
Arauca	137	1.8
Antioquia	125	1.6
Boyacá	88	1.1
Atlántico	82	1.1
Vichada	70	0.9
Amazonas	55	0.7
Risaralda	43	0.6
La Guajira	42	0.5
Huila	25	0.3
Casanare	23	0.3
Sucre	22	0.3
Santander	14	0.2
Cesar	10	0.1
Guanía	2	0.0
Guaviare	2	0.0
Putumayo	2	0.0
Caquetá	1	0.0
Total general	7713	100.0

Tabla 2. Número y porcentaje de los registros por familia de aves acuáticas. (Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008)

ORDEN	FAMILIA	Registros	%	ORDEN	FAMILIA	Registros	%
Ciconiiformes	Ardeidae	1851	23.6	Charadriiformes	Stercorariidae	40	0.5
Charadriiformes	Scolopacidae	1222	15.6	Passeriformes	Parulidae	38	0.5
Anseriformes	Anatidae	762	9.7	Falconiformes	Accipitridae	30	0.4
Gruiformes	Rallidae	752	9.6	Procellariiformes	Procellariidae	27	0.3
Charadriiformes	Charadriidae	481	6.1	Passeriformes	Icteridae	25	0.3
Charadriiformes	Laridae	398	5.1	Charadriiformes	Rynchopidae	23	0.3
Ciconiiformes	Threskiornithidae	358	4.6	Charadriiformes	Burhinidae	21	0.3
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	195	2.5	Procellariiformes	Hydrobatidae	20	0.3
Podicipediformes	Podicipedidae	192	2.4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	19	0.2
Charadriiformes	Jacaniidae	186	2.4	Falconiformes	Cathartidae	17	0.2
Pelecaniformes	Fregatidae	136	1.7	Charadriiformes	Haematopodidae	15	0.2
Falconiformes	Pandionidae	131	1.7	Pelecaniformes	Phaethontidae	9	0.1
Coraciiformes	Alcedinidae	123	1.6	Gruiformes	Eurypygidae	7	0.1
Pelecaniformes	Pelecanidae	123	1.6	Passeriformes	Furnariidae	7	0.1
Pelecaniformes	Sulidae	115	1.5	Procellariiformes	Diomedidae	6	0.1
Anseriformes	Anhimidae	92	1.2	Passeriformes	Cinclidae	3	0.0
Charadriiformes	Recurvirostridae	81	1.0	Cuculiformes	Opisthocomidae	3	0.0
Pelecaniformes	Anhingidae	78	1.0	Sphenisciformes	Spheniscidae	3	0.0
Gruiformes	Aramidae	62	0.8	Passeriformes	Fringillidae	2	0.0
Passeriformes	Hirundinidae	52	0.7	Gruiformes	Heliornithidae	2	0.0
Passeriformes	Tyrannidae	51	0.6	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	1	0.0
Ciconiiformes	Ciconiidae	49	0.6	Ciconiiformes	Cochlearidae	1	0.0
Passeriformes	Troglodytidae	45	0.6	Total general		7854	100.0

Estos resultados reflejan los centros de actividad de grupos interesados en estas especies. Pero también reflejan el descuido en el estudio de dichas especies, aun más si se considera que, según el Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo; et al., 2002), la única especie extinta (EX) en el país pertenece a este grupo. Así mismo 3 de 19 de las especies consideradas críticas (CR) y 6 de 18 de las consideradas en peligro (EN) pertenecen al grupo de las acuáticas y a que los humedales, junto con los bosques secos, son considerados los ecosistemas más críticamente amenazados del país (Chaves y Arango, 1997).

Es importante resaltar que estos muestreos no reflejan de manera balanceada registros de las aves provenientes de todas las rutas que llegan al país. Los muestreos de la costa

Pacífica se concentran en los parques nacionales de Sanquianga, Gorgona y el Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Las aves provenientes de Venezuela y de los llanos se muestrean en muy pocos puntos considerando lo grande de este territorio. En la región Andina hay grandes vacíos en sitios de alta concentración humana tales como en los departamentos de Antioquia y de Santander. La región del Eje Cafetero tiene actividades significativas de muestreo, pero aún es necesario enfatizar el trabajo de campo en las zonas de alta montaña. Los páramos de todo el país presentan un sinnúmero de pequeños humedales que han sido muy pobremente muestreados. La costa Atlántica está representada de manera importante en los departamentos de Magdalena, Córdoba, Bolívar y en San Andrés

variables o que capas podrían contribuir más al índice.

Las capas utilizadas para el análisis incluyen los registros de aves acuáticas, de la cual se deriva la evaluación de la densidad de registros. La densidad es el número de registros en un área comprendida por unas circunferencias de evaluación de 30 km de

El análisis de riesgo tiene como propósito ubicar los sitios que puedan ser considerados por sufrir un mayor impacto con la presencia del virus de influenza aviar altamente patogénico. En él se busca ubicar los municipios en los cuales se combinan las variables medidas haciendo una valoración combinando capas de información. El presente análisis se desarrolló teniendo en cuenta información cartográfica de diferentes fuentes, que fue incorporada a un sistema de información geográfica para su interpretación. Las capas fueron reclasificadas y adicionadas para generar un índice de riesgo. El índice de riesgo es un índice acumulativo de las diferentes capas de análisis. Estas capas individualmente muestran información de diferentes fuentes que contribuyen de manera igual o diferencial a la construcción del índice. Los mapas generados por el presente análisis se muestran clasificados de acuerdo a su desviación estándar. Se evaluaron cinco escenarios diferentes combinando las variables de distinta manera y dando mayor o menor peso a algunas en particular. Con esta metodología se buscaba evaluar que

Figura 4. Mapa de la densidad de registros de aves acuáticas (número de registros en un área de una circunferencia de 30 km de diámetro.)

Los datos del censo avícola de 2007 también se incorporaron calculando la densidad de registros utilizando un radio de análisis de 30 km.

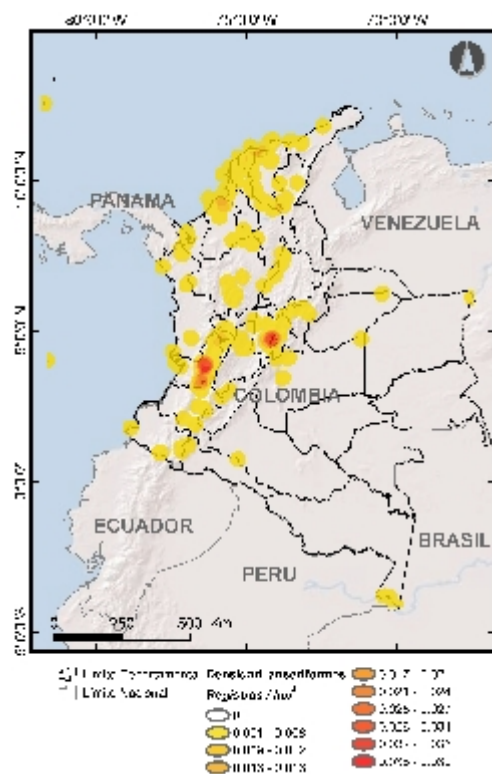


Figura 5. Mapa de registro de *Anseriformes*.

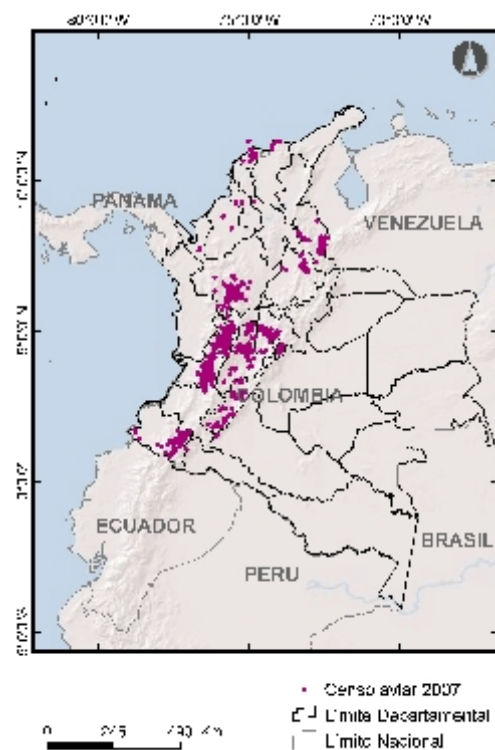


Figura 7. Mapa de registro del censo aviar de 2007. (Censo Aviar 2007, ICA)

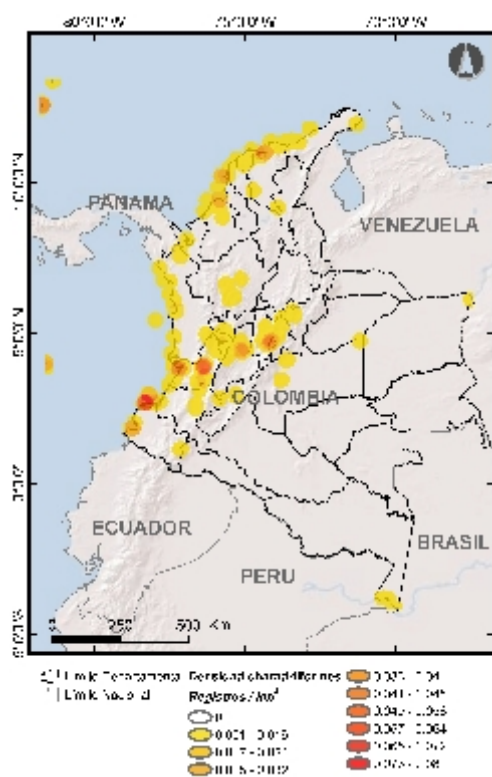


Figura 6. Mapa de registro de *Charadriiformes*.

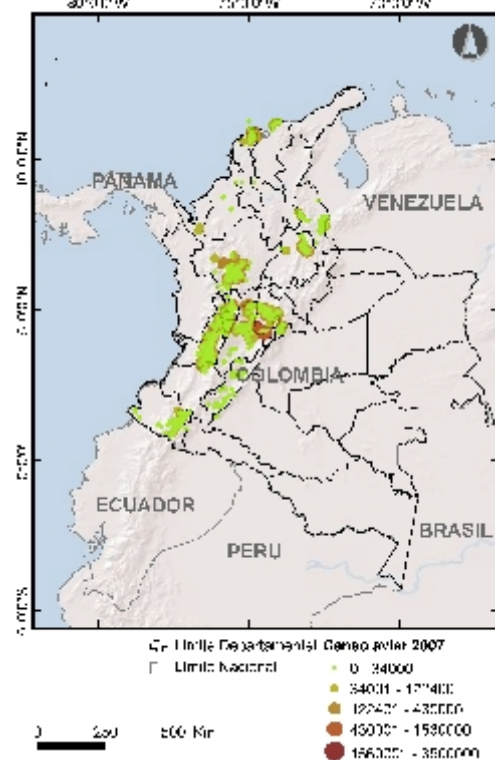


Figura 8. Mapa de registro para la capacidad ocupada. (Censo Aviar 2007, ICA)

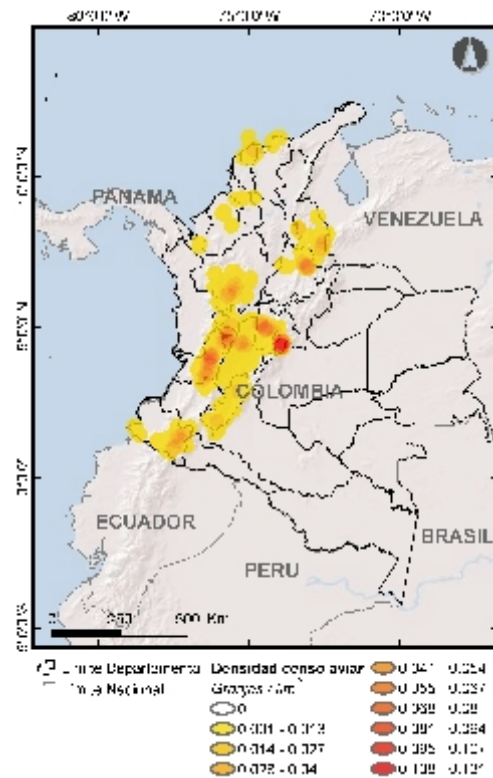


Figura 9. Mapa de la densidad de registros de aviares.

La información de los grandes humedales del país fue tomada del mapa del IDEAM. Estos humedales se convirtieron en una capa Grid y se sumaron al modelo.

Para establecer zonas de concentración potencial de humedales, ya sea estacional o permanente, se derivó la pendiente del modelo DEM de 90 m (SRTM-Shuttle Radar Terrain Mission-NASA, EROS Data Center). Las pendientes seleccionadas incluyen los valores entre 0 y 5 %.

Los asentamientos humanos fueron tomados de imágenes satelitales procesadas por el Departamento de Defensa de EEUU (Defense Meteorological Satellite Program-Calibrated Light).



Figura 10. Mapa de los grandes humedales de Colombia. (IDEAM, Mapa General de Colombia, escala 1:500.000).

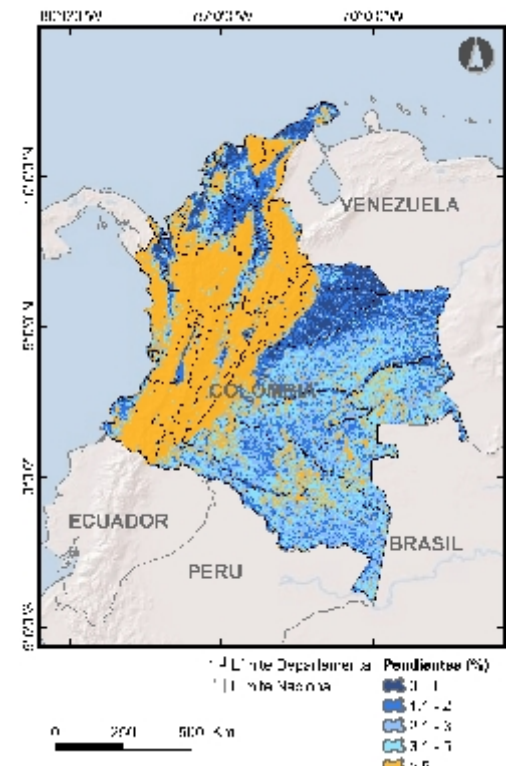


Figura 11. Mapa del modelo de presencia potencial de humedales derivado de la pendiente.

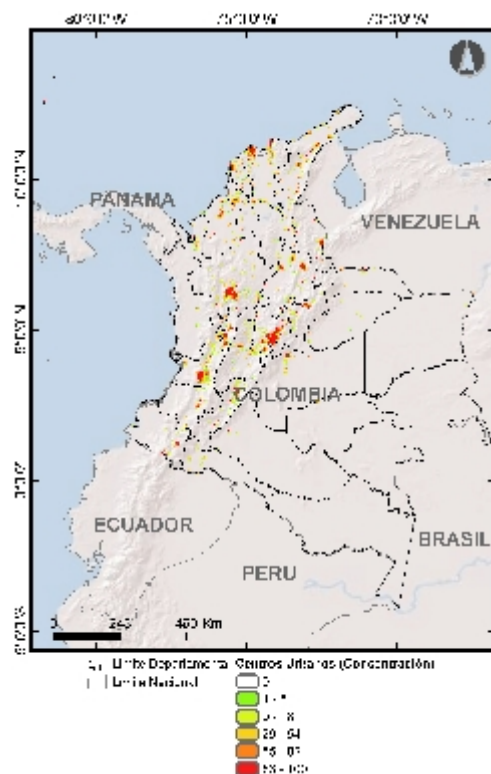


Figura 12. Mapa de asentamientos humanos. (DMSP -Department of Defense USA).

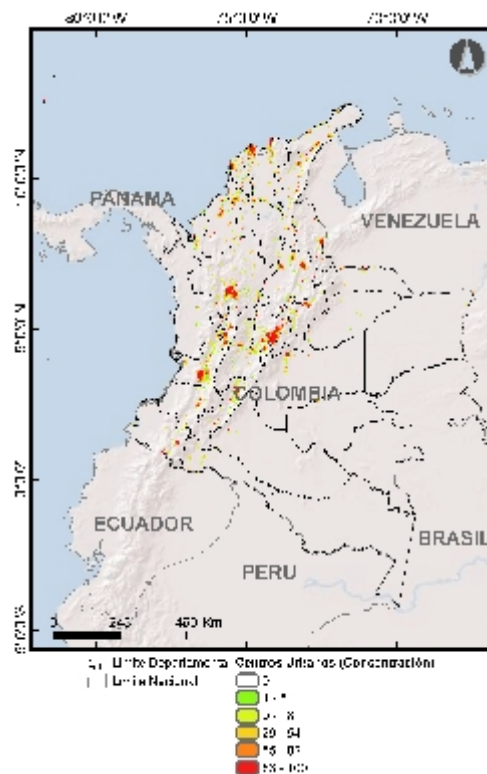


Figura 13. Mapa de puentes y puertos de comercio inter.

Los puertos de comercio reconocidos y divididos en cuatro categorías (aeropuertos internacionales, pasos fronterizos internacional, puertos marítimos y puertos fluviales) fueron incorporados al modelo mediante la generación de áreas de amortiguamiento de 30 km de circunferencia. Se utilizó el mismo diámetro para todos los puertos.

Tabla 3. Puertos y puentes de comercio internacionales.

NOMBRE	CATEGORÍA
Tumaco	Puerto Marítimo
Buenaventura	Puerto Marítimo
Alfonso Bonilla Aragón-Cali	Aeropuerto
El Dorado-Bogotá	Aeropuerto
Río Negro-Medellín	Aeropuerto
Turbo	Puerto Marítimo
Cartagena	Puerto Marítimo
Rafael Núñez-Cartagena	Aeropuerto
Barranquilla	Puerto Marítimo
Ernesto Cortissoz-Barranquilla	Aeropuerto
Santa Marta	Puerto Marítimo
Paraguachón	Puente Internacional
Simón Bolívar	Puente Internacional
Puerto Carreño	Puerto Fluvial
Leticia	Puerto Fluvial
Rumichaca	Puente Internacional
Puerto Asís	Puerto Fluvial
Puerto Leguízamo	Puerto Fluvial
Puerto Nariño	Puerto Fluvial
Puerto Inírida	Puerto Fluvial
Arauca	Puerto Fluvial
San Andrés	Puerto Marítimo
General Rojas P.-San Andrés	Aeropuerto

Las capas de análisis se reclasificaron y se sumaron para determinar las áreas con mayor riesgo de transmisión de la influenza aviar. Se consideraron cinco escenarios dando diferente peso a las variables presentadas. En el primero las capas fueron sumadas dando igual peso a todas; en el segundo caso se dio un mayor peso a presencia de puertos, cultivos avícolas, aves silvestres Charadriiformes y Anseriformes; en el tercer caso se dio más peso a la presencia de granjas avícolas únicamente; el cuarto caso presenta mayor peso en puertos particularmente, además de anseriformes, Charadriiformes y aviares; en el quinto caso se dio peso a los puertos, las aviares y se redujo el peso de las pendientes como áreas potenciales para la formación de humedales. Los valores diferenciales o la selección de sólo algunas capas se hicieron para evaluar si algunas capas tenían mayor efecto sobre el índice.

En las figuras 14 a la 18 se muestran los niveles de riesgo de la presencia de influenza aviar basados en cada análisis. Los colores rojo y rosado denotan las áreas de mayor riesgo (o valores por encima del promedio), los colores azul claro y azul oscuro las áreas de menor riesgo (o valores por debajo del promedio) teniendo en cuenta la desviación estándar sobre la distribución de los resultados de cada análisis.

Figura 14. Mapa de riesgo caso 1. Los valores de riesgo mayor están en color rojo oscuro, disminuyendo a rojo y rosado; los de menor riesgo son de color azul claro y azul oscuro. Los tonos rojos son valores mayores al promedio y los valores en tonos azules son los menores al promedio de la distribución de los datos. Los valores son unidades de la desviación estándar.

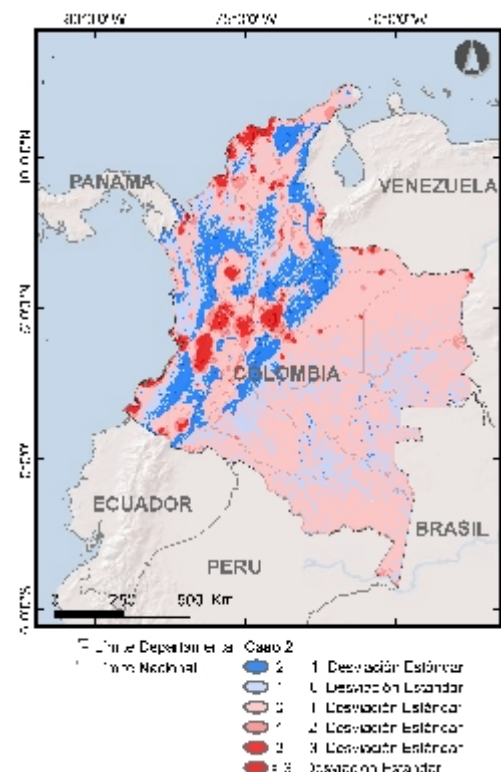
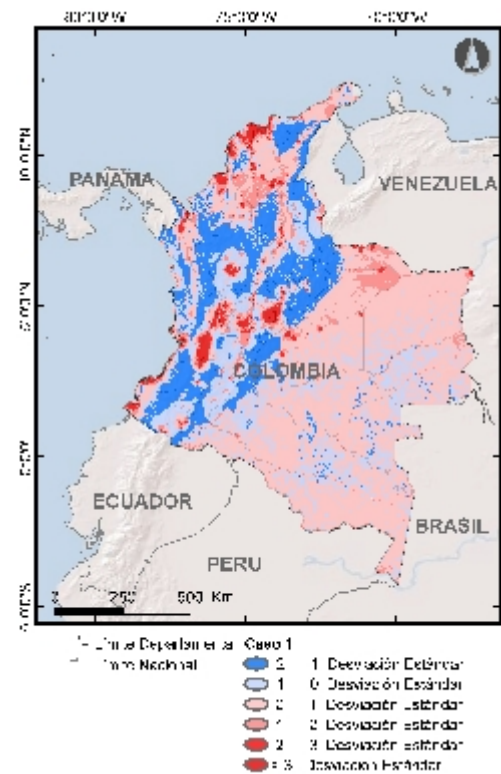


Figura 15. Mapa de riesgo caso 2.

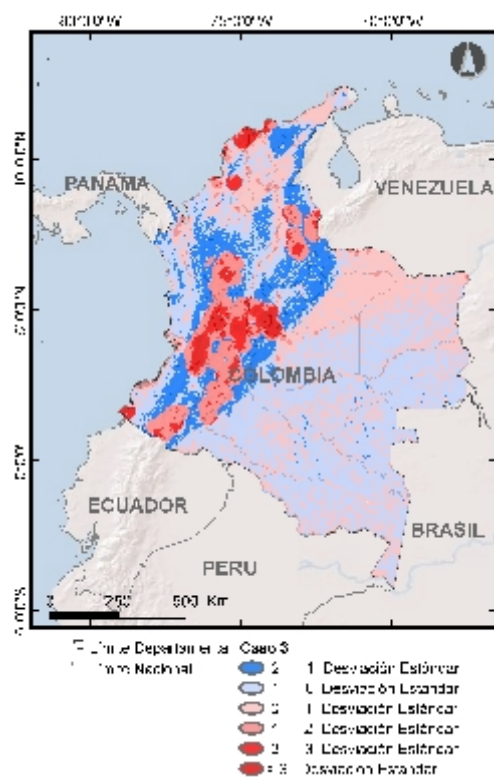


Figura 16. Mapa de riesgo caso 3.

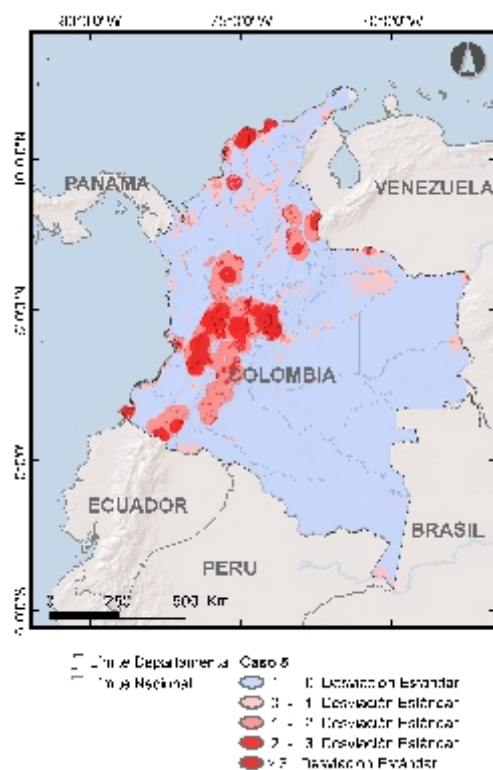


Figura 18. Mapa de riesgo caso 5.

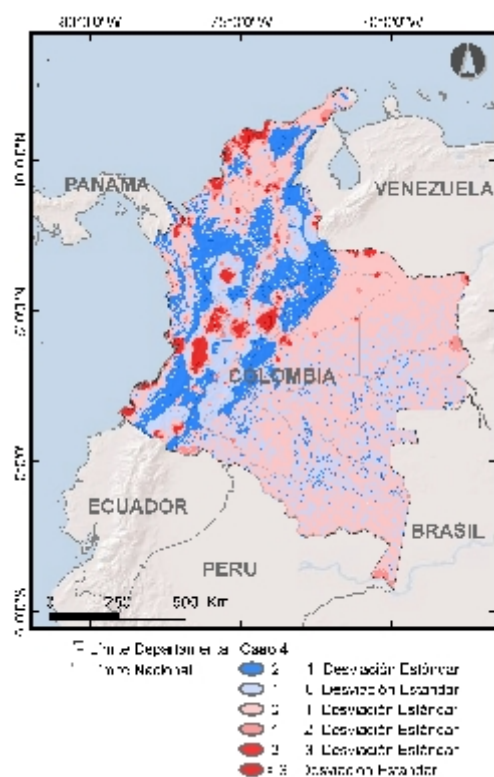


Figura 17. Mapa de riesgo caso 4.

La información generada por los diferentes modelos de riesgo se cruzó con los municipios para determinar cuáles son los que están en mayor riesgo de transmisión basados en un ordenamiento de los valores máximos derivados del índice. En la Tabla 4 se listan de manera descendente, considerando los valores máximos de riesgo, los primeros 50 municipios. Este mismo ejercicio se llevó a cabo con las áreas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales (Tabla 5).

Tabla 4. Municipios con mayor riesgo de transmisión de la influenza aviar considerando el valor máximo para el área de cada municipio.

Orden	CASO 1			CASO 2		
	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VALOR	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VALOR MÁXIMO
1	CUNDINAMARCA	EL ROSAL	28	CUNDINAMARCA		43
2	CUNDINAMARCA	CHÍA	28	CUNDINAMARCA	EL ROSAL	42
3	CUNDINAMARCA	MADRID	28	CUNDINAMARCA	MADRID	42
4	CUNDINAMARCA	COTA	28	VALLE DEL CAUCA	GUACARÍ	42
5	CUNDINAMARCA	BOGOTÁ, D.C.	28	VALLE DEL CAUCA	GINEBRA	42
6	VALLE DEL CAUCA	GINEBRA	28	VALLE DEL CAUCA	EL CERRITO	42
7	VALLE DEL CAUCA	EL CERRITO	28	CUNDINAMARCA	CHÍA	41
8	CUNDINAMARCA	TENJO	27	CUNDINAMARCA	COTA	41
9	CUNDINAMARCA	FUNZA	27	CUNDINAMARCA	FUNZA	41
10	NARIÑO	MOSQUERA	27	CUNDINAMARCA	TENJO	40
11	VALLE DEL CAUCA	GUACARÍ	27	VALLE DEL CAUCA	PALMIRA	40
12	CUNDINAMARCA	FACATATIVA	26	CUNDINAMARCA	LA CALERA	39
13	VALLE DEL CAUCA	BUGA	26	NARIÑO	MOSQUERA	39
14	VALLE DEL CAUCA	PALMIRA	26	VALLE DEL CAUCA	VIJES	39
15	VALLE DEL CAUCA	SAN PEDRO	25	CUNDINAMARCA	FACATATIVA	38
16	CUNDINAMARCA	LA CALERA	25	VALLE DEL CAUCA	YOTOCO	38
17	CUNDINAMARCA	SOACHA	25	VALLE DEL CAUCA	BUGA	38
18	CUNDINAMARCA	SIBATÉ	25	VALLE DEL CAUCA	YUMBO	38
19	VALLE DEL CAUCA	VIJES	25	VALLE DEL CAUCA	SAN PEDRO	37
20	CUNDINAMARCA	TABÍO	24	CUNDINAMARCA	SOACHA	37
21	CUNDINAMARCA	GUASCA	24	CUNDINAMARCA	SIBATÉ	36
22	VALLE DEL CAUCA	EL DARIÉN (CALIMA)	24	CUNDINAMARCA	TABÍO	35
23	VALLE DEL CAUCA	YOTOCO	24	CUNDINAMARCA	GUASCA	35
24	VALLE DEL CAUCA	YUMBO	24	CUNDINAMARCA	BOJACÁ	35
25	VALLE DEL CAUCA	CALI	24	VALLE DEL CAUCA	EL DARIÉN (CALIMA)	35
26	CUNDINAMARCA	CAJICÁ	23	VALLE DEL CAUCA	CALI	35
27	CUNDINAMARCA	SOPÓ	23	CAUCA	MIRANDA	35
28	CUNDINAMARCA	BOJACÁ	23	VALLE DEL CAUCA	CANDELARIA	34
29	CAUCA	MIRANDA	23	CUNDINAMARCA	SOPÓ	34
30	VALLE DEL CAUCA	CANDELARIA	22	CUNDINAMARCA	UBAQUE	34
31	VALLE DEL CAUCA	TULUÁ	22	VALLE DEL CAUCA	FLORIDA	34
32	VALLE DEL CAUCA	FLORIDA	22	CUNDINAMARCA	SUBACHOQUE	33
33	CAUCA	PUERTO TEJADA	22	CUNDINAMARCA	CAJICA	33
34	CUNDINAMARCA	SUBACHOQUE	21	CUNDINAMARCA	CHOACHÍ	33
35	CUNDINAMARCA	CHOACHÍ	21	CAUCA	PUERTO TEJADA	33
36	CUNDINAMARCA	UBAQUE	21	META	RESTREPO	32
37	META	RESTREPO	21	CUNDINAMARCA	ZIPACÓN	31
38	VALLE DEL CAUCA	RIOFRÍO	20	VALLE DEL CAUCA	RIOFRÍO	31
39	VALLE DEL CAUCA	LA CUMBRE	20	VALLE DEL CAUCA	TULUÁ	31
40	CÓRDOBA	LORICA	19	VALLE DEL CAUCA	LA CUMBRE	31
41	QUINDÍO	ARMENIA	19	CUNDINAMARCA	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	30
42	RISARALDA	PEREIRA	19	CUNDINAMARCA	GRANADA	29
43	RISARALDA	DOSQUEBRADAS	19	VALLE DEL CAUCA	JAMUNDÍ	29
44	VALLE DEL CAUCA	CARTAGO	19	CUNDINAMARCA	CHIPAQUE	28
45	CUNDINAMARCA	ZIPACÓN	19	MAGDALENA	SITIONUEVO	26
46	CUNDINAMARCA	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	19	ATLÁNTICO	SOLEDAD	26
47	VALLE DEL CAUCA	JAMUNDÍ	19	ATLÁNTICO	MALAMBO	26
48	ATLÁNTICO	SOLEDAD	18	QUINDÍO	ARMENIA	26
49	ATLÁNTICO	MALAMBO	18	RISARALDA	PEREIRA	26
50	CUNDINAMARCA	GRANADA	18	RISARALDA	DOSQUEBRADAS	26

Orden	CASO 3			CASO 4		
	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	MÁXIMO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	MÁXIMO
1	CUNDINAMARCA	BOGOTÁ, D.C.	45	CUNDINAMARCA	BOGOTÁ, D.C.	45
2	VALLE DEL CAUCA	GUACARÍ	43	CUNDINAMARCA	EL ROSAL	44
3	VALLE DEL CAUCA	BUGA	42	CUNDINAMARCA	MADRID	44
4	VALLE DEL CAUCA	SAN PEDRO	41	VALLE DEL CAUCA	GUACARÍ	44
5	CUNDINAMARCA	LA CALERA	41	VALLE DEL CAUCA	GINEBRA	44
6	VALLE DEL CAUCA	GINEBRA	41	VALLE DEL CAUCA	EL CERRITO	44
7	CUNDINAMARCA	EL ROSAL	40	CUNDINAMARCA	CHÍA	43
8	CUNDINAMARCA	MADRID	40	CUNDINAMARCA	COTA	43
9	CUNDINAMARCA	FUNZA	40	CUNDINAMARCA	FUNZA	43
10	CUNDINAMARCA	CHOACHÍ	39	CUNDINAMARCA	TENJO	42
11	VALLE DEL CAUCA	YOTOCO	39	VALLE DEL CAUCA	PALMIRA	42
12	VALLE DEL CAUCA	EL CERRITO	39	CUNDINAMARCA	LA CALERA	41
13	CUNDINAMARCA	FACATATIVA	38	NARIÑO	MOSQUERA	41
14	VALLE DEL CAUCA	PALMIRA	38	VALLE DEL CAUCA	VIJES	41
15	CUNDINAMARCA	UBAQUE	37	CUNDINAMARCA	FACATATIVA	40
16	CUNDINAMARCA	CHIPAQUE	37	VALLE DEL CAUCA	YOTOCO	40
17	VALLE DEL CAUCA	VIJES	37	VALLE DEL CAUCA	YUMBO	40
18	VALLE DEL CAUCA	YUMBO	37	CUNDINAMARCA	SOACHA	39
19	CUNDINAMARCA	CHÍA	36	CUNDINAMARCA	SIBATÉ	38
20	CUNDINAMARCA	COTA	36	VALLE DEL CAUCA	BUGA	38
21	VALLE DEL CAUCA	TULUÁ	36	VALLE DEL CAUCA	SAN PEDRO	37
22	VALLE DEL CAUCA	EL DARIÉN (CALIMA)	36	CUNDINAMARCA	TABIO	37
23	CUNDINAMARCA	TENJO	35	CUNDINAMARCA	GUASCA	37
24	CUNDINAMARCA	BOJACÁ	35	CUNDINAMARCA	BOJACÁ	37
25	NARIÑO	MOSQUERA	35	VALLE DEL CAUCA	CALI	37
26	VALLE DEL CAUCA	FLORIDA	35	CAUCA	MIRANDA	37
27	CAUCA	MIRANDA	35	VALLE DEL CAUCA	CANDELARIA	36
28	VALLE DEL CAUCA	CANDELARIA	34	CUNDINAMARCA	SOPÓ	36
29	QUINDÓO	QUIMBAYA	34	CUNDINAMARCA	UBAQUE	36
30	CUNDINAMARCA	SOACHA	34	VALLE DEL CAUCA	FLORIDA	36

Orden	CASO 5 DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	MÁXIMO
1	CUNDINAMARCA	BOGOTÁ, D.C.	34
2	CUNDINAMARCA	EL ROSAL	33
3	CUNDINAMARCA	MADRID	33
4	VALLE DEL CAUCA	GUACARÍ	33
5	VALLE DEL CAUCA	GINEBRA	33
6	VALLE DEL CAUCA	EL CERRITO	33
7	CUNDINAMARCA	LA CALERA	32
8	CUNDINAMARCA	FUNZA	32
9	CUNDINAMARCA	CHÍA	32
10	CUNDINAMARCA	COTA	32
11	CUNDINAMARCA	TENJO	31
12	CUNDINAMARCA	FACATATIVA	31
13	NARIÑO	MOSQUERA	31
14	VALLE DEL CAUCA	PALMIRA	31
15	VALLE DEL CAUCA	VIJES	30
16	CUNDINAMARCA	SOACHA	29
17	VALLE DEL CAUCA	YUMBO	29
18	CUNDINAMARCA	SIBATÉ	29
19	VALLE DEL CAUCA	YOTOCO	29
20	CUNDINAMARCA	UBAQUE	28
21	CUNDINAMARCA	TABIO	28
22	CUNDINAMARCA	GUASCA	28
23	CUNDINAMARCA	BOJACÁ	28
24	CUNDINAMARCA	CHOACHÍ	28
25	VALLE DEL CAUCA	BUGA	28
26	VALLE DEL CAUCA	CALI	28
27	CAUCA	MIRANDA	28
28	CUNDINAMARCA	SUBACHOQUE	27
29	VALLE DEL CAUCA	FLORIDA	27
30	VALLE DEL CAUCA	CANDELARIA	27
31	VALLE DEL CAUCA	SAN PEDRO	27
32	CUNDINAMARCA	CAJICA	27
33	CUNDINAMARCA	SOPÓ	27
34	CUNDINAMARCA	ZIPACÓN	26
35	CAUCA	PUERTO TEJADA	26
36	CUNDINAMARCA	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	25
37	CUNDINAMARCA	CHIPAQUE	25
38	VALLE DEL CAUCA	EL DARIÉN (CALIMA)	25
39	VALLE DEL CAUCA	LA CUMBRE	24
40	CUNDINAMARCA	GRANADA	23
41	VALLE DEL CAUCA	TULUA	23
42	VALLE DEL CAUCA	JAMUNDÍ	23
43	ATLÁNTICO	SOLEDAD	22
44	ATLÁNTICO	MALAMBO	22
45	CUNDINAMARCA	UNE	22
46	MAGDALENA	SITIONUEVO	21
47	CUNDINAMARCA	TENA	21
48	META	RESTREPO	21
49	VALLE DEL CAUCA	RIOFRÍO	21
50	VALLE DEL CAUCA	PRADERA	21

Tabla 5. Mayor riesgo de transmisión de la influenza aviar considerando valor máximo para el área de cada Parques Nacional Naturales.

Orden	CASO 1 PARQUE NACIONAL NATURAL	MÁXIMO	CASO 2 PARQUE NACIONAL NATURAL	MÁXIMO	CASO 3 PARQUE NACIONAL NATURAL	MÁXIMO
1	ISLA DE SALAMANCA	17	VÍA PARQUE ISLA DE SALAMANCA	26	CHINGAZA	31
2	VÍA PARQUE CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA	17	VIA PARQUE CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA	26	VÍA PARQUE ISLA DE SALAMANCA	25
3	CHINGAZA	15	CHINGAZA	25	VÍA PARQUE CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA	25
4	FARALLONES DE CALI	13	FARALLONES DE CALI	20	OTÚN-QUIMBAYA	21
5	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA EL CORCHAL "EL MONO HERNÁNDEZ"	11	SANQUIANGA	15	FARALLONES DE CALI	21
6	SANQUIANGA	11	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA EL CORCHAL "EL MONO HERNÁNDEZ"	14	TAYRONA	16
7	SIERRA DE LA MACARENA	9	TAYRONA	12	LOS NEVADOS	16
8	TINIGUA	9	SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	12	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA SUMAPÁZ	16
9	TAYRONA	8	LOS NEVADOS	11	ALTO FRAGUA-INDI WASI	16
10	SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	8	OTÚN-QUIMBAYA	11	GALERAS	16
11	ENSENADA DE UTRIA	8	SIERRA DE LA MACARENA	11	TATAM Á	15
12	TATAM Á	8	TINIGUA	11	LAS HERMOSAS	15
13	LOS NEVADOS	8	ENSENADA UTRIA	10	NEVADO DEL HUILA	15
14	OTÚN-QUIMBAYA	8	TATAM Á	10	SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	14
15	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA SUMAPÁZ	8	SUMAPÁZ	10	LOS ESTORAQUES	13
16	LAS HERMOSAS	8	LAS HERMOSAS	10	CORDILLERA DE LOS PICACHOS	13
17	CATATUMBO -BARÍ	7	NEVADO DEL HUILA	9	CUEVA DE LOS GUÁCHAROS	13
18	LOS KATÍOS	7	ALTO FRAGUA-INDI WASI	9	TAMÁ	11
19	TAMÁ	7	AMACAYACU	9	LAS ORQUIDEAS	11
20	EL TUPARRO	7	ÁREA NATURAL ÚNICA LOS ESTORAQUES	8	SANQUIANGA	11

CASO 4			CASO 5		
Orden	PARQUE NACIONAL NATURAL	MÁXIMO	PARQUE NACIONAL NATURAL	MÁXIMO	
1	ISLA DE SALAMANCA	28	CHINGAZA	21	
2	VÍA PARQUE CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA	28	ISLA DE SALAMANCA	21	
3	CHINGAZA	27	VÍA PARQUE CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA	21	
4	FARALLONES DE CALI	22	FARALLONES DE CALI	19	
5	SANQUIANGA	15	TAYRONA	13	
6	TAYRONA	14	SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	12	
7	SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	14	OTÚN-QUIMBAYA	10	
8	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA EL CORCHAL "EL MONO HERNÁNDEZ"	14	LOS NEVADOS	9	
9	LOS NEVADOS	11	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA EL CORCHAL "EL MONO HERNÁNDEZ"	9	
10	OTUN-QUIMBAYA	11	SANQUIANGA	9	
11	SIERRA DE LA MACARENA	11	AMACAYACU	9	
12	TINIGUA	11	TATAMÁ	8	
13	AMACAYACU	11	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA SUMAPÁZ	8	
14	ENSENADA DE UTRÍA	10	LAS HERMOSAS	8	
15	TATAMÁ	10	NEVADO DEL HUILA	7	
16	SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA SUMAPÁZ	10	ALTO FRAGUA-INDI WASI	7	
17	LAS HERMOSAS	10	LOS ESTORAQUES	7	
18	NEVADO DEL HUILA	9	SIERRA DE LA MACARENA	7	
19	ALTO FRAGUA-INDI WASI	9	CORDILLERA DE LOS PICACHOS	7	
20	ÁREA NATURAL ÚNICA LOS ESTORAQUES	8	TINIGUA	7	

1.9. Conclusiones del Análisis de Riesgo

El análisis por municipio muestra de manera consistente que los municipios de Cundinamarca y Valle del Cauca están encabezando la lista y en algunos casos el municipio de Mosquera en Nariño. Los municipios prioritarios se encuentran en cercanías a Bogotá y dentro del altiplano cundiboyacense en su mayoría, y en la parte plana del valle geográfico del río Cauca. En estos municipios se encuentra concentrada la producción avícola de los dos departamentos y además se hallan en cercanía de centros urbanos, y junto a complejos de humedales.

Dentro de estos municipios aparecen muy pocos de la costa Atlántica dentro de los que cabe resaltar Sitionuevo en Magdalena. El municipio de Sitionuevo está ubicado cerca del área protegida Vía Parque Natural Isla de

Salamanca, otro reconocido lugar por la presencia abundante de aves acuáticas migratorias y residentes y que presenta un número significativo de registros. Este municipio está situado cerca de la ciudad de Barranquilla que posee un puerto marítimo y un aeropuerto internacional, además de ser la ciudad más poblada de la costa. Otros municipios de la costa que aparecen nombrados son Soledad y Malambo en Atlántico, lugares donde hay concentración de producción avícola y están en cercanía de Barranquilla y la vía parque Isla de Salamanca. El PNN Sanquianga se encuentra ubicado en el municipio de Mosquera, Nariño. Este municipio no tiene registros del censo avícola nacional por lo que su presencia entre los municipios priorizados se debe a las investigaciones en aves acuáticas que se han llevado a cabo allí de manera extensiva y que muestran gran cantidad de especies

migratorias. En los municipios prioritarios también aparecen Restrepo y El Calvario del departamento del Meta.

Al analizar los riesgos de la transmisión en los parques nacionales naturales se destacan como prioritarios de manera consistente entre los diferentes modelos, la vía parque Isla de Salamanca, el Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta, los PNN Chingaza, Tayrona y Sanquianga. Cabe anotar que en la costa Atlántica se encuentran ubicadas las áreas protegidas muy cerca entre sí, geográficamente hablando.

Otras áreas protegidas que son resaltados en los modelos son los PNN Farallones de Cali y Sierra Nevada de Santa Marta, que son

seleccionados por su cercanía a sitios de producción aviar y de asentamientos humanos pero que habría que reconsiderar ya que no presentan las condiciones apropiadas para la concentración de acuáticas ni presencia significativa de humedales.

Este análisis presenta limitaciones en el estimativo del riesgo de transmisión para las Islas de San Andrés y Providencia debido a la ausencia de cartografía detallada que se ajuste a la escala del análisis a nivel nacional. Los registros de acuáticas muestran que las islas son sitios importantes para las aves acuáticas. No hay registros de importancia en el censo avícola para las islas pero sí la presencia de humedales costeros y un humedal interior.