

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/234127611>

Plan Nacional Sectorial Ambiental para la prevención y vigilancia de la Influenza Aviar en aves silvestres y los planes reg....

Book · June 2012

CITATIONS

0

READS

240

6 authors, including:



[Carlos A. Saavedra-Rodríguez](#)

Wildlife Conservation Society - Colombia, Cali, ...

40 PUBLICATIONS 434 CITATIONS

SEE PROFILE



[Victoria Pereira](#)

Universidad de La Salle

11 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Planes de Conservación SIRAP-EC [View project](#)



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

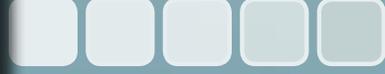
Plan nacional sectorial ambiental para la prevención y vigilancia de la influenza aviar en especies silvestres y los planes regionales de vigilancia monitoreo para los humedales priorizados en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Bolívar, Boyacá Cauca, Casanare, Caquetá, Cesar, Chocó, Cundinamarca, 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.







CONTENIDO

PRESENTACIÓN

1.	MARCO DE REFERENCIA.....	19
1.1.	La Influenza Aviar	19
1.2.	La Amenaza de la Influenza Aviar a la Vida Silvestre	21
1.3.	La Influenza Aviar en Colombia	22
1.4.	El Papel de las Aves Acuáticas	22
1.5.	La Vigilancia como Estrategia de Control	22
1.6.	Importancia del Monitoreo en Colombia	23
1.7.	Diagnóstico del Conocimiento de las Aves Acuáticas	25
1.8.	Análisis de Riesgo de Transmisión de la Influenza Aviar: Consideraciones sobre las Especies de Aves Silvestres	29
1.9.	Conclusiones del Análisis de Riesgo	39
2.	PLAN NACIONAL SECTORIAL AMBIENTAL DE PREVENCIÓN Y VIGILANCIA DE INFLUENZA AVIAR EN ESPECIES SILVESTRES EN COLOMBIA.....	21
2.1	Objetivo General del Plan	20
2.2	Actividades del Plan	43
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE VIGILANCIA ACTIVA Y PASIVA DE LOS PLANES REGIONALES PARA LA VIGILANCIA DE LA INFLUENZA AVIAR EN AVES SILVESTRES (Medio magnético).....	59
3.1	Introducción.....	61
3.2	Materiales y Métodos.....	62
4.	PROTOCOLOS (Medio magnético)	79
4.1	Protocolos para la Toma, Mantenimiento y Transporte de Muestras al Laboratorio, para la Vigilancia de Influenza Aviar en Aves Acuáticas Silvestres en Colombia.....	81
4.2	Protocolo de Censos de Aves Acuáticas Silvestres para la Vigilancia de Influenza Aviar en Colombia.....	92
5.	BIBLIOGRAFÍA	95
6.	ANEXOS (Medio magnético).....	103



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 y Vichada.





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; éstas cepas son llamadas cepas de “influenza aviar altamente patógena” (HPAI: del inglés Highly Pathogenic Avian Influenza). (Saavedra C; *et al*, 2008, Informe Convenio MAVDT-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 MAVDT-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.

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, Antio-

quia, 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”, desarrollando 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 Autónomas Regionales-CAR,

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 regionales de monitoreo y vigilancia 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 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, Tolima, Huila 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





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 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 neuraminidasas (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 pobla-

ciones 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 socioeconómico 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 inglés) 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, al ser afectadas sus acciones indirectas sobre la vida silvestre por cacería ilegal o destrucción de habitats (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 patógeno.

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 en-



fermedad 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 (Withwort, *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.



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

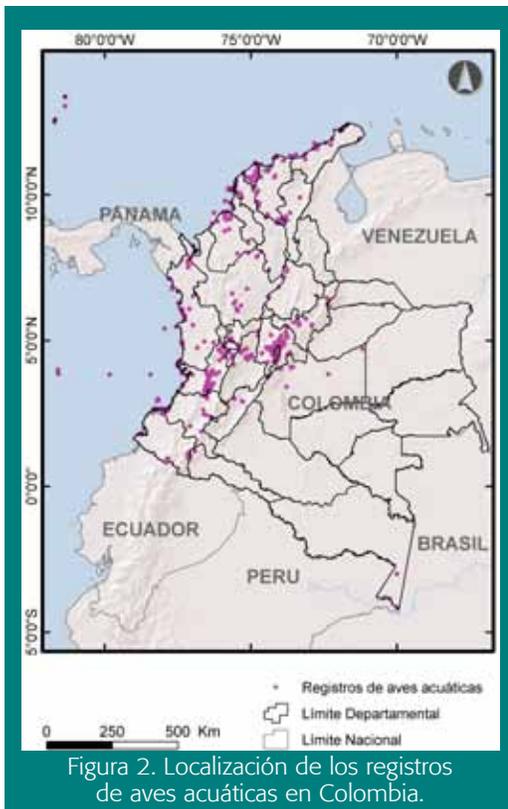


Figura 2. Localización de los registros de aves acuáticas en Colombia.

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. Ésta condición hace que el país sea punto de referencia para el resto de Latinoamérica en programas de monitoreo de la influenza aviar.

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 Amazonía y la Orinoquía; 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.

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 Denaly 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 mo-

nitoreo 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 cucharero (Northern shoveler) en el Valle del Cauca; o casos como *Anas acuta* Pato rabo de gallo (Northern Pintail) o *Sarkidiornis melanotos* Pato brasilero (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".

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 Amazonía y parte de la Orinoquía. 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).

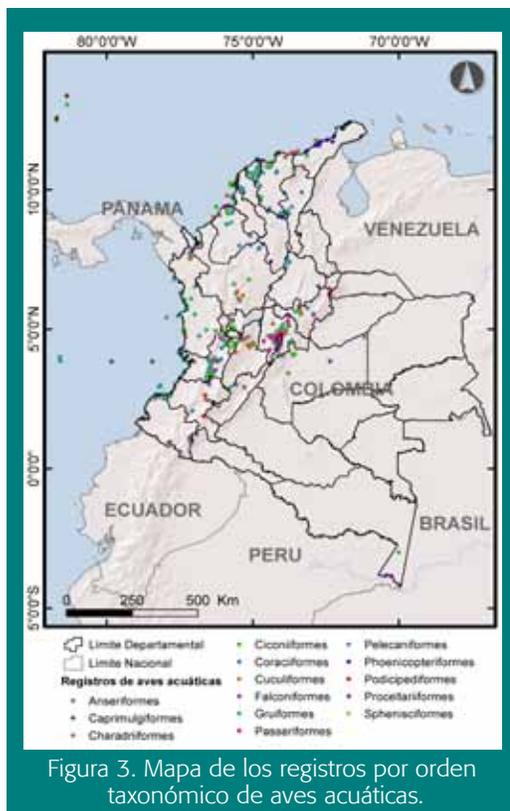


Figura 3. Mapa de los registros por orden taxonómico de aves acuáticas.

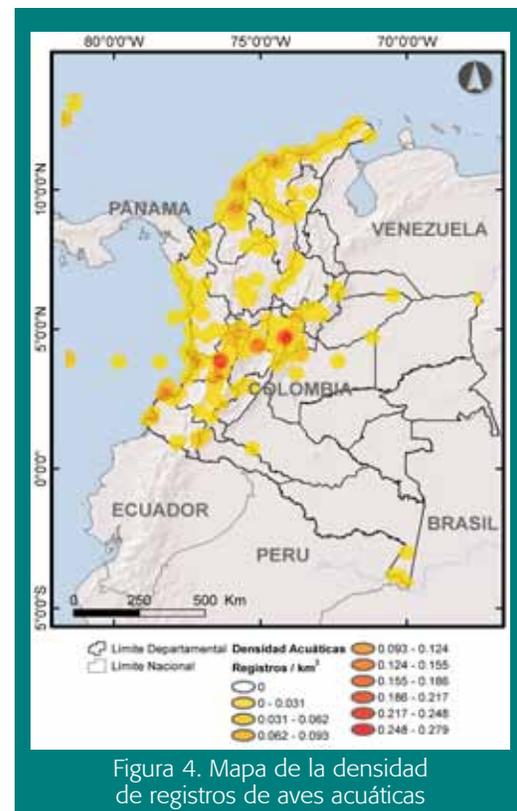


Figura 4. Mapa de la densidad de registros de aves acuáticas

Tabla 1. Distribución de los registros de aves acuáticas por departamento.

Departamento	Registros	%
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

(Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008)

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

Tabla 2. Número y porcentaje de los registros por familia de aves acuáticas.

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

(Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008)

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 vistas 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 americana*.

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

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 (Rinjifo; 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 Isla; sin embargo, considerando la extensión de estas áreas se debería intensificar la recolección de datos en La Guajira, en las lagunas costeras, en el golfo de Urabá y en el complejo de humedales del río Atrato. La Amazonía presenta un panorama de total desconocimiento donde se han presentado registros esporádicos únicamente.

1.8. Análisis de Riesgo de Transmisión de Influenza Aviar: Consideraciones sobre las Especies de Aves Silvestres

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 qué variables o qué capas podrían contribuir más al índice. Las capas utilizadas para el análisis incluyen los registros de aves acuáticas, de las cuales 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 diámetro. Se

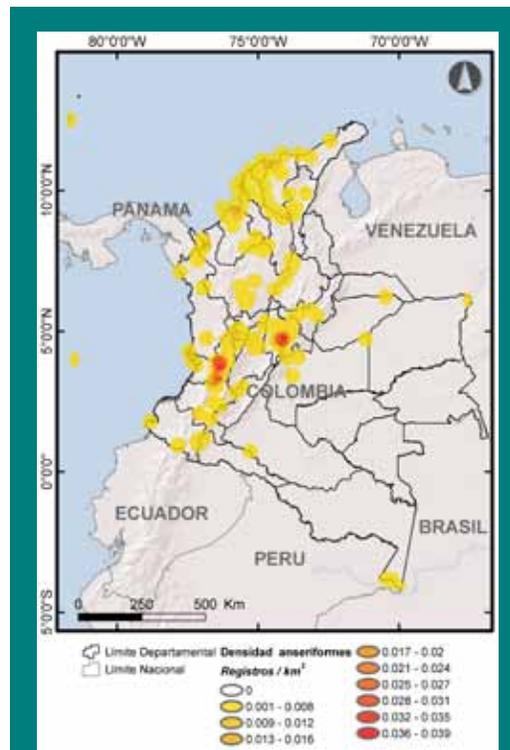


Figura 5. Mapa de registro de Anseriformes.

(número de registros en un área de una circunferencia de 30 km de diámetro)

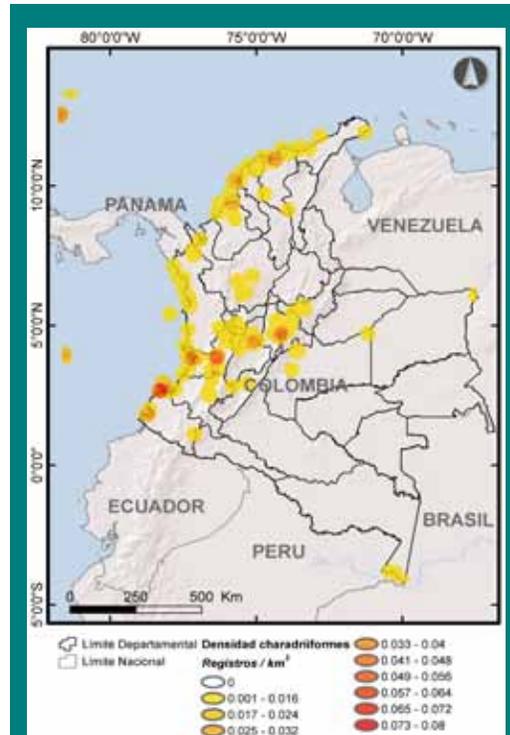


Figura 6. Mapa de registro de Charadriiformes.

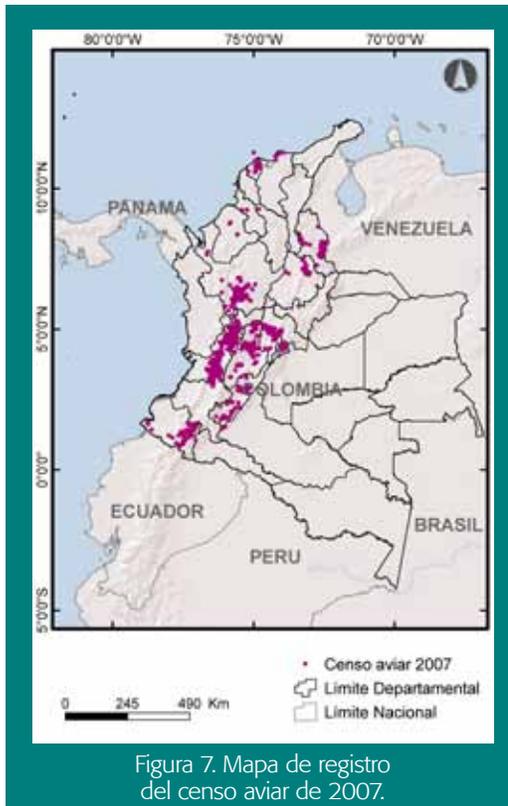


Figura 7. Mapa de registro del censo aviar de 2007.

(Censo Aviar 2007, Instituto Colombiano Agropecuario-ICA)

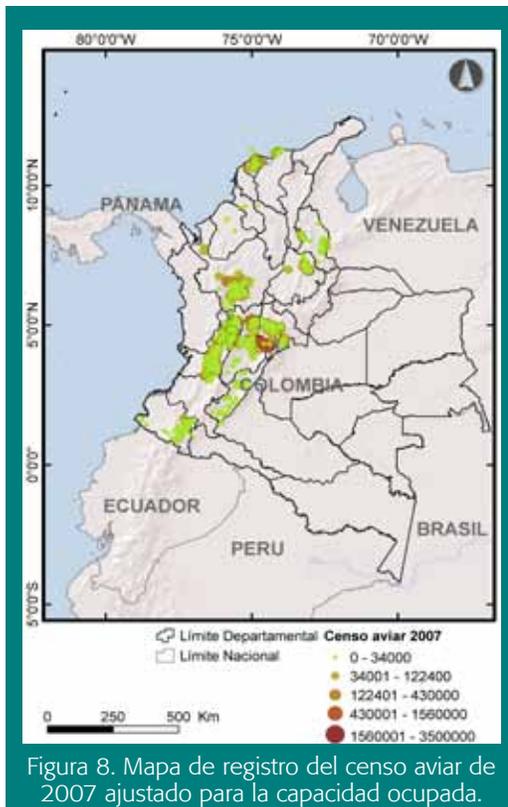


Figura 8. Mapa de registro del censo aviar de 2007 ajustado para la capacidad ocupada.

analizaron las capas para Anseriformes, Charadriiformes y para las demás acuáticas.

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

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 90m (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*).

Los puertos de comercio reconocidos y divididos en cuatro categorías (aeropuertos internacionales, pasos fronterizos internacionales, 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.

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

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

(Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008)

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.

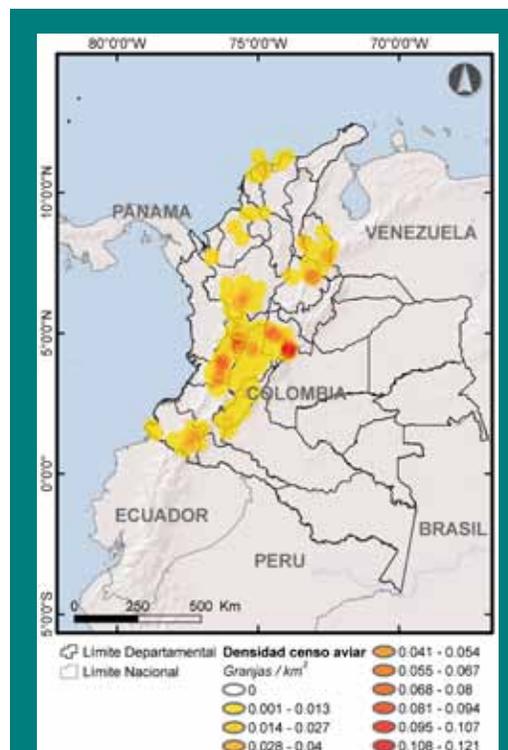


Figura 9. Mapa de la densidad de registros de aviares.

(número de registros en un área de una circunferencia de 30 km de diámetro)



Figura 10. Mapa de los grandes humedales de Colombia.

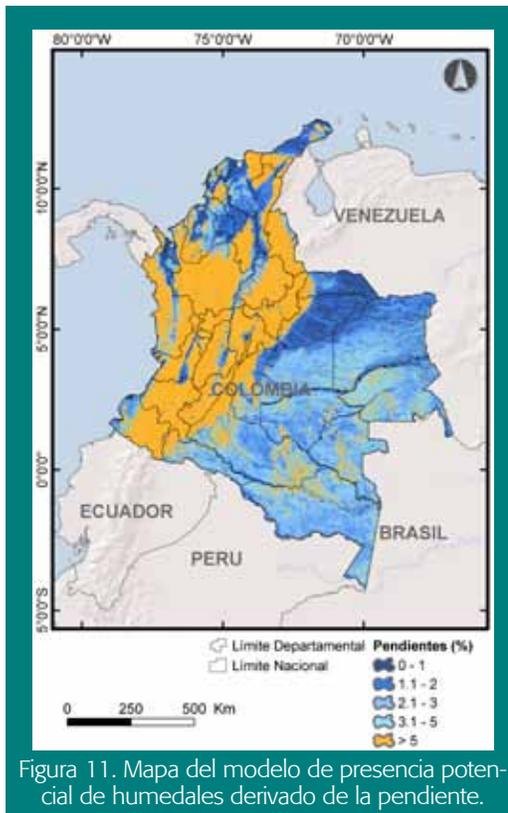


Figura 11. Mapa del modelo de presencia potencial de humedales derivado de la pendiente.

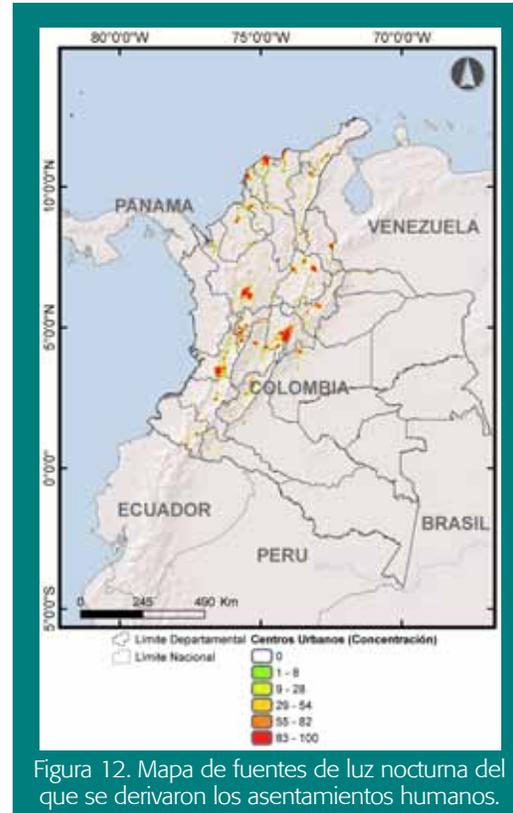


Figura 12. Mapa de fuentes de luz nocturna del que se derivaron los asentamientos humanos.



Figura 13 Mapa de los puentes y puertos de comercio internacional.

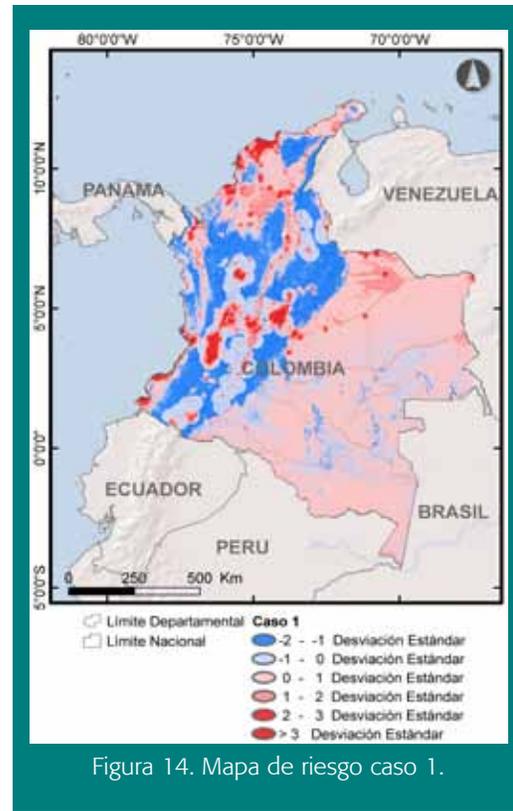


Figura 14. Mapa de riesgo caso 1.

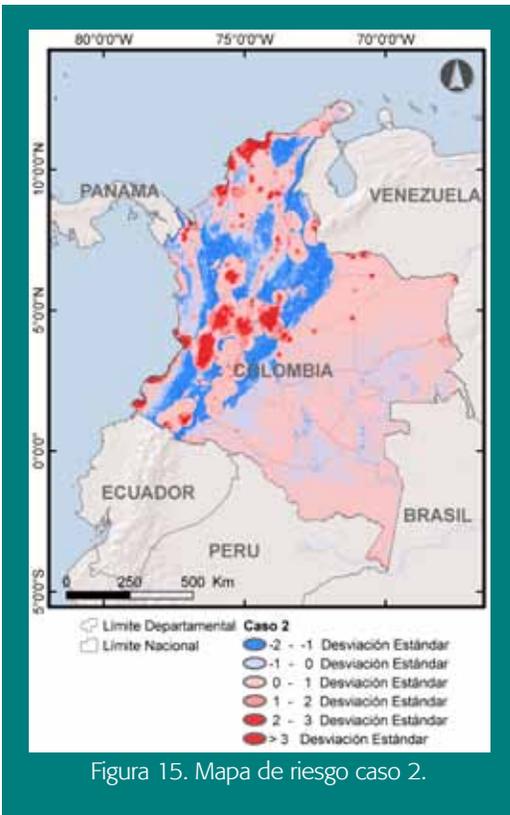


Figura 15. Mapa de riesgo caso 2.

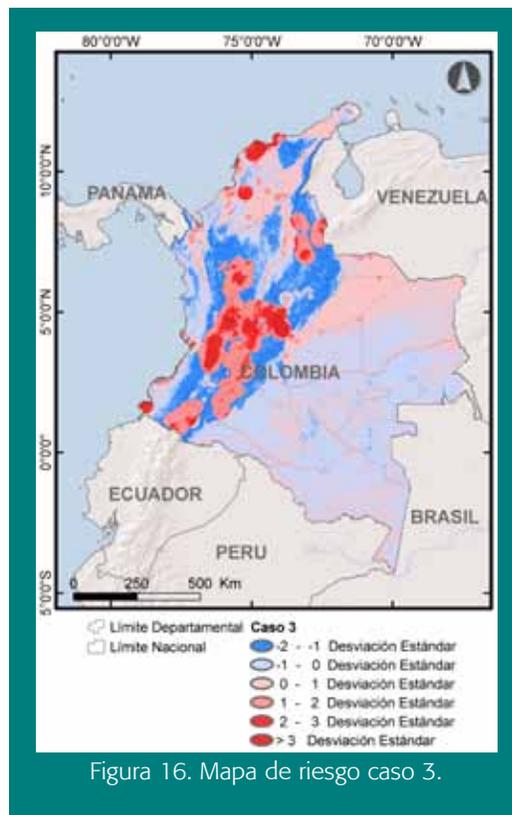


Figura 16. Mapa de riesgo caso 3.

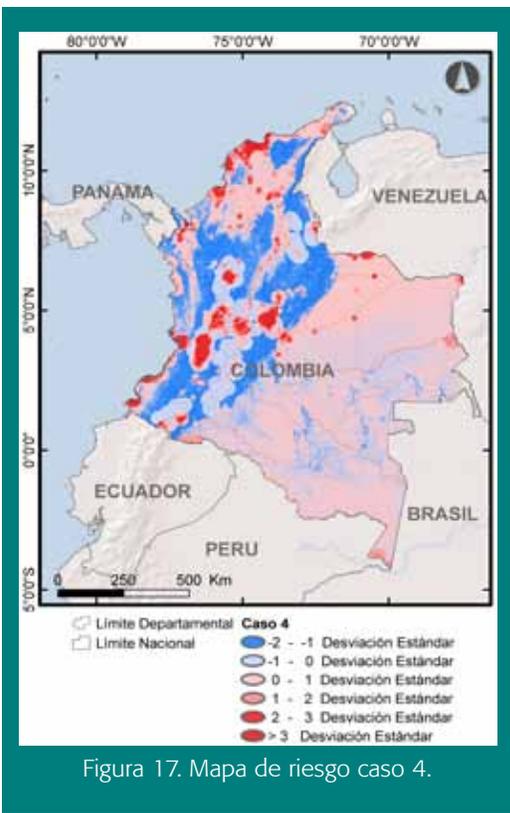


Figura 17. Mapa de riesgo caso 4.



Figura 18. Mapa de riesgo caso 5.

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

CASO 1			CASO 2		
Departamento	Municipio	Valor Max.	Departamento	Municipio	Valor Max.
Cundinamarca	El Rosal	28	Cundinamarca	Bogotá, D.C.	43
Cundinamarca	Chía	28	Cundinamarca	El Rosal	42
Cundinamarca	Madrid	28	Cundinamarca	Madrid	42
Cundinamarca	Cota	28	Valle Del Cauca	Guacarí	42
Cundinamarca	Bogotá, D.C.	28	Valle Del Cauca	Ginebra	42
Valle Del Cauca	Ginebra	28	Valle Del Cauca	El Cerrito	42
Valle Del Cauca	El Cerrito	28	Cundinamarca	Chía	41
Cundinamarca	Tenjo	27	Cundinamarca	Cota	41
Cundinamarca	Funza	27	Cundinamarca	Funza	41
Nariño	Mosquera	27	Cundinamarca	Tenjo	40
Valle Del Cauca	Guacarí	27	Valle Del Cauca	Palmira	40
Cundinamarca	Facatativa	26	Cundinamarca	La Calera	39
Valle Del Cauca	Buga	26	Nariño	Mosquera	39
Valle Del Cauca	Palmira	26	Valle Del Cauca	Vijes	39
Valle Del Cauca	San Pedro	25	Cundinamarca	Facatativa	38
Cundinamarca	La Calera	25	Valle Del Cauca	Yotoco	38
Cundinamarca	Soacha	25	Valle Del Cauca	Buga	38
Cundinamarca	Sibaté	25	Valle Del Cauca	Yumbo	38
Valle Del Cauca	Vijes	25	Valle Del Cauca	San Pedro	37
Cundinamarca	Tabio	24	Cundinamarca	Soacha	37
Cundinamarca	Guasca	24	Cundinamarca	Sibaté	36
Valle Del Cauca	El Darién (Calima)	24	Cundinamarca	Tabio	35
Valle Del Cauca	Yotoco	24	Cundinamarca	Guasca	35
Valle Del Cauca	Yumbo	24	Cundinamarca	Bojacá	35
Valle Del Cauca	Cali	24	Valle Del Cauca	El Darién (Calima)	35
Cundinamarca	Cajicá	23	Valle Del Cauca	Cali	35
Cundinamarca	Sopó	23	Cauca	Miranda	35
Cundinamarca	Bojacá	23	Valle Del Cauca	Candelaria	34
Cauca	Miranda	23	Cundinamarca	Sopó	34
Valle Del Cauca	Candelaria	22	Cundinamarca	Ubaque	34
Valle Del Cauca	Tuluá	22	Valle Del Cauca	Florida	34
Valle Del Cauca	Florida	22	Cundinamarca	Subachoque	33
Cauca	Puerto Tejada	22	Cundinamarca	Cajica	33
Cundinamarca	Subachoque	21	Cundinamarca	Choachí	33
Cundinamarca	Choachí	21	Cauca	Puerto Tejada	33
Cundinamarca	Ubaque	21	Meta	Restrepo	32
Meta	Restrepo	21	Cundinamarca	Zipacón	31
Valle Del Cauca	Riofrío	20	Valle Del Cauca	Riofrío	31
Valle Del Cauca	La Cumbre	20	Valle Del Cauca	Tuluá	31
Córdoba	Lorica	19	Valle Del Cauca	La Cumbre	31
Quindío	Armenia	19	Cundinamarca	San Antonio del Teqd.	30
Risaralda	Pereira	19	Cundinamarca	Granada	29
Risaralda	Dosquebradas	19	Valle Del Cauca	Jamundí	29
Valle Del Cauca	Cartago	19	Cundinamarca	Chipaque	28
Cundinamarca	Zipacón	19	Magdalena	Sitionuevo	26
Cundinamarca	San Antonio del Teqd.	19	Atlántico	Soledad	26
Valle Del Cauca	Jamundí	19	Atlántico	Malambo	26
Atlántico	Soledad	18	Quindío	Armenia	26
Atlántico	Malambo	18	Risaralda	Pereira	26
Cundinamarca	Granada	18	Risaralda	Dosquebradas	26

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

CASO 3			CASO 4		
Departamento	Municipio	Valor Max.	Departamento	Municipio	Valor Max.
Cundinamarca	Bogotá, D.C.	45	Cundinamarca	Bogotá, D.C.	28
Valle Del Cauca	Guacarí	43	Cundinamarca	El Rosal	28
Valle Del Cauca	Buga	42	Cundinamarca	Madrid	28
Valle Del Cauca	San Pedro	41	Valle Del Cauca	Guacarí	28
Cundinamarca	La Calera	41	Valle Del Cauca	Ginebra	28
Valle Del Cauca	Ginebra	41	Valle Del Cauca	El Cerrito	28
Cundinamarca	El Rosal	40	Cundinamarca	Chía	28
Cundinamarca	Madrid	40	Cundinamarca	Cota	27
Cundinamarca	Funza	40	Cundinamarca	Funza	27
Cundinamarca	Choachí	39	Cundinamarca	Tenjo	27
Valle Del Cauca	Yotoco	39	Valle Del Cauca	Palmira	27
Valle Del Cauca	El Cerrito	39	Cundinamarca	La Calera	26
Cundinamarca	Facatativa	38	Nariño	Mosquera	26
Valle Del Cauca	Palmira	38	Valle Del Cauca	Vijes	26
Cundinamarca	Ubaque	37	Cundinamarca	Facatativa	25
Cundinamarca	Chipaque	37	Valle Del Cauca	Yotoco	25
Valle Del Cauca	Vijes	37	Valle Del Cauca	Yumbo	25
Valle Del Cauca	Yumbo	37	Cundinamarca	Soacha	25
Cundinamarca	Chía	36	Cundinamarca	Sibaté	25
Cundinamarca	Cota	36	Valle Del Cauca	Buga	24
Valle Del Cauca	Tuluá	36	Valle Del Cauca	San Pedro	24
Valle Del Cauca	El Darién (Calima)	36	Cundinamarca	Tabio	24
Cundinamarca	Tenjo	35	Cundinamarca	Guasca	24
Cundinamarca	Bojacá	35	Cundinamarca	Bojacá	24
Nariño	Mosquera	35	Valle Del Cauca	Cali	24
Valle Del Cauca	Florida	35	Cauca	Miranda	23
Cauca	Miranda	35	Valle Del Cauca	Candelaria	23
Valle Del Cauca	Candelaria	34	Cundinamarca	Sopó	23
Quindío	Quimbaya	34	Cundinamarca	Ubaque	23
Cundinamarca	Soacha	34	Valle Del Cauca	Florida	22
Valle Del Cauca	Cali	34	Cundinamarca	Subachoque	22
Cundinamarca	Subachoque	33	Cundinamarca	Cajica	22
Cundinamarca	Sibate	33	Cundinamarca	Choachí	22
Meta	El Calvario	33	Valle Del Cauca	El Darién (Calima)	21
Cundinamarca	Une	33	Cauca	Puerto Tejada	21
Cundinamarca	Guayabetal	33	Cundinamarca	Zipacón	21
Meta	Villavicencio	33	Valle Del Cauca	La Cumbre	21
Cundinamarca	Tabio	32	Cundinamarca	San Antonio del Teqd.	20
Risaralda	Pereira	32	Meta	Restrepo	20
Valle Del Cauca	Ulloa	32	Cundinamarca	Granada	19
Quindío	Filandia	32	Valle Del Cauca	Riofrío	19
Valle Del Cauca	Alcalá	32	Valle Del Cauca	Tuluá	19
Cauca	Puerto Tejada	32	Valle Del Cauca	Jamundí	19
Quindío	Armenia	31	Cundinamarca	Chipaque	19
Cundinamarca	Cajica	31	Magdalena	Sitionuevo	19
Cundinamarca	Sopó	31	Atlántico	Soledad	19
Cundinamarca	Guasca	31	Atlántico	Malambo	19
Valle Del Cauca	Cartago	31	Cundinamarca	Tena	18
Cundinamarca	Zipacón	31	Valle Del Cauca	Pradera	18
Cundinamarca	Fómeque	31	Magdalena	Santa Marta	18

CASO 5		
Departo.	Municipio	Valor Max.
Cundinamarca	Bogotá, D.C.	34
Cundinamarca	El Rosal	33
Cundinamarca	Madrid	33
Valle del Cauca	Guacarí	33
Valle del Cauca	Ginebra	33
Valle del Cauca	El Cerrito	33
Cundinamarca	La Calera	32
Cundinamarca	Funza	32
Cundinamarca	Chía	32
Cundinamarca	Cota	32
Cundinamarca	Tenjo	31
Cundinamarca	Facatativa	31
Nariño	Mosquera	31
Valle del Cauca	Palmira	31
Valle del Cauca	Vijes	30
Cundinamarca	Soacha	29
Valle del Cauca	Yumbo	29
Cundinamarca	Sibaté	29
Valle del Cauca	Yotoco	29
Cundinamarca	Ubaque	28
Cundinamarca	Tabio	28
Cundinamarca	Guasca	28
Cundinamarca	Bojacá	28
Cundinamarca	Choachí	28
Valle del Cauca	Buga	28
Valle del Cauca	Cali	28
Cauca	Miranda	28
Cundinamarca	Subachoque	27
Valle del Cauca	Florida	27
Valle del Cauca	Candelaria	27
Valle del Cauca	San Pedro	27
Cundinamarca	Cajica	27
Cundinamarca	Sopó	27
Cundinamarca	Zipacón	26
Cauca	Puerto Tejada	26
Cundinamarca	San Antonio del Teqd.	25
Cundinamarca	Chipaque	25
Valle del Cauca	El Darién (Calima)	25
Valle del Cauca	La Cumbre	24
Cundinamarca	Granada	23
Valle del Cauca	Tulua	23
Valle del Cauca	Jamundí	23
Atlántico	Soledad	22
Atlántico	Malambo	22
Cundinamarca	Une	22
Magdalena	Sitionuevo	21
Cundinamarca	Tena	21
Meta	Restrepo	21
Valle del Cauca	Riofrío	21
Valle del Cauca	Pradera	21

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

CASO 1	
Parque Nacional Natural	Valor Max.
Isla de Salamanca	17
Vía Parque Ciénaga Grande de Santa Marta	17
Chingaza	15
Farallones de Cali	13
Santuario de Fauna y Flora El Corchal "El Mono Hernández"	11
Sanquianga	11
Sierra de la Macarena	9
Tinigua	9
Tayrona	8
Sierra Nevada de Santa Marta	8
Ensenada de Utria	8
Tatamá	8
Los Nevados	8
Otún-Quimbaya	8
Santuario de Fauna y Flora Sumapáz	8
Las Hermosas	8
Catatumbo-Barí	7
Los Katíos	7
Tamá	7
El Tuparro	7
CASO 2	
Parque Nacional Natural	Valor Max.
Vía Parque Isla de Salamanca	26
Vía Parque Ciénaga Grande de Santa Marta	26
Chingaza	25
Farallones de Cali	20
Sanquianga	15
Santuario de Fauna y Flora El Corchal "El Mono Hernández"	14
Tayrona	12
Sierra Nevada de Santa Marta	12
Los Nevados	11
Otún-Quimbaya	11
Sierra de la Macarena	11
Tinigua	11
Ensenada Utria	10
Tatamá	10
Sumapáz	10
Las Hermosas	10
Nevado del Huila	9
Alto Fragua-Indi Wasi	9
Amacayacu	9
Área Natural Única los Estoraques	8

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

CASO 3	
Parque Nacional Natural	Valor Max.
Chingaza	31
Vía Parque Isla de Salamanca	25
Vía Parque Ciénaga Grande de Santa Marta	25
Otún-Quimbaya	21
Farallones de Cali	21
Tayrona	16
Los Nevados	16
Santuario de Fauna y Flora Sumapáz	16
Alto Fragua-Indi Wasi	16
Galeras	16
Tatamá	15
Las Hermosas	15
Nevado del Huila	15
Sierra Nevada de Santa Marta	14
Los Estoraques	13
Cordillera de los Picachos	13
Cueva de los Guácharos	13
Tamá	11
Las Orquideas	11
Sanquianga	11
CASO 4	
Parque Nacional Natural	Valor Max.
Isla de Salamanca	28
Vía Parque Ciénaga Grande de Santa Marta	28
Chingaza	27
Farallones de Cali	22
Sanquianga	15
Tayrona	14
Sierra Nevada de Santa Marta	14
Santuario de Fauna y Flora El Corchal "El Mono Hernández"	14
Los Nevados	11
Otun-Quimbaya	11
Sierra de La Macarena	11
Tinigua	11
Amacayacu	11
Ensenada de Utría	10
Tatamá	10
Santuario de Fauna y Flora Sumapáz	10
Las Hermosas	10
Nevado del Huila	9
Alto Fragua-Indi Wasi	9
Área Natural Única Los Estoraques	8

CASO 5	
Parque Nacional Natural	Valor Max.
Chingaza	17
Isla de Salamanca	17
Vía Parque Ciénaga Grande de Santa Marta	15
Farallones de Cali	13
Tayrona	11
Sierra Nevada de Santa Marta	11
Otún-Quimbaya	9
Los Nevados	9
Santuario de Fauna y Flora El Corchal "El Mono Hernández"	8
Sanquianga	8
Amacayacu	8
Tatamá	8
Santuario de Fauna y Flora Sumapáz	8
Las Hermosas	8
Nevado del Huila	8
Alto Fragua-Indi Wasi	8
Los Estoraques	7
Sierra de la Macarena	7
Cordillera de los Picachos	7
Tinigua	7

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.

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 mu-

nicipios. Éste mismo ejercicio se llevó a cabo con las áreas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales (Tabla 5).

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 muni-

cipio 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.





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 y Vichada.

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

2.1. Objetivo General del Plan

Establecer un sistema de monitoreo para la detección temprana de la influenza aviar en aves silvestres en Colombia.

2.2. Actividades del Plan

2.2.1. Definición de áreas prioritarias para el monitoreo

Las áreas prioritarias para monitoreo de aves en el país deben ser seleccionadas de acuerdo a los criterios de priorización del análisis de riesgo. Los lugares seleccionados por este proceso denotan municipios en los cuales se han combinado los factores de riesgo como son concentración de centros de producción avícola, centros urbanos, presencia real y potencial de humedales y, sitios conocidos de presencia de especies de aves acuáticas. Además se incorporó la presencia de puertos de comercio autorizados y otros no formalizados de reconocida importancia. Dentro de este análisis se destacan los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca por la presencia de la mayoría de los municipios prioritarios.

El Valle del Cauca está ubicado dentro de las rutas de migración de las aves terrestres, acuáticas y playeras, las cuales visitan muchos de los humeda-

les, particularmente la laguna de Sonso (Álvarez-López, 1999) y las playas del pacífico (Johnston, et al., 2007). El valle geográfico del río Cauca está densamente poblado; cerca del 70 por ciento de la población del departamento se ubica en esta región (CVC, 2002). Por otro lado, la industria avícola regional se concentra en los municipios de Buga, San Pedro y Tuluá, constituyéndose en un foco de importancia para este sector en el país ya que ocupa el primer lugar en granjas de pollos de engorde, segundo lugar en producción de huevos y tercero en número de granjas avícolas (Censo Avícola Industrial, 2006). Esta región también es significativa en el número de granjas porcícolas (CVC, 2002). La ciudad de Buga, con cerca de 300.000 habitantes es un conocido centro de turismo y peregrinación religiosa en donde concurren cerca de 2 millones de visitantes al año.

Cundinamarca posee la mayor capacidad instalada y ocupada de reproductoras, segundo lugar en pollos y segundo lugar en gallinas ponedoras (Censo Avícola Industrial, 2006). Además Bogotá, el mayor centro urbano del país, se encuentra localizado muy cerca de varios de los municipios de alta producción avícola al sur oriente del departamento. La Sabana de Bogotá y los páramos circundantes presentan complejos de humedales que son visitados por aves silvestres durante la época de migración.

Es interesante que Santander, departamento que ocupa el primer lugar en producción de pollos y gallinas ponedoras y segundo lugar en reproductoras, no aparezca como uno de los departamentos con municipios de alto riesgo. Las razones que explican estos

resultados tienen que ver con las condiciones topográficas del departamento que no presenta áreas propicias para humedales ni grandes cuerpos de aguas naturales o artificiales que permitan el asentamiento de aves acuáticas. Otro factor significativo tiene que ver con los pocos registros de aves acuáticas del departamento donde sólo existen pocos datos concentrados básicamente en el río Magdalena; esta región es además un área de humedales asociados a este río y que son muy importantes sitios de concentración de aves acuáticas migratorias. Un caso similar ocurre en el centro de Antioquia donde a pesar de tener un número significativo de embalses, no existe documentación suficiente ni mayores registros de aves acuáticas.

San Andrés Isla es un municipio de alta prioridad en el muestreo que, debido a razones de escala e información cartográfica adecuada, no aparece en la priorización. Allí se han reportado un número significativo de especies acuáticas migratorias que tienen su primer contacto con el territorio nacional en esta isla. Posee un aeropuerto internacional y un puerto marítimo lo que lo califica como un sitio de interés.

Los factores anteriormente mencionados hacen de los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca sitios prioritarios para establecer los programas de monitoreo de influenza aviar en los sistemas de producción aviar y en las aves silvestres. La confluencia de factores críticos como la alta densidad de población humana, sitios turísticos con un alto número de visitantes, junto a una región de producción avícola de gran relevancia a nivel nacional hacen que la presencia de rutas de migración de aves

silvestres sea muy importante para monitorear allí.

En el análisis de riesgo aparecen muy pocos municipios de la costa Atlántica entre los priorizados. Esta área requiere ser considerada como una de las áreas prioritarias ya que allí se concentran muchas aves acuáticas migratorias y es uno de los primeros puntos de contacto de estas aves con Suramérica. Además allí se encuentran dos aeropuertos internacionales y tres puertos marítimos por lo que el riesgo es significativo. Otro factor de riesgo de la costa Atlántica es de carácter cultural ya que allí es común encontrar en los mercados aves acuáticas capturadas de manera ilegal (como *Anas discors* Pato careto (Bluewinged Teal) y otras especies) que son comercializadas junto con aves de corral, como es el caso del mercado de Ciénaga en Magdalena. Esta parece ser una práctica común en los mercados de la región por lo que debe ser mejor documentada y controlada por las autoridades ambientales regionales.

Se proponen como sitios prioritarios para la realización de monitoreos (figura 19):

1. San Andrés Isla
2. Valle del Cauca (humedales y madrevejas del valle interandino del río Cauca)
3. Cundinamarca (humedales del altiplano)
4. Magdalena (Parque Isla de Salamanca y complejo de la Ciénaga Grande de Santa Marta)
5. Costa Pacífica (Parque Sanquianga y bahía de Buenaventura)
6. Meta (humedales)

Como sitios secundarios de monitoreo se proponen:

1. Complejo de la ciénaga de Zapatosa y humedales del río Magdalena
2. Complejo del río Atrato - golfo de Urabá
3. Humedales costeros de La Guajira
4. Humedales de Puerto Carreño
5. Nariño (laguna de La Cocha, Cumbal y otros humedales altoandinos)

2.2.2. Especies prioritarias de aves para el monitoreo en Colombia

El monitoreo de influenza aviar se debe focalizar en especies pertenecientes a los órdenes Anseriformes (*Anatidae*) y Charadriiformes (*Charadriidae*

y *Scolopacidae* principalmente). Estos dos órdenes poseen especies migratorias y residentes en el país. Las especies migratorias son boreales en su gran mayoría en ambos grupos. Los Anátidos que llegan a Colombia permanecen en el país en condición de residentes invernales como es el caso de *Anas discors* Pato careto (Bluewinged teal), *Anas cyanoptera* Pato colorado (Cinnamon Teal) y *Anas clypeata* Pato cucharo (Northern shoveler). Los Charadriiformes tienen especies cuyo destino final de la migración es el extremo sur de Sur América y sólo están de paso por Colombia durante el recorrido. Algunas de las más notorias migratorias incluyen los andarríos (*Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*, *T. solitaria*, *Numenius phaeopus* y *Actitis macularia*), chorli-

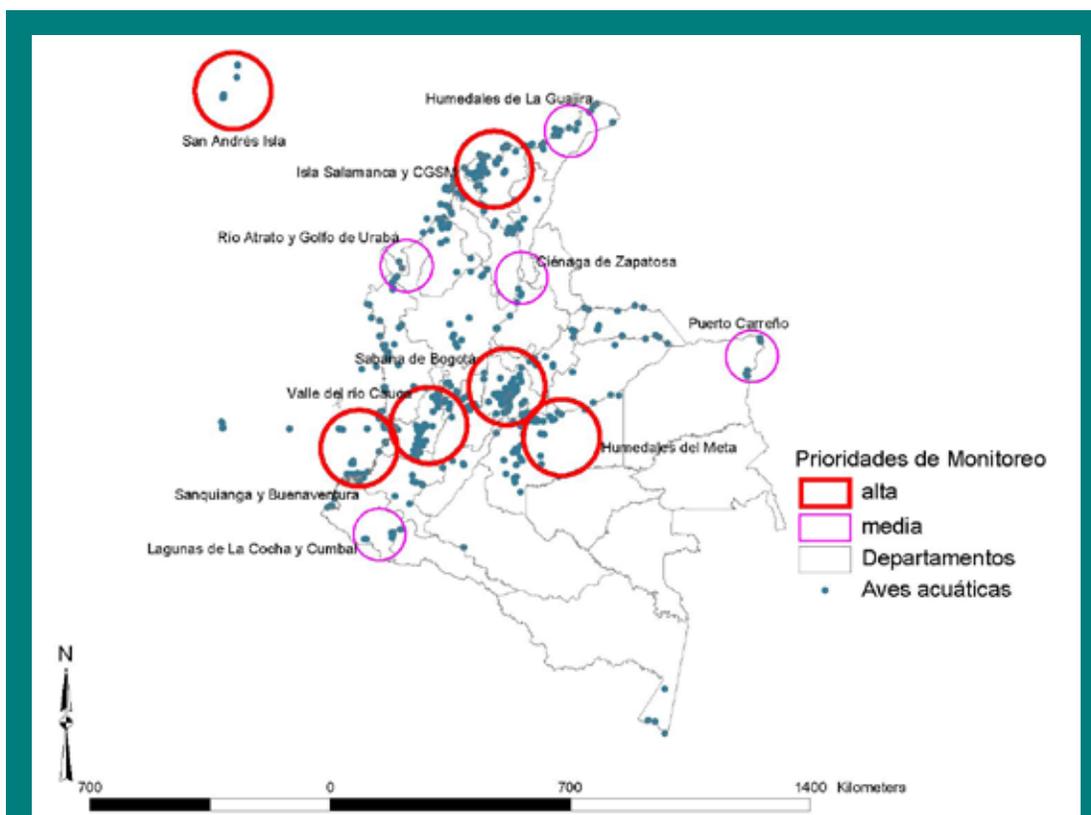


Figura 19. Áreas priorizadas para la vigilancia de la influenza aviar en Colombia.



tos, (*Charadrius wilsonius*, *C. semipalmatus* y *C. alexandrinus*) y playeros (*Calidris mauri*, *C. pusilla*, *C. alba* y *C. minutilla*).

Otras especies que merecen particular atención son los anátidos residentes que presentan migraciones dentro del territorio nacional como es el caso documentado de manera anecdótica de las iguazas (*Dendrocygna spp.*) que al parecer tienen movimientos entre las diferentes zonas de producción de arroz de los Llanos Orientales y Tolima. También existen especies residentes de anátidos de hábitos vadeadores como *Cairina moschata* Pato real (Muscovy Duck). Otras dos especies que presentan esos hábitos pero que se encuentran en peligro son *Sarkidiornis melanotos* Pato brasileiro (Knob-billed Duck) y *Netta erythrophthalma* Pato negro (Southern Pochard) y que sería muy importante reportar.

En la priorización de las especies se consideraron las siguientes variables: su condición de especie de ave acuática, de pertenecer a los órdenes con mayor prevalencia de la enfermedad (Anseriformes y Charadriiformes), los hábitos alimenticios (ser vadeadoras y de alimentación en la superficie o en aguas poco profundas) y, si son especies migratorias o residentes. En la tabla 6 se muestran las especies residentes (R), migratorias boreales (M), migratorias australes (MA) y de condición incierta (?). Las especies se califican como de prioridad alta (***), prioridad media (**) y prioridad baja (*). Las tablas de los anexos 2 y 3 muestran las otras especies de interés y especies que por su cercanía al medio acuático y por ser depredadores pueden ser de interés para el monitoreo.

Tabla 6. Listado de las especies prioritarias para muestreo de influenza aviar en el país.

Familias y Especies Prioritarias para el Monitoreo de la Influenza Aviar	Estatus	Prioridad
ORDEN ANSERIFORMES		
FAMILIA ANATIDAE: Patos y gansos		
<i>Dendrocygna bicolor</i> Iguasa María (Fulvous Whistling-duck)	R	***
<i>Dendrocygna viduata</i> Iguasa Careta (White-faced Whistling-duck)	R	***
<i>Dendrocygna autumnalis</i> Iguasa Común (Black-bellied Whistling-duck)	R	***
<i>Neochen jubata</i> Pato Carretero (Orinoco Goose)	R	*
<i>Anas flavirostris</i> Pato Paramuno (Speckled Teal)	R	***
<i>Anas americana</i> Pato Americano (American Widgeon)	M	***
<i>Anas bahamensis</i> Pato Cariblanco (White-cheeked [Bahama] Pintail)	R	***
<i>Anas georgica</i> Pato Pico de Oro (Yellow-billed Pintail)	R	***
<i>Anas acuta</i> Pato Rabo de Gallo (Northern Pintail)	M	***
<i>Anas discors</i> Pato Careto (Blue-winged Teal)	M	***
<i>Anas crecca</i> Pato Aliverde (Green-winged Teal)	M	***
<i>Anas cyanoptera</i> Pato Colorado (Cinnamon Teal)	R-M	***
<i>Anas clypeata</i> Pato Cucharero (Northern Shoveler)	M	***
<i>Merganetta armata</i> Pato de Torrente (Torrent Duck)	R	
<i>Netta erythrophthalma</i> Pato Negro (Southern Pochard)	R	***
<i>Aythya affinis</i> Pato Canadiense (Lesser Scaup)	M	**
<i>Aythya collaris</i> Pato Collarejo (Ring-necked Duck)	M	**
<i>Amazonetta brasiliensis</i> Pato Yaguaso (Brazilian Duck)	R	***
<i>Sarkidiornis melanotos</i> Pato Brasileño (Comb Duck)	R	***
<i>Cairina moschata</i> Pato Real (Muscovy Duck)	R	***
<i>Oxyura jamaicensis</i> Pato Andino (Ruddy Duck)	R	*
<i>Nomonyx dominica</i> Pato Encapuchado (Masked Duck)	R	*
ORDEN CHARADRIIFORMES		
FAMILIA CHARADRIIDAE: Pellares, Chorlos		
<i>Vanellus chilensis</i> Pellar Común (Southern Lapwing)	R	**
<i>Vanellus resplendens</i> Pellar de Páramo (Andean Lapwing)	R	**
<i>Vanellus cayanus</i> Pellar Arenero (<i>Hoploxypterus cayanus</i>)	R	**
<i>Pluvialis squatarola</i> Chorlo Pechinegro (Black-bellied Plover)	M	***
<i>Pluvialis dominica</i> Chorlo Dorado (Lesser [American] Golden-Plover)	M	***
<i>Charadrius semipalmatus</i> Chorlo Semipalmeado (Semipalmated Plover)	M	***
<i>Charadrius alexandrinus</i> Chorlito Nival (Snowy Plover)	M	***
<i>Charadrius collaris</i> Chorlo Collarejo (Collared Plover)	R	**
<i>Charadrius vociferus</i> Chorlo Colirrojo (Killdeer)	M	***
<i>Charadrius wilsonius</i> Chorlo Piquigruoso (Thick-billed [Wilson's] Plover)	M	***
FAMILIA SCOLOPACIDAE: Andarríos, Correlimos y Caicas		
<i>Tringa solitaria</i> Andarríos Solitario (Solitary Sandpiper)	M	***
<i>Tringa flavipes</i> Andarríos Patiamarillo (Lesser Yellowlegs)	M	***
<i>Tringa melanoleuca</i> Andarríos Mayor (Greater Yellowlegs)	M	***
<i>Actitis macularia</i> Andarríos Maculado (Spotted Sandpiper)	M	***

Se muestran las especies residentes (R), migratorias boreales (M), migratorias australes (MA) y de condición incierta (?). Las especies se califican como de prioridad alta (***), prioridad media (**) y prioridad baja (*).

Familias y Especies Prioritarias para el Monitoreo de la Influenza Aviar	Estatus	Prioridad
<i>Tringa semipalmata</i> Andarríos Alinegro (Willet)	M	***
<i>Arenaria interpres</i> Vuelvepedras (Ruddy Turnstone)	M	***
<i>Aphriza virgata</i> Chorlo de los Rompientes (Surfbird)	M	***
<i>Tringa incana</i> Correlimos Errante (Wandering Tattler)	M	***
<i>Calidris canutus</i> Correlimos Colorado (Red Knot)	M	***
<i>Calidris alpina</i> Correlimos Pechinegro (Dunlin)	M	***
<i>Calidris ferruginea</i> Correlimos Ferrugíneo	M	***
<i>Calidris minutilla</i> Correlimos Diminuto (Least Sandpiper)	M	***
<i>Calidris bairdi</i> Correlimos Patinegro (Baird's Sandpiper)	M	***
<i>Calidris fuscicollis</i> Correlimos Rabiblanco (White-rumped Sandpiper)	M	***
<i>Calidris melanotos</i> Correlimos Pectoral (Pectoral Sandpiper)	M	***
<i>Calidris pusilla</i> Correlimos Semipalmeado (Semipalmated Sandpiper)	M	***
<i>Calidris mauri</i> Correlimos Picudo (Western Sandpiper)	M	***
<i>Calidris alba</i> Correlimos Blanco (Sanderling)	M	***
<i>Micropalama</i> (= <i>Calidris</i>) <i>himantopus</i> Correlimos Zancón (Stilt Sandpiper)	M	***
<i>Tryngites subruficollis</i> Correlimos Escamado (Buff-breasted Sandpiper)	M	***
<i>Bartramia longicauda</i> Correlimos Sabanero (Upland Sandpiper)	M	**
<i>Numenius phaeopus</i> Zarapito Común (Whimbrel)	M	***
<i>Limosa haemastica</i> Zarapito Colinegro (Hudsonian Godwit)	M	***
<i>Limosa fedoa</i> Zarapito Moteado (Marbled Godwit)	M	***
<i>Limnodromus scolopaceus</i> Becasina Piquilarga (Long-billed Dowitcher)	M	***
<i>Limnodromus griseus</i> Becasina Piquicorta (Common [Short-billed] Dowitcher)	M	***
<i>Gallinago gallinago</i> Caica Común (Common Snipe)	M	***
<i>Gallinago nobilis</i> Caica Paramuna (Noble [Paramo] Snipe)	R	**
<i>Gallinago undulata</i> Caica Gigante (Giant Snipe)	R	**
<i>Gallinago jamesoni</i> Caica Cordillerana (Cordilleran Snipe)	R	**
<i>Gallinago imperialis</i> Caica Imperial (Imperial [Banded] Snipe)	R	**

Se muestran las especies residentes (R), migratorias boreales (M), migratorias australes (MA) y de condición incierta (?). Las especies se califican como de prioridad alta (***), prioridad media (***) y prioridad baja (*).

2.2.3 Investigación en poblaciones de aves silvestres

2.2.3.1 Monitoreo de las poblaciones de aves

La capacidad de controlar la presencia y posible dispersión de esta enfermedad, la influenza aviar de alta patogenicidad (IAAP), depende de la detección temprana de los brotes y del conocimiento de las aves acuáticas y su ecología. Por su naturaleza las aves migratorias se concentran en los humedales y en muchos casos dada la dinámica propia de estos sistemas, ellas migran a nuevas localidades en movimientos es-

tacionales, por lo que la erradicación de la enfermedad en aves silvestres no es viable. Por esto el estudio de las poblaciones silvestres y su dinámica es básico para el éxito del plan. El fortalecimiento de los censos nacionales y el mayor cubrimiento que estos tengan así como la capacitación de personal idóneo son elementos claves de la ejecución. El conocimiento de las cepas de influenza aviar que pueden estar circulando de manera natural en las aves silvestres residentes y migratorias de manera regular y la presencia de cepas virulentas y no virulentas es de gran importancia

para lograr el desarrollo de vacunas, por lo que la vigilancia también debe cubrir estos muestreos.

Los programas de monitoreo de aves silvestres se deben enfocar en: 1) especies que se conoce han estado infectadas por influenza aviar, 2) especies que se conoce que son reservorios naturales de cepas de baja patogenicidad (IABP), 3) especies sociales que se congregan en época reproductiva o durante las migraciones, 4) especies que potencialmente pueden compartir hábitat con aves de corral en granjas, sistemas de acuicultivos, aves de traspatio y en explotaciones de cultivos como arrozales donde se pueden congregan en grandes números en ciertas épocas ó 5) especies cuyos movimientos estacionales pueden sugerir la dispersión de la enfermedad. La selección de los sitios de muestreo se deberá realizar en consideración de los requerimientos de hábitat de estas especies (Whitworth, *et al.*, 2007). Las aves que cumplen con la mayor cantidad de criterios son las pertenecientes a las familias Anatidae, Charadriidae y Scolopacidae.

El estudio de la distribución y la dinámica poblacional es fundamental para seguir los cambios que se presenten en tendencias y comportamientos asociados a eventos ambientales y de salud animal. Existen dos aproximaciones para el muestreo de las poblaciones de aves silvestres que son los pasivos y los activos. Dentro de los primeros encontramos los censos y en los segundos las capturas.

Los censos son la base para el conocimiento de la distribución de las especies, los movimientos y las tendencias poblaciones. En Colombia se han lleva-

do a cabo censos de aves desde hace cerca de 20 años cuando se estableció el primer Censo Navideño. Este se realiza en diciembre y es coordinado por la Red Nacional de Observadores de Aves en Colombia-RNOA. Este no es un censo orientado a las aves acuáticas sino que tiene como meta el conteo de aves aprovechando la presencia de migratorias en esa época del año.

Otros de los censos reconocidos es el Censo Neotropical de Aves Acuáticas que se realiza dos veces al año en febrero y julio y coordinado por la Asociación Calidris. El censo se ha llevado a cabo de manera continua y sistemática desde el 2002. Este censo ha permitido desarrollar las bases de un conteo continuado de especies en humedales de gran parte del país. En la actualidad el censo cuenta con la participación de cerca de 700 voluntarios que han censado unas 181 localidades del país en los Andes (principalmente Valle del Cauca y Cundinamarca) y la costa Caribe (incluyendo San Andrés Isla).

La metodología seguida por este censo es básicamente la de puntos de conteo (point count, Bibby, *et al.*, 2000, López-Lanus y Blanco 2005) que consiste en buscar puntos de muestreo en los humedales en los cuales los equipos de conteo se estacionan y realizan un barrido con binoculares o telescopios para determinar las especies y abundancias observadas. Dependiendo del tamaño del humedal se pueden realizar otros puntos de conteo siempre y cuando se maneje un criterio de independencia entre los puntos y se evite el sobreconteo de individuos. Esta metodología es de fácil implementación pero la interpretación de los resultados debe consi-

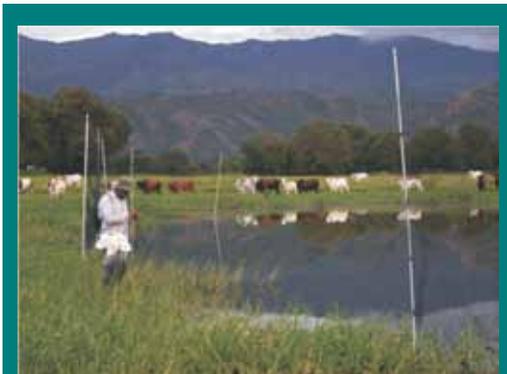


Figura 20. Redes de niebla desplegadas para capturar aves acuáticas en la Laguna de Sonso. (Foto C. Valderrama)

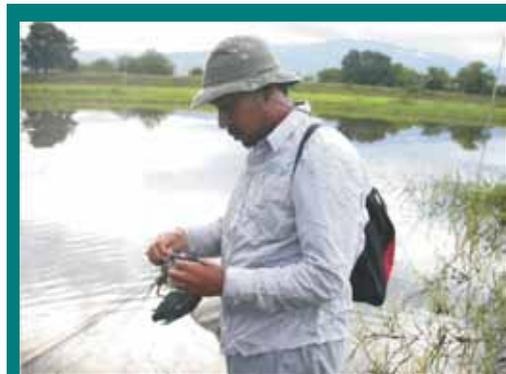


Figura 21. Extracción de una garza (*Butorides striatus*) capturada en una red de niebla (Foto C. Valderrama).

derar algunas suposiciones importantes como que el tiempo del muestreo no permite el desplazamiento de los individuos, que todas las especies tienen la misma probabilidad de ser detectadas, que todas las aves son adecuadamente identificadas y, que la presencia de los sensores no afecta el muestreo (Bibby, *et al.*, 2000). Si a esta metodología se aplica un criterio de distancias concéntricas entonces permite que los resultados se puedan analizar de manera estadística (por ejemplo con el programa Distance). Uno de los datos que sigue haciendo falta acerca de las aves acuáticas es el estimativo de tamaños poblacionales y esta información sólo se puede conseguir mediante los censos por lo que la implementación de esta toma de datos es fundamental en los censos futuros.

Las capturas de aves permiten un estudio detallado de los individuos y la toma de muestras. Sin embargo, no es una técnica adecuada para la estimación de tamaños poblacionales. El método más difundido de captura es mediante las redes de niebla (Whitworth, *et al.*, 2007), aunque existen otros métodos como las redes abatibles, las de cañón

y las de embudo. Las redes de niebla son redes de dacrón con longitudes de entre 4 y 18 m y alturas entre 3 a 4 m. Estas redes son "mallas" con ojos de tamaño variable que van desde 36 mm, utilizadas para colibríes, hasta las de 127 mm que se usan para patos y acuáticas grandes. En el muestreo de aves acuáticas se utilizan los tamaños de 100 y 127 mm y de 12 ó 18 m de longitud que permiten capturar patos y grandes aves acuáticas como garzas e íbises y las menores que permiten capturas de chorlos y playeras. Estas redes se deben colocar en series de 10 o más para cubrir extensas áreas de humedales y se deben instalar temprano en la mañana antes del amanecer para tener un mayor éxito (figuras 20 y 21).

Otro sistema utilizado para las aves acuáticas consiste en la construcción de corrales en forma de embudo que permiten ir llevando las aves, particularmente los patos, de manera pasiva hacia un encierro en el que son capturados para el muestreo. Su diseño y utilización varía mucho de acuerdo a la experiencia de distintas regiones donde se han utilizado. En tercer lugar se encuentran las

redes de cañón que consisten en redes que son desplegadas mediante la explosión de cañones que están ubicados en los extremos de las redes. Estas redes permanecen ocultas a la espera de una bandada de aves que se movilice específicamente por ese punto. Estas redes tienen la desventaja de que pueden ahuyentar a las aves del sitio de muestreo, además pueden herir o matar a las aves que se crucen en su trayectoria. Los cañones utilizan pólvora que es de uso restringido en el país y su manipulación es particularmente delicada. Estas razones hacen que estas redes no sean las más adecuadas para ser utilizadas en Colombia.

2.2.3.2 Métodos y estrategias de muestreo

A. Censos de Aves Silvestres

Los censos regulares y programas de monitoreo de aves silvestres son fundamentales para conocer las rutas de movimiento de las especies residentes y migratorias y los humedales utilizados de manera regular o como lugares de paso. Estos estudios además permiten determinar variables poblacionales necesarias para estudios ecológicos y epidemiológicos que permiten determinar tendencias poblacionales y con ellos es posible determinar la prevalencia de las enfermedades (BirdLife Internacional, 2006a).

Los censos internacionales se han llevado a cabo desde 1940 en Europa y desde 1966 se han extendido a Asia, África y América. El censo de aves acuáticas ha sido iniciativa del Buró Internacional para el Estudio de Aves Acuáticas y Humedales (IWRB) y desde 1992 se ha llevado a cabo de manera regular

en Latinoamérica coordinado por Wetlands International con ONG locales; en Colombia la Red Nacional de Observadores de Aves de Colombia-RNOA y la Asociación Calidris han liderado esta iniciativa desde 1992.

Los diferentes grupos ornitológicos con capacidad técnica y operativa adscritos a la Red Nacional de Observadores de Aves de Colombia-RNOA realizarán las capturas de aves en las diferentes áreas priorizadas para el monitoreo de la influenza aviar (figura 19).

Las autoridades ambientales realizarán evaluaciones poblacionales de las especies acuáticas migratorias y residentes prioritarias (tabla 6) en los humedales localizados en las áreas prioritarias de muestreo (figura 19) durante los meses de migración (octubre a marzo). Estas autoridades se deberán apoyar en grupos ornitológicos en caso de no poder cumplir con esta meta.

Los zoológicos y los centros de rescate de fauna silvestre deberán tomar muestras para análisis de las aves en cautiverio y de las recibidas pertenecientes a las especies prioritarias (tabla 6) siguiendo el protocolo (siguiente sección).

En el evento de una mortandad masiva de aves silvestres la coordinación de las actividades para conformar un grupo que atienda la emergencia de manera expedita estará a cargo de la autoridad ambiental competente y la coordinación del grupo de expertos deberá estar a cargo de un veterinario del ICA con experiencia en patologías aviarias. El reporte oficial del evento estará a cargo del veterinario líder quien remitirá la información al grupo coordinador.

Estrategias de Muestreo

El muestreo de aves silvestres para influenza aviar se debe focalizar en los siguientes grupos: 1) investigación de mortandades masivas en aves silvestres; 2) especies acuáticas migratorias que transitan o permanecen en el país; 3) especies acuáticas residentes; 4) especies de aves acuáticas capturadas y comercializadas de manera ilegal en mercados; 5) especies cazadas por productores como los arroceros y los acuicultores para control de daños en sus sistemas productivos.

Los eventos de mortalidad masiva pueden indicar la presencia de un agente altamente patogénico, no sólo el virus de influenza aviar, el cual puede poner en riesgo la seguridad nacional y afectar las poblaciones humanas, de fauna silvestre y los sistemas productivos. Su estudio detallado es de alta prioridad.

Las aves silvestres acuáticas migratorias serían las primeras especies expuestas al virus en llegar al país. En ellas se podría establecer la presencia de la enfermedad más no se tendría total claridad de su origen. Estas serían las especies de mayor prioridad de muestreo. El monitoreo de estas especies puede proveer información en la dinámica de las cepas del virus de influenza aviar de alta y de baja patogenicidad cuya detección y aislamiento es importante en ambos casos.

Las especies acuáticas residentes pueden adquirir el virus por su contacto cercano a las especies migratorias en los humedales. Estas especies serían las siguientes en priorización del muestreo. En ellas también se puede estudiar la dinámica natural del virus en sus diferentes cepas.

Existen mercados agrícolas en los que se detecta de manera regular la presencia de aves acuáticas silvestres capturadas de manera ilegal. Estas aves son mantenidas en condiciones inapropiadas y bajo condiciones de estrés lo que debilita su sistema inmune y facilita la aparición de enfermedades.

Estas aves mantenidas en condiciones de hacinamiento son juntadas con aves de corral en una cercanía que genera condiciones apropiadas para la transmisión de la enfermedad de aves silvestres a aves comerciales.

En varias regiones del país se realizan cacerías de aves, particularmente patos, que afectan la producción agrícola como es el caso del arroz. Varias especies, particularmente las iguazas (*Dendrocygna spp.*) son nombradas como responsables de grandes pérdidas al consumir los brotes tiernos de la planta y al consumir los granos cuando no están aún maduros. En estos sitios se podría lograr la consecución de un gran número de muestras y no se dependería del muestreo y sus limitantes.

Tamaño del muestreo

Los estudios epidemiológicos sugieren que se determine un número mínimo de muestras por especie para tener un tamaño de muestra adecuado, representativo y estadísticamente válido de la población. El tamaño de muestra está dado por la prevalencia de la enfermedad en la población. La siguiente ecuación permite el cálculo del tamaño de muestra adecuado.

$$n = \log(1-c) / \log(1-p)$$

Donde **n** es el tamaño de muestra, **c** el intervalo de confianza y **p** la prevalencia de la enfermedad.

Un tamaño adecuado debe permitir una confianza $\geq 95\%$ de detectar la enfermedad con una prevalencia determinada, de por ejemplo 1.5%. Estos resultados muestran que se necesita de un mínimo de 200 individuos por especie por sitio para tener un valor adecuado. Si la prevalencia es de 0.1% de la población el tamaño de la muestra sería de 3000 individuos. Los resultados actuales muestran que la prevalencia de la influenza aviar varía por especie y por sitio. En Norteamérica se ha detectado que la prevalencia de influenza aviar es alta en las zonas de anidamiento en Canadá y que disminuye a medida que los individuos migran al sur de Estados Unidos; allí la prevalencia de influenza aviar de baja patogenicidad baja, de cerca al 60% en áreas de anidación, a entre 2 y 0.4% en zonas de hibernación en el sur, y a 0.25% en aves retornando al norte (Olsen, et al., 2006, Kirkpatrick, et al., 2006, Munster, et al., 2007).

No se conocen detalles de los valores de la prevalencia en Centro y Sur América. Este hecho dificulta la definición de una prevalencia que sea aplicable en la anterior fórmula. Por ello es muy importante diseñar la estrategia de muestreo siguiendo la información que aporten los censos de aves acuáticas en la estimación de los tamaños poblacionales de las especies tanto migratorias como residentes. A nivel de guía se incluyen en el aparte 5.3, los valores estimados por Wetlands Internacional de los tamaños poblacionales globales de las especies y subespecies que llegan a Colombia (Delany y Scott, 2006). Estos

valores permiten tener una aproximación al tamaño poblacional total aunque no se conoce cuántas de estas aves lleguen realmente al país. Para estimar la prevalencia se debería tomar un valor estadísticamente significativo como el de 200 individuos muestreados por especie por sitio exceptuando las especies que tienen valores poblacionales muy pequeños.

Estacionalidad del Muestreo

La estación de llegada de las aves acuáticas comienza en septiembre y termina en marzo. Considerando que las primeras especies en llegar suelen ser los chorlos y playeras (Charadriiformes) y algunas van de paso al sur del continente, se puede proponer un período de muestreo en la época de presencia de ellas en el último trimestre del año. Los patos se concentran en los meses de febrero y marzo cuando se preparan para retornar a Norteamérica, por lo que estos meses son una buena época para su vigilancia. Para evaluar las especies residentes es importante considerar que no estén en contacto cercano con las migratorias boreales por lo que los muestreos de estas especies se deben centrar en los meses de mayo a agosto.

Diagnóstico

Los grupos ornitológicos que realicen la toma de muestras deberán remitir las muestras tomadas de acuerdo a la metodología descrita en la siguiente sección y embaladas con las medidas de bioseguridad descritas en esa sección a un Laboratorio de Medicina Aviar de nivel 2 del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA (Tuluá o Bucaramanga) o al Laboratorio Nacional de Diagnóstico

Veterinario-LNDV (Bogotá) directamente, coordinando previamente con el laboratorio.

Manejo de la Información

La detección temprana del virus es prioritaria, particularmente de la cepa H5N1 que es la de mayor preocupación para la salud humana y los sistemas productivos avícolas, además de ser responsable de mortalidad en aves silvestres y fauna en general. El plan busca proveer información necesaria para que las entidades gubernamentales de carácter nacional, departamental y municipal, las universidades, los centros de investigación y las organizaciones no gubernamentales participen activamente en la estrategia de vigilancia. Así mismo, la designación de un grupo coordinador que supervise la recopilación de información y administre la base de datos de información sobre influenza aviar es una prioridad del presente plan.

La recopilación de información estandarizada, siguiendo las sugerencias del protocolo para el monitoreo de la influenza aviar de aves silvestres (figura 22), es necesaria para que se pueda generar una base de datos centralizada que permita compartir información entre las instituciones interesadas. La recopilación de información debe centralizarse en aves silvestres acuáticas tanto migratorias como residentes, siguiendo la priorización planteada en el presente plan. A nivel nacional el grupo coordinador que ha de manejar directa o indirectamente la base de datos con la información de localidades de muestreo, especies observadas y muestreadas, muestras tomadas y resultados de las muestras analizadas. Por lo tanto, a nivel regional



debe haber instituciones que reporten la información. El administrador de la información deberá reportar los resultados de manera periódica y regular al Boletín Epidemiológico Pecuario del ICA para su publicación.

El grupo coordinador deberá designar a la persona encargada de la administración de la base de datos con la información de las localidades de muestreo, las especies observadas y las especies muestreadas, las muestras tomadas y los resultados de las muestras analizadas. Esta persona estará bajo la directa supervisión de grupo coordinador.

Las autoridades ambientales deberán recopilar la información de los muestreos pasivos y deberán reportarla al administrador de la base de datos o al grupo coordinador.

Los grupos ornitológicos encargados de los muestreos deberán remitir la



información de las capturas y muestras tomadas y remitirlas al Laboratorio Nacional de Diagnóstico Veterinario-LNDV, al administrador de la base de datos o al grupo coordinador.

Educación y comunicación del riesgo

Las autoridades ambientales deberán adelantar campañas de educación del público sobre la influenza aviar, el manejo de la enfermedad y la conservación y no perturbación de los ecosistema acuáticos y las aves presentes allí.

Fortalecimiento Institucional

Las autoridades ambientales deberán recibir capacitación sobre las técnicas de monitoreo pasivo y activo para poder coordinar y participar de los muestreos en sus jurisdicciones por parte de los grupos ornitológicos con experiencia en los censos. Los grupos ornitológicos deberán ser capacitados en la toma de

muestras por las instituciones con esta experiencia, como *Wildlife Conservation Society-WCS* Colombia.

Estos grupos deberán estar acompañados por veterinarios pertenecientes a la Asociación Veterinarios de Vida Silvestre-VVS o de las escuelas de veterinaria para realizar las necropsias de ser necesario, o en su defecto recibir capacitación para las necropsias y toma de muestras de tejidos para el laboratorio.

Los grupos que realicen los muestreos deberán ser dotados con los equipos de muestreo adecuados para adelantar las capturas. Estos equipos incluirán las redes de niebla adecuadas para aves de gran tamaño y los equipos de bioseguridad básicos.

Ejecución del plan

La coordinación del plan se desarrollará de manera centralizada por el grupo coordinador que promoverá la ejecución de manera descentralizada en el territorio nacional. El plan debe ejecutarse en las áreas determinadas por la priorización lo que permitirá focalizar esfuerzos. El grupo coordinador será además responsable de que los muestreos se lleven a cabo y de que las muestras sean procesadas en el menor tiempo posible y que sus resultados se reporten de manera expedita por los mecanismos acordados. Este grupo debe estar conformado por un representante del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS quien lo presidirá, un representante del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, un representante de la Red Nacional de Observadores de Aves-RNOA e invitados de la academia y expertos en los temas

a tratar. Debe ser un grupo pequeño y dinámico que permita la toma de decisiones de manera expedita y que tenga capacidad de reunirse con la frecuencia necesaria. Este grupo coordinador tendrá como responsabilidades:

- Facilitar la comunicación entre instituciones participantes.
- Coordinar la implementación de la base de datos, su alimentación y mantenimiento.
- Proveer información actualizada sobre el monitoreo de influenza aviar en aves silvestres.
- Dar recomendaciones actualizadas basadas en los resultados del monitoreo.

Las organizaciones ornitológicas afiliadas a la Red Nacional de Observadores de Aves-RNOA pueden ser las instituciones con capacidad de toma de muestras en el territorio nacional dada su presencia como grupos de interés en muchos departamentos. Dentro de la RNOA hay organizaciones con capacidad ejecutora y capacidad técnica que requieren de una capacitación y un fortalecimiento en equipos que les permitan llevar a cabo esta tarea en sus respectivas regiones. Otras instituciones que están llamadas a participar de manera activa son las universidades con programas de veterinaria que tengan incorporado el estudio de la fauna silvestre dentro de sus programas. Estas universidades pueden brindar el apoyo en la toma de muestras, manipulación y transporte de estas muestras y la capacitación del personal de las organizaciones ornitológicas; organizaciones como la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre-VVS tam-

bién pueden ser de gran importancia para este proceso. Es importante anotar que los veterinarios son fundamentales en el acompañamiento de los muestreos que impliquen necropsias de animales muertos en eventos de mortandad masiva. Las ONG con experiencia en el estudio de la influenza aviar, como *Wildlife Conservation Society-WCS* Colombia, pueden brindar esta experiencia mediante la creación de programas de capacitación.

Los entes oficiales como la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales-UAESP-NN y las Corporaciones Autónomas Regionales-CAR tienen una labor fundamental que cumplir en la ejecución del plan. Los PNN han definido objetos de conservación en sus áreas protegidas y en varios casos las aves forman parte importante de estos objetos. En los Parques Nacionales Naturales-PNN se han establecido programas de monitoreo de la presencia de las especies objeto de conservación y el extender estos monitoreos a las especies acuáticas en los parques pertinentes sería un valioso insumo para los programas de vigilancia, lo que permitiría establecer en mayor detalle las épocas de arribo de las especies migratorias, épocas de concentración y las condiciones más favorables para desarrollar los muestreos.

El personal de planta de los PNN además puede aportar su conocimiento y su experiencia local para apoyar al personal técnico que realice los muestreos. Las CAR, por otro lado, pueden apoyar logísticamente y con recursos los programas de monitoreo dentro de su jurisdicción y las iniciativas de toma de muestras dentro del plan de vigilancia.

Los zoológicos y los centros de rescate de fauna decomisada de las CAR y los departamentos administrativos de medio ambiente de varios municipios se identificaron también como sitios de importancia para desarrollar los muestreos activos ya que allí llega fauna decomisada o traída por personas que la capturan o rescatan de situaciones complejas como el quedar atrapadas en jardines y traspas-

tios. Esta fauna debe ser muestreada para la influenza aviar, y para otras patologías, ya que está sometida al contacto cercano con los humanos. Estas instituciones cuentan usualmente con personal de médicos veterinarios que pueden tomar los muestreos y hacer las necropsias de ser necesario, pero usualmente tienen fallencias en la identificación positiva de las especies que llegan a sus dependencias.

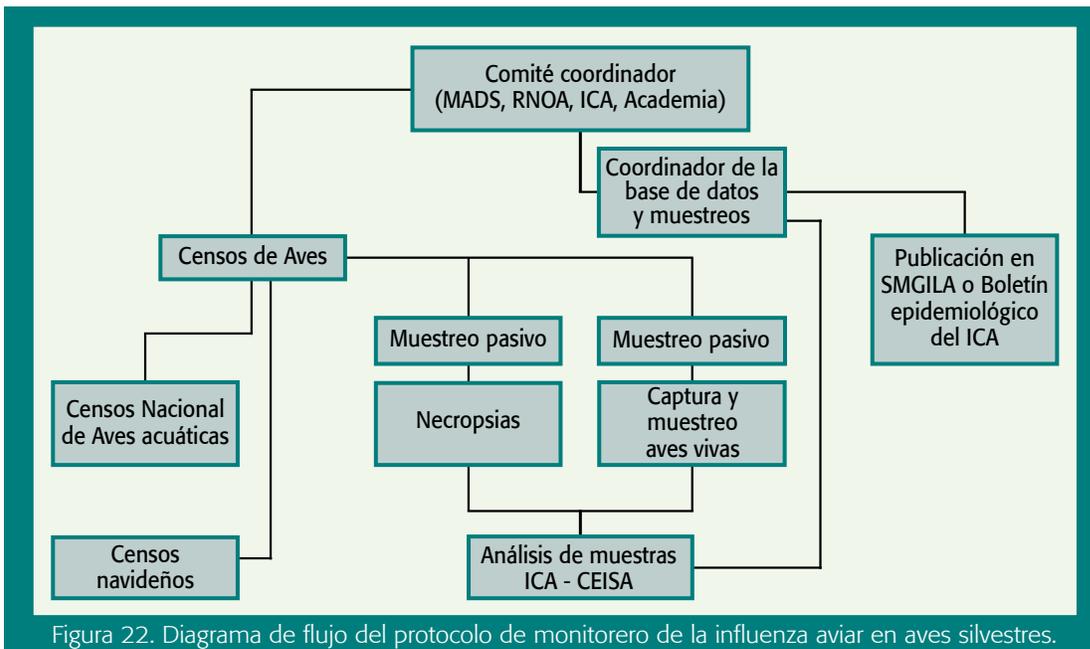


Figura 22. Diagrama de flujo del protocolo de monitoreo de la influenza aviar en aves silvestres.

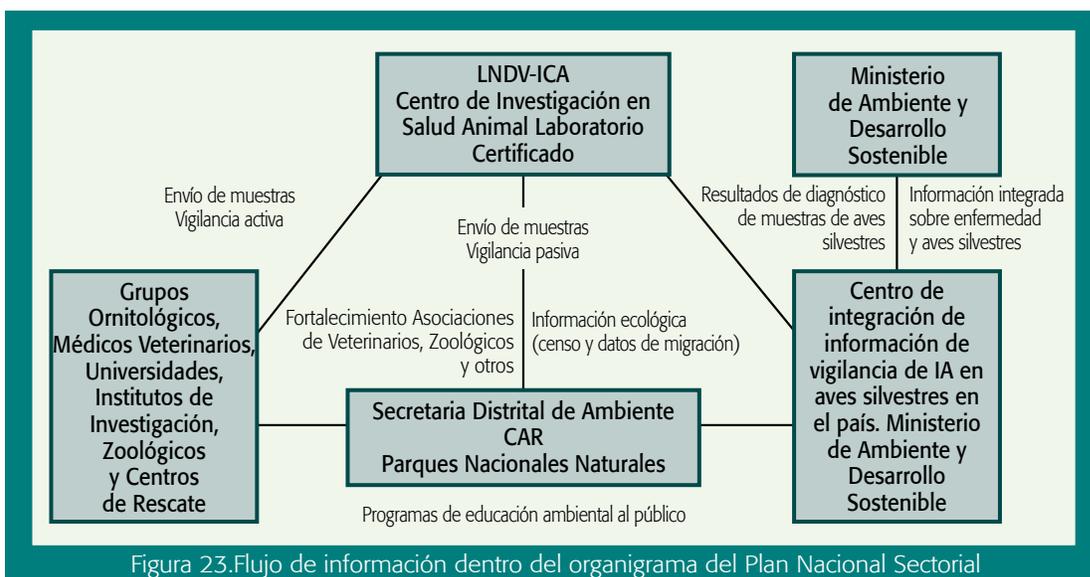


Figura 23. Flujo de información dentro del organigrama del Plan Nacional Sectorial



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 y Vichada.



3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE VIGILANCIA ACTIVA Y PASIVA DE LOS PLANES REGIONALES PARA LA VIGILANCIA DE LA INFLUENZA AVIAR EN AVES SILVESTRES

3.1 Introducción

Como resultado de los cambios de origen humano en los ambientes naturales, del constante aumento de la población humana y del contacto cada vez mayor entre seres humanos y animales silvestres y domésticos, han aparecido enfermedades emergentes que son causadas por bacterias, virus y protozoos (Jones, *et al.*, 2008). De esta manera se ha presentado el virus de influenza aviar de alta patogenicidad H5N1 (VIAAP H5N1); esta cepa del virus de influenza aviar puede ocasionar severos cambios demográficos en poblaciones de aves y otros animales silvestres, y contribuir a su declinación (BirdLife, 2006, 2007). La afectación causada por el VIAAP H5N1 al sector económico (producción avícola), a la salud pública y ambiental (poblaciones silvestres) y la posibilidad de propagación del virus a otras regiones es una preocupación a nivel mundial sobre la cual se enmarcan planes de vigilancia a nivel global.

Numerosas publicaciones avalan el carácter cosmopolita y la amplia gama de especies silvestres que pueden ser infectadas por el virus de influenza aviar (Astorga, *et al.*, 1994, Astorga, *et al.*, 1996, Subbarao, *et al.*, 1998, Alexander 2000, OMS 2004, 2007, Crawford, *et al.*, 2005, Webster, *et al.*, 2007, de Jong, *et al.*, 2005), como también a los hu-

manos. La enfermedad causada por el virus es altamente variable dependiendo de la especie afectada, de su susceptibilidad y respuesta a la infección, y de la virulencia del subtipo del virus (Cardona, *et al.*, 2009). Algunas aves silvestres, especialmente de los órdenes Anseriformes y Charadriiformes, muestran mayor receptividad a la infección, aunque existen variaciones en la susceptibilidad de las especies entre regiones y periodos climáticos (Stallknecht y Shane, 1988, Alexander 2000, 2007, Krauss, *et al.*, 2004, Olsen, *et al.*, 2006, Munster, *et al.*, 2007, Escudero *et al.* 2008, Wildlife Health Center-USGS 2008). Respecto a las aves silvestres, se considera que las especies migratorias constituyen hospedadores naturales del virus, para lo cual actuarían como portadoras (Garamszegi y Moller, 2007, Olsen, *et al.*, 2006).

Es raro que un subtipo de VIA en particular pueda afectar a varias especies. El subtipo de VIAAP H5N1 (H5N1 HPAIV) es inusual con relación a la diversidad de especies que puede infectar. Las especies afectadas por H5N1 en condiciones naturales y también en estudios experimentales es diversa y el cuadro clínico asociado a la enfermedad es marcadamente similar entre las especies. En algunas especies se presenta falla multiorgánica con muerte rápida y subclínica. Las especies que presentan este cuadro son principalmente los pollos domésticos y otras especies de galliformes. En otras especies se desarrollan signos neurológicos y posteriormente la muerte. Este cuadro ha sido registrado en gatos domésticos, gansos, pollas de agua, palomas y patos. En algunos casos la enfermedad es más prolongada y genera falla multiorgánica y muerte, estos signos de la enfermedad son los

más comunes. Este cuadro se presenta en primates incluyendo los humanos y modelos de laboratorio como hurones y ratones. Por otro lado, algunas especies son más resistentes y presentan signos clínicos leves o no presentan. Estas especies incluyen algunas palomas, patos y cerdos (Cardona, *et al.*, 2009).

Desde 1997, cuando se detectó infección humana con un subtipo de influenza aviar de alta patogenicidad (H5N1) en una provincia de Hong Kong, la atención global se focalizó sobre el potencial de este virus de causar la próxima pandemia (Lee, *et al.*, 2009). Humanos en contacto directo con aves infectadas y raramente con otros humanos afectados han sido infectados. Hasta octubre de 2010, 12 países registraron 302 muertes de humanos entre 507 confirmaciones de laboratorio de la infección.

Tres países más presentaron casos positivos sin mortalidad (WHO, 2010). Dadas las apariciones de cepas altamente patógenas de influenza aviar, surge la preocupación de la posible dispersión del H5N1 VIAAP a diferentes regiones, lo cual podría tener serias implicaciones sanitarias, económicas, 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 movimiento ilegal de aves domésticas y silvestres, los productos contaminados, por viajeros infectados, bioterrorismo y migración de aves silvestres.

El reservorio natural de la influenza aviar son las aves silvestres, principalmente las aves acuáticas. Por lo anterior, el entendimiento de la diseminación y prevalencia de la influenza aviar en aves

silvestres es importante para entender qué factores contribuyen a la transmisión del virus hacia los animales domésticos (Boyce, *et al.*, 2009, Spackman 2009). Se sabe relativamente poco acerca de la ecología del virus en aves silvestres y la información alrededor del mundo es inconsistente. Por otro lado, conocer la biología del virus, es muy importante porque la influenza aviar es altamente adaptable a diferentes hospederos y ambientes (Caron, *et al.*, 2009, Spackman 2009).

La Organización Mundial de la Salud-OMS, ha declarado la alerta de pandemia por influenza aviar (Lee, *et al.*, 2009, Pappaioanou, 2009). Igualmente, en 2003, la 56ª Asamblea Mundial de Salud y el 44º Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud-OPS, emitieron resoluciones que urgían a los países a fortalecer su capacidad para prevenir, detectar y diagnosticar la infección por el virus de la influenza y a estar preparados para responder a una situación pandémica (Mujica, *et al.*, 2008).

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 aves silvestres en otros países y para esclarecer aspectos aún desconocidos de la dinámica del virus (FAO 2006, 2007a, 2007b, USGS 2006, BirdLife 2006, 2007, USFWS/USGS 2008). Colombia, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS en convenio con *Wildlife Conservation Society*-WCS Colombia y el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA planeó la realización de la vigilancia del VIA en especies sil-

vestres, contemplando la identificación de especies acuáticas residentes y migratorias con potencial susceptibilidad y las regiones de mayor importancia por presencia, diversidad y abundancia de aves acuáticas, producción avícola y concentración de población humana (Valderrama, 2008).

Dentro de este análisis los departamentos de Cundinamarca, Meta, Nariño, San Andrés, Magdalena, Cesar-Santander, Casanare-Vichada y Chocó-Antioquia se muestran como unas de las regiones prioritarias para las cuales se formularon planes regionales de el monitoreo de VIA en aves silvestres. Para estos departamentos y en el marco de este convenio se avanzó en la implementación de dichos planes. Igualmente, los departamentos de Cauca, La Guajira, Boyacá, Bolívar, Amazonas, Caquetá, Huila y Tolima fueron incluidos en el marco del desarrollo del plan sectorial ambiental de vigilancia y prevención de la influenza aviar. En estos departamentos se llevaron a cabo talleres de capacitación en técnicas de monitoreo del VIA en aves silvestres y se formularon los planes regionales de vigilancia para la enfermedad en estas especies.

Adicionalmente se diseñó una estrategia de comunicación del riesgo al público en general, especialmente a grupos vulnerables como acuicultores, arroceros, zocriaderistas, ornitólogos, avicultores, personal vinculado con los zoológicos y personal que habita en áreas de influencia de humedales, entre otros, sobre la influenza y manejo de la enfermedad y se diseñó una campaña nacional radial, televisiva y con material impreso como afiches, pendones, plega-

bles y una cartilla de educación ambiental, sobre la influenza aviar, el manejo de la enfermedad y la conservación y no perturbación de los ecosistemas acuáticos y las aves presentes en éstos.

Para iniciar la implementación de los planes regionales en las ocho regiones priorizadas inicialmente, se escogió uno de sus humedales para llevar a cabo las actividades de vigilancia en cada región. Implementar los sistemas de vigilancia de influenza aviar, implica por un lado, determinar la presencia del virus y el número de muestras positivas del total de las muestras tomadas y, por otro, la estimación de los tamaños poblacionales de las especies centinelas presentes en cada humedal, con el fin de determinar cuál es la población en riesgo. Los muestreos para iniciar la implementación fueron hechos a partir del mes de diciembre del 2009 hasta julio de 2010. A continuación se presentan los resultados del inicio de la implementación de los programas de vigilancia para estas ocho regiones. En el informe se presentan primero los resultados derivados de las capturas de aves acuáticas para la toma de las muestras sometidas al análisis para la detección del virus. Posteriormente, los resultados de los conteos hechos en el humedal muestreado en cada región en donde se listan las especies encontradas (estructura del ensamblaje) y la densidad de algunas de ellas.

3.2 Materiales y Métodos

3.2.1 Áreas de estudio

Casanare-Vichada

La Orinoquía en general ofrece amplias extensiones de humedales que

albergan grandes grupos de aves acuáticas que periódicamente varían su composición y abundancias debido a la distribución heterogénea de los humedales en el tiempo y espacio durante el transcurso de las temporadas de lluvia y sequía que se suceden a lo largo del año. Regionalmente, en la temporada seca las aves se conglomeran en los pocos humedales que conservan su espejo de agua y planos lodosos, uno de esos humedales es la laguna El Tinije (Maní), la cual fue muestreada durante la temporada seca (enero de 2010).

Cesar

El complejo de ciénagas y otros humedales que se encuentran principalmente en jurisdicción de los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Magdalena y Cesar, constituyen la mayor área de humedales de interior en Colombia. Esta abundancia de hábitats sumada a su ubicación estratégica con respecto a las rutas migratorias de aves provenientes de latitudes boreales y la presencia de una considerable riqueza de especies de aves acuáticas de amplia distribución, hacen de este complejo de humedales un área considerablemente importante para la vigilancia de IA y para la conservación de la avifauna en el país.

A pesar de esto se desconocen muchos aspectos de la avifauna presente en este sector debido al reducido número de investigaciones aquí realizadas en comparación con otras áreas de humedales del país como es el caso del altiplano Cundiboyacense y el valle alto de río Cauca (principalmente en el Valle del Cauca). Las condiciones climáticas y las temporadas de migración boreal y regional generan una variación en la riqueza

y abundancia de especies a lo largo del año en este complejo de humedales del norte del país. En julio de 2010, durante la temporada de lluvias, se adelantó el muestreo en el sector norte de la ciénaga de Zapatosa.

Chocó-Antioquia

La región pacífica en Colombia es en general un área boscosa cuyos humedales están asociados a los caudalosos ríos, áreas costeras y una particular zona de grandes humedales de interior ubicada hacia el bajo río Atrato. La ubicación de esta región coincide con la ruta de migración boreal del Pacífico, la cual es usada por varias poblaciones de aves migratorias entre las que se destacan algunas especies de aves playeras, las cuales llegan en grandes cantidades a sitios como el PNN Sanquianga, que por albergar significativas poblaciones de playeras migratorias ha sido considerado como un área de importancia internacional para la conservación de este grupo de aves (Johnston-González & Eusse-González, 2009). Este gran movimiento anual de poblaciones de Charadriiformes hace de la zona costera y humedales de la región pacífica, un área importante para adelantar muestreos sobre especies prioritarias para vigilancia de IA.

La dinámica de mareas de la costa Pacífica asociada con las playas y la presencia de planos lodosos relacionados con las extensas áreas de manglares y desembocaduras de ríos, proporcionan hábitats ideales para los playeros migratorios. Estos hábitats están presentes en toda la costa del departamento del Chocó, sin embargo las playas y planos lodosos en desembocadura de río fueron los entornos encontrados durante el

muestreo. El muestreo para el departamento del Chocó fue hecho en mayo de 2010 en el corregimiento de El Valle, municipio de Bahía Solano.

Cundinamarca

Los humedales presentes en el altiplano cundiboyacense constituyen un complejo escenario ornitológico en el que se enmarcan múltiples estudios, un área de endemismo de aves, especies amenazadas, extinciones y diferentes procesos de conservación, todo esto en el área de mayor concentración demográfica del país. En esta zona de humedales se reportan dos extinciones de aves acuáticas: *Podiceps andinus* Zambullidor cira (Colombian Grebe) y *Anas georgica niceforoi* Pato pico de oro (Yellow-billed Pintail), las cuales desaparecieron probablemente por cacería. Por otra parte, en estos humedales se tienen registros históricos de varias especies migratorias boreales como *Anas discors* Pato careto (Blue-winged

Teal), *Anas acuta* Pato rabo de gallo (Northern Pintail), *Tringa melanoleuca* Andarríos mayor (Greater Yellowlegs) y *T. flavipes* Andarríos patiamarillo (Lesser Yellowlegs) entre otras (Morales, *et al.*, 2007), lo que sustenta la importancia de realizar actividades de vigilancia de IA en esta zona.

Al norte de Cundinamarca en límites con Boyacá se encuentra el complejo lagunar andino de Fúquene, Cucunubá y Palacio, una serie de humedales considerados como áreas importantes para la conservación de las aves (IBA CO077 (Franco, *et al.*, 2009)) que albergan a tres especies amenazadas a nivel nacional, las cuales han sido objeto de varias investigaciones y que presentan varios procesos que pueden afectar a la avifauna como es el caso de la eutroficación (Morales, *et al.*, 2007). En la segunda semana de diciembre de 2009 se realizó el muestreo para esta región en la laguna de Fúquene, municipio de Fúquene.



Magdalena

La variada geografía del departamento del Magdalena permite que éste cuente con una diversidad de hábitats y ecosistemas entre los que se destacan los grandes humedales ubicados en las zonas bajas y costeras del departamento. La Ciénaga Grande de Santa Marta constituye el humedal costero más grande de Colombia y es la más grande de las ciénagas del país por encima de los 10° de latitud Norte.

Este gran humedal junto con los demás hábitats acuáticos costeros del norte de Colombia y Venezuela, conforman una serie de puntos estratégicos de arribo para muchas poblaciones de aves migratorias que utilizan las rutas de migración boreal establecidas sobre el océano Atlántico, encontrándose aquí (en especial en temporada de migración boreal: septiembre-marzo) una importante riqueza y abundancia de aves pertenecientes principalmente a los órdenes Anseriformes (patos) y Charadriiformes (playeros), dentro de los cuales se encuentran las familias y especies más priorizadas para efectos de vigilancia de IA en aves silvestres. En el mes de junio de 2010, se realizó el muestreo en el sector nororiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta en inmediaciones de la población de Ciénaga.

Meta

Las zonas bajas del departamento del Meta comprenden buena parte de la porción suroccidental de la Orinoquia colombiana. Aquí al igual que en Casanare y la Orinoquia en general, existe una considerable cantidad de humedales donde habitan aves acuáticas que debido a migraciones regionales y transcontinentales

tienen riquezas y abundancias variables durante el transcurso de las temporadas de lluvia y sequía que se desarrollan periódicamente año tras año.

Durante la tercera semana de diciembre de 2009, se llevó a cabo una jornada de campo en hábitats acuáticos permanentes, principalmente en lagos artificiales de espejo de agua permanente a lo largo del año, ubicados en el Parque Agroecológico Merecure, a 47 kms de la ciudad de Villavicencio, por la vía que conduce a Puerto López.

Nariño

En la región andina de Colombia existen dos áreas donde se encuentran reconocidas extensiones de humedales en los cuales se han establecido grandes poblaciones de aves acuáticas, una de ellas es el altiplano cundiboyacense ubicado en la cordillera Oriental, y la otra es la comprendida entre los departamentos de Nariño y el occidente del Putumayo sobre las cordilleras Occidental y Centro-Oriental. Los principales humedales pertenecientes a esta última área son: la laguna del Cumbal (IBA CO070 (Franco, et al., 2009)), laguna de la Cocha (IBA CO166 (Franco; et al., 2009)) y los diferentes humedales del valle de Sibundoy. La composición de especies es similar entre estos humedales altoandinos nariño-putumayenses, se destaca la presencia histórica de seis especies amenazadas a escala nacional según Renjifo, et al. (2002) (*Anas georgica*, *A. cyanoptera*, *Oxyura jamaicensis*, *Sarkidiornis melanotos*, *Podiceps occipitalis* y *Pseudocolopteryx acutipennis*), además de especies migratorias boreales como *Anas discors* Pato careto (Blue-winged Teal) y otras priorizadas para vigilancia

de IA que arriban en menor proporción como *Calidris melanotos* Correlimos pectoral (Pectoral Sandpiper) y *Tringa melanoleuca* Andarríos mayor (Greater Yellowlegs). En abril de 2010 se realizó el muestreo en el sector norte de la laguna de La Cocha.

San Andrés

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, ubicado sobre los 12° 35' 37" y 14° 42' 00" de latitud norte y 81° 40' 49" y 81° 43' 13" de longitud oeste, es un conjunto de islas que constituyen el área de hábitats terrestres más boreales del territorio colombiano. Este conjunto de islas está en el mar Caribe, muy cerca a la costa de Nicaragua (110 km), y debido a su condición insular ya que se halla en un punto entre las rutas de migración centroamericana y del golfo de México, su composición y abundancias varían con cada temporada de migración, ya que a las menos de 20 especies residentes se le suma una variable y alta riqueza de especies migratorias boreales que tienen su ruta sobre las islas o tienen que hacer paradas obligadas de descanso debido a condiciones climáticas adversas en este sector centroamericano durante su viaje. Por otra parte, este archipiélago es considerado como un Área Importante para la Conservación de las Aves-AICA (IBA, de sus siglas en inglés) (IBA CO001: Reserva de Biósfera Seaflower (Franco; *et al.*, 2009)) y cuenta con dos endemismos: *Mimus magnirostris* Sinsonte de San Andrés (San Andres Mockingbird) y *Vireo caribaeus* Vireo de San Andrés (San Andres Vireo), este último además amenazado a escala nacional bajo la categoría Peligro Crítico según Renjifo *et al.* (2002). Entre los días 15 y 18 de febre-

ro de 2010 se llevó a cabo el muestreo en San Andrés Isla.

3.2.2 Capturas y toma de muestras

Para las capturas de las aves acuáticas, se hizo uso principalmente de redes de niebla. Se usaron dos tipos de redes, las cuales diferían en el diámetro del ojo (33 y 16 mm), se usaron dependiendo de las especies presentes en cada localidad. En algunos sitios como en los humedales de los llanos orientales, el Caribe y en los humedales altoandinos, se enfocaban los esfuerzos en capturar especies de la familia Anátidae, las cuales tienen pesos entre 400 y 600 gr. Para estos sitios se usaban las redes con ojo de 33 mm de diámetro. Cuando el esfuerzo iba orientado a capturar chorlos, como en el caso de los humedales costeros del Pacífico, se usaron redes de 16 mm. En las ocho regiones se acumularon 3467,75 horas-red de esfuerzo de muestreo, adicionalmente, algunas capturas se lograron de forma manual. A los animales capturados se les tomaron muestras de hisopados orales y cloacales. Estas muestras fueron almacenadas en crioviales con el medio de transporte infusión cerebro corazón (BHI, de sus siglas en inglés), suministrado por el ICA. A cada individuo se le tomaron dos muestras orales, las cuales fueron almacenadas en un criovial y dos muestras cloacales, almacenadas en otro criovial. A los individuos muy pequeños, entre 20 y 80 gr usualmente se les tomó sólo una muestra cloacal.

Además de la muestras de hisopados, sobre cada individuo se tomó información sobre medidas morfométricas (largo total, ala plana, tarso-metatarso,

culmen total), peso, información sobre estado de desarrollo, muda y desgaste del plumaje (anexo 4). Adicionalmente, se colectaron parásitos externos a algunos individuos. Finalmente, salvo algunas excepciones, casi todos los individuos fueron anillados y se hizo registro fotográfico de cada uno con el número consecutivo de muestra (anexo 6). Luego del registro fotográfico, los animales fueron liberados cerca de los sitios de captura.

3.2.3 Estructura del ensamblaje y densidades poblacionales de aves acuáticas

3.2.3.1 Toma de datos

Para el registro de las especies de aves presentes en los humedales y para la estimación de la densidad poblacional de aves se usó el método de muestreo por distancias con puntos de conteo (Buckland; *et al.*, 2001). El método de puntos de conteo implica contar los animales vistos por un observador que está

ubicado en un punto, midiendo la distancia radial desde el punto hasta donde se observó el animal o hasta el centro geográfico del grupo observado. A cada observación de aves acuáticas se le registró además la especie, el número de individuos. El esfuerzo de muestreo en cada una de las localidades se realizó en cinco días efectivos, pretendiendo realizar al menos 40 puntos de conteo y a todos se les hizo sólo una repetición (tabla 8). En cada punto de conteo se permaneció 10 minutos y los muestreos se llevaron a cabo entre las 06:00 y las 11:00 horas. Presentamos estos resultados, en términos de pre-muestreo con aplicación en el cálculo de los tamaños aproximados de muestra para darle continuidad a la implementación de los planes y obtener estimaciones precisas y completas.

3.2.3.2 Captura y toma de muestras

Las muestras para determinar la presencia de influenza aviar, fueron ana-



lizadas por la técnica de Reacción de la Cadena de Polimerasa en Transcripción Reversa-PCR-RT (RT-PCR, de sus siglas en inglés) en el laboratorio de biología molecular del Laboratorio Nacional de Diagnostico Veterinario-LNVD del ICA. El análisis, busca inicialmente evaluar si existe el virus de influenza aviar. Esta evaluación se hace mediante la detección de una proteína específica conocida como proteína M. Si el resultado es positivo, se evalúa también por técnicas moleculares, si el virus pertenece a los subtipos H5 o H7. Si en esta fase la muestra resulta positiva al análisis, el resultado debe ser notificado por el ICA a la Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE, de sus siglas en inglés). Si la muestra no resulta positiva a los antígenos de superficie H5 o H7, ésta es inoculada en huevos embrionados para determinar la patogenicidad del serotipo presente.

Estructura del ensamblaje y densidad poblacional

La estructura del ensamblaje, se presenta de manera descriptiva, resaltando las especies de interés por su grado de amenaza o por encontrarse incluidas en el listado de especies centinelas priorizados para la región. La densidad poblacional de aves acuáticas fue calculada con el programa DISTANCE 6.0 (Thomas; *et al.*, 2009). El análisis se hizo de forma independiente para cada localidad. El objetivo del análisis del muestreo por distancias, es ajustar una función de detección de las distancias radiales de las observaciones y usar esta función para estimar la proporción de objetos que no se detectaron en el muestreo. De esta forma, se puede obtener el valor de la densidad y la abun-

dancia de objetos en el área muestreada (Thomas; *et al.*, 2002).

Para hallar la función de detección que mejor se ajusta, se comparó la distribución de frecuencias de las distancias perpendiculares con cuatro modelos: 1. Media normal con serie de expansión Coseno, 2. Media normal con Hermite polynomial, 3. Uniforme con coseno y 4. Uniforme con simple polynomial. De los anteriores modelos se eligió el que presentó el menor valor en el Criterio de Información de Akaike (AIC, de sus siglas en inglés).

La varianza muestral de la densidad poblacional fue calculada empíricamente como la suma de la varianza muestral de la tasa de encuentro, la varianza muestral del estimado de la probabilidad de detección y la varianza muestral del tamaño del grupo. La varianza de la tasa de encuentro es estimada, asumiendo que la distribución del número de grupos por kilómetro recorrido, al ser una variable de conteos discreta, tiene una distribución de Poisson (Buckland; *et al.*, 2001).

El cálculo de la densidad se hizo para las especies que en cada localidad fueron registradas más de 10 veces a pesar de que idealmente se deben tener alrededor de 80 registros para obtener estimaciones precisas (Buckland; *et al.*, 2001). No obstante, para algunas especies, principalmente para las especies raras, estas cifras son difíciles de alcanzar.

3.2.3.3 Resultados

Capturas y toma de muestras

En los humedales evaluados en las ocho regiones donde se dio inicio a la

implementación de los planes regionales de vigilancia de influenza aviar en aves acuáticas, se capturaron y tomaron muestras a 221 individuos de 71 especies y 24 familias (tabla 8, anexo 5, 6). De los 221 individuos muestreados pertenecen a la familia Anatidae el 23%, a la familia Charadriidae el 24% y la familia Scolopacidae el 12%. De esta forma, las familias priorizadas para la vigilancia epidemiológica de influenza aviar están representadas en un 58% en esta fase de la implementación. La familia Jacanidae, perteneciente al orden Charadriiformes, al cual pertenecen las familias Charadriidae y Scolopacidae representó el 14% de las capturas.

El individuo del Casanare era un *Buteo magnirostris* Gavilán caminero (Roadside Hawk) el cual presentó un cuadro clínico caracterizado por opistotonos continuos. Para esta muestra, además del análisis para IA, se pidió análisis para New Castle. El individuo con cuadro clínico de San Andrés era una garza de la especie *Ardea herodias* Garzón migratorio (Great Blue Heron), la cual presentaba parálisis flácida simétrica en miembros posteriores. Igualmente en San Andrés Isla se le tomó una muestra a un individuo de *Tyto alba* Lechuza común (Barn Owl) traído muerto por funcionarios de CORALINA, el cual presentaba una herida en el miembro anterior izquierdo con luxación de la articulación del hombro y hemorragia interna. En la necropsia el hallazgo más importante fue la congestión pulmonar por sangre. De los 221 animales capturados y a los cuales se les tomó muestra, murió durante el procedimiento un individuo de *Vanelillus chilensis* Pellar común (Southern Lapwing), del humedal evaluado en Maní,

Casanare. Ninguna de las 221 muestras resultó positiva para influenza aviar. La muestra del *Buteo magnirostris* Gavilán caminero (Roadside Hawk) capturado con el cuadro clínico nervioso en Maní, Casanare, resultó positiva a New Castle (Paramixovirus)

Tabla 8. Número de individuos y especies capturadas en los muestreos hechos para detectar la presencia de IA en aves silvestres en los humedales priorizados en ocho regiones de Colombia.

Departamento	Especies	Individuos
Casanare-Vichada	12	59
Cesar	9	42
Chocó-Antioquia	9	31
Cundinamarca	5	6
Magdalena	14	23
Meta	11	28
Nariño	6	25
San Andrés Isla	5	7
Total	71	221

Este resultado no es concluyente, dado que para otros países de latinoamérica se han hecho las evaluaciones con tamaños muestrales más grandes y se han aislado diferentes sepas del VIA. No obstante, todas estas de baja patogenicidad (Bruno *et al.*, 2009, Dennis 2010, Pereda *et al.*, 2008). Solamente se ha registrado un brote de influenza aviar de alta patogenicidad en América incluyendo el Caribe (Hirst *et al.*, 2004). El brote fue causado por el subtipo H7N3, que ocurrió en septiembre del 2007 cerca de Regina Beach al sur de Saskatchewan, provincia del oeste de Canadá, en aves reproductoras. Todos los demás reportes de las infecciones en aves comerciales o aves silvestres estuvieron relacionados con virus de influenza aviar de baja patogenicidad.

En los países caribeños de República Dominicana y Haití en 2007 y 2008 se diseminó un virus de la influenza aviar de baja patogenicidad reportable (LPNAI, de sus siglas en inglés) H5N2 (perteneciente al linaje mexicano). México reportó que el virus de baja patogenicidad H5N2 continuó circulando en las regiones centrales de ese país y se obtuvo un total de 49 aislamientos en 12 estados entre los años 2006 y 2008. Por otro lado, Estados Unidos fue el único de estos países que reportó la detección de infecciones con virus de baja patogenicidad (H5 o H7) en aves comerciales: uno en pollos (H7N3, en 2007), dos en pavos (H5N1 y H5N2, en 2007) y uno en faisanes (H5N8, en 2008). Las detecciones de los virus de influenza aviar en aves silvestres fueron reportadas en Norte América (Canadá y Estados Unidos) (Fuller *et al.*, 2010), en América de Sur (Bolivia, Argentina, Chile y Brasil) (Bruno *et al.*, 2009, Dennis 2010, Pereda *et al.*, 2008).

Estructura del ensamblaje

Durante los censos llevados a cabo en los ocho humedales evaluados de las ocho regiones priorizadas, se lograron 2934 registros de aves y se registraron 190 especies (tabla 9). El mayor número de registros se hizo en la ciénaga de Zapatosa, en la ciénaga grande de Magdalena y en la laguna de la Cocha. Los humedales en donde se detectó mayor número de especies fueron la ciénaga de Zapatosa y en el Parque Agroecológico Merecure. A continuación se presenta un análisis por región.

Casanare-Vichada

En el humedal Tres Moriches en Maní, Casanare el ensamblaje de aves

Tabla 9. Número de detecciones de aves y número de especies registradas durante los censos realizados para la estimación de la densidad de aves acuáticas en humedales priorizados para la vigilancia de IA en aves silvestres en ocho regiones de Colombia.

Departamento	No. de puntos	Especies	No. de Registros
Casanare-Vichada	45	42	274
Cesar	45	62	786
Chocó-Antioquia	40	34	225
Cundinamarca	49	34	255
Magdalena	40	43	521
Meta	55	53	250
Nariño	40	29	484
San Andrés Isla	55	35	139
Total		190	2934

asociadas a ambientes acuáticos estuvo representado en un porcentaje más alto por especies de la familia *Ardeidae* (garzas), las cuales aprovechan la abundante oferta de peces y de aves vadeadoras (especies que se alimentan en sectores poco profundos de los humedales como orillas o planos lodosos) principalmente de la familia *Threskiornithidae* (ibis) (anexo 7).

Se registraron 10 especies que se encuentran dentro del grupo de priorizadas para adelantar actividades de vigilancia de influenza aviar (IA). Cinco de estas pertenecen a la familia *Anatidae* (patos), de estas: *Amazonetta brasiliensis* Pato yaguaso (Brazilian Duck) y *Dendrocygna autumnalis* Iguasa común (Black-bellied Whistling Duck) fueron las que tuvieron un mayor número de registros y los grupos más grandes especialmente en el caso de *Dendrocygna autumnalis* Iguasa común (Black-bellied Whistling Duck) (anexo 7). Las aves priorizadas del orden *Charadriiformes* estuvieron representadas por cinco especies (dos *Charadrii-*

dae y tres Scolopacidae), entre ellas se destacan las migratorias boreales *Actitis macularius* Andarríos maculado (Spotted Sandpiper), *Tringa flavipes* Andarríos Patiamarillo (Lesser Yellowlegs) y *Vanelillus chilensis* Pellar común (Southern Lapwing) como la especie que más registros tuvo en todo el muestreo.

El buen estado del humedal y la abundancia de aves acuáticas, hacen del humedal Tres Moriches un sitio importante para el mantenimiento de este grupo de fauna en el sector occidental de la Orinoquía en el departamento del Casanare. Por otra parte, la presencia de especies priorizadas para vigilancia de IA y migratorias boreales, además de las dinámicas de migración regional que generan eventos de congregación en la temporada seca en humedales como El Tinije, hacen de estos sitios unos puntos estratégicos para adelantar vigilancia y estimaciones poblacionales a lo largo del año.

Cesar

Se registró un total de 25 especies asociadas a hábitats acuáticos, entre ellas seis de la familia Ardeidae (garzas) y cuatro del orden Anseriformes entre las que se destaca *Chauna chavaria* Chavaria (Northern Screamer) por ser considerada como amenazada a nivel nacional en la categoría Vulnerable según Renjifo; *et al.*, (2002). *Phalacrocorax brasilianus* Cormorán Neotropical (Neotropical Cormorant) fue la especie más abundante, ésta realizaba movimientos diarios en grandes bandadas buscando lugares estratégicos para alimentarse en grupo. Ésta fue la especie más común y de ella se obtuvo un total de 133 registros (anexo 7) de 1356 individuos. Dicha

abundancia genera localmente conflicto con los pescadores ya que compiten por el recurso; esto varía a lo largo del año principalmente por los niveles del agua que condicionan la disponibilidad de alimento, así, en la temporada seca la llegada de poblaciones de aves migratorias regionales como *Mycteria americana* Cabeza de hueso (Wood Stork) cambia drásticamente las proporciones de abundancia entre especies en la ciénaga de Zapatos.

Se registraron cuatro especies que se encuentran dentro del grupo de priorizadas para adelantar actividades de vigilancia de influenza aviar (IA), este bajo número obedece principalmente a la temporada de lluvias que reduce el hábitat para aves playeras, y además a la fecha de muestreo que no coincide con la temporada de migración boreal que aumenta enormemente la abundancia y la riqueza de especies acuáticas priorizadas para vigilancia de IA. Ninguna de estas cuatro especies es migratoria boreal, tres son Anatidae (patos), uno Charadriidae (chorlos, pellers, playeros), y las que tuvieron mayor número de registros fueron *Dendrocygna bicolor* Iguasa María (Fulvous Whistling Duck) (83 registros) y *D. autumnalis* Iguasa Común (Black-bellied Whistling Duck) (42 registros). A pesar del aparente buen estado del complejo de humedales del norte del país, se desconocen aspectos de las dinámicas ecológicas y las presiones existentes sobre las poblaciones. Se conoce que las personas que habitan las inmediaciones de estos humedales frecuentan la cacería para consumo y comercio de patos de los géneros *Anas* y *Dendrocygna* (géneros priorizados para vigilancia de IA), a los cuales además son sometidos a cacería para mascota



y son mantenidos como animales de traspasío al igual que ocurre con en Anseriforme amenazado *Chauna chavaria* Chavarría (Northern Screamer).

Chocó

En los conteos, la riqueza de especies playeras fue baja debido principalmente a que ya había pasado la temporada de migración boreal y la mayoría de especies registradas son piscívoras residentes pertenecientes a las familias Pelecanidae, Sulidae, Phalacrocoracidae, Fregatidae, Ardeidae y Alcedinidae. La especie con mayor número de registros (77) fue *Pelecanus occidentalis* Pelicano común (Brown Pelican), del cual se observó un total de 1198 individuos que volaban generalmente paralelos a la playa principalmente en sentido norte-sur al parecer hacia un área de congregación de esta especie ubicada al norte de el PNN Ensenada de Utría.

Dentro de los grupos priorizados para vigilancia de IA sólo se registraron dos especies priorizadas de playeras migratorias boreales: *Actitis macularius* Andarríos maculado (Spotted Sandpiper) (15 registros) y *Calidris minutilla* Correlimos diminuto (Least Sandpiper) del que se observó sólo un grupo de 38 individuos (anexo 6), para la zona las playeras tendrán valores más relevantes de diversidad durante los meses de septiembre-marzo cuando se podrán registrar más especies de géneros como *Calidris*, *Charadrius* y *Pluvialis* entre otros.

Cundinamarca

En la laguna de Fúquene se registraron 17 especies relacionadas con ambientes acuáticos, entre estas sobresalen las tres amenazadas a nivel nacional: *Rallus semiplumbeus* Razcón andino (Bogotá Rail) (En Peligro,

4 registros), *Gallinula melanops* Polla sabanera (Spot-flanked Gallinule) (Peligro Crítico, 9 registros) y *Cistothorus apolinari* Cucarachero de Apolinar (Apolinar's Wren) (En Peligro, 20 registros), las cuales cuentan en este sitio con hábitats ideales.

Sólo fueron registradas dos especies prioritarias para vigilancia de IA, éstas son *Anas discors* Pato careto (Blue-winged Teal) y *Tringa solitaria* Andarríos solitario (Solitary Sandpiper), ambas migratorias boreales que estuvieron representadas sólo por cinco y un registro respectivamente, debido a que los grupos grandes de al menos *A. discors*, no son constantemente observados en el humedal; sin embargo, el altiplano cundiboyacense constituye un área importante para vigilancia de IA debido a las poblaciones residentes de Anatidae además de los registros históricos de grupos migratorios también priorizados.

A pesar de que este sitio cuenta con buenas poblaciones de especies amenazadas, aspectos como las quemadas de juncales y la invasión del espejo de agua por parte de plantas acuáticas exóticas significan unas de las amenazas que pesan sobre el humedal y sus especies a corto y largo plazo (Morales, *et al.*, 2007).

Magdalena

En la ciénaga grande del Magdalena, se observaron 26 especies asociadas a ambientes acuáticos (anexo 7), la mayoría de estas son esencialmente piscívoras entre las que se destacan ocho especies de la familia Ardeidae (garzas), además se encontraron tres especies

que pueden tener poblaciones migratorias boreales: *Egretta caerulea* Garza azul (Little Blue Heron), *Pandion haliaetus* Águila pescadora (Osprey) y *Gelochelidon nilotica* Gaviotín blanco (Gull-billed Tern). Por otra parte, la especie que más registros tuvo fue *Phaetusa simplex* Gaviotín picudo (Large-billed Tern), mientras que los mayores grupos fueron de *Phalacrocorax brasilianus* Cormorán Neotropical (Neotropic Cormorant) (43 registros, 1172 individuos), especie que junto a *Nycticorax nycticorax* Guaco común (Black-crowned Night Heron) y *Patagioenas cayennensis* Torcaza morada (Palevented Pigeon) usaban una zona de manglares como área de cortejo y reproducción.

Durante el muestreo no se registraron especies prioritarias para vigilancia de IA, esto debido a que el mes de junio no coincide con la temporada de migración boreal de los grandes grupos de las familias Anatidae (patos) y Charadriidae (chorlos y playeras), familias que incluyen las especies priorizadas para vigilancia de IA y que son abundantes en esta área durante la temporada de migración, hecho que lo confirman Ruiz-Guerra *et al.*, (2008) quienes registran abundancia de hasta 10000 individuos de playeros y una concentración de hasta 172000 anatidos para el denominado complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta.

Esta área de humedales costeros de los departamentos de Magdalena y Atlántico se encuentra nominada como reserva de biósfera Ramsar: Ciénaga Grande de Santa Marta, Isla Salamanca y Sabanagrande; dicha reserva es considerada por Johnston-González y Eusse-González (2009) como un área de im-

portancia regional para aves playeras en Colombia. Por otra parte, en este sector existen dos Áreas Protegidas: Vía Parque Isla de Salamanca y Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta; áreas en las que a pesar de representar un avance hacia la conservación de los recursos naturales en la región, no se han podido controlar por completo prácticas inadecuadas de consumo de aves ni tampoco la cacería deportiva, actividad reconocida por los pobladores de la región que genera el sacrificio masivo principalmente de anátidos y que representa una fuerte presión para las poblaciones de aves silvestres prioritarias para vigilancia de IA y para las aves acuáticas en general.

Meta

En el Parque Agroecológico Merecure se registraron 32 especies relacionadas con hábitats acuáticos (anexo 7), 16 de ellas piscívoras de las familias Anhingidae, Ardeidae, Laridae, Rynchopidae y Alcedinidae, familias ampliamente distribuidas en zonas bajas como la Orinoquia que cuentan con abundantes recursos ícticos.

En el Parque Agroecológico Merecure la especie con más registros fue *Phimosus infuscatus* Coquito (Barefaced Ibis) (34 registros, 192 individuos), se encontraron cinco migratorias boreales, cuatro vadeadoras y siete especies de importancia para vigilancia de IA (anexo 6), entre ellas están cuatro Anatidae, de las que sobresalen la migratoria boreal *Anas discors* Pato careto (Blue-winged Teal) y *Neochen jubata* Pato carretero (Orinoco Goose) que es considerada como Casi Amenazada a nivel nacional según Renjifo *et al.*; (2002). *Vanellus*

chilensis Pellar común (Southern Lapwing) fue el Charadriiforme más frecuente con 26 registros, mientras que *Tringa flavipes* Andarríos patiamarillo (Lesser Yellowlegs) y *T. solitaria* Andarríos solitario (Solitary Sandpiper) fueron los dos scolopácidos migratorios boreales observados.

La temporada seca en la Orinoquia reduce considerablemente la extensión y cantidad de los hábitats acuáticos presentes en la región; sin embargo, en el desarrollo de algunas actividades productivas se generan nuevos hábitats permanentes durante todo el año, este es el caso de los lagos artificiales que son usados como áreas recreativas, piscicultura y reservas de agua, este tipo de lagos junto con las zonas inundadas destinadas al cultivo de arroz constituyen alternativas que pueden ayudar al mantenimiento regional de poblaciones de grupos como los Anatidae (patos) y Charadriidae (chorlos y playeros) que son considerados como grupos prioritarios para vigilancia de IA y que además abarcan especies que revisten atención por estar casi amenazadas como es el caso de *Neochen jubata* Pato carretero (Orinoco Goose).

Nariño

En la laguna de La Cocha se observaron 15 especies asociadas a hábitats acuáticos (anexo 7), dos de ellas migratorias boreales *Anas discors* Pato Careto (Blue-winged Teal) y *Calidris melanotos* Correlimos pectoral (Pectoral Sandpiper) y dos consideradas amenazadas a nivel nacional, *Anas georgica* Pato pico de oro (Yellow-billed Pintail) y *Oxyura jamaicensis* Pato andino (Ruddy Duck). El mayor número de regis-

tros se obtuvo para el género *Fulica* spp. (89 registros, 433 individuos), mientras que por otra parte se registró un área de totorales (*Schoenoplectus californicus*) como sitio de congregación y anidamiento de *Nycticorax nycticorax* Guaco común (Black-crowned Night Heron) y *Bubulcus ibis* Gracita del ganado (Cattle Egret) y se obtuvieron importantes y novedosos registros de *Pseudocolopteryx acutipennis* Doradito lagunero (Subtropical Doradito), especie amenazada a nivel nacional (bajo categoría Vulnerable) de la cual para el país no se tiene mucha información ecológica y que al parecer cuenta con poblaciones en buenas condiciones a lo largo de los totorales que rodean a la laguna de La Cocha.

Se registraron cinco especies priorizadas para vigilancia de IA, de ellas tres especies son de la familia Anatidae: una es la migratoria boreal *Anas discors* Pato careto (Blue-winged Teal) y las otras dos, *Anas georgica* Pato pico de oro (Yellow-billed Pintail) (50 registros, 129 individuos) y *Oxyura jamaicensis* Pato andino (Ruddy Duck) (21 registros, 157 individuos), corresponden a especies amenazadas a nivel nacional bajo la categoría en peligro. Las otras dos priorizadas para vigilancia de IA son del orden Charadriiformes: la residente *Vanellus chilensis* Pellar común (Southern Lapwing) y la migratoria boreal *Calidris melanotos* Correlimos pectoral (Pectoral Sandpiper) que es más frecuente durante la migración de otoño (septiembre-noviembre) en el sector andino del suroccidente colombiano. Otra especie del orden Charadriiforme registrada fue *Chroicocephalus serranus* Gaviota andina (Andean Gull) (47 registros, 84 individuos), especie de gaviota que en

Colombia sólo se encuentra en estos humedales andinos de Nariño y Putumayo.

En La Cocha, así como en los humedales del valle de Sibundoy entre otros de la región, los anátidos constituyen el grupo más significativo en términos de vigilancia de IA y de conservación de avifauna amenazada a nivel nacional. La existencia del área protegida Santuario de Fauna y Flora Isla de La Corota proporciona protección a estas poblaciones de aves acuáticas en su rango de acción en ciertos sectores de la laguna de La Cocha; sin embargo, esas poblaciones pueden realizar movimientos migratorios entre los demás humedales de Nariño y Putumayo en donde no existen ni áreas ni iniciativas de conservación orientadas a la protección regional de este importante grupo de avifauna.

San Andrés Isla

En San Andrés Isla, se registraron 17 especies de aves acuáticas, la mayoría de ellas (8 especies) piscívoras principalmente de la familia *Ardeidae*. Siete especies son migratorias boreales que al parecer permanecían en la isla durante su temporada de migración. En los conteos se obtuvo en general un bajo número de registros de especies relacionadas a hábitats acuáticos, las que más fueron observadas son *Fregata magnificens* Frigate común (Magnificent Frigatebird) (11 registros) y *Butorides virescens* Garcita verde (Green Heron) (10 registros), mientras que del total de aves observadas, las que más registros aportaron son dos Columbiformes: *Patagioenas leucocephala* Paloma coroniblanca (White-crowned Pigeon) (11 registros) y *Zenaida asiatica* Torcaza aliblanca (Whi-

tewinged Dove) (11 registros). La escasez de observaciones durante los conteos se debe a las bajas densidades de aves residentes y a que el muestreo no se llevó a cabo durante la temporada de migración boreal que es cuando la isla posee sus valores máximos de riqueza y abundancia de aves.

De las especies priorizadas para vigilancia de IA en aves silvestres se registraron cuatro playeros migratorios boreales, una especie de la familia Charadriidae: *Pluvialis squatarola* Chorlo pechinegro (Black-bellied Plover) (dos registros) y tres especies de la familia Scolopacidae: *Actitis macularius* Andarríos maculado (Spotted Sandpiper) (cuatro registros), *Arenaria interpres* Vuelve piedras (Ruddy Turnstone) (ocho registros) y *Calidris alba* Correlimos blanco (Sanderling) (siete registros). La isla es un excelente sitio para adelantar actividades de vigilancia de IA debido a que el número de especies priorizadas migratorias boreales, que pueden encontrarse en San Andrés, aumenta en la temporada de migración boreal de otoño durante los meses de septiembre a noviembre cuando se congregan en las playas numerosas poblaciones de familias como: Charadriidae y Scolopacidae, además de la familia Anatidae que frecuentan los humedales de interior de la isla.

3.2.3.4 Densidades poblacionales

De las 190 especies registradas en los ocho humedales evaluados, calculamos la densidad a las 65 especies que tenían más de 10 registros en cada localidad. La mayoría de los estimados son imprecisos (los Coeficien-

tes de Variación-CV mayores a 10%) y los presentamos en términos de premuestreo, con el coeficiente de variación que puede ser usado para estimar el tamaño mínimo de muestra para obtener un estimado preciso (tabla 10). Por otro lado, para algunas de las especies en algunos sitios se logró obtener un número de registros que permitió tener un resultado preciso, que permitiría detectar cambios en la densidad en una segunda evaluación. Dentro de las especies para las cuales se obtuvieron estimados precisos (alrededor de 10% en el coeficiente de variación CV) de la densidad poblacional están *Cistothorus apolinari* Cucarachero de Apolinar (Apolinar's Wren) para la laguna de Fúquene, *Cistothorus platensis* Cucarachero paramuno (Sedge Wren) y *Pseudocolopteryx acutipennis* Doradito lagunero (Subtropical Doradito) para la laguna de La Cocha, *Dendrocygna autumnalis* Iguasa común (Black-bellied Whistling Duck) y *Dendrocygna bicolor* Iguasa María (Fulvous Whistling Duck) para la ciénaga de Zapatosa y *Todirostrum cinereum* Espatulilla común (Common Tody-Flycatcher) para la ciénaga grande del Magdalena (tabla 10).

El mayor componente dentro del coeficiente de variación fue la varianza en la probabilidad de detección. Este resultado, obedece a que sólo se hizo una repetición en cada uno de los puntos de muestreo. Por otro lado, el aporte de la variación en la tasa de encuentro fue para todas las especies bajo, dado que en todas las localidades se realizaron más de cuarenta puntos (anexo 8). Para lograr estimados más precisos es recomendable aumentar el número de repeticiones en cada punto, más que aumentar en número de puntos.

Tabla 10. Densidad poblacional, coeficiente de variación e intervalo de confianza al 95% para 65 especies de aves asociadas a humedales encontradas en sitios priorizados para la vigilancia de IA en aves silvestres en ocho regiones de Colombia.

Departamento	Especie	Densidad Individuos /km2			
		D	CV	IC Menor	IC Mayor
San Andrés Isla	Zenaida asiática	154	44	64	371
Cundinamarca	Agelaius icterocephalus	128	17	92	179
	Ardea alba	70	21	46	107
	Cistothorus apolinari	26	8	22	31
	Fulica americana	101	35	51	201
	Gallinula chloropus	191	39	89	408
	Sturnella magna	34	23	21	54
	Tyrannus melancholicus	51	22	33	81
Zonotrichia capensis	241	34	120	483	
Casanare	Ardea cocoi	33	28	18	60
	Bubulcus ibis	163	30	88	299
	Dendrocygna autummnalis	237	71	59	950
	Eudocimus ruber	94	29	51	174
	Jacana jacana	764	29	430	1356
	Phimosus infuscatus	1635	23	1044	2561
	Vanellus chilensis	1501	20	1019	2210
Meta	Bubulcus ibis	910	44	381	2174
	Egretta alba	193	42	83	454
	Jacana jacana	452	19	310	658
	Phimosus infuscatus	1029	29	585	1809
	Tyrannus melancholicus	1150	58	468	5138
	Vanellus chilensis	686	24	422	1118
Nariño	Anas georgica	153	25	94	250
	Bubulcus ibis	6	20	4	9
	Cistothorus platensis	31	13	24	40
	Chroicocephalus serranus	19	21	13	29
	Fulica ardesiaca	121	14	92	161
	Oxiura jamaicensis	81	57	28	239
	Phalacrocorax brasilianus	176	64	54	575
	Podilymbus podiceps	28	40	12	62
	Pseudocolopteryx acutipennis	48	7	41	55
Sicalis luteola	109	23	69	174	
Cesar	Aramus guarauna	6	30	4	12
	Ardea alba	7	8	6	8
	Bubulcus ibis	9	26	5	15
	Caracara plancus	8	45	3	19
	Cathartes aura	8	34	4	16
	Crotophaga major	58	48	22	151
	Crotophaga sulcirostris	373	27	219	634

Departamento	Especie	Densidad Individuos /km2			
		D	CV	IC Menor	IC Mayor
Cesar	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	5	13	4	6
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	4	8	4	5
	<i>Dendrocygna viduata</i>	3	25	2	5
	<i>Icterus nigrogularis</i>	160	19	108	236
	<i>Leptotila verreauxi</i>	11	21	7	17
	<i>Milvago chimachima</i>	15	19	10	22
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	5	16	4	7
	<i>Phaetusa simplex</i>	7	33	4	14
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	18	14	13	24
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	4	39	2	8
Chocó		2	33	1	4
	<i>Actitis macularia</i>	38	50	14	105
	<i>Fregata magnificens</i>	0,09	41	0,04	0,21
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	525	30	292	944
	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	83	28	47	146
Magdalena	<i>Tyrannus melancholicus</i>	31	59	9	101
	<i>Ardea alba</i>	4	25	2	6
	<i>Ardea cocoi</i>	1	49	0	3
	<i>Megaceryle torquata</i>	27	15	20	36
	<i>Patagioenas corensis</i>	35	30	19	63
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	1	35	0	2
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	11	35	5	21
	<i>Phaetusa simplex</i>	45	15	34	60
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	9	16	7	13
	<i>Thalasseus maximus</i>	25	20	17	37
	23	11	18	28	



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 y Vichada.



4 PROTOCOLOS

4.1 Protocolos para la toma, mantenimiento y transporte de muestras al laboratorio para la vigilancia de influenza aviar en aves acuáticas silvestres en Colombia

4.1.1 Introducción

Activa y pasiva, son tipos de vigilancia epidemiológica recomendado por la Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE, 2007) para detectar la enfermedad y la infección por el virus de la influenza aviar en un país. En el plan sectorial ambiental para la vigilancia y prevención de influenza aviar en Colombia se establecen los lineamientos generales para la ejecución de los muestreos activos y pasivos que tienen como objetivo determinar la presencia de los virus de influenza en especies silvestres, y servir de centinelas para las especies aviares domésticas.

4.1.2 Toma de muestras

Hisopado traqueal u oro faríngeo y cloacal

Las muestras de hisopados cloacales y traqueales serán empleadas para las pruebas de detección viral: RT-PCR convencional o en tiempo real y para aislamiento viral.

Esta técnica requiere de hisopos de dacrón; evite emplear los que tienen punta de algodón y mango de madera ya que estos pueden inhibir la detección genética o el crecimiento viral (por la actividad RNAsa del algodón y la celulosa de la madera). Considere llevar escobi-

Tabla 11. Densidad poblacional, coeficiente de variación e intervalo de confianza al 95% para 65 especies de aves asociadas a humedales encontradas en sitios priorizados para la vigilancia de IA en aves silvestres en ocho regiones de Colombia.

Equipo de Protección Personal (EPP)	Algodón, gasa
Hisopos o escobillones de dacrón de diferentes tamaños	Marcadores permanentes
Crioviales con medios de transporte viral	Cinta y materiales para el transporte
Tijeras	Formato de identificación de la muestra
Alcohol	

llones de diferentes tamaños que permitan abarcar la amplia gama de tamaños de aves a muestrear. Se pueden emplear hisopos de uretra masculina para aves de pequeño tamaño como paseriformes, chorlos y playeros. Los escobillones con mango metálico, pueden ser empleados siempre y cuando no deje el mango dentro del vial, ya que inhibe las reacciones de las pruebas diagnósticas.

Varios medios de transporte viral han sido empleados con éxito durante los programas de vigilancia de influenza aviar en otros países. Generalmente éstos se encuentran constituidos por proteínas para la estabilización, tapón (buffer) para el mantenimiento del pH neutral, antibióticos de amplio espectro y antifúngicos que inhiben el crecimiento bacteriano y de hongos respectivamente. El medio más empleado, es infusión cerebro corazón (BHI, por sus iniciales en inglés), ya que además de permitir la detección viral a través de las pruebas moleculares permite el aislamiento del virus. La conservación de estos medios

preparados en laboratorio requiere que sean mantenidos en congelación o refrigeración, es importante que siempre se consulte al laboratorio que lo preparó la manera adecuada de conservación del mismo. Otra alternativa para el transporte de la muestra y que no requiere refrigeración son los tapones (buffers) de lisis viral (Buffer de lisis RNAlater) y los medios de transporte viral universal.

Procedimiento:

1. Para el manejo de aves y la toma de muestras vista el equipo personal de protección adecuado.
2. Descongele con anticipación el número de viales con el medio de transporte viral requeridos para el muestreo y manténgalos a temperatura de refrigeración.
3. Retire el empaque de un hisopo de dacrón desde el mango (elija un tamaño de hisopo adecuado para el ave) y tenga cuidado en no tocar la punta del hisopo con ninguna superficie.
4. Retire el hisopo e introduzca toda la punta en la cloaca. Aplique una presión suave y en movimiento circular, sondee el interior de la cloaca de dos a cuatro veces.
5. Desprenda los fragmentos fecales de gran tamaño (>0,5 cm).
6. Abra el criovial y coloque la punta del hisopo en el medio de transporte aproximadamente a una altura de $\frac{3}{4}$ hacia el fondo del criovial.
7. Corte o parta el mango del hisopo de forma que éste permanezca en el vial y la tapa correspondiente pueda enroscarse bien ajustada. Se deberá dejar en el criovial todo el hisopo y una porción del mango. Si empleó hisopos con mango metálico, limpie bien el escobillón empleando el borde interior del criovial de tal manera que escurra toda la muestra en el contenedor. No deje el mango metálico en el vial.
8. Si se utilizaron tijeras para cortar el mango del hisopo, límpielas con alcohol al 70%.
9. Etiquete el tubo con la información apropiada: identificación individual del animal, que corresponde a la numeración del formato de toma de datos (numérico y ascendente); la especie, para lo cual emplee las tres primeras letras del género y las dos primeras letras del epíteto); la fecha de toma de muestra y; tipo de muestra que lleva el criovial (orofaríngeo y cloacal). Emplee los acrónimos ORO y CLO, respectivamente en caso de no poder incluir las palabras completas.
10. Registre la información de manera tal que corresponda en la hoja de datos la información.
11. Para los hisopos traqueales, repita la etapa 5; sin embargo, en lugar de las etapas 6 y 7 introduzca suavemente la punta del hisopo en la tráquea esperando hasta que el ave respire y el cartílago protector de la tráquea se abra para permitir el paso del aire. Toque suavemente con la punta del hisopo la parte posterior y los laterales de la tráquea. Retire el hisopo y siga después las etapas 8 a 11. En aves pequeñas no será posible introducir el hisopo en la tráquea debido a la estrechez de la abertura traqueal, en este casos tome la muestra oro-

faríngea pasando suavemente el extremo del escobillón alrededor del interior de la boca del ave tocando las superficies superiores e inferiores y detrás de la lengua.

- **Muestra sanguínea**

Aunque no se establece como un procedimiento de rutina durante la vigilancia activa de la influenza aviar en aves silvestres en Colombia por lo menos inicialmente, las muestras sanguíneas son procesadas para la detección de anticuerpos contra la proteína M de influenza virus A, a través de la prueba de Inmunodifusión en Gel Agar (AGID).

La sangre puede ser colectada de una gran variedad de sitios en las aves silvestres. La escogencia del sitio de colecta sanguínea depende de la especie de ave, la condición física de la misma, la preferencia del colector y el volumen de sangre requerido.

Tabla 12. Materiales necesarios para la toma de muestra sanguínea

Equipo de Protección Personal	Alcohol-solución yodada (Isodine®)
Agujas 22g, 23g, 25g, o 27g	Tubos estériles sin anticoagulante
Jeringas hipodérmicas 12cc, 10cc, 6cc, 3cc o 1cc	Bolsas plásticas
Sistema Vacutainer	Marcador indeleble
Nevera de icopor	Pipetas estériles y Hojas de registro
Refrigerantes	Cinta de enmascarar y material de embalaje
Guardián	

Vena yugular: la venipunción de la yugular es el procedimiento que se em-

plea en la mayoría de las especies de aves y es el método a elegir para aves pequeñas que no tienen otros vasos suficientemente grandes. La vena yugular derecha es la escogida generalmente debido a que ésta es más grande que la izquierda en muchas aves. Para la colecta de sangre se debe restringir el animal estirando la cabeza y el cuello. Al extender el cuello, la vena yugular que generalmente es bastante móvil cae en el surco yugular, lo que facilita el procedimiento. Algunas aves presentan un tracto ausente de plumas (apterium) sobre esta vena, así que humedeciendo ligeramente la piel con alcohol en esta área se visualiza fácilmente. La sangre es colectada en una jeringa con aguja cuyo tamaño dependerá del tamaño de la vena. Las principales complicaciones de la venopunción de la yugular se asocian a una dificultad en restricción, a la estabilización adecuada de la vena y a la formación de hematomas. Estos últimos generalmente se forman debido a una atención inadecuada a la técnica y a la hemostasia.

Vena ulnar cutánea o vena del ala: es el método más común de obtención de sangre para aves de tamaño mediano a grande. La aguja se inserta en la vena la cual cruza la superficie ventral de la articulación humero-radioulnar. La sangre es aspirada a una jeringa o se le permite el paso hasta un microcolector. La formación de hematomas que pueden ser severos es común cuando se emplea este método.

Vena metatarsal media (tibial caudal): es un método empleado en aves medianas y grandes. La vena corre por el lado medial del tibiotarso en la articulación tibiotarsal-tarsometatarsal. La principal ventaja de este método, es que el

sitio de punción se encuentra rodeado por los músculos de la pierna que lo protegen de la formación de hematomas y en algunas especies esta extremidad es más fácil de manipular que el ala.

Procedimiento:

1. Limpie la región de la punción con agua limpia y luego con una torunda humedecida con solución yodada o alcohol comercial.
2. Proceda con la punción utilizando el sistema vacutainer montándolo de la siguiente manera:
 - Tome el empaque que contiene la aguja (21g X 38 mm) por un extremo (verde) y gire el extremo contrario (blanco) hasta romper el sello de papel, enrosque la aguja en la camisa vacutainer, quite con cuidado el empaque que cubre la aguja externa, localice la vena y púncela para iniciar la toma de muestra.
 - Una vez que introduzca la aguja sosténgala firmemente.
 - Posteriormente tome el tubo vacutainer e introdúzcalo en la camisa hasta perforar el tapón.
 - Colecte la sangre hasta que ya no salga más. Retire el tubo y homogenícelo por inversión.
 - Retire la camisa y cubra el sitio de punción venosa con gasa y aplique presión con el dedo hasta detener el sangrado (30-60 segundos).
 - Coloque la camisa vacutainer con la aguja en el guardián (recipiente para punzocortantes) y desenrosque la en el mismo. No trate de desenroscar la aguja con la mano.

- Etiquete los tubos con la identificación del animal, la especie, para lo cual emplee las tres primeras letras del género y las dos primeras letras del epíteto y la fecha de toma de muestra.
- Si NO empleó un sistema vacutainer transfiera inmediatamente la sangre desde la jeringa hacia un tubo colector. Si va a obtener plasma utilice tubos con anticoagulante.
- Los tubos de plasma deben ser refrigerados inmediatamente o colocados en una nevera de icopor o tipo camping hasta que puedan ser centrifugados.
- Para muestras de suero, permita la coagulación a temperatura ambiente y posteriormente refrigérelas o colóquelas en un baño de agua fría hasta la centrifugación. Luego de ser centrifugadas, transfiera el suero a un criovial con una pipeta de transferencia estéril y congele la muestra.

Recomendaciones generales:

- Presione el sitio de venopunción después de sacar la aguja con una gasa o algodón para evitar la formación de hematomas.
- Es seguro colectar el 1% del peso corporal del ave; 0,3 a 0,6cc de sangre por cada 100g de masa corporal en aves vivas, sin embargo, siempre es mejor colectar la menor cantidad de sangre necesaria para realizar la prueba.
- **Muestras ambientales**
Debido a que los virus de influenza aviar pueden permanecer viables por un tiempo hasta de 4 días en condiciones

de humedad alta, pH moderado y temperatura baja; los métodos ambientales que incluyen la obtención de muestras de materia fecal de áreas donde se congregan las especies centinelas y de agua de los humedales, son considerados alternativas factibles para la obtención de un gran número de muestras con un relativo menor esfuerzo.

A pesar de que los análisis de agua pueden proporcionar una medición de riesgo espacial a gran escala para la contaminación con virus de alta patogenicidad, el método tiene como desventajas que aún no se tienen técnicas completamente validadas, se requieren grandes volúmenes de agua para concentrar el virus para el análisis y las técnicas hacen imposible conocer la identidad de las especies y los individuos.

El muestreo fecal permite estimar la prevalencia en base a un sitio, no requiere un entrenamiento extensivo o experiencia en el personal y hace posible generar mapas de riesgo relacionado a hábitats específicos aunque es incapaz de establecer la procedencia individual de cada muestra.

Tabla 13. Materiales necesarios para la toma de heces fecales para la vigilancia activa de influenza aviar

Equipo de Protección Personal	Bolsas plásticas estériles
Nevera de paredes rígidas o icopor	Bolsas sellables tipo Ziplock
Refrigerantes	Cinta de enmascarar y material de embalaje
Marcador indeleble	

Procedimiento para el muestreo fecal

1. Vista el equipo de protección personal adecuado.
2. Rotule las bolsas plásticas estériles con marcador permanente con la siguiente información: identificación de la muestra, la fecha, localización (si es posible coordenadas geográficas) y la especie. Esa información deberá quedar registrada también en la hoja de registro de datos. (Anexo 4).
3. La materia fecal debe ser fresca, de menos de 24 horas. Para su colección, voltee una bolsa estéril por el revés y como si fuera un guante recoja la materia fecal, luego voltee la bolsa por el derecho con las heces adentro.
4. Quite el aire sobrante de la bolsa y ciérrela correctamente.
5. Ponga las bolsas con las muestras en bolsas sellables tipo ziplock (bolsas colectoras) y rotúlela.
6. Ponga las bolsas colectoras en neveras de paredes rígidas con refrigerantes o hielo.
7. Mantenga la cadena de frío.

Recolección de muestras de tejidos

Durante los eventos de morbi-mortalidad donde se sospeche de Influenza aviar y como parte de la vigilancia pasiva será necesario tomar muestras de tejidos para realizar la detección y el aislamiento del virus de influenza u otro agente causal del evento.

4.1.3 Mantenimiento de la muestras

Es importante que el esfuerzo en el muestreo termine en un correcto análisis y diagnóstico por parte del laboratorio y para lograrlo cada tipo de muestra debe ser conservada correctamente.

Hisopos cloacales y traqueales

El método de almacenamiento dependerá del tipo de medio utilizado durante el muestreo. Es importante que el laboratorio que preparó el medio ofrezca las indicaciones del mantenimiento adecuado del mismo antes y después de ser utilizado. Algunos medios de transporte requieren ser mantenidos en temperaturas de refrigeración a (4°C ó en neveras de icopor) con bloques de hielo o refrigerantes antes y después de su uso.

Si el transporte de las muestras al laboratorio ocurrirá en las siguientes 24 a 48 horas, los viales o crioviales con la muestra se pueden transportar en neveras con bloques de hielo o geles refrigerantes. Si no son enviadas dentro de este lapso de tiempo, deben ser almacenadas en nitrógeno líquido (-196) o a -70 empleando hielo seco. Si se envía con este producto se deben tener todas las precauciones que implica el uso de este químico.

Evite congelar las muestras a "-20 °C" (°C) (congeladores domésticos) porque la técnica de qRT-PCR no es tan efectiva para detectar los virus de influenza aviar en muestras mantenidas bajo estas condiciones.

Suero y plasma

Mantenga el plasma y el suero a (4° C) si va a ser enviado al laboratorio dentro de las 24 a 48 horas después de la colección de las muestras, transportándolas con hielo en bloques o geles refrigerantes. Los tubos con las muestras de sangre nunca deben estar en contacto directo con el hielo (seco o húmedo), porque produce daños en las células y altera la morfología celular, por

esto tome la precaución de meterlas en bolsas sellables y envuélvalas con toallas de papel o emplee otro tipo de contenedor secundario (ver 4.1.4 embalaje de las muestras). Si ya se han separado el plasma y el suero por centrifugación y se encuentran en crioviales congele las muestras a -70°C o transpórtelas en nitrógeno líquido.

- Muestras ambientales

Las muestras de heces de aves silvestres se deben mantener refrigeradas si el tiempo hasta la llegada al laboratorio es menor de 48 horas desde la obtención de la muestra. Si se supera este tiempo, se deben congelar.

- Muestras de tejidos

Los tejidos para histopatología deberán mantenerse a temperatura ambiente y nunca deberán congelarse. Recuerde que la formalina deberá ser al 10% y bufferada y que los trozos de tejido no deberán superar el grosor de 0,5 cm para que la fijación sea correcta. Si la empresa de mensajería o de carga tiene inconvenientes con el transporte del formol, siempre podrá dejar en fijación los tejidos por 48 horas en el formol, sacarlas, envolverlas en gasa embebidas en formol y después empacarlas en bolsas resellables.

Para los tejidos para aislamiento viral, siga las mismas condiciones de mantenimiento que para suero y plasma.

4.1.4 Embalaje y transporte de muestras

El diseño del embalaje y envasado de muestras para su transporte debe hacerse de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de que se produzcan daños durante el transporte. El embalaje

además debe garantizar la integridad de las materiales y, por consiguiente, el tratamiento oportuno y exacto de las muestras para que mantengan su viabilidad. El envío de sustancias infecciosas por ejemplo, no marcadas ni identificadas o embaladas inadecuadamente, aumenta el riesgo general de exposición de todas las personas y si el embalaje sufre daños, es improbable que las muestras enviadas para análisis lleguen bien a su destino.

El embalaje y transporte de sustancias infecciosas y de mercancías peligrosas se encuentra reglamentado a nivel internacional y nacional (Organización de Naciones Unidas, ONU, 2007), Organización Mundial de la Salud (WHO, 2007), Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE, 2008), Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2008), Aeronáutica Civil Colombiana (Artículo 1. Resolución 3152 de 2004) y el Ministerio de Transporte entre otros (Transporte Terrestre: Decreto 1609 de 2002, 2008). Basados en estos lineamientos y reglamentos, los embalajes/envases deben ser de buena calidad; suficientemente fuertes como para resistir los choques y las cargas que pueden producirse normalmente durante el transporte, incluido el trasbordo entre distintas unidades de transporte y entre unidades de transporte y almacenes y deben estar fabricados y cerrados de forma que en las condiciones normales de transporte, no se produzcan mermas debidas a vibraciones o a cambios de temperatura, de humedad o de presión.

El embalaje/envasado para las muestras de vigilancia activa y pasiva de influenza aviar en aves silvestres, se rea-

lizará empleando el sistema de tres recipientes o contenedores, de la siguiente manera:

1. Envuelva los viales con los hisopos y los tubos con plasma o suero, -contenedor primario- con material o papel absorbente en cantidad suficiente para absorber el medio de transporte en el primer caso o la muestra en el segundo, en caso de rotura o destape.
2. Coloque los recipientes primarios en un embalaje/envase secundario de forma tal que, en las condiciones normales de transporte, no puedan romperse, perforarse ni dejar escapar su contenido al embalaje/envase secundario. Para esto, colóquelos en una gradilla o caja con compartimentos individuales que además, los mantiene en posición vertical y sin posibilidad de moverse dentro del contenedor secundario empleado.
3. Este segundo embalaje/envase o estanco, debe ser impermeable y duradero y tiene como función la protección de los recipientes primarios.
4. Coloque los embalajes/envases secundarios en neveras de paredes rígidas que permitan el escape de vapores (si se transporta hielo seco) -contenedores exteriores o terciarios- con un material amortiguador adecuado que evite el movimiento de los contenedores secundarios.
5. Puede emplear una caja de cartón sobre la nevera refrigerante para mayor protección; en caso de hacerlo, sobre ésta se colocan las etiquetas de identificación y envío.

6. Los embalajes/envases exteriores protegen el contenido de los elementos exteriores, como daños físicos, mientras el bulto se encuentra en tránsito.
7. No olvide incluir la remisión de las muestras al laboratorio nacional de diagnóstico veterinario del ICA, la cual debe ir empacada en un sobre de manila y envuelta en una bolsa plástica para su protección. La puede adherir con cinta en el contenedor terciario o ubicarla entre la nevera y la caja de cartón externa para mayor seguridad.
8. Etiquete correctamente el contenedor terciario (ver 4.1.6 etiquetado) o caja de cartón externa y acompañe con los documentos pertinentes para su transporte.

4.1.5 Uso de refrigerantes

Debido a que las muestras deben llegar al laboratorio sin perder la cadena de frío, se deberán emplear de acuerdo a la necesidad y disponibilidad los siguientes refrigerantes/congelantes:

Hielo húmedo y refrigerantes: el hielo húmedo deberá colocarse en el contenedor terciario fuera de los contenedores secundarios, para evitar contacto directo con la muestra. Envuelva el hielo en bolsitas plásticas individuales formando varios paquetes que permitan distribuir la temperatura de manera homogénea en las muestras y para evitar que una vez derretido, forme un charco en la nevera donde los contenedores se muevan libremente. No abra la nevera a menos que sea completamente necesario, para facilitar su conservación. Los paquetes o geles refrigerantes deben ser

congelados antes de su uso siguiendo las recomendaciones de la casa comercial y deberán ser puestos de manera intercalada en los recipientes con las muestras.

Hielo seco: el dióxido de carbono sólido es un excelente material para la conservación de muestras. En estado sólido el anhídrido carbónico alcanza temperaturas de (-76°C). Para el uso adecuado del hielo seco tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Emplee hielo seco en cantidad suficiente para que todavía quede algo de él a la llegada de las muestras al laboratorio. Esto requiere como mínimo 1 kg de hielo seco por cada kg de muestra. Para los desplazamientos que duren más de dos días, podrían necesitarse dos o más kg de hielo seco por kg de muestra.
- Abra lo mínimo posible la nevera con el hielo seco, para evitar su rápido desgaste.
- Tenga precaución en la manipulación del hielo seco (uso de guantes y ventilación del área de trabajo) ya que puede ocasionar quemaduras por frío o congelación.
- Si se utiliza hielo seco, el embalaje/envase debe estar diseñado y construido para que permita la salida del dióxido de carbono (no emplear envases herméticos) y prevenir así una acumulación de presión que pudiera romper los contenedores.
- Puede provocar la inactivación del virus si se dejan en contacto directo con los crioviales, por esto,

- debe colocarse fuera del recipiente/envase secundario.
- La Aeronáutica Civil colombiana acepta el transporte el dióxido de carbono sólido, (hielo seco), cuando se utiliza como refrigerante para sustancias infecciosas, siempre que la declaración del expedidor acompañe el embarque. Sin embargo, tenga en cuenta que las aerolíneas de manera individual rechazan o aceptan el transporte de este tipo de sustancias y la cantidad permitida.
- Rotule el contenedor externo con la etiqueta que indica su uso.

4.1.6 Etiquetado del embalaje

Las etiquetas que deberán incluirse en el contenedor externo proporcionan información sobre del remitente, el destinatario y el tipo de muestra que se lleva. De forma general la información que se debe incluir es:

1. Información del remitente: nombre, institución, dirección completa, ciudad.
2. Información del destinatario: Laboratorio Nacional de Diagnóstico Veterinario-LNDV, del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, Avenida El Dorado No. 42-36. Campus de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Para información adicional: Teléfonos: 368-6820/26-/27/29, 269-7587/47, 268-5578-2447805, o al correo electrónico: indv@ica.gov.co. También se puede encontrar información más detallada en la página: <http://www.ica.gov.co/Areas/laboratorios/Laboratorio-Nacional-de-Diagnostico-Veterinario.aspx>

3. Una persona a la cual remitirse en caso de emergencia: nombre, institución y teléfono.
4. Tipos de sustancias que se transportan, para lo cual se emplearán las etiquetas de riesgo.
5. Etiqueta de posición, para indicar la forma correcta de mover el contenedor.
6. Algunas veces se incluye una etiqueta que dice CADENA DE FRÍO.

Todas las etiquetas han de fijarse o imprimirse con seguridad sobre embalajes de forma que sean fácilmente visibles y legibles; no deben doblarse, ni fijarse de tal forma que ocupen dos lados del contenedor externo.

4.1.7 Empresas transportadoras

Algunas empresas de transporte aéreo, correo postal o de carga comercial nacional no permiten el transporte de muestras biológicas y sustancias infecciosas y algunas presentan también limitaciones en la cantidad de refrigerantes como el hielo seco o de sustancias fijadoras como el formol. Por esto, es importante que conozca cuales son las empresas que permiten el transporte de este tipo de mercancías peligrosas en su ciudad o región con anterioridad al inicio del programa de vigilancia. Si dispone de varias alternativas, siempre seleccione la ruta más rápida.

Tenga presente los horarios de salida y llegada de los vuelos o fletes para que las muestras lleguen a tiempo y no permanezcan tiempo excesivo en el área de carga antes de la salida.

Coordine las actividades de envío con los horarios de recepción de mues-

tras del Laboratorio Nacional de Diagnóstico Animal del ICA (de lunes a viernes de 8:00 AM a 5:00 PM en jornada continua, recepción.diagnostic@ica.gov.co) de tal forma que siempre haya personal disponible para la recepción del contenedor con las muestras (en caso de que sean enviados directamente al laboratorio), su procesamiento o su almacenamiento adecuado. Tenga presente que los días festivos el laboratorio no presta servicio.

Si las muestras son enviadas vía aeropuerto-aeropuerto, deberá informar al laboratorio para determinar la disponibilidad de personal para que recoja el material de manera oportuna o deberá coordinar con una persona o empresa que se encargue de hacerlo. Acompañe el/los contenedor/res, con la documentación completa. Algunas empresas transportadoras por ejemplo, solicitan una declaración del material que se transporta, permisos de la autoridad ambiental o del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA.

4.1.8 Consideraciones generales sobre el tamaño de la muestra

El número de muestras a tomar se determina en función del tamaño de la población y con el número esperado de individuos positivos. Para las enfermedades infecciosas, la población puede ser definida como el grupo de individuos que tiene la misma probabilidad de ser positiva (o negativa) durante el periodo de vigilancia.

Se pueden emplear fórmulas para determinar datos numéricos aproximados, pero un programa de vigilancia debe

basarse en fórmulas completas estadísticas que se aplican a través de programas de software, algunos disponibles de manera gratuita en Internet como Freea sensibilidad y la especificidad de la prueba fueran del 100%. Para hacer una predicción de la prevalencia de una muestra, es de suma importancia que la muestra se tome de la población por el procedimiento de muestreo al azar. Puesto que la mayoría de las pruebas diagnósticas no tienen la especificidad y la sensibilidad del 100%, el número de ejemplares recogidos debe ajustarse a la sensibilidad y especificidad de la prueba que se utilice.

$$n = \ln(\ln(\alpha)) / (1-p)$$

En el ejemplo anterior

$$\alpha = 0,5, 1-\alpha = 95\%, p = 0,05 \text{ y } n = 59$$

Si la sensibilidad (Se) es menor de 100%, la fórmula anterior se debe modificar de la siguiente forma:

$$n = \ln(\ln(\alpha)) / (1-p \cdot Se)$$

En el ejemplo anterior con $\alpha = 0,05$, $p = 0,05$, especificidad (Sp) = 1 y $Se = 0,95$, sería necesario muestrear un mínimo de $n = 62$ animales en vez de 59 para tener una probabilidad de 0,95 de encontrar al menos un animal positivo. El aumento en el tamaño de la muestra desde 59 a 62 se debe a la disminución de la sensibilidad de la prueba desde 1 a 0,95.

La gráfica de abajo indica el tamaño de muestra mínimo que se requiere para encontrar al menos un positivo para varias combinaciones de sensibilidad y prevalencia para $\alpha = 0,05$ y $Sp = 1$.

Si se sabe que la prueba tiene una especificidad menor que 1, los resultados positivos se deberán confirmar mediante una prueba con una especificidad más alta. Si la prevalencia es muy baja y la prueba utilizada tiene una especificidad menor de 1, es muy posible que un resultado positivo de la prueba sea un falso positivo.

Actualmente no existe información de la prevalencia del virus H5N1 en poblaciones de aves silvestres en ninguna región del mundo. El plan debe suponer por esto un mínimo hipotético de muestras que deberían ser tomadas para detectar el virus en las poblaciones objetivo asumiendo tasas de prevalencia del virus. Por guía general se ha sugerido que un mínimo de 200 muestras deben ser tomadas para detectar una muestra positiva para el virus H5N1, en una población definida de más de 1000 individuos (probabilidad 95%) si el virus tiene una prevalencia de solo 1%. De acuerdo a las fórmulas estadísticas, se requerirían tasas de muestreo mayores en poblaciones mayores, pero serían menores si la prevalencia fuera mayor. Este arreglo hipotético asume 1./ que la población es homogénea, 2./ completamente asequible y 3./ que puede muestrearse completamente al azar (lo cual no se cumple por completo en especies migratorias).

4.1.9 Glosario

Antibiótico: sustancia química producida por microorganismos que tiene la capacidad en soluciones diluidas de inhibir el crecimiento o de matar otros microorganismos.

Los que no son tóxicos para el hospedero son usados como agente qui-

mioterapéutico en el tratamiento de enfermedades infecciosas del hombre, los animales y plantas.

Antifúngico: sustancia o medicamento que inhibe el crecimiento de hongos o que trata las infecciones causadas por hongos.

Apterium: zona sin plumas.

Inmunidifusión en gel de agar: prueba de diagnóstico que detecta anticuerpos.

Cloaca: ducto común para el paso de la materia fecal (heces), orina y los productos del sistema reproductivo en aves y reptiles.

Emaciación: enflaquecimiento extremo por una causa morbosa.

Escobillones: hisopos.

Especificidad: de una prueba diagnóstica (E), es la probabilidad que tiene un individuo sin la enfermedad de interés de dar un resultado negativo en dicha prueba.

Sensibilidad: de una prueba diagnóstica (Se), es la probabilidad que tiene un animal enfermo de dar un resultado positivo en dicha prueba.

Vigilancia activa: consiste en la búsqueda intencionada de una enfermedad en particular en la población susceptible.

Vigilancia pasiva: consiste en la promoción del reporte y notificación de casos sospechosos de una enfermedad o síndrome determinado a la autoridad veterinaria oficial de sanidad animal.

4.1.10 Abreviaturas

AGID Inmunodifusión en gel de agar.

- BHI** Infusión cerebro corazón.
- IATA** Asociación Internacional de Transporte Aéreo.
- OACI** Organización de Aviación Civil Internacional.
- OIE** Organización Internacional de Salud Animal.
- WHO** Organización internacional de la Salud.
- cc** Centímetros cúbicos.
- cm** Centímetros.
- G** Gravedades.
- g** Gramos.
- GPS** Sistema de posicionamiento geográfico.
- ml** Mililitros.
- mm** Milímetros.
- °C** Grados centígrados.

4.2 Protocolo para la estimación de aves acuáticas silvestres para la vigilancia de influenza aviar en Colombia

4.2.1 Introducción

Dado, que la densidad poblacional es un parámetro dinámico espacial y temporalmente, su monitoreo es esencial para detectar sus tendencias y las relaciones que tienen con los factores que los modulan (Arroyo-R; *et al*, 2007, Anzures-D. & Manson, 2007). Los estimados de densidad son útiles, mientras se asuman como base de un programa de monitoreo que permita evaluar las variaciones de las densidades poblacionales espacial y temporalmente. Así sería posible hacer inferencias sobre las ta-

sas de crecimiento poblacional y evaluar la viabilidad de esas poblaciones (Morris & Doak, 2002, Plumptre 2000, Walker; *et al.*, 2000).

Dada la necesidad de tener una metodología unificada para estimar densidades poblacionales que incluya el análisis y la interpretación de resultados y que permita la comparación temporal y espacial del parámetro, presentamos a continuación este protocolo, el cual incluye aspectos técnicos y analíticos del diseño experimental y del procesamiento de los datos para la estimación de densidades poblacionales a partir de muestreo a distancia con puntos de conteo (Buckland; *et al.*, 2001, Peres 1999).

El muestreo a distancia es uno de los métodos más eficientes para estimar densidades poblacionales. Es decir, uno de los métodos que produce estimados válidos y más precisos (i.e., con menor varianza muestral) para un esfuerzo de muestreo dado (Buckland; *et al.*, 2001, Harris & Burnham, 2002, Kissling & Garton, 2006, Norvell, *et al.*, 2003, Somers-hoe; *et al.*, 2006).

Los muestreos para estimar la densidad poblacional en las áreas seleccionadas con el método de muestreo por distancia con puntos de conteo, se debe realizar con mínimo 40 puntos y acumulando un esfuerzo de muestreo que permita obtener alrededor de 80 registros por especie. De esta forma lograremos conseguir estimados precisos que permitan detectar cambios en la densidad poblacional si lo hay en una segunda evaluación. La ubicación de los puntos de conteo, debe tratar de abarcar la mayor cantidad de área posible.

El uso de puntos de conteo implica contar los animales vistos por un observador que está ubicado en un punto, midiendo la distancia radial desde el punto hasta el donde se encontraba el animal al encuentro con el observador (Antes de reacciones evasivas) o hasta el centro geográfico del grupo observado.

En este punto es importante que la medición de la distancia radial sea lo más precisa posible. Recomendamos, en la medida de lo posible, que la distancia radial sea medida y no calculada "a ojo" por el observador.

Con el objetivo de mantener constante la probabilidad de detección en los puntos, se debe mantener constante el tiempo de observación en cada punto. Depende del investigador el modo de registro de la información colectada en los censos, bien sea en planillas o en su libreta de forma continua. No obstante, se debe registrar como mínimo la siguiente información:

1. Para cada observación: especie, punto, distancia radial y número de individuos.
2. Para cada punto: la repetición que se haga.

Y para el análisis la información debe organizarse de la siguiente forma:

Hacer una base de datos y guardarla como archivo delimitado por tabulaciones (figura 24). La primera columna es el código o nombre de cada punto, la segunda columna es el número de repeticiones realizado en cada punto (esfuerzo de muestreo por punto), la tercera columna es la distancia radial medida en cada observación del objeto de estudio y la cuarta es el número de individuos contados en cada observación del objeto de estudio (figura 24). El número de filas depende del número de observaciones logradas. Si un punto tiene más de una observación estará registrado tantas veces como registros se hayan logrado.





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 y Vichada.



BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, D.J. 2000. A review of avian influenza in different bird species. *Veterinary Microbiology* 74: 3-13.
- Alexander, D.J. 2007. Summary of avian influenza activity in Europe, Asia, Africa, and Australasia, 2002-2006. *Avian Diseases*. 51:161-166.
- Anónimo. 2009. Implementación del plan sectorial ambiental de vigilancia y prevención de la influenza aviar en aves silvestres en Colombia. Convenio especial de cooperación científica y tecnológica entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Wildlife Conservation Society (WCS), para avanzar en la implementación del plan sectorial ambiental de vigilancia y prevención de la influenza aviar en aves silvestres en Colombia. Informe Final. CALIDRIS, GAINS, MADS, WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY, USAID. Cali, Colombia.
- Astorga, R., C. Tarradas, A. Maldonado, A. Arenas, I. Luque, S. Vicente y A. Perea. 1994. Estudio de infecciones en anátidas silvestres del Parque Nacional de Doñana. *Oxyura*, 7:213-219.
- Astorga, R., A. Maldonado, C. Tarradas, A. Arenas y A. Perea. 1996. Infecciones en aves acuáticas no anátidas de Doñana: Estudio epidemiológico. *Oxyura* 8:93-101.
- Avian influenza viruses in wild birds: A moving target. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*. 32:275-286.
- Birdlife International. 2006. BirdLife's Statement on Avian Influenza. http://www.birdlife.org/action/science/species/avian_flu/downloads.html Revisado el 15 enero 2008.
- Birdlife International. 2007. Surveillance of wild birds. Abril 2006. http://www.birdlife.org/action/science/species/avian_flu/downloads.html. Revisado el 15 enero 2008.
- BRADSTREET, M.S.W., G.W. PAGE & W.G. JOHNSTON. 1977. Shorebirds at Long Point, Lake Erie, 1966-1971: Seasonal occurrence, habitat preference and variation in abundance. *Can. Field-Nat.* 91(3):225-236.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L. y L Thomas. 2001 *Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford, New York, Oxford University Press, 432p. CONAF, CONAMA, BIRF. 1997.
- Burguer, J., M.A. Howe, D.C. Hahn, & J. Chase. 1977. Effects of tide cycles on habitat partitioning by migrating shorebirds. *Auk* 94:743-758.
- Burguer, J. 1984. Abiotic factors affecting migrant shorebirds. Pages 1-72 in Burger, J. & B.L. Olla (Eds.). *Behaviour of marine animals*, Vol. 6. Shorebirds: migration and foraging behaviour. Plenum Press, New York.
- Butler, R.W. & R.W. Campell. 1987. The birds of the Fraser River delta: populations, ecology and international significance. Occasional Paper, No.

65. Canadian Wildlife Service, Delta, British Columbia. 73 pp.
- Butler, R.W. & G.W. KAISER. 1995. Migration chronology, length of stay, sex ratio, and body mass of Least Sandpipers (*Calidris minutilla*) on the south coast of British Columbia. *Wilson Bull.* 107:413-422.
 - Cardona, C.J., Z. Xing, C.E. Sandrock y C.E. Davis. 2009. Avian influenza in birds and mammals. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases.* 32:255-273.
 - Caron, A., Gaidet. N, de Garine-Wichatitsky M., Morand. S y E. Cameron. 2009. Evolutionary biology, community ecology and avian influenza research. *Infection. Genetics & Evolution.* 9:298-303.
 - Colwell, M.A. 1987. Seasonal shorebird abundance at Last Mountain Lake Wildlife Management Unit. *Blue Jay* 45:261-266.
 - Colwell, M.A. & L.W. ORING. 1988. Habitat use by breeding and migrating shorebirds in southcentral Saskatchewan. *Wilson Bull.* 100:554-566.
 - Cowell, M.A. & R.J. COOPER. 1993. Estimates of coastal shorebird abundance: the importance of multiple counts. *J.Field Ornith.* 64:293-301.
 - Crawford, P.C., E.J. Dubovi, W.L. Castleman, I. Stephenson, E.P. Gibbs, L. Chen, C. Smith, R.C. Hill, P. Ferro, J. Pompey, R.A. Bright, M.J. Medina, C.M. Johnson, C.W. Olsen, N.J. Cox, A.I. Klimov, J.M. Katz y R.O. Donis. 2005. Transmission of equine influenza virus to dogs. *Science.* 310:482-485.
 - Dunn, P.O., T.A. MAY, M.A. Mccolough, & H.A. Howe. 1988. Length of stay and fat content of migrant Semipalmated Sandpipers in eastern Maine. *Condor* 90:824-835.
 - Dunn, E., J. Bart. B. T. Collins, B. Craig, B. Dale, C. M. Downes, C. M. Francis, S. Woodley & P. Zorn. 2006. Monitoring bird populations in small geographic areas. Canadian Wildlife Service, Environnement Canada & Servicio Canadiense de fauna. Canadá.
 - EHRHARDT, J.P. 1971. Census of birds of Clipperton Island, 1968. *Condor* 73(4):476-480.
 - ENG, R.I. 1986. Waterfowl. Pages 371-386 in A.Y. Cooperrider, R.J. Boyd & H.R. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, CO.
 - Escudero, G., V.J. Munster y M. Bertellotti. 2008. Perpetuation of avian influenza in the Americas: examining the role of shorebirds in Patagonia. *The Auk.* 125:494-495.
 - FANCY, S.G. & SAUER, J.R. 2000. Recommended methods for inventorying and monitoring landbirds in national parks. Inventory and Monitoring Program, National Park Service, U.S. Department of the Interior, Fort Collins, Colorado; and Patuxent Wildlife Research Center, Biological Resources Discipline, U.S. Geological Survey, Laurel,
 - Maryland (available at <http://science.nature.nps.gov/im/monitor/protocols/npsbird.doc>).
 - FAO 2006. Wild Bird Highly Pathogenic Avian Influenza Surveillance. Sample collection from healthy, sick and dead birds. Edited by K. Rose, S. Newman, M. Uhart and J. Lubroth.

- FAO Animal production and health manual, No. 4. Rome. (Disponibile en www.fao.org/avian.u). Revisado el 15 enero 2008.
- FAO 2007a. Wild Birds and Avian Influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques. Edited by D. Whitworth, S.H. Newman, T. Mundkur and P. Harris. FAO Animal production and health manual, No. 5. Rome. (Disponibile en www.fao.org/avian.u). Revisado el 15 enero 2008.
 - FAO 2007b. Vigilancia de la influenza aviar altamente patógena en las aves silvestres. Toma de muestras de aves sanas, enfermas y muertas. 56p.
 - FARNSWORTH, G.L.; POLLOCK, K.H.; NICHOLS, J.D.; SIMONS, T.R.; HINES, J.E. & SAUER, J.R. 2002. A removal model for estimating detection probabilities from point-count surveys. *Auk* 119: 414–425.
 - Franco, A. M., C. Devenish, M. C. Barrero. & M. H. Romero. 2009. Colombia. Pág. 135 –148. En: Devenish, C., D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala. (Eds.). 2009. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).
 - Fotos Wildlife Conservation Society-WCS-Colombia, Red Nacional de Observadores de Aves, Asociación CALIDRIS
 - Garamszegi, L. y A. Moller. 2007. Prevalence of avian influenza and host ecology. *Proceeding of the Royal Society of Biological Science*. 274:2003-2012.
 - Gerrodette T. 1987. A power analysis for detecting trends. *Ecology* 68: 1364-1372.
 - Gerrodette T. 1991. Models of power of detecting trends – a reply to Link and Hatfield. *Ecology* 72: 1889-1892.
 - Hamel, P.B.; Smith, W.P.; Twedt, D.J.; Woehr, J.R.; Morris, E.; Hamilton, R.B. & Cooper, R.J. 1996. A land manager's guide to point counts of birds in the Southeast. General Technical Report SO-120. Southern Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Asheville, North Carolina (available at <http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/viewpub.jsp?index=1594>).
 - Harris R. & K. Burnham. 2002. On estimating wildlife densities from line transect data. *Acta Zoologica Sinica* 48: 812-818.
 - Hichlin, P.W. 1987. The migration of shorebirds in the Bay of Fundy. *Wilson Bull.* 99:540-569.
 - Howes, M.A. 1990. Methodology of the International Shorebird Survey and constraints on trend analysis. Pages 23-25 in Sauer, J.R. & S. Droege (Eds.). *Survey design and statistical methods for estimation of avian population trends*. Biological Report 90, US Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
 - Howes, J.R. 1987. Rapid assessment techniques for coastal wetland evaluation. Results of a workshop held in Selangor, West Malaysia. 1-7 March 1987. INTERWADER publication No. 24, Kuala Lumpur.
 - Hutchinson, G.E. 1978. An introduction to population ecology. New Haven, CT: Yale University Press.

- Hutto, R.L. & Young, J.S. 2002. Regional landbird monitoring: perspectives
- Cuerpos de agua y Cobertura del suelo. A partir de: IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- Sombras de relieve. A partir de: Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. 2008. Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Disponible en <http://srtm.csi.cgiar.org>.
- Morales A., G. Andrade & M. L. Rosas. 2007. Aves acuáticas en las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Inventario, estado actual e importancia para la conservación. 155-184 pp. En: Franco L. & G. Andrade. (Eds.). 2007. Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible en un ecosistema lagunar andino. Fundación Humedales e Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 364 pp.
- Morris W. F. & D. F. Doak 2002. Quantitative Conservation Biology. Theory and practice of population viability analysis. Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA-USA
- Mujica O.J., O. Oliva, T. Santos y J.P. Ehrenberg. 2008. Planificación de la preparación para la influenza pandémica: esfuerzos regionales. Revista Panamericana de la Salud Pública 23:428-34.
- Munster, V.J., C. Baas, P. Lexmond, J. Waldenstrom, A. Wallensten, T. Fransson, G.F. Rimmelzwaan, W.E. Beyer, M. Schutten, B. Olsen, A.D. Osterhaus y R.A. Fouchier. 2007. Spatial, temporal, and species variation in prevalence of influenza A viruses in wild migratory birds. PLoS Pathogens. 3:630-638.
- Nichols, J.D. & Conroy, M.J. 1996. Estimation of species richness. Pages 226–234 in D.E. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran, & M.S. Foster (eds.), Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Norvell R., F. Howe & J. R. Parrish. 2003. A seven-year comparison of relative-abundance and distance-sampling methods. The Auk 120(4): 1013–1028.
- Olsen, B., V.J. Munster, A. Wallansten, J. Waldenstrom, A.D. Osterhaus y R.A. Fouchier. 2006. Global patterns of influenza a virus in wild birds. Science 312:384-388.
- OMS. 2004. Avian influenza A (H5N1)-update 28: reports of infection in domestic cats. 20 February 2004.
- OMS. 2007. Update: WHO-confirmed human cases of avian influenza A (H5N1) infection. 25 November 2003-24 November 2006. Weekly Epidemiological Report (WHO). 82:41-48.

- Pappaioanou, M. 2009. Highly pathogenic H5N1 avian influenza virus: Cause of the next pandemic? *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*. 32:287-300.
- Page, G. & A. L.A. Middleton. 1972. Fat depositon during autumn migration in the Semipalmated Sandpiper. *Bird-Banding* 43:85-96.
- Page, G. & A. L.A. Middleton. 1972. Fat depositon during autumn migration in the Semipalmated Sandpiper. *Bird-Banding* 43:85-96.
- Ralph, C.J.; Sauer, J.R.& Droege, S. (EDS.). 1995a. Monitoring bird populations by point counts. General Technical Report PSW-GTR-149. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, California. 187 pp. (available at <http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/viewpub.jsp?index=3648>).
- Rengifo L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan, B. López-Lanús. 2002. Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia, 562 pp.
- Rollfinke, B.F.& R.H. Yahner. 1990. Effects of time of day and season on winter bird counts. *Condor* 92:215-219.
- Rosenstock S.S., D.R. Anderson, K.M. Giesen, T. Leukering & M.F. Carter. 2002. Landbird counting techniques: Current practices and an alternative. *The Auk* 119 (1): 46 – 53.
- Ruiz-Guerra, C.; Johnston-González, R., L. F. Castillo Cortés, Y. Cifuentes-Sarmiento, D. Eusse & F. A. Estela. 2008. Atlas de Aves Playeras y otras Aves Acuáticas en la costa Caribe colombiana. 2008. Asociación Calidris. Cali. Colombia. 72 pp.
- Spackman, E. 2009. The ecology of avian influenza virus in wild birds: What does this mean for poultry? *Poultry Science*. 88:847-850.
- Shields, W.M. 1977. The effect of time of day on avian census results. *Auk* 94:380-383.
- Skagen, S.K. & F.L. Knopf. 1994a. Migrating shorebirds and habitat dynamics at a prairie wetland complex. *Wilson Bull.* 106(1):91-105.
- Skagen, S.K. & F.L. Knopf. 1994b. Residency patterns of migrating sandpipers at a midcontinental stopover. *Condor* 96:949-958.
- Somershoe S., J. D.Twedt & B. Reid. 2006. Combining breeding bird survey and distance sampling to estimate density of migrant and breeding birds. *The Condor* 108: 691–699.
- Stallknecht, D.E. y M.T. Shane. 1988. Host range of avian influenza virus in free-living birds. *Veterinary Research Communications*. 12:125-141.
- Subbarao, K., A. Klimov, J. Katz, H. Regnery, W. Lim, H. Hall, M. Perdue, D. Swayne, C. Bender, J. Huang, M. Hemphill, T. -
- Rowe, M. Shaw, X. Xu, K. Fukuda y N. Cox. 1998. Characterization of an avian influenza A (H5N1) virus isolated from a child with a fatal respiratory illness. *Science*. 279:393-396.
- Sutherland, W.J. 2000. *The Conservation Handbook: Research, Management and policy*. Blackwell Science, University Press Cambridge. P. 36

- Stott, R.S. & D.P. Olson. 1972. An evaluation of waterfowl surveys on the New Hampshire Coastline. *J. Wildl. Manage.* 36(2):468-477. WR 146:114.
- Thomas L., Laake, J.L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Thomas L., S. T. Buckland, K. P. Burnham, D. R. Anderson, J. L. Laake, D. L. Orchers y S. Strindberg. 2002. Distance sampling Volume1, p 544-552 en: A. H. El-Shaarawi and W. W. Piegorsch (Eds.). *Encyclopedia of environmetrics*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester.
- Thomas, L., Laake, J.L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H., Bishop, J.R.B. y T.A. Marques. 2009. Distance 6.0. Release "2" 1. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews. UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- Thompson W. L. 2002. Towards reliable bird surveys: accounting for individuals present but not detected. *The Auk* 119(1): 18–25.
- Tasker, M.L., P. Hope Jones, T. Dixon & B.F. Blake. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101:567-577.
- Thompson, F.R., III; Burhans, D.E.& Root, B. 2002. Effects of point count protocol on bird abundance and variability estimates and power to detect population trends. *J. Field Ornithol.* 73: 141–150.
- Thomas L., J. L. Laake, S. Strindberg, F.F. Marques, S. T. Buckland, S. T. Buckland, K. P. Burnham, D. R. Anderson, J. L. Laake, D. L. Orchers & S. Strindberg. 2006. Distance sampling Volume1, pp 544 – 552 en: A. H. El-Shaarawi and W. W. Piegorsch (eds). *Encyclopedia of environmetrics*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- URQUHART, N.S.& KINCAID, T.M. 1999. Designs for detecting trend from repeated surveys of ecological resources. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 4: 404–414.
- USGS. 2006. Avian Influenza Surveillance of Wild Birds. Wild Bird Surveillance Plan, USGS Fact Sheet 2009-3025. (http://www.nwhc.usgs.gov/publications/fact_sheets/pdfs/ai/AI-FEB06.pdf. o http://www.nwhc.usgs.gov/publications/other/Final_Wild_Bird_Strategic_Plan_0322.pdf
- USFWS/USGS. 2008. Sampling for highly pathogenic Asian H5N1 avian influenza in migratory birds in Alaska: results of 2007 field season. Progress Report, U.S. Fish and Wildlife Service (Region 7, Alaska) and U.S. Geological Survey, Alaska Science Center. Anchorage, Alaska, and U.S. Geological Survey, National Wildlife Health Center, Madison, Wisconsin. 122p.
- Valderrama, C. 2008. Plan sectorial ambiental de vigilancia y prevención de la influenza aviar en especies silvestres. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT, Red Nacional de Observadores de Aves de Colombia-RNOA y Asociación Calidris. Mayo 2008. Cali, Valle del Cauca. 100p.
- Webster, R.G., S. Krauss, D. Hulse-Post y K. Sturm-Ramirez. 2007. Evolution of Influenza viruses in wild birds. *Journal of Wildlife Diseases.* 43:81-86.

- Wildlife Health Center-USGS. 2008. List of Species Affected by H5N1 (Avian Influenza): [Zttp://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/avian_influenza/affected_species_chart.jsp](http://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/avian_influenza/affected_species_chart.jsp). Modificado 28 Junio de 2007. Revisado el 23 enero 2009.
- Withers, K. & B.R. Chapman. 1993. Seasonal abundance and habitat use of shorebirds on an Oso Bay mudflat, Corpus Christi, Texas. *J. Field Ornith.* 64:382-392.
- Withworth, D., S. Newman, T. Mundkur, & P Harris. 2007. Wild Birds and Avian Influenza. Manual 5 Animal Production and Health. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- World Health Organization. 2010. Cumulative Number of Confirmed Human Cases of Avian Influenza A/ (H5N1) Reported to WHO, 18 October 2010. http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/country/cases_table_2010_10_18/en/index.html

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AICA	Áreas Importantes para la Conservación de Aves
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales
CBD	Comisión sobre Diversidad Biológica
IA	Influenza Aviar
IAAP	Influenza Aviar de Alta Patogenicidad
IABP	Influenza Aviar de Baja Patogenicidad
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MSF	Medidas Sanitarias y Fitosanitarias
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
RNOA	Red Nacional de Observadores de Aves
SINA	Sistema Nacional Ambiental
UAESPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales
WCS	Wildlife Conservation Society

Anexo 1	Listado de los 100 primeros municipios con la mayor concentración de registros de aves acuáticas en Colombia.
Anexo 2	Listado de las especies de interés para ser muestreadas en el país.
Anexo 3	Tabla de Especies que pueden ser de interés por ser depredadores en sistemas acuáticos para el muestreo de influenza aviar.
Anexo 4	Formato de campo para toma de datos de los individuos capturados en la implementación de los planes regionales para la vigilancia de influenza aviar en aves acuáticas.
Anexo 5	Especies capturadas en los sitios seleccionados para iniciar la implementación de los planes regionales de vigilancia de influenza aviar en ocho regiones de Colombia.
Anexo 6	Especies capturadas y muestreadas para aislamiento viral de influenza aviar.
Anexo 7	Familias y especies de aves registradas en los sitios priorizados en los planes regionales de vigilancia de influenza aviar en ocho regiones de Colombia.
Anexo 8	Componentes de la varianza de las densidades poblacionales de algunas especies registradas en la implementación de los planes de vigilancia de influenza aviar en ocho regiones de Colombia.
Anexo 9	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.
Anexo 10	Estimación de la densidad en DISTANCE
Anexo 11	Estrategia Nacional para la implementación de la campaña de educación ambiental y comunicación de riesgo específica.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	Distribución de los registros de aves acuáticas por departamento. (Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008).
Tabla 2	Número y porcentaje de los registros por familia de aves acuáticas. (Fuente: Base de Datos de Aves Acuáticas, RNOA-Calidris 2008).
Tabla 3	Puertos y puentes de comercio internacionales.
Tabla 4	Municipios con mayor riesgo de transmisión de la influenza aviar considerando el valor máximo para el área de cada municipio.
Tabla 5	Mayor riesgo de transmisión de la influenza aviar considerando valor máximo para el área de cada Parque Nacional Natural.

Tabla 6	Listado de las especies prioritarias para muestreo de influenza aviar en el país. Se muestran las especies residentes (R), migratorias boreales (M), migratorias australes (MA) y de condición incierta (?). Las especies se califican como de prioridad alta (***) , prioridad media (**) y prioridad baja (*).
Tabla 7	Planes regionales de vigilancia y monitoreo para los humedales priorizados en los departamentos.
Tabla 8	Número de individuos y especies capturadas en los muestreos hechos para detectar la presencia de IA en aves silvestres en los humedales priorizados en ocho regiones de Colombia.
Tabla 9	Número de detecciones de aves y número de especies registradas durante los censos realizados para la estimación de la densidad de aves acuáticas en humedales priorizados para la vigilancia de IA en aves silvestres en ocho regiones de Colombia.
Tabla 10	Densidad poblacional, coeficiente de variación e intervalo de confianza al 95% para 65 especies de aves asociadas a humedales encontradas en sitios priorizados para la vigilancia de IA en aves silvestres en ocho regiones de Colombia.
Tabla 11	Materiales para la toma de hisopados traqueales, orofaríngeos y cloacales.
Tabla 12	Materiales necesarios para la toma de muestra sanguínea.
Tabla 13	Materiales necesarios para la toma de heces fecales para la vigilancia activa de influenza aviar.
Tabla 14	Funciones y series de expansión.

LISTADO DE FIGURAS

Anexo 1	Rutas de ingreso de las aves migratorias a Colombia.
Anexo 2	Localización de los registros de aves acuáticas en Colombia.
Anexo 3	Mapa de los registros por orden taxonómico de aves acuáticas.
Anexo 4	Mapa de la densidad de registros de aves acuáticas (número de registros en un área de una circunferencia de 30 km de diámetro).
Anexo 5	Mapa de registro de Anseriformes.
Anexo 6	Mapa de registro de Charadriiformes.
Anexo 7	Mapa de registro del censo aviar de 2007. (Censo Aviar 2007, ICA).
Anexo 8	Mapa de registro para la capacidad ocupada. (Censo Aviar 2007, ICA).
Anexo 9	Mapa de la densidad de registros de aviares.

Anexo 10	Mapa de los grandes humedales de Colombia. (IDEAM, Mapa General de Colombia, escala 1:500.000).
Anexo 11	Mapa del modelo de presencia potencial de humedales derivado de la pendiente.
Anexo 12	Mapa de asentamientos humanos. (DMSP Figura 13. Mapa de puentes y puerto de comercio inter.-Department of Defense USA).
Anexo 13	Mapa de los puentes y puerto de comercio internacional.
Anexo 14	Mapa de riesgo caso 1.
Anexo 15	Mapa de riesgo caso 2.
Anexo 16	Mapa de riesgo caso 3.
Anexo 17	Mapa de riesgo caso 4.
Anexo 18	Mapa de riesgo caso 5.
Anexo 19	Áreas priorizadas para la vigilancia de la influenza aviar en Colombia.
Anexo 20	Redes de niebla desplegadas para capturar aves acuáticas en la Laguna de Sonso. (Foto C. Valderrama).
Anexo 21	Extracción de una garza (<i>Butorides striatus</i>) capturada en una red de niebla (Foto C. Valderrama).
Anexo 22	Diagrama de flujo del protocolo de monitoreo
Anexo 23	Flujo de información dentro del organigrama del Plan Nacional Sectorial.
Anexo 24	Base de datos para calcular la densidad con el número de individuos contados en cada observación durante los censos.





Libertad y Orden
**Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible**
República de Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
PBX 332 3434, 332 3400 Ext 2003
Calle 37 No. 8-40
www.minambiente.gov.co
Bogotá, Colombia

DIRECCIÓN DE BOSQUES, BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
2012