

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)



PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA NACIONAL DE  
MONITOREO SANITARIO DE ZONOSIS (ORTOMIXOVIRUS Y  
PARAMIXOVIRUS) DE FAUNA SILVESTRE EN COSTA RICA.

ANDRÉS ROJAS

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN MAESTRÍA EN  
GERENCIA DE PROYECTOS SANITARIOS EN INOCUIDAD ALIMENTARIA.

San José, Costa Rica

NOVIEMBRE, 2010

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como  
Requisito parcial para optar al grado de Master en Gerencia de Programas  
Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

---

Javier Berterreche  
PROFESOR TUTOR

---

Nolán Quirós  
LECTOR

---

Andrés Rojas  
SUSTENTANTE

*“Si has construido un castillo en el aire, no has perdido el tiempo, es ahí donde tienes que estar. Ahora debes construir los cimientos debajo de él. Pues sólo triunfa en el mundo quien se levanta y busca las circunstancias, creándolas si no las encuentra.”*

George Bernard Shaw

1856-1950

Escritor irlandés

## **DEDICATORIA**

A aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado, apoyándome y dándome aliento, para poder concluir con éxito la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi Familia:**

A mi madre, mi hermana, mis tías Carmen y Magda.

### **A mis amigos:**

Taty, Esteban, Stephanie, Caro G,  
Andrés, Celso, Ana, Eve, Cris y Rosa.

### **A mi comité tutorial:**

Javier Berterreche, Nolán Quirós y Oliver Chassot.

### **A mis colegas:**

Kinn, Danilo y doña Ligia.

### **A mis compañeros de trabajo:**

Ama, Eve, Fede, Vivi y Ana Patricia.

Esta tesis es sin duda, la culminación de un arduo trabajo y el inicio de nuevas etapas en mi vida. A todos ustedes muchas gracias, por apoyarme siempre, por creer y confiar en mi. Sin sus consejos y ayuda hubiera sido imposible la conclusión exitosa de este manuscrito.

## INDICE

<b>HOJA DE APROBACIÓN.....</b>	ii
<b>DEDICATORIA.....</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	v
<b>INDICE.....</b>	vi
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	viii
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	ix
<b>INDICE DE ABREVIATURAS.....</b>	x
<b>RESUMEN.....</b>	xv
<b>ABSTRACT.....</b>	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problemática.....	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Restricciones.....	5
1.5 Objetivos.....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	7
2.1 Orígenes y catalizadores de las zoonosis y las enfermedades emergentes.....	7
2.2 La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).....	11
2.3 Zoonosis de origen silvestre: su importancia en el contexto de la globalización.....	13
2.4 Enfermedades animales transfronterizas de origen silvestre: ejemplos prácticos.....	18
2.4.1 Ortomixovirus y aves silvestres.....	18
2.4.2 Paramixovirus y murciélagos frugívoros.....	20
2.5 El enfoque “Un mundo, Una salud” como marco estratégico del control de enfermedades en la interfase fauna silvestre-animales domésticos-ser humano.....	24
2.6 Medicina de la Conservación: un paradigma integrativo y transdisciplinario.....	28
2.7 Gestión de la fauna silvestre: experiencias internacionales.....	32
2.7.1 NWRC (USA).....	32
2.7.2 CCWHC (Canadá).....	34
2.7.3 IREC (España).....	35
2.7.4 SAGIR (Francia).....	37
2.8 Realidades actuales y perspectivas futuras para Costa Rica.....	39
<b>III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	51
3.1 Fuentes de información.....	51

## INDICE

3.2 Técnicas de investigación.....	52
3.3 Métodos de investigación.....	53
<b>IV. DESARROLLO.....</b>	<b>54</b>
4.1 Contexto.....	54
4.2 Bases legales del programa.....	54
4.3 Objetivos de la propuesta.....	54
4.4 Diagrama institucional de la propuesta.....	56
4.5 Organización institucional del programa.....	57
4.6 Diagrama de desarrollo de la propuesta y sus objetivo.....	61
4.7 Integración de los distintos objetivos y los actores involucrados.....	64
4.8 Cronograma tentativo de realización del programa.....	69
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>95</b>
8.1 Acta (charter) del proyecto.....	95
8.2 Lista de centros gubernamentales, académicos y centros colaboradores de la OIE para el estudio de las zoonosis y la fauna silvestre.....	99
8.3 Lista de contactos profesionales para el desarrollo de la Medicina de la Conservación en Costa Rica.....	102
8.4 Lista de enfermedades de importancia (según OIE) para Costa Rica con reservorios silvestres en su territorio.....	106

**INDICE DE FIGURAS**

Fig. 1 Diagrama institucional de la propuesta .....	56
Fig. 2 OBJETIVO #1 Elaborar una lista de enfermedades de reporte obligatorio de importancia para Costa Rica.....	61
Fig. 3 OBJETIVO #2 Generar una lista de contactos profesionales y académicos que faciliten la colaboración internacional.....	62
Fig. 4 OBJETIVO #3 Proponer un programa de monitoreo continuo de zoonosis de origen silvestre (Ortomixovirus y Paramixovirus).....	63

**INDICE DE CUADROS**

Tabla I: Diversidad de especies en países megadiversos y la posición de Costa Rica.....	46
Tabla II: Diversidad de especies por grupo taxonómico de Costa Rica (periodo 1992-2009).....	47
Tabla III: Estructura organizacional del programa.....	57
Tabla IV. Cronograma tentativo de realización del programa.....	69

## INDICE DE ABREVIATURAS

**AAHL:** Laboratorio Australiano de Salud Animal (*Australian Animal Health Laboratory*).

**AHEAD:** Salud Animal para el Ambiente y el Desarrollo (*Animal Health for the Environment and Development*).

**APHIS:** Servicio de Inspección de Animales y Planta de los Estados Unidos (*Animal and Plant Health Inspection Service, United States*).

**Atta:** Base de datos de Especies de Costa Rica.

**AWHC:** Centro Australiano para la Salud de la Vida Silvestre (*Australian Wildlife Health Center*).

**BID:** Banco Interamericano de Desarrollo.

**CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.

**CCM:** Centro para la Medicina de la Conservación de la Universidad de Tufts, Estados Unidos (*Center for Conservation Medicine at Tufts University, United States*).

**CCWHC:** Centro Cooperativo Canadiense para la Salud de la Vida Silvestre (*Canadian Cooperative Wildlife Health Center*).

**CDC:** Centro Nacional de Enfermedades Zoonóticas, Entéricas y Transmitidas por Vectores (*National Center for Zoonotic, Vector-Borne and Enteric Diseases, United States*).

**CEPAL:** Comisión Económica para América Latina de la Organización de las Naciones Unidas.

## INDICE DE ABREVIATURAS

**CMCC:** Centro para la Medicina de la Conservación de Chicago (*Conservation Medicine Center of Chicago*).

**DAH-NVI:** Departamento de Salud Animal, Instituto Veterinario Nacional de Noruega (*Department of Animal Health, National Veterinary Institute of Norway*).

**DHS:** Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos (*Department of Homeland Security, United States*).

**DTU:** Universidad Técnica de Dinamarca (*Technical University of Denmark*).

**DU:** Universidad de Duke, Estados Unidos (*Duke University, United States*).

**DVTD-UP:** Departamento Veterinario de Enfermedades Tropicales de la Universidad de Pretoria, Sudáfrica (*Department of Veterinary Tropical Diseases at University of Pretoria, South Africa*).

**DW-NVI:** Departamento de Fauna Silvestre, Instituto Veterinario Nacional de Suecia (*Department of Wildlife, National Veterinary Institute of Sweden*).

**DZFS:** Departamento Zoosanitario de Fauna Silvestre.

**EARTH:** Universidad EARTH, Costa Rica

**EISMV:** Escuela Interestatal de Ciencias y Medicina Veterinaria de Senegal (*Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Senegal*).

**EWDA:** Asociación Europea de Enfermedades en Vida Silvestre (*European Wildlife Disease Association*)

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

## INDICE DE ABREVIATURAS

**FAZD:** Centro Nacional para las Enfermedades Exóticas y Zoonóticas de los Estados Unidos (*National Center for Foreign Animal and Zoonotic Disease Defense, United States*).

**INBio:** Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica

**IREC:** Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos de España

**IUCN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*International Union for Conservation of Nature*).

**IZSVe:** Instituto Zooprofiláctico Experimental de Venecia, Italia (*Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie*).

**IZW:** Instituto Leibniz para la Investigación de la Vida Silvestre *in situ* y *ex situ* de Alemania (*Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Germany*).

**MAG:** Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica

**MINSA:** Ministerio de Salud, Costa Rica

**MSF:** Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias

**NCZR:** Centro Nacional para la Investigación de las Zoonosis de Inglaterra (*National Center for Zoonosis Research of England*)

**NWDP:** Programa Nacional de Enfermedades de la Fauna Silvestre del NWRC (*National Wildlife Disease Program*)

**NWRC:** Centro Nacional para la Investigación de la Vida Silvestre de los Estados Unidos (*National Wildlife Research Center, United States*)

## INDICE DE ABREVIATURAS

**NZWHC:** Centro para la Salud de la Vida Silvestre de Nueva Zelanda (*New Zealand Wildlife Health Center*).

**OET:** Organización de Estudios Tropicales, Costa Rica

**OIE:** Organización Mundial de Sanidad Animal

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**OMC:** Organización Mundial del Comercio

**PNFS:** Programa Nacional de Fauna Silvestre, SENASA

**SAGIR:** Red de Monitoreo Sanitario de la Fauna silvestre de Francia e Isla de Martinica (*Réseau de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage, France-Martinique*)

**SENASA:** Servicio Nacional de Salud Animal, Costa Rica

**SEPR:** Laboratorio de Investigaciones Aviarias del Sureste de los Estados Unidos (*Southeast Poultry and Research Laboratory, United States*)

**STDF:** Fondo para la Aplicación de Normas y el Fomento del Comercio (*Science & Technology Development Fund*).

**UCDAVIS:** Universidad de California en Davis, Estados Unidos (*University of California at Davis, United States*).

**UCR:** Universidad de Costa Rica

**UDWHC:** Centro para la Salud de la Vida Silvestre de la Universidad de California en Davis, Estados Unidos (*Wildlife Health Center at UC Davis, United States*).

## INDICE DE ABREVIATURAS

**UIUC:** Universidad de Illinois en Urbana-Champaign (*University of Illinois at Urbana Champaign, United States*).

**UNA:** Universidad Nacional, Costa Rica

**UNICEF:** Fondo de Naciones Unidas para la Infancia

**USDA:** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*Department of Agriculture, United States*)

**VIH:** Virus de la Inmunodeficiencia Humana

**WAHIS:** Sistema de Información Mundial en Sanidad Animal de la Organización Mundial de Sanidad Animal (*World Animal Health Information System, OIE*)

**WCS:** Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (*Wildlife Conservation Society*)

**WII:** Instituto de Vida Silvestre de la India (*Wildlife Institute of India*).

**WWF:** Fundación Mundial para la Fauna Silvestre (*World Wildlife Foundation*).

## RESUMEN

Costa Rica ha sido históricamente, y aún sigue siendo, un país que basa gran parte de su economía en un mercado agropecuario residual. Es decir, produce mayoritariamente para el consumo interno, y exporta sus excedentes. Según datos de la FAO, las plagas y enfermedades animales causan la pérdida de más del 40% en el suministro mundial de alimentos. Muchas de estas enfermedades son zoonosis, las cuales tienen tanto una ingerencia directa tanto en el sector agropecuario como en la salud pública, constituyendo una seria limitación al comercio internacional y la exportación de productos de origen animal, comprometiendo seriamente la seguridad alimentaria, y causando anualmente un alto impacto socioeconómico en naciones agroexportadoras como lo son la mayoría de países latinoamericanos. Cerca del 75% de las zoonosis tienen su origen en la fauna silvestre. Lo anterior cobra suma importancia para nuestro país pues en Costa Rica existe una marcada carencia en estudios ecoepidemiológicos sobre enfermedades claves provenientes de la fauna silvestre, como por ejemplo los Ortomixovirus (Influenza aviar) y los Paramixovirus (Henipavirus). Adicionalmente, Organizaciones Internacionales como la FAO, OIE y OMS (de las cuales nuestro país es miembro activo) a través de su iniciativa conjunta “*One Health Approach*” reconocen la necesidad de cambiar la visión tradicional del médico veterinario, basando los servicios sanitarios de salud animal en la prevención epidemiológica temprana de las zoonosis; a través de la investigación holística y transdisciplinaria. Por lo tanto, nuestro país no puede quedarse rezagado en la lucha contra las enfermedades animales. Se deben de crear herramientas y mecanismos que permitan desarrollar una visión integral sobre la ecoepidemiología, gestión y conservación de la fauna silvestre, dirigidos a evitar la imposición de barreras no arancelarias al sector pecuario nacional, al tiempo que permitan asegurar la seguridad alimentaria de sus habitantes.

## ABSTRACT

Costa Rica has historically been, and still is, a country that bases its economy in a residual agricultural market. It is, that produces mostly for domestic consumption and exports its surplus. According to FAO, pests and animal diseases cause the loss of more than 40% in the global food supply. Many of these diseases are zoonoses, which have both a direct interference in the agricultural sector and public health, causing serious constraint on international trade and export of animal products, seriously compromising the food security and causing an annual high economic impact on agricultural exporting nations such as most Latin American countries. About 75% of zoonoses originate from a wildlife reservoir. This is of utmost importance to our country, for in Costa Rica there is a marked lack of eco-epidemiological studies on key wild animal diseases, such as avian influenza and paramyxovirus. Additionally, international organizations such as OIE, FAO and WHO through its join initiative "One Health Approach" recognize the need to change the traditional view of veterinarians, basing the health services of animal health in the early epidemiological prevention of zoonoses, through holistic and transdisciplinary research. Therefore, our country can not be left behind in the fight against animal diseases. Tools and mechanisms to develop a comprehensive vision of the eco-epidemiology, management and conservation of wildlife, designed to avoid the imposition of barriers to the national livestock sector while ensure food security of their inhabitants, must be created.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Los costos económicos que las enfermedades emergentes y reemergentes como el Virus de Nipah, la Influenza Aviar, el Hantavirus o el Virus de Inmunodeficiencia Humana causan anualmente en los sectores pecuarios y de salud pública son abrumadores. Las enfermedades zoonóticas representan sin duda alguna, un serio problema para la salud pública y los servicios veterinarios zoonosanitarios de todos los países. Las enfermedades infecciosas ocasionan cerca del 25% de todas las muertes en humanos anualmente (Taylor et al., 2001). Se estima que cerca del 60% de las enfermedades actualmente conocidas y que afectan al ser humano son zoonosis. Casi tres cuartas partes de ellas son enfermedades emergentes las cuales tienen como fuente un reservorio silvestre (Kruse et al., 2004; Cutler et al., 2010).

Si bien es cierto que la evolución de las vías de transmisión de los patógenos a los humanos juegan un rol muy importante en la diseminación de las enfermedades, la transmisión al ser humano depende sobretodo de las características biológicas del agente patógeno, lo cual es favorecido por una serie de catalizadores externos (Slingenbergh et al., 2004). El surgimiento de las enfermedades emergentes, está regulado por tres factores claves: 1) la diversidad de organismos patógenos en una determinada área geográfica (zoonotic pool), 2)

el efecto que los cambios ambientales (*la mayoría de carácter antropogénico*) producen sobre la prevalencia de los organismos patógenos con reservorios silvestres, y 3) las múltiples interacciones entre fauna silvestre, animales domésticos y seres humanos (Wolfe et al., 2005). Los cambios geodemográficos de la población humana, la mejora en las vías y medios de transporte, los cambios en las conductas sociales y la globalización del comercio, han permitido la diversificación y propagación de los enfermedades a una escala global (Brown, 2004; Bengis et al., 2004).

## **1.2 Problemática**

Costa Rica ha sido históricamente, y aún sigue siendo, un país que basa gran parte de su economía en un mercado pecuario residual. Es decir, produce mayoritariamente para el consumo interno, y exporta sus excedentes. Logrando por ejemplo, ser uno de los principales exportadores netos de lácteos (Cafferata & Benavides, 2008) en la región centroamericana. Según datos de la FAO, las plagas y enfermedades animales causan la pérdida de más del 40% en el suministro mundial de alimentos. Muchas de estas enfermedades son zoonosis, las cuales tienen una ingerencia directa tanto en el sector agropecuario como en la salud pública, constituyendo una seria limitación al comercio internacional y la exportación de productos de origen animal, comprometiendo seriamente la seguridad alimentaria, y causando anualmente un alto impacto socioeconómico en naciones agroexportadoras como lo son la mayoría de países latinoamericanos.

Cerca del 75% de las zoonosis tienen su origen en la fauna silvestre. Lo anterior cobra suma importancia para nuestro país pues en Costa Rica existe una marcada carencia en estudios ecoepidemiológicos sobre enfermedades claves provenientes de la fauna silvestre, como por ejemplo Los Ortomixovirus (Influenza aviar) y los Paramixovirus (Henipavirus); a pesar de que la OIE estableció en el año 2007, la necesidad de que los países miembros desarrollen un sistema de vigilancia epidemiológica de animales silvestres. Adicionalmente, Organizaciones Internacionales como la FAO, OIE y OMS (de las cuales nuestro país es miembro activo) a través de su iniciativa *“One Health Approach”* reconocen la necesidad de cambiar la visión tradicional del médico veterinario, basando los servicios sanitarios de salud animal en la prevención epidemiológica temprana de las zoonosis; a través de la investigación holística y transdisciplinaria (Rojas, 2010).

Por lo tanto, nuestro país no puede ni debe, quedarse rezagado en la lucha contra las enfermedades animales. Debe crear herramientas y mecanismos que permitan desarrollar una visión integral sobre la ecoepidemiología, gestión y conservación de la fauna silvestre, dirigidos a evitar la imposición de barreras no arancelarias al sector pecuario nacional, al tiempo que permitan asegurar la seguridad alimentaria de sus habitantes. La comprensión de la ecoepidemiología de las enfermedades, sus reservorios y sus diversas sinergias requiere un enfoque integral y multidisciplinario que permita abordar sus causas y sea capaz de proponer soluciones prácticas para su prevención y control. La medicina de la

conservación, a través del estudio ecológico de las enfermedades, pretende dar una solución a este problema (Daszack et al., 2007; Aguirre & Gómez, 2009).

### **1.3 Justificación**

A través de un sistema integral de monitoreo y vigilancia de enfermedades provenientes de animales silvestres, será posible: 1) Conocer mejor la ecoepidemiología de los Ortomixovirus (Influenza Aviar) y Paramixovirus (Henipavirus) en poblaciones de aves y mamíferos silvestres en nuestro país, 2) Determinar la presencia de agentes patógenos claves, especialmente aquellos citados en la lista de reporte obligatorio de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), 3) Servir como una estrategia de integración, apoyo y fortalecimiento interinstitucional tanto de la infraestructura nacional de salud animal, como de sus respectivos programas epidemiológicos preventivos de salud pública; así como de diversos sectores académicos nacionales e internacionales, 4) Facilitar la detección precoz y temprana de zoonosis que poseen consecuencias económicas importantes para el sector pecuario y el comercio internacional del país, y 5) Mejorar la detección, prevención y control de otros agentes etiológicos que pueden llegar a comprometer seriamente la salud pública del país, causando altas mortalidades/morbilidades en seres humanos.

Como parte de la propuesta se espera generar un programa colaborativo internacional entre diversos entes académicos y gubernamentales, tanto

nacionales como internacionales, con el Sistema Nacional de Salud Animal (SENASA), que permita el monitoreo temprano de zoonosis virales (Ortomixovirus y Paramixovirus) en poblaciones in situ de aves y mamíferos silvestres, para: 1) Evaluar el status de país libre de las enfermedades anteriormente citadas, 2) Crear un listado de contactos nacionales e internacionales, académicos y gubernamentales; que puedan ser utilizados para el desarrollo del programa, y 3) Facilitar el uso del Sistema Mundial de Información Zoonosaria (WAHIS) de la OIE por parte del SENASA, a través del estableciendo de una lista de enfermedades animales y sus posibles reservorios silvestres, las cuales poseen un efecto directo sobre la sanidad animal y el comercio internacional de insumos pecuarios; y en las cuales el SENASA debería enfocar sus investigaciones a futuro. Lo anterior, basado en la lista de enfermedades notificables a la OIE, la información científica disponible en Internet y la base taxonómica de especies (Atta) del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

#### **1.4 Restricciones**

-Falta de información en el país sobre la ecoepidemiología de las zoonosis de origen silvestre, por ejemplo, influenza aviar y paramixovirus.

-Desconocimiento y desinterés por parte de las autoridades nacionales sobre las implicaciones y alcances del tema propuesto.

-Falta de integración de los distintos actores involucrados en la propuesta.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General:**

Diseñar un programa de monitoreo de zoonosis virales: Ortomixovirus (Influenza Aviar) y Paramixovirus (Henipavirus) en fauna silvestre (aves y mamíferos) en Costa Rica.

### **1.5.2 Objetivos Específicos:**

A-Elaborar una lista de enfermedades de reporte obligatorio de importancia para Costa Rica, según las especificaciones de la OIE; y sus respectivos reservorios silvestres presentes en nuestro territorio.

B-Generar una lista de contactos profesionales y académicos que faciliten la colaboración internacional, tanto gubernamental como académica, en temas relacionados con la salud pública veterinaria y la medicina de la conservación.

C-Diseñar un programa de monitoreo continuo de zoonosis de origen silvestre (Ortomixovirus y Paramixovirus), de acuerdo a los lineamientos del Grupo de Estudio de Enfermedades en Fauna Silvestre de la OIE, y su plan operativo (2011-2015).

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Orígenes y catalizadores de las zoonosis y las enfermedades emergentes**

Las enfermedades emergentes son aquellas que amplían su espectro epidemiológico ya sea apareciendo en un área geográfica no endémica, afectando una especie hasta el momento no susceptible; o bien refiriéndose a un agente patógeno completamente desconocido el cual es detectado por primera vez. La mayoría de las enfermedades emergentes, son zoonosis. Es decir, enfermedades que ocurren en los animales (tanto domésticos como silvestres) y que son capaces de adquirir los cambios evolutivos y ecológicos necesarios para romper la barrera taxonómica que divide las especies, logrando convertirse en patógenos humanos (Brown, 2004).

Las zoonosis emergentes son entonces, enfermedades infecciosas metaxénicas (que involucran un vector natural y el contacto fauna silvestre-doméstica-humanos en el ciclo epidemiológico), las cuales han coevolucionado con sus reservorios y vectores teniendo nidalidad (la habilidad de mantener un foco dinámico y permanente de circulación del patógeno en animales en un ambiente geográfico determinado, contribuyendo a mantener un pool zoonótico). Como consecuencia, cualquier cambio o alteración que afecte la ecología, distribución y abundancia de sus reservorios/vectores, modifica de forma significativa la epidemiología de las zoonosis (Cabello & Cabello, 2008; Arrivillaga & Caraballo, 2009). La mayor parte de los disruptores que alteran los equilibrios

dinámicos y que favorecen el surgimiento de nuevos microorganismos patógenos, son de carácter antropogénico (Daszak et al., 2001; Patz et al., 2004).

El surgimiento de nuevas enfermedades posee un origen multicasual. Los principales factores vinculados con este proceso incluyen: a) Comercio y viajes internacionales (el aumento de la frecuencia y la velocidad de los viajes locales e internacionales, favorecido por el proceso de globalización promueve la diseminación de microorganismos a una escala global); b) Cambios demográficos (migración, aumento de la densidad poblacional, cambios socioculturales); c) Cambios en las prácticas agrícolas (la domesticación animal fue uno de los principales promotores de la evolución microbiana al facilitar la disponibilidad de nuevos huéspedes susceptibles en altas densidades poblacionales, producto de la intensificación de los sistemas pecuarios); d) Cambio climático (lo cual produce cambios en la distribución ecogeográfica de los vectores); e) Adaptación microbiana (resistencia a fármacos antimicrobianos y colonización de nuevos huéspedes); f) Reducción del hábitat y aumento del contacto con vectores/reservorios silvestres; g) Tráfico internacional de fauna silvestre como mascotas o fuente de alimento (el tercero más grande del mundo después del tráfico ilegal de drogas y armas); y h) Introducción de animales silvestres y domésticos a nuevas áreas geográficas donde no son endémicos (aumenta el pool zoonótico y favorece la contaminación microbiana) (Daszak et al., 2001; Chomel et al., 2007; Arrivillaga & Caraballo, 2008; Brown, 2010).

En otras palabras, la aparición de las enfermedades emergentes es en realidad, una respuesta evolutiva temporal y espacial a los distintos cambios ambientales provocados por el ser humano (Greger, 2007), la cual posee un componente dual: a) en primer lugar es necesario la colonización y adaptación de un patógeno a su nuevo huésped (inicialmente el número de patógenos disminuirá llegando al borde de la extinción, sin embargo algunos microorganismos lograrán sobrevivir y aumentar su virulencia logrando persistir), a este proceso se le denomina tráfico microbiano, y b) en segundo plano la subsiguiente propagación del patógeno dentro de la nueva población susceptible (lo cual se ve ampliamente favorecido por los cambios antropogénicos) (Rhyon & Speaker, 2010).

El surgimiento del Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), es talvez el ejemplo más emblemático de este proceso. El virus es una variante de dos de los 26 retrovirus de la inmunodeficiencia encontrados en primates africanos. El VIH es producido por dos cepas víricas VIH-1 y VIH-2, los cuales se originaron de los chimpancés (*Pan troglodytes*) y macacos (*Cercocebus torquatus*), respectivamente. El serotipo VIH-1 posee tres subgrupos, siendo el subtipo M el más distribuido y asociado con la enfermedad. Los datos y análisis genéticos disponibles sugieren que el salto de estas cepas hacia el ser humano fue un evento raro, pero que se ha producido en al menos siete ocasiones durante el siglo pasado (si bien los primeros reportes de pacientes infectados con este virus datan de inicios de los años 80; la evidencia genética ha logrado demostrar la

presencia del virus en poblaciones humanas desde hace más de 70 años) (Paraskevis et al., 2003; Heeney et al., 2006). Estas transmisiones iniciales (asociadas con el consumo de carne de primates silvestres) tuvieron su origen en el África occidental y central, en donde el consumo de carne proveniente de la caza furtiva es un mercado multimillonario y constante (cuatro veces mayor que en la cuenca del Amazonas, más de 282,3 g de carne por persona por día para un total de 4,5 millones de toneladas de carne de animales salvajes extraídas anualmente sólo en la cuenca del Congo) (Wolfe et al., 2005; Wolfe et al., 2007). A partir de estos eventos, las cepas del virus que fueron altamente adaptables a los seres humanos. Los subsecuentes cambios ecológicos, sociales y demográficos en la mayor parte del continente negro (la expansión de las poblaciones humanas, la deforestación, el desplazamiento rural a las metrópolis urbanas en busca de educación y empleo, los cambios en los comportamientos sexuales y el aumento de los viajes locales e internacionales) son los factores más probables que favorecieron su diseminación a nivel mundial, convirtiéndola en una de las pandemias más importantes de la historia de la humanidad (Bengis et al., 2004). La Organización de las Naciones Unidas estima que para el año 2005, 88 millones de personas habían sido infectadas en todo el mundo (se calculan cerca de 12 millones de niños huérfanos portadores del virus sólo en el África sub-Sahariana, con un promedio de 6.000 casos nuevos por día), y más de veinte millones de fallecimientos asociados al VIH desde el inicio de la epidemia (Santharam, 2005).

## **2.2 La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)**

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) es una organización intergubernamental creada por un convenio internacional el 25 de enero de 1924, firmado por 28 países. En mayo de 2004, la OIE contaba con 167 Países miembros. Su sede esta en París, Francia. Las funciones principales de la Organización Mundial de la Salud, incluyen:

- Garantizar la transparencia de la situación zoonositaria en el mundo.
- Recolección, análisis y difusión de la información científica veterinaria.
- Proponer ayuda técnica y estimular la solidaridad internacional para promover el control y la erradicación de las enfermedades.
- Proteger la seguridad sanitaria de los intercambios internacionales de animales y productos de origen animal mediante directrices sanitarias armonizadas y reconocidas por la OMC, en el marco del mandato de la OIE en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Acuerdo MSF).
- Mejorar el marco jurídico y los recursos de los servicios veterinarios.
- Garantizar mejor la seguridad de los alimentos de origen animal y mejorar el bienestar animal usando bases científicas (Brückner et al., 2007).

Estos cometidos se consiguen mediante distintas actividades, en particular el establecimiento de normas, directrices y recomendaciones en la esfera de la

sanidad animal; los cuales conforman los estándares internacionales que rigen esta organización. La OIE mantiene listas de las enfermedades animales más importantes. Incluyendo tanto aquellas que pueden ser muy graves y propagarse con rapidez, con independencia de las fronteras nacionales, y cuyas repercusiones socioeconómicas o de salud pública son graves y tienen una importancia primordial en el comercio internacional de animales y productos animales. Como las enfermedades definidas como transmisibles, consideradas de importancia socioeconómica y/o para la salud pública en el ámbito del país y con repercusiones en el comercio internacional de animales y productos animales (Vallat et al., 2006). Lo anterior se incluye en una lista de enfermedades de reporte obligatorio a la OIE.

El plan estratégico de la OIE para el periodo 2011-2015, busca asegurar la transparencia en la comunicación y difusión global de las enfermedades animales, la publicación de estándares que sirvan como marco de referencia a la Organización Mundial del Comercio para regir los mercados internacionales de insumos pecuarios, y la publicación de guías para la prevención, control y erradicación de las enfermedades animales, incluyendo las zoonosis. Uno de los conceptos primarios del plan operativo, es el crear instancias y oportunidades para lograr una estrategia con alcance mundial para el manejo de riesgos en la interface fauna silvestre-animales domésticos-ser humano, así como mitigar el

impacto del cambio climático en la distribución y epidemiología de las enfermedades animales y los sistemas productivos pecuarios.

La OIE posee un Sistema Mundial de Información Sanitaria (WAHIS por sus siglas en inglés), mediante el cual los países utilizan como herramienta para el aseguramiento y transparencia del estatus sanitario de un determinado país o región, con respecto a una zoonosis o enfermedad animal transfronteriza específica. Este sistema posee una validación jurídica, la cual esta amparada en el código de los animales terrestres de dicha organización, a través de diferentes segmentos del mismo.

### **2.3 Zoonosis de origen silvestre: su impacto en el contexto de la globalización**

El comercio de productos y subproductos animales ha aumentado un 4% durante los últimos 10 años (Morens et al., 2004). A manera de ejemplo sólo para el año 2008 en el mundo se comercializaron un total de 8 millones de toneladas métricas de carne de pollo, 7 millones de toneladas métricas de carne bovina y 6 millones de toneladas métricas de carne de cerdo. El impacto económico que las enfermedades emergentes provenientes de la fauna silvestre pueden causar en el comercio mundial de insumos pecuarios, son muy claros. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las plagas y las enfermedades animales causan la pérdida de más del 40% en el

suministro mundial de alimentos; siendo una clara amenaza para las economías residuales de los países en desarrollo y la seguridad alimentaria de sus habitantes (FAO, 2008).

La tendencia económica actual en torno a la globalización de los mercados, el aumento en la población humana y el subsiguiente aumento en la demanda de alimentos (principalmente en países en desarrollo, los cuales en su inmensa mayoría son agroexportadores), la evolución de microorganismos patógenos y los cambios en la distribución de vectores como consecuencias directas del cambio climático, hacen ver que estos factores serán los mayores retos en los próximos años para los servicios nacionales de salud pública y sanidad animal, en cuanto al control de enfermedades animales transfronterizas y la prevención de zoonosis emergentes se refiere (Morse, 2004; Slenning, 2010).

Las enfermedades animales comparten una fisiopatología común entre animales domésticos y fauna silvestre. Dichas patologías no sólo constituyen una de los mayores orígenes de barreras no arancelarias. Sino que afectan al mismo tiempo el dinamismo y fluidez de los mercados internacionales de insumos pecuarios; ya sea creando mayores costos de producción en las industrias que directamente dependen de estos insumos, o generando prohibiciones a la importación/exportación de ciertos productos. Lo anterior produce como consecuencia directa, un aumento en la complejidad de los patrones de consumo

y acceso a los competitivos mercados mundiales. Por ejemplo, Morgan & Prakash (2006) estiman que producto del surgimiento y re-surgimiento de diversas enfermedades animales, el crecimiento anual cercano al 7% en el sector de productos cárnicos durante la década de 1990, disminuyó a un 2% en los últimos 10 años.

El costo de las enfermedades transfronterizas para la economía de los países, es de carácter monumental. A manera de ejemplo, el brote de fiebre aftosa en China, produjo una disminución de \$1,6 mil millones a 234 millones entre 1996-1997 en su mercado. El brote de fiebre aftosa en Corea durante el año 2000 puso fin a su comercio con Japón, con un costo aproximado de \$300 millones, permitiendo que otros países exportadores aumentaran su participación en el mercado japonés. Las pérdidas comerciales para Argentina y Uruguay, producto del brote de la Encefalopatía Espongiforme Bovina se calcula en \$400 millones y \$150 millones, respectivamente. Mientras que el valor de las pérdidas comerciales para las industrias cárnicas del Reino Unido producto de la misma enfermedad, se estima en \$300 millones sólo en EE.UU., lo cual es significativamente menor en comparación con el costo total de la enfermedad, estimado en \$9,2 mil millones (Morgan & Prakash, 2006).

Para lograr evitar el cierre inoportuno de las fronteras comerciales de un país, los servicios veterinarios nacionales deben de contar con sistemas de monitoreo

adecuados, robustos y eficaces; que integren no sólo al sector veterinario, sino que también involucren los servicios nacionales de salud pública, el sector productivo privado y los diversos entes internacionales respectivos. Los sistemas de monitoreo, deben de basar su funcionalidad en el alcance del mismo sistema. De forma que no sólo se estudian o evalúen las enfermedades animales tradicionales, sino que también se reportan eventos epidemiológicos importantes referentes a zoonosis y enfermedades emergentes. Anexando un componente holístico, basado en la comprensión ecológica de la enfermedad, las dinámicas en las vías de transmisión, y sus repercusiones en el contexto comercial internacional (Bengis et al., 2002; Thierman, 2004).

Es un hecho que existe una disminución en la infraestructura de los servicios de salud a nivel mundial. Hay una necesidad urgente de reconstruir, ampliar las competencias y los conocimientos científicos en las nuevas áreas de integración, dentro de un contexto más global en el cual la salud humana, animal y ecosistémica estén intrínsecamente interconectados. Como comenta Brown (2004), *"A pesar de la doble amenaza del agroterrorismo y las enfermedades emergentes... existe un fuerte descenso en el número de veterinarios y otros profesionales de salud pública a nivel gubernamental, en comparación a las emergencias existentes"* (Brown, 2004, p. 440).

Debe de existir un resurgimiento de la salud pública veterinaria, enfocada a promover el control y erradicación de diversas zoonosis; a fin de garantizar la salud de la población. Pero ante todo, la salud pública veterinaria debe de cobrar una mayor relevancia para los países con un amplio sector productivo pecuario, ya que las enfermedades animales constituyen una de las principales fuentes de barreras no arancelarias al comercio de alimentos. Por lo tanto es indispensable ampliar el campo de acción del médico veterinario; de forma que logre estimular incentivos y políticas enfocadas al control de enfermedades animales transfronterizas, y por ende, al apoyo de la economía y comercio mundial de insumos pecuarios (Heath, 2006; Vallat & Mallet, 2006).

Sin duda alguna, las naciones desarrolladas estarán involucradas en las decisiones morales sobre la forma de mitigar los efectos en los países en desarrollo. La amalgamación de numerosas subdisciplinas de la medicina veterinaria y medicina humana será fundamental para la comprensión multidisciplinaria y el control de las enfermedades emergentes. Por lo tanto, los servicios nacionales de salud pública y sanidad animal, jugarán un rol indispensable al supervisar, evaluar, predecir y prevenir los movimientos de las enfermedades animales y zoonosis alimentarias en las próximas décadas. En esta sección explicaremos más a fondo, mediante el estudio de dos casos específicos, el impacto que las enfermedades emergentes provenientes de la

fauna silvestre cobran en la economía global y particular de ciertos países agroexportadores.

## **2.4 Enfermedades animales transfronterizas de origen silvestre: ejemplos prácticos**

### **2.4.1 Ortomixovirus y aves silvestres**

Existen diversos tipos de cepas conocidas para el virus de la Influenza Aviar. Todos los subtipos conocidos de virus Influenza tipo A pertenecen al género Ortomixovirus y han sido aislados de aves acuáticas, pertenecientes a los órdenes Anseriformes y Charadriiformes. Según datos ecoepidemiológicos, las mayores prevalencias son observadas principalmente en aves que migran largas distancias y en aquellas que se alimentan en la superficie del agua (Beldomenico & Uhart, 2008). Lo anterior es de particular importancia para Costa Rica, en donde más del 60% de las especies de aves actualmente reportadas son migratorias. Lográndose encontrar principalmente en los humedales de Tortuguero, Palo Verde, Isla del Coco y Caño Negro; los cuales constituyen importantes sitios de hibernación, parada durante las migraciones y refugios de anidación (Quesada, 2006). Diversas investigaciones demuestran la transmisión del virus entre aves silvestres y domésticas (Camacho-Escobar et al., 2009).

El virus de la influenza aviar, ha logrado evadir las barreras zoonosanitarias impuestas internacionalmente por diversos territorios; expandiéndose por más de

45 países y causando más de 100 muertes, afectando seriamente la productividad del sistema avícola mundial, y generando a los servicios nacionales de salud, una carga económica asociada a una reducción de la fuerza laboral, tanto en el número de trabajadores; producto de la muerte y los efectos colaterales directos de la enfermedad.

En el ámbito comercial, se estima que más de 200 millones de aves de corral han muerto o han sido sacrificadas solamente en Asia, en donde las pérdidas económicas del sector avícola se estiman en \$10 mil millones. Sumado a esto, la incertidumbre sobre el contagio de la enfermedad crea un temor generalizado que repercute en todos los mercados y en los consumidores, provocado un marcado descenso en el consumo de productos avícolas, así como la pérdida de los mercados de exportación producto de las restricciones sanitarias impuestas. Por ejemplo, estos hechos llevaron a un descenso del 8% en el comercio avícola internacional en 2004. El continente americano presenta los dos mayores exportadores avícolas mundiales (Brasil y Estados Unidos). En este escenario, las medidas de prevención se tornan urgentes, principalmente si se considera que el restablecimiento del flujo comercial es lento, producto de los embargos comerciales internacionales a los que los países son sometidos (Almeida, 2006).

Pratt y Falconi (2006) estiman que el sector avícola latinoamericano, representa cerca del 12.7% de toda la producción pecuaria de la región, produce

14 millones de toneladas cúbicas de carne y 5 millones de toneladas cúbicas de huevo anualmente. Además, el sector emplea al 0.88% de la población económicamente activa en el continente. Por lo tanto, el pre-supuesto que precisan los países latinoamericanos para enfrentar un posible brote de Influenza Aviar es de \$274 millones aproximadamente. De los cuales, \$148 millones serían para coordinar la prevención y vigilancia epidemiológica, \$72 millones para la vacunación animal y \$54 millones utilizados como fondo de compensación. Los autores calculan que el costo de una pandemia para América Latina, ronda entre \$16 millones y \$90.000 millones (1%-5% del PBI de toda la región). Por su parte, se estima que el número de muertes oscile entre 45.000-2,2 millones de personas. Actualmente se estima que el impacto económico de la pandemia de la gripe aviar ronda los \$300 mil millones en todo el mundo (Aguirre, 2009). Por lo tanto estudios ecoepidemiológicos de la enfermedad en aves silvestres dentro de la región latinoamericana y en nuestro país, por parte de los servicios nacionales de salud pública y sanidad animal; son de suma importancia para la anticipación, prevención y preparación a posibles brotes de la enfermedad.

#### **2.4.2 Paramixovirus y murciélagos frugívoros**

El Virus de Nipah, es un paramixovirus neurotrópico identificado por primera en Malasia durante 1998-1999. Estudios posteriores lograron demostrar que los murciélagos frugívoros del género *Pteropus* sp., son los reservorios naturales del virus. Los cerdos actúan como amplificadores del virus hacia los humanos. Los

cambios evolutivos recientes que el virus ha sufrido, son influenciados por diversos factores ecológicos, entre los cuales destacan la deforestación a gran escala ocurrida en Malasia y Sumatra, junto con las grandes oscilaciones climáticas del fenómeno del El Niño y una extensa sequía durante el año 1997, que alteraron las rutas migratorias y el comportamiento alimenticio de las especies de *Pteropus sp* produciendo una mayor asociación entre los murciélagos y los cerdos; facilitando así la introducción de este virus por primera vez en la población porcina de Malasia. Sumado a esto, el tamaño de las explotaciones porcinas, y las técnicas intensivas de manejo (alta rotación de los lechones) permitió que el virus se distribuyera dentro de la población, y que posteriormente infectara a los seres humanos que trabajaban en las granjas (Olival & Dazsack, 2005).

El resultado de este brote puede ser visto desde dos ángulos distintos. En términos de salud pública, culminó con un total de 265 casos de encefalitis viral, de los cuales 105 fallecieron. Sin embargo, la mayor implicación de esta enfermedad emergente, fue su impacto directo en el comercio de productos y sub-productos pecuarios de Malasia. Para impedir la expansión del brote, el gobierno local, cerró 896 granjas porcinas (Elbers, 2002). El costo se estimó en \$58.3 millones por el sacrificio de aproximadamente 1.1 millón de animales y la compensación económica a los productores. Además, el gobierno gastó \$136 millones para implementar programas de control. A esto se le sumaron 120 millones de dólares por la caída de los mercados internacionales, 124 millones de

dólares por las pérdidas financieras de los porcicultores y la disminución del 80% del consumo de carne de cerdo y sus productos por parte del público (González, 2003). Finalmente, se incluye el impacto directo sobre la fuerza laboral del país (8500 trabajadores directos del sector porcino, 9400 trabajadores destacados en las industrias de apoyo, y 30000 de trabajadores en industrias afines) (Lam, 2003).

Si bien es cierto que el sector pecuario malayo se vio marcadamente disminuido, la industria de grasa y aceites derivados de estos animales sufrió también pérdidas por \$35 millones y golpeo industrias relacionadas como la producción de palma, coco y té (especialmente afectadas pues estos cultivos forman parte de la dieta natural de los murciélagos). A esto se le suma el costo social de la enfermedad. La mayoría de granjas porcinas cambiaron su actividad empresarial, para enfocarse en productos lácteos o carne bovina; al tiempo que muchos agricultores que anteriormente se dedicaban a la porcicultura, ahora están empleados en las fincas de palma, donde las condiciones laborales no son las mejores (Hiromi et al., 2006). Finalmente, después del brote de Nipah virus, el consumo de carne de cerdo se redujo en aproximadamente un 30% y Singapur, anteriormente el mayor importador de productos cárnicos porcinos y pie de cría de Malasia, prohibió totalmente las importaciones desde 1999. El costo total del daño económico a nivel nacional se calcula en aproximadamente \$541 millones (Hiromi et al., 2006; Tey et al., 2009).

Estudios subsecuentes demostraron la filogenia del virus con el Hendra virus; aislado también de murciélagos frugívoros en Australia y asociado con 2 muertes humanas (Olival y Dazsack, 2005). La presencia del virus también ha sido reportada en otros países asiáticos como: Camboya (Olson et al., 2002), Tailandia (Wacharapluesadee et al., 2005), Bangladesh (en donde la transmisión por alimentos contaminados con el virus fue comprobada) (Hartcourt et al., 2005; Luby et al., 2006), India (Chadha et al., 2006); China (Li et al., 2008) y en África (Ghana y Madagascar, respectivamente) (Iehlé et al., 2007; Drexler et al., 2009).

La aparición de nuevos paramixovirus, es sin duda alguna, un importante indicador de los efectos que el cambio climático, la destrucción de hábitats naturales con el subsiguiente aumento de los reservorios silvestres, y los cambios en la dinámica de los vectores; tendrán en la distribución y gravedad de las enfermedades emergentes para el sector pecuario y la salud pública durante las próximas décadas (Artz et al., 2010).

Costa Rica cuenta con más de 110 especies de murciélagos registradas (La Val y Rodríguez, 2002). Si bien es cierto que la presencia del virus de Nipah ha sido encontrado principalmente en el género *Pteropus* sp., localizados sólo en Asia y África, los reportes de Li et al (2008) identifican la presencia de anticuerpos contra el virus en murciélagos insectívoros del género *Myotis* spp, del cual existen hasta el momento 6 especies reportadas en nuestro país (se piensa que estos

virus han logrado coevolucionar y coexistir durante miles de años con los murciélagos). El hallazgo de nuevos Paramyxovirus (Yaiw et al., 2008) y Artrovirus (Zhu et al., 2009) (los cuales son capaces de evadir la barrera entre especies, pero se desconoce aún su potencial zoonótico) subrayan la importancia de los estudios ecoepidemiológicos en quirópteros neotropicales, en búsqueda de reservorios de enfermedades que pueden generar un alto impacto negativo al sector pecuario, y al mismo tiempo imponer barreras comerciales a dichos bienes. Además de los posibles efectos negativos que puedan causar a los seres humanos.

## **2.5 El enfoque “Un mundo, Una salud” como marco estratégico del control de enfermedades en la interfase fauna silvestre-animales domésticos-ser humano**

El término zoonosis fue propuesto en 1855 por el médico y patólogo alemán Robert Virchow mientras realizaba sus estudios sobre la triquinelosis (Cardiff et al., 2008). Virchow también fue el primero en proponer el término una salud, al subrayar la importancia y necesidad de unir a la medicina humana y veterinaria para el estudio de este tipo de enfermedades al declarar: "*Entre los animales y la medicina humana no hay una línea divisoria, ni debería de existir. El objeto es diferente, pero la experiencia obtenida constituye la base de toda la medicina*" (Osburn et al., 2009, p. 481).

Históricamente, la mayoría de los esfuerzos para la investigación de las zoonosis y enfermedades emergentes han sido enfocados hacia los seres humanos o especies animales productivas y de cierta importancia económica (Cutler et al., 2010). La iniciativa conjunta Un mundo, Una Salud de la Organización Mundial de la Salud, Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de Salud Animal (también denominada Medicina de la Conservación o “One Health Approach”), tiene como objetivo primordial señalar que la salud es un ente que conecta todas las especies y que por tanto los veterinarios, como los médicos y biólogos/ecólogos juegan un papel importante al estudiar las interacciones que ocurren entre la fauna silvestre, salud humana y la salud ecosistémica. De esta forma, el término de salud no debe de ser visto como un conjunto de disciplinas aisladas, sino que debe de empezar a manejarse con un enfoque interdisciplinario e integrativo, a fin de lograr eficazmente, la prevención y lucha contra las zoonosis (Santiesteban, 2007).

Algunos de los componentes vitales de esta iniciativa incluyen: a) enfrentar los nuevos desafíos globales en cuanto a enfermedades y zoonosis emergentes se refiere, a través de la colaboración entre múltiples profesiones (medicina veterinaria, medicina humana y salud ambiental), b) El desarrollo de centros de excelencia académica para la educación y la formación en áreas específicas a través de una mayor colaboración entre los colegios y escuelas de medicina

veterinaria y salud pública, y c) la implementación de programas de investigación conjunta entre veterinarios y médicos humanos.

Muchos países de todo el mundo hoy en día han adoptado la iniciativa "*Un Mundo, Una Salud*". Debido a que la base fundamental de toda la base fundamental de la salud comienza con la educación y la investigación colaborativa. De igual forma, muchas organizaciones de renombre internacional como: American Medical Association, American Veterinary Medical Association, Center for Disease Control and Prevention, American Association of Tropical Medicine, World Health Organization; Food and Agriculture Organization; United States Geological Survey National Wildlife Health Center; United States Department of Agriculture; Canadian Cooperative Wildlife Health Center; Laboratoire Nationale de Sante Publique of Brazzaville Republic of Congo; IUCN Commission on Environmental Law; Wildlife Trust; The Consortium for Conservation Medicine; and the Wildlife Conservation Society han adoptado la iniciativa y actualmente promueven este movimiento (Osburn et al., 2009).

De igual forma, el marco estratégico conjunto para reducir los riesgos de enfermedades infecciosas en la interfase ecosistemas-animales domésticos-ser humano del Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Banco Mundial (BM), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y Organización Mundial de

la Salud (OMS) (WCS, 2008, p. 19) busca el desarrollo de esta iniciativa, mediante:

1. *Crear sistemas integrales de salud pública y sanidad animal a largo plazo, y acordes con al Reglamento Sanitario Internacional de la Organización Mundial de la Salud y los estándares internacionales establecidos por la Organización Mundial de Sanidad Animal.*
2. *Generar mejores capacidades de respuesta por parte de sus países miembro, enfocados a prevenir crisis regionales e internacionales, causadas por brotes de enfermedades epizoóticas.*
3. *Crear cooperaciones entre países desarrollados y en desarrollo (en especial aquellos de bajos ingresos per cápita), que faciliten el traslado de recursos económicos y conocimientos para el control de enfermedades animales a nivel local.*
4. *Promover un marco de acción multidisciplinaria, multinacional e intersectorial.*
5. *Desarrollar programas de control de enfermedades y focalizados a la erradicación de enfermedades claves.*

6. *Desarrollar estrategias nacionales para abordar las enfermedades emergentes que involucren el sector privado, a fin de fomentar la capacidad local y fortalecer la sostenibilidad a largo plazo.*
  
7. *Permitir el desarrollo de la capacidad internacional, regional y nacional para el control de enfermedades animales transfronterizas, mediante el uso de estándares, herramientas y procedimientos de monitoreo.*

## **2.6 Medicina de la conservación: un paradigma integrativo y transdisciplinario**

Hoy en día es ampliamente reconocido que aquellos países que implementan programas de monitoreo ecoepidemiológicos en su fauna silvestre, poseen ventajas significativas en la lucha contra las enfermedades infecciosas. Entre ellas podemos citar: 1) mejores bases científicas para entender la epizootiología de ciertas enfermedades animales y zoonosis; que puede tener un profundo impacto económico y sanitario en la salud pública y la sanidad animal, 2) detectar la presencia de agentes patógenos claves, especialmente aquellos citados en la lista de reporte obligatorio de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), que pueden comprometer seriamente el estatus sanitario de “*Libre de enfermedad*” que el país posea, 3) los programas de monitoreo en fauna silvestre, están encaminados a servir como estrategias de integración, apoyo y fortalecimiento tanto de la infraestructura nacional de salud animal, como de sus respectivos programas epidemiológicos preventivos, 4) permiten la detección

precoz y temprana de enfermedades emergentes y agentes exóticos con posibles consecuencias económicas en el sector pecuario y el comercio internacional de un país (Morner et al., 2002), 5) permiten la detección, prevención y control de agentes etiológicos que pueden llegar a comprometer seriamente la salud pública de un país, causando altas mortalidades/morbilidades, y 6) la fauna salvaje suele servir de centinela de diversos organismos patógenos, permitiendo así una gestión y control eficaces de las enfermedades en los animales domésticos. Sin duda alguna, todos los países deben de conocer las enfermedades animales endémicas que circulan en sus poblaciones silvestres, al tiempo que deben de contar con una adecuada infraestructura veterinaria que permita la detección temprana de un amplio conjunto de zoonosis y enfermedades emergentes en la interfase fauna silvestre-animales domésticos-ser humano (Ben-Jebara, 2004; King et al., 2004).

Actualmente existen departamentos enfocados al monitoreo de enfermedades infecciosas provenientes de la fauna silvestre en países europeos como: España, Suecia, Alemania, Suiza, Francia, Inglaterra, Italia, Dinamarca, Noruega, Finlandia y Escocia. Estas instituciones, generan desde 1995, un reporte anual al Grupo de estudio de fauna silvestre de la OIE sobre las principales enfermedades infecciosas, en conjunto con la EWDA (European Wildlife Disease Association). Recientemente, Australia y Nueva Zelanda empezaron a desarrollar e implementar una red nacional de vigilancia epidemiológica, con el objetivo de investigar y reportar mortalidades y enfermedades en su fauna silvestre (Morner et al., 2002;

Artois, 2003). Países como India, Estados Unidos, Canadá, España, Inglaterra y Nueva Zelanda han ido un paso más allá, y no sólo han implementado este tipo de programas con un alcance nacional a nivel gubernamental. Sino que le han otorgado un componente educativo, al establecer programas formales de postgrado en el área de medicina de la conservación. Permitiendo no sólo la investigación y el desarrollo de métodos prácticos para el diagnóstico de enfermedades, sino también el establecimiento de programas dirigidos a la mitigación de las pérdidas ocasionadas por enfermedades animales transfronterizas como un componente crítico en la gestión eficaz de la fauna silvestre, la salud de los ecosistemas, la sanidad animal y salud pública. En Latinoamérica los programas formales de este tipo son sumamente escasos, siendo liderados por países como México, Chile y Brasil.

En África la Wildlife Conservation Society (WCS), la OIE, OMS, y otras organizaciones no gubernamentales de alcance mundial como IUCN (*The World Conservation Union*) y WWF (*World Wildlife Foundation*) entre otras, implementan una iniciativa conjunta denominada AHEAD (Animal Health for the Environment And Development), la cual lleva a cabo investigaciones sobre enfermedades animales transfronterizas en la interfase animales silvestres-animales domésticos-ser humano, en diversos países africanos como: Kenia, Zimbabwe, Tanzania, Uganda, Zambia, Namibia, Sudáfrica, Botswana y Mozambique (Osofsky, 2005). Desde mayo de 2009, la OIE certificó al Departamento de Enfermedades

Veterinarias Tropicales de la Universidad de Pretoria en Sudáfrica y sus laboratorios, como un centro colaborador para la formación profesional en la gestión integral de salud en fauna silvestre y el sector pecuario. Una de las funciones principales de este centro, es el colaborador con la OIE para ayudar a desarrollar y ofrecer capacitación en el manejo y salud del ganado doméstico y la caza; presentando especial énfasis en el África Subsahariana. La formación profesional, sigue un enfoque integral que vincula la salud humana y animal, la producción animal, la comercialización de animales y sus productos, la diversificación en el uso de la tierra, la promoción del desarrollo rural, y la conservación y la salud ambiental.

Es claramente evidente, que mientras otros países y regiones avanzan a pasos agigantados para promover este tipo de programas. La mayoría de países de América Latina (y Costa Rica no es la excepción) permanecen sumidos en el letargo en cuanto a estrategias enfocadas a fomentar el desarrollo de la medicina de la conservación se refiere. Por lo tanto, es necesario el sentar las bases tanto legislativas como académicas y monetarias para en un futuro, lograr el surgimiento de centros con una visión integrativa y amplia sobre la ecoepidemiología, gestión y conservación de la fauna silvestre. En esta sección se explicará y expondrá la importancia de ciertos programas formalmente establecidos y encaminados al estudio de la ecoepidemiología de enfermedades, los cuales además realizan programas de conservación y recuperación de especies amenazadas. Lo anterior

se ejemplificará a través del análisis de programas de este tipo, que han sido exitosos en otros países. Entre los cuales podemos citar: National Wildlife Research Center (NWRC) de Estados Unidos, Cooperative Canadian Wildlife Health Center en Canadá (CCWHC), el Instituto de Investigaciones en Recursos Cinegéticos (IREC) de España y la Réseau National de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage de Francia-Martinica (SAGIR). Las informaciones de los respectivos centros a continuación descritos, se obtuvieron a partir de sus respectivos sitios web.

## **2.7 Gestión de la fauna silvestre: experiencias internacionales**

### **2.7.1 NWRC (USA)**

El Departamento de Agricultura de USA (USDA) y el Servicio de Inspección Fitozoosanitaria (APHIS, por sus siglas en inglés) manejan el National Wildlife Research Center (NWRC). El centro fue fundado en 1940 en la Universidad Estatal de Colorado en Fort Collins, aunque su rango de estudio, fiscalización y supervisión abarca los 50 estados. La función primordial de esta institución es tratar de proteger la fauna silvestre de los efectos adversos de las actividades humanas al tiempo que busca reducir los daños y peligros que ocasiona la fauna silvestre a la agricultura, los bosques, la industria y otras áreas de participación humana; para investigar y controlar las enfermedades zoonóticas. En años recientes, a través de un programa llamado National Wildlife Disease Program (NWDP), el centro se ha enfocado al estudio de la ecoepidemiología de las

enfermedades provenientes de la fauna silvestre, para evaluar el riesgo de transmisión de enfermedades en la interfase fauna salvaje-animales domésticos-seres humanos, y desarrollar métodos que reduzcan o eliminen estos riesgos. El programa prevé a futuro incluir también la ecoepidemiología de las enfermedades exóticas y emergentes.

El NWDP actúa como primera línea de defensa en caso de una emergencia sanitaria y basa su premisa estratégica en que la preservación de la salud humana, animal y ecosistémica facilita el comercio agropecuario, al tiempo que reduce las pérdidas económicas y las barreras no arancelarias asociadas a las enfermedades animales transfronterizas. La vigilancia epidemiológica activa de las distintas poblaciones salvajes, permite una mejor comprensión de los patógenos que coexisten con la fauna silvestre y mejora la capacidad de responder a los distintos brotes de enfermedades animales, así como prevenir riesgos epidemiológicos de importancia en salud pública. Las principales enfermedades monitoreadas bajo el NWDP son: Influenza Aviar, Virus del Nilo, Enfermedades priónicas en cérvidos, Fiebre porcina clásica, Estomatitis vesicular, Enfermedad de Lyme, Tuberculosis bovina, Pseudorabia, Rabia, Peste Bubónica, Tularemia, Brucelosis porcina y Paratuberculosis.

El NWDP facilita además la integración estatal y federal de diversos organismos, así como del sector privado para coordinar los sistemas de vigilancia ecoepidemiológica de la fauna silvestre, a través de la recolección de muestras, el intercambio de información, los análisis de laboratorio y la vigilancia de enfermedades de interés para la economía y bioseguridad nacional de USA; en colaboración con otras instituciones gubernamentales como: USDA/APHIS Veterinary Services (VS), USDA/APHIS International Services (IS), US Department of Homeland Security (DHS), Agencias estatales e internacionales de salud y recursos naturales (NWRC, 2010).

### **2.7.2 CCWHC (Canadá)**

El Centro Cooperativo Canadiense para la Salud de la Fauna Silvestre (Canadian Cooperative Wildlife Health Center, por sus siglas en inglés CCWHC) es una organización formada por los distintos colegios veterinarios de Canadá. Su objetivo es la aplicación de las ciencias médicas veterinarias a la conservación y gestión de la fauna en el territorio canadiense. La organización también se dedica a desarrollar y utilizar el conocimiento de la salud y las enfermedades de la vida silvestre para mejorar la salud humana y la sanidad de los animales domésticos. El CCWHC coordina programas nacionales de vigilancia de enfermedades emblemáticas de la fauna silvestre como el Virus Oeste del Nilo, la Influenza Aviar, y las enfermedades priónicas en ungulados silvestres, así como también facilita la información y el asesoramiento a agencias gubernamentales y al público en general. En 2007 el fue designado por la OIE, como un centro colaborador

dedicado a la epidemiología, gestión, vigilancia y seguimiento de enfermedades provenientes de la vida silvestre.

Las funciones de este centro, integran cuatro actividades separadas en un solo programa coherente: 1) detección de enfermedades, 2) identificación de las enfermedades (diagnóstico), 3) información de las enfermedades y 4) comunicación de los resultados. La detección de enfermedades se logra a través del compromiso y el apoyo del personal que labora con la vida silvestre en toda Canadá. La identificación de enfermedades se logra a través del examen médico de especímenes, y la equitación de los laboratorios diagnósticos veterinarios con tecnología de punta tanto en las universidades participantes, como con la colaboración de los distintos laboratorios gubernamentales involucrados (CCWHC, 2010).

### **2.7.3 IREC (España)**

El Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), es un instituto de investigación mixto entre la Universidad de Castilla La Mancha y el gobierno local, y creado en febrero de 1999; que busca contribuir a través de una investigación interdisciplinaria básica, aplicada y de calidad, a compatibilizar los usos sostenibles y rentables de la fauna silvestre con la conservación de la biodiversidad y con la salud y el bienestar del hombre y de los animales.

Este centro multidisciplinar combina experiencia en ecología, biología, veterinaria y producción animal para plantear investigaciones en el campo de la gestión y conservación de la fauna silvestre. Este campo se define como la interacción entre especies animales silvestres y domésticas, el hombre y el medio ambiente. Por ello, investigadores en ecología, sanidad animal y producción animal interactúan para estudiar aspectos tales como las interrelaciones entre las especies cinegéticas y otras especies, el papel de las enfermedades y los tóxicos en la conservación y en la dinámica poblacional, el bienestar animal, las zoonosis y enfermedades compartidas entre fauna silvestre y el ganado, la biología del desarrollo y la aplicación de la tecnología reproductiva a la conservación y a la producción de caza, además de otras áreas que puedan afectar a la gestión y conservación de fauna silvestre. En el futuro, el centro espera crecer en estos campos científicos con una visión integrativa y amplia sobre la gestión y conservación de la fauna silvestre.

Sus líneas de investigación comprenden tanto programas a nivel nacional como internacional; e involucran entre otras:

- Agricultura y biodiversidad
- Ecología, parásitos y dinámica de poblaciones
- Epidemiología de enfermedades compartidas y transmitidas por vectores
- Gestión y conservación de especies de caza y sus depredadores
- Ecotoxicología de fauna silvestre

De igual forma el centro colabora al desarrollo académico en medicina de la conservación, mediante el desarrollo de tesis doctorales en los campos temáticos de: sanidad animal, ecotoxicología, ecología de la biodiversidad y conservación , gestión de fauna, caza y conservación, biología reproductiva y ecología, comportamiento y biología de la conservación en ungulados silvestres (IREC, 2010).

#### **2.7.4 SAGIR (Francia)**

Creada en 1986 por la Oficina Nacional de Caza y Vida Silvestre (ONCFS), el programa SAGIR (Réseau National de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage) es una red nacional de vigilancia de la salud de la fauna silvestre, que empezó a operar inicialmente en Francia continental y desde el año 2007, fue implementada en la colonia francesa de Martinica en el Caribe. Se trata de un sistema de alerta que busca monitorear las causas de mortalidad de los animales salvajes, evalúa los riesgos sanitarios de la fauna silvestre (zoonosis) con el fin de generar medidas de control, y contribuye a fortalecer el conocimiento científico sobre la circulación de agentes patógenos, que son compartidos por los animales domésticos o que constituyen un problema de salud pública.

El programa posee un enfoque multi-institucional al igual que el CCWHC en Canadá; logrando involucrar: la Oficina Nacional de Caza y Fauna, la Unidad Sanitaria y Servicios Técnicos de la Vida Silvestre, las Federaciones

Nacionales/Regionales/Departamentales de Cazadores, las Direcciones de Servicios Veterinarios, los Laboratorios de Análisis Departamentales, la Dirección General de Alimentos, la Agencia Francesa de Seguridad Alimentaria y las Escuelas de Medicina Veterinaria, en especial la Escuela Nacional Veterinaria de Lyon, a través del Departamento de Salud Pública Veterinaria.

Al igual que el IREC en España, el programa SAGIR-Francia se basa en el monitoreo pasivo de animales de caza, principalmente liebres (54% de las muestras) y el corzo (14.9%). En donde observadores (cazadores y agentes de la ONCFS) son coordinados por dos contactos técnicos especializados en cada departamento, uno de la Federación Departamental de Cazadores y otro en la ONCFS. Está implicado en la vigilancia de las enfermedades del ganado doméstico, como la brucelosis, la enfermedad de Aujeszky, la fiebre porcina clásica, y la detección de los distintos episodios de mortalidades aviares ocasionados por el botulismo e intoxicación con metales pesados. Los animales salvajes hallados muertos o moribundos son transportados por las personas que tienen un permiso especial del ministerio encargado del medio ambiente a un laboratorio veterinario certificado.

SAGIR-Martinica posee el mismo sistema operativo que su homólogo continental. Sin embargo, se diferencia en dos aspectos fundamentales: 1) Lleva a cabo tanto programas de monitoreo activos como pasivos, y 2) estudia

principalmente la fauna local endémica o migratoria, haciendo énfasis tanto en su estatus sanitario (presencia o ausencia de enfermedades e intoxicaciones), como en su dinámica poblacional a través de diversos programas (SAGIR, 2010).

## **2.8 Realidades actuales y perspectivas futuras para Costa Rica**

Si bien la mayoría de las enfermedades emergentes tienen su origen en animales silvestres, y se encuentran concentradas en países neotropicales en vías en desarrollo; estas ocurren principalmente por causas antropogénicas (Jones et al., 2008). Los países latinoamericanos no son la excepción, presentando una alta incidencia de zoonosis y una abundante diversidad biológica, la cual constituye un factor de riesgo epidemiológico dada la potencialidad de diversos organismos, de desempeñar un papel como reservorios de patógenos de importancia médica y veterinaria.

Costa Rica cuenta con tan sólo poco más de 51.000 km<sup>2</sup> (alrededor del 0,003% de la superficie mundial) y 589.000 km<sup>2</sup> de mar territorial, poseyendo cerca del 4% de toda la biodiversidad del planeta (Chen, 2005). Colocándolo entre los 25 países más diversos del mundo y el primero a nivel Centroamericano; a pesar de que sólo tenemos identificados alrededor del 18% de nuestra flora y fauna; mucha de ella endémica (Tablas I y II).

**Tabla I: Diversidad de especies en países megadiversos y la posición de Costa Rica**

<b>Grupo</b>	<b>Primer lugar</b>	<b>Segundo lugar</b>	<b>Tercer lugar</b>	<b>Cuarto lugar</b>	<b>Quinto lugar</b>	<b>Costa Rica</b>
Plantas	Brasil 55000	Colombia 50000	China 30000	México 27500	México 26000	# 11 (11467 especies descritas)
Anfibios	Colombia 585	Brasil 502	Ecuador 402	Perú 315	México 290	# 13 (189 especies descritas)
Reptiles	Australia 867	México 704	Indonesia 511	Colombia 475	Brasil 468	# 20 (234 especies Descritas)
Mamíferos	Indonesia 515	México 491	Colombia 453	USA 428	Brasil 421	# 32 (237 especies descritas)
Aves	Colombia 1753	Perú 1678	Brasil 1635	Ecuador 1559	Indonesia 1534	# 24 (864 especies descritas)

**Fuente:** Tomado de *INBio, 2010*.

**Tabla II: Diversidad de especies por grupo taxonómico de Costa Rica (periodo 1992-2009)**

<b>Grupo</b>	<b>1992</b>	<b>2002</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Virus</b>	125	ND	ND	ND
<b>Monera</b>	213	ND	ND	ND
<b>Fungi</b>	825	2311	2394	3820
<b>Algae</b>	503	564	ND	ND
<b>Plantae</b>	10.000	10.353	11.451	11.453
<b>Protozoa</b>	670	ND	ND	ND
<b>Nematoda</b>	85	88	ND	182
<b>Mollusca</b>	1.050	1.550	ND	ND
<b>Insecta</b>	65.000	66.265	66.946	68.494
<b>Peces</b>	916	1.080	ND	1.150
<b>Anfibia</b>	150	175	183	189
<b>Reptiles</b>	215	222	226	234
<b>Aves</b>	850	854	857	864
<b>Mamíferos</b>	228	234	237	239

ND: no determinada.

Fuente: Modificado de INBio, 2010.

Sin embargo, a pesar de la gran fama que cuenta en el ámbito de conservación de ecosistemas, es irónico ver la poca cabida que en nuestro país se le da a programas de conservación de especies amenazadas, implementación de investigaciones sobre el impacto del cambio climático en nuestra biodiversidad, estudios de ecología de enfermedades, etc. De hecho, en Costa Rica existe una marcada carencia sobre estudios ecoepidemiológicos de enfermedades provenientes de la fauna silvestre; a pesar de que la OIE estableció en el año 2007, la necesidad de que los países miembros desarrollen un sistema de vigilancia epidemiológica en animales silvestres.

Las plagas y enfermedades juegan un papel importante en la disminución del suministro de alimentos a nivel mundial y la imposición de barreras al comercio internacional entre los pueblos. La imposición de barreras no arancelarias a los países latinoamericanos, obligaría a aquellas naciones más vulnerables a importar sus bienes, generando un gigantesco impacto económico con profundas consecuencias en términos de seguridad alimentaria y nutricional, afectando sobretudo a los sectores sociales marginales. Adicionalmente, como consecuencia directa del cierre al mercado internacional de productos pecuarios, los países de la región presentarían un escaso crecimiento económico y por lo tanto menores opciones para aumentar los ingresos de los productores, reducir la inflación y por ende los fluctuantes precios de los alimentos a los consumidores, favorecer un crecimiento de la productividad agrícola al tiempo que traten de reducir la dependencia en las importaciones, garantizar la seguridad alimentaria de su población, disminuir el desempleo, expandir la producción y el comercio de alimentos (Otte et al., 2004). Según datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas (CEPAL) citado por Ortega (2008), los pobres enfrentan una inflación entre 3 y 4 puntos más que la tasa general

de inflación, y se estiman más de 26 millones de personas que pueden caer en la pobreza en la región, de modo que la pobreza extrema afectaría a más del 17% de la población de América Latina y el Caribe; en donde la pobreza no sólo aumentaría sino que se agravaría significativamente. En Costa Rica, un 16.7% de los hogares son pobres, un 3.3% está en extrema pobreza, el 4% de la población está desnutrida y los hogares más pobres de Costa Rica, gastan más del 40% de sus salarios en alimentos (MEC, 2006).

La Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE), de la cual Costa Rica es miembro; reconoce la necesidad de ampliar la visión tradicional del médico veterinario. La OIE asegura que la elaboración de normas sanitarias nacionales para la sanidad animal, incluyendo las zoonosis, debe de ser paralela a la mejora de los servicios veterinarios oficiales en términos de aumentar la capacidad de detección epidemiológica temprana, diagnóstico y lucha de las enfermedades animales (Woodford, 2004). Cabe entonces preguntarse, si Costa Rica no se involucra de lleno en este tema, ¿Podrá seguir gozando internacionalmente de la fama de país libre de enfermedades que se encuentran en la lista de reporte obligatorio de la OIE, sin contar con bases ecoepidemiológicas certeras sobre su epizootiología y su presencia/ausencia en nuestro país?, ¿Como podrá hacer frente ante el surgimiento de enfermedades emergentes que impactan e involucran directamente la salud humana y que podrían generar anualmente un fuerte impacto en el sector pecuario nacional?.

La Medicina de la Conservación puede llegar a ser el motor necesario para la integración de diversos sectores científicos que promueva la investigación holística y multidisciplinaria; convirtiéndose en una herramienta indispensable de los servicios

nacionales de salud pública o animal para el control y prevención temprana de las zoonosis. Sin duda alguna, es crucial e indispensable propiciar el desarrollo de esta disciplina para poder abordar y comprender mejor los complejos tópicos ambientales, sociales, médicos, ecológicos, económicos y políticos a los que actualmente nos enfrentamos y que se encuentran intrínsecamente interconectados, generando interconexiones académicas y profesionales entre la medicina humana y veterinaria a nivel regional (Aguirre, 2009).

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas para elaborar la propuesta al sector estatal, sobre el desarrollo de un programa nacional de monitoreo continuo de zoonosis virales en fauna silvestre en Costa Rica, fueron de carácter documental.

Inicialmente el estudio abarcó la lectura y análisis de de diversas revistas científicas en materia de zoonosis, ecología de enfermedades, seguridad alimentaria, políticas sanitarias, enfermedades animales transfronterizas y comercio internacional de productos pecuarios.

Adicionalmente, se tomó en cuenta la iniciativa conjunta “Un Mundo, Una Salud” de la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para ser evaluado. De igual forma se analizó el marco estratégico conjunto para reducir los riesgos de enfermedades infecciosas en la interfase ecosistemas-animales domésticos-ser humano del Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Banco Mundial (BM), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y Organización Mundial de la Salud (OMS).

Finalmente, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Sociedad para la Conservación de la Fauna Silvestre (WCS), ofrecen una serie de reportes técnicos, evaluando el impacto que la interfase animales domésticos-fauna silvestre-seres humanos tienen para el sector pecuario y la salud pública en diversas naciones en desarrollo, principalmente en África. Estos reportes son evaluados, ubicándolos en el contexto

Latinoamericano, que se refuerza con el análisis de reportes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); las cuales actúan como ejemplos teóricos para la propuesta aquí expuesta.

### **3.2 Técnicas de investigación**

Se elaboró un plan de acción multi-institucional, el cual abarca tanto sectores gubernamentales, como educativos y pecuarios dentro de diversas instancias tanto nacionales como internacionales. Los cuales integran los diversos componentes de esta propuesta. El esquema de la propuesta se basa tanto en el plan operativo de la OIE, como en centros similares a nivel internacional enfocados a la gestión de la fauna silvestre y el estudio ecoepidemiológico de las zoonosis y enfermedades emergentes en la interfase fauna silvestre-animales domésticos-ser humano.

Se creó un listado de contactos nacionales e internacionales, académicos y gubernamentales; que puedan ser utilizados para el desarrollo del programa La búsqueda de los diferentes contactos para crear la lista antes mencionada, se realizó y basó en la búsqueda en Internet de institutos, universidades y centros gubernamentales de aquellos países y organizaciones alrededor del mundo que desarrollan trabajos en el campo de la medicina de la conservación.

Para facilitar el uso del Sistema Mundial de Información Zoosanitaria (WAHIS) de la OIE por parte del Sistema Nacional de Salud Animal (SENASA), se elaboró una lista de enfermedades animales de reporte obligatorio y sus respectivos reservorios silvestres, las cuales poseen un efecto directo sobre la sanidad animal y el comercio internacional de

insumos pecuarios; y en las cuales el SENASA debería enfocar sus investigaciones a futuro. De esta manera, mediante futuros muestreos ecoepidemiológicos se podrá conocer la presencia o ausencia de un determinado agente etiológico en poblaciones *in-situ*, facilitando la categorización de nuestro país como territorio libre de una determinada enfermedad ante la OIE. Esta lista, se realizó basándose en la lista de enfermedades notificables de forma obligatoria ante la OIE, la información científica disponible en Internet, y la base taxonómica de especies (Atta) del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Lo anterior es de suma importancia para nuestro país, debido a hasta el momento el sistema WAHIS ha sido únicamente utilizado en animales domésticos.

### **3.3 Método de investigación**

Se utilizó una metodología de trabajo que combina el método hipotético-deductivo con el método inductivo-deductivo; siendo reforzado a través de revisión bibliográfica e investigación de fuentes primarias y secundarias.

## **4. DESARROLLO**

### **4.1 Contexto**

La información sobre las enfermedades zoonóticas y transfronterizas de los animales productivos es bien conocida y fácilmente diagnosticada en nuestro país. Sin embargo, se conoce realmente poco de aquellas zoonosis y enfermedades animales transfronterizas que se encuentran en la fauna silvestre *in situ*. Costa Rica como país miembro de la OIE, tiene la obligación de mostrar transparencia del estatus sanitario que posee con respecto a una enfermedad animal. Lo anterior se logra a través de la indexación concerniente a brotes epidémicos de una determinada enfermedad de reporte obligatorio, en el Sistema Mundial de Información Sanitaria de dicha organización (WAHIS, *World Animal Health Information System*). Desde el año 2007, la OIE modificó el sistema WAHIS para la inclusión de reportes de enfermedades provenientes de la fauna silvestre *in situ*. La presente propuesta presente busca desarrollar estudios ecoepidemiológicos en la fauna silvestre, que generen datos de importancia para ser incorporados al sistema WAHIS y que al mismo tiempo, faciliten el desarrollo de nuevos campos académicos en nuestro país.

### **4.2 Bases legales del programa**

El amparo legal de la presente propuesta se basa principalmente en el Programa Nacional de Fauna Silvestre del SENASA y dos leyes nacionales: en primer lugar, la Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal (Ley N° 8495). Y en segundo plano, la Ley de Conservación de Vida Silvestre (Ley N° 7317).

### **4.3 Objetivos de la propuesta**

La propuesta busca facilitar al Servicio Nacional de Salud Animal, las herramientas necesarias para generación de una política que logre el desarrollo de la Medicina de la

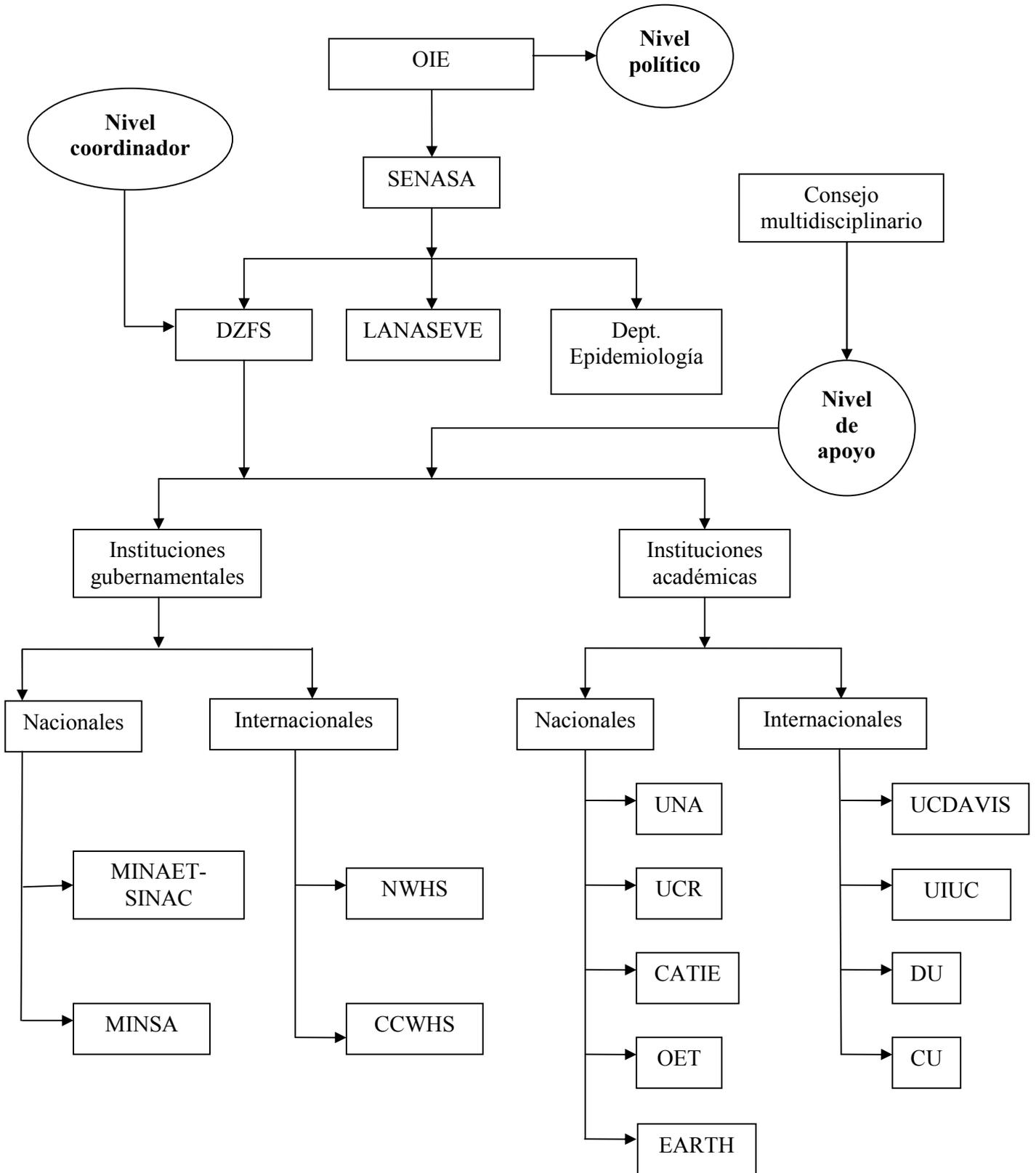
Conservación en nuestro país, a la vez que permita la integración de diversas instituciones académicas y gubernamentales a nivel nacional e internacional. Lo anterior se pretende a través de tres mecanismos básicos. A saber:

A-Elaborar una lista de enfermedades de reporte obligatorio de importancia para Costa Rica, según las especificaciones de la OIE; y sus respectivos reservorios silvestres presentes en nuestro territorio.

B-Generar una lista de contactos profesionales y académicos que faciliten la colaboración internacional, tanto gubernamental como académica, en temas relacionados con la salud pública veterinaria y la medicina de la conservación.

C-Diseñar un programa de monitoreo continuo de zoonosis de origen silvestre (Ortomixovirus y Paramixovirus), de acuerdo a los lineamientos del Grupo de Estudio de Enfermedades en Fauna Silvestre de la OIE, y su plan operativo (2011-2015).

4.4 Diagrama institucional de la propuesta



#### 4.5 Estructura organizacional del programa

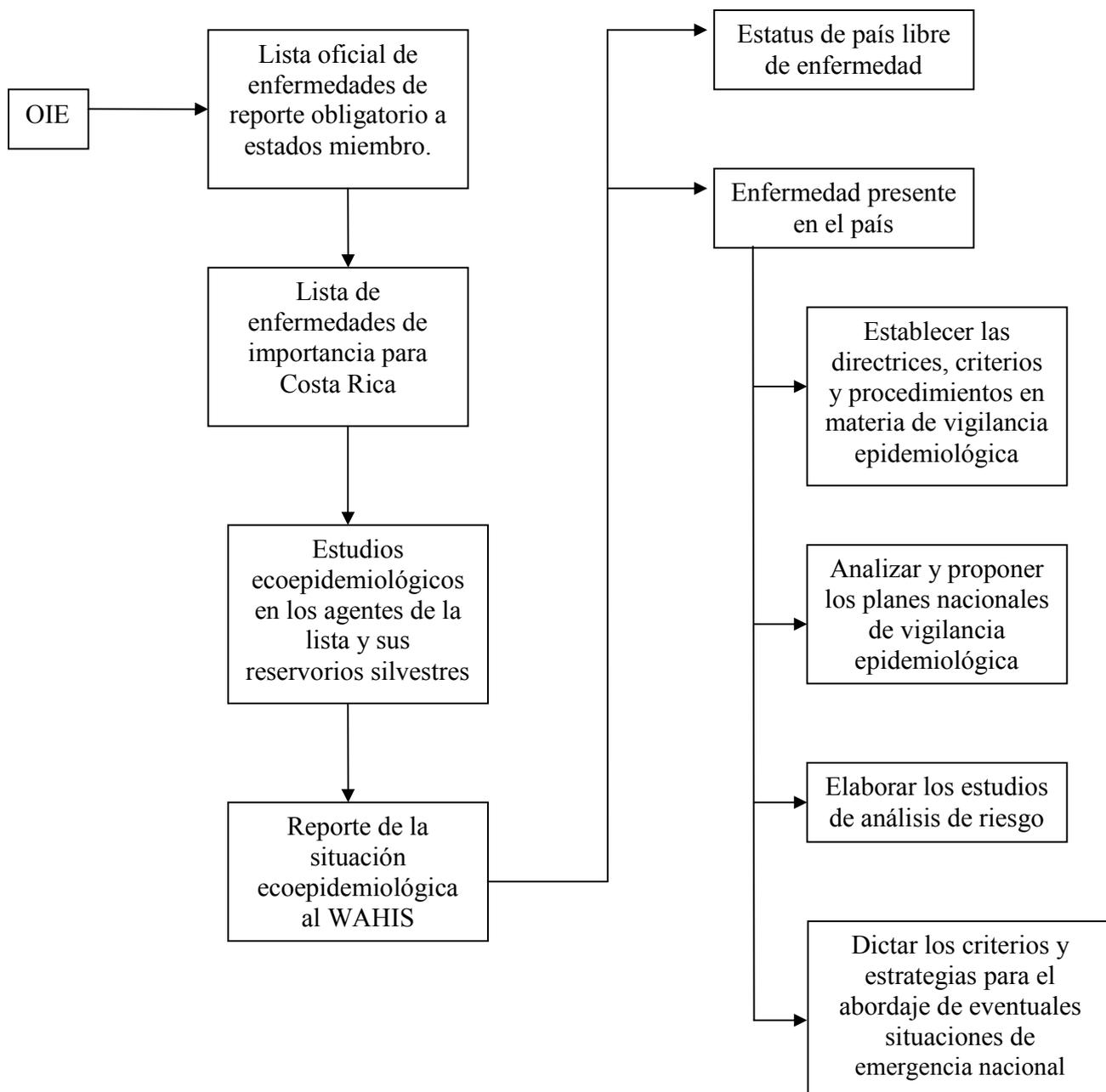
Organización	Descripción de funciones
<p data-bbox="296 1379 331 1962"><u>Instituciones nacionales gubernamentales</u></p> <p data-bbox="655 1671 687 1895">DZFS-SENASA</p>	<p data-bbox="405 226 512 1579">Encargado de la fiscalización y gerencia del programa a nivel nacional. Su función también incluye el establecimiento de los contactos nacionales e internacionales, a fin de lograr crear un equipo multidisciplinario para lograr con éxito la gestión del programa.</p> <p data-bbox="552 226 659 1579">Organismo que notificará al MINSA sobre la existencia de organismo zoonóticos y que deberá tomar las medidas epidemiológicas preventivas para disminuir la población animal productiva a riesgo de contraerlas.</p> <p data-bbox="699 226 805 1579">Ente encargado de informar al MINAET-SINAC sobre en cuales áreas protegidas y cuales especies animales bajo su jurisprudencia, de realizarán los diversos muestreos ecoepidemiológicos. A fin de que este conceda los permisos de muestreo respectivos.</p> <p data-bbox="845 226 952 1579">Sus funciones también incluyen realizar en conjunto con personal del MINAET los muestreos en los puntos geográficos previamente establecidos; y reportar los resultados de los muestreos ante el sistema WAHIS.</p>
<p data-bbox="1107 1731 1139 1834">MINSA</p>	<p data-bbox="1021 226 1128 1579">Organismo que recibirá las notificaciones sobre la existencia de organismo zoonóticos y que deberá tomar las medidas epidemiológicas preventivas para disminuir la población humana a riesgo de contraerlas.</p> <p data-bbox="1168 226 1235 1579">Sus funciones también incluyen realizar en conjunto con personal del MAG-SENASA los muestreos en los puntos geográficos previamente establecidos</p>

Organización	Descripción de funciones
MINAET- SINAC	Ente que debe de ser informado sobre en cuales áreas protegidas y cuales especies animales bajo su jurisprudencia, de realizarán los diversos muestreos ecoepidemiológicos. A fin de que conceda los permisos de muestreo respectivos.
MAG-LANASEVE	Conjunto de laboratorios científicos encargados de procesar, analizar y reportar los resultados de los muestreos, de acuerdo al código de los animales terrestres de la OIE en su capítulo 1.3. Capacitación al personal del MINAET sobre la sobre la forma en como deben de ser tomadas y manipuladas las muestras biológicas y los distintos especímenes muestreados.
<u>Instituciones internacionales gubernamentales</u>	
NWHS	Institución encargada de asesorar al SENASA sobre aspectos legales, gubernamentales y de logística para desarrollar la propuesta en nuestro país. Además brindará un aporte económico para el desarrollo del mismo. Capacitar a las personas involucradas en el trabajo de campo, sobre la ecología, epidemiología, implicaciones en el comercio internacional, impacto en la salud pública, sanidad animal, comercio internacional, y seguridad alimentaria de los virus que se pretenden encontrar.
CCWHS	Institución encargada de asesorar al SENASA sobre aspectos legales, gubernamentales y de logística para desarrollar la propuesta en nuestro país. Además brindará un aporte económico para el desarrollo del mismo. Capacitar a las personas involucradas en el trabajo de campo, sobre la ecología, epidemiología, implicaciones en el comercio internacional, impacto en la salud pública, sanidad animal, comercio internacional, y consecuencias para la seguridad alimentaria nacional, de los virus que se pretenden encontrar.

Organización	Descripción de funciones
<u>Instituciones nacionales académicas</u>	
UNA	<p>Ayudar al personal del MAG y el MINAET, con los muestreos y análisis de las muestras obtenidas.</p> <p>Establecer en conjunto con las diversas universidades internacionales y nacionales, el desarrollo de un programa de postgrado en el área de la medicina de la conservación.</p>
UCR	<p>Ayudar al personal del MAG y el MINAET, con los muestreos y análisis de las muestras obtenidas.</p> <p>Establecer en conjunto con las diversas universidades internacionales y la UNA, el desarrollo de un programa de postgrado en el área de la medicina de la conservación.</p>
CATIE	<p>Establecer en conjunto con las diversas universidades internacionales y la UNA, el desarrollo de un programa de postgrado en el área de la medicina de la conservación.</p>
OET	<p>Ayudar al personal del MAG y el MINAET, con los muestreos y análisis de las muestras obtenidas.</p> <p>Facilitar las reservas biológicas bajo su tutela (Palo Verde y La Tirimbina), para la realización de los muestreos ecoepidemiológicos.</p> <p>Establecer en conjunto con las diversas universidades internacionales y la UNA, el desarrollo de un programa de postgrado en el área de la medicina de la conservación.</p>

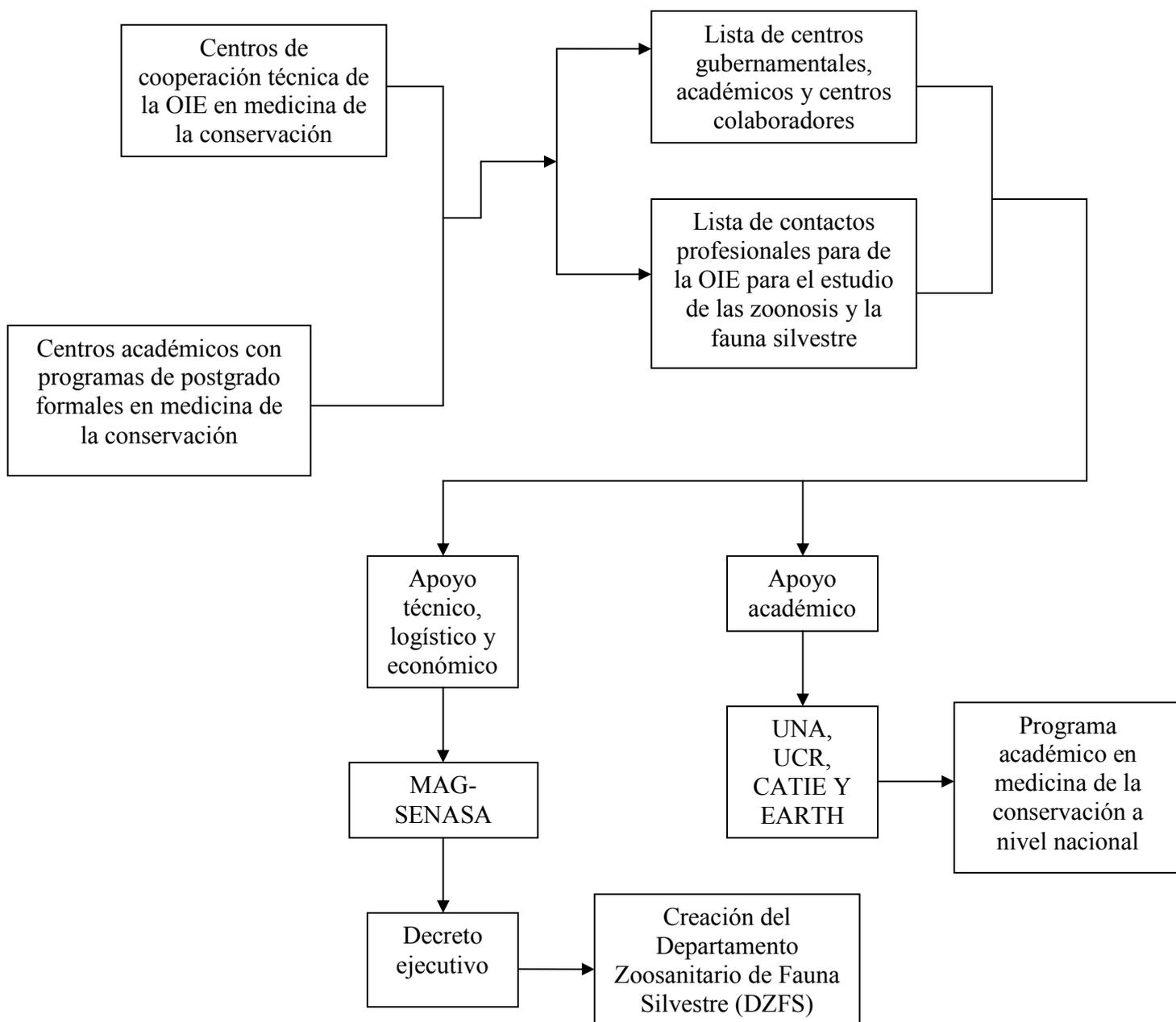
<b>Organización</b>	<b>Descripción de funciones</b>
EARTH	Establecer en conjunto con las diversas universidades internacionales y la UNA, el desarrollo de un programa de postgrado en el área de la medicina de la conservación.
<u><i>Instituciones internacionales académicas</i></u>	
<b>Organización</b>	<b>Descripción de funciones</b>
UIUC	Colaborar con las universidades nacionales citadas, en aspectos académicos y de logística, para facilitar el desarrollo de programas académicos formales en el área de la medicina de la conservación.
UCDAVIS	Colaborar con las universidades nacionales citadas, en aspectos académicos y de logística, para facilitar el desarrollo de programas académicos formales en el área de la medicina de la conservación.
DU	Colaborar con las universidades nacionales citadas, en aspectos académicos y de logística, para facilitar el desarrollo de programas académicos formales en el área de la medicina de la conservación.
CU	Colaborar con las universidades nacionales citadas, en aspectos académicos y de logística, para facilitar el desarrollo de programas académicos formales en el área de la medicina de la conservación.

#### 4.6 Diagrama de desarrollo de la propuesta y sus objetivos

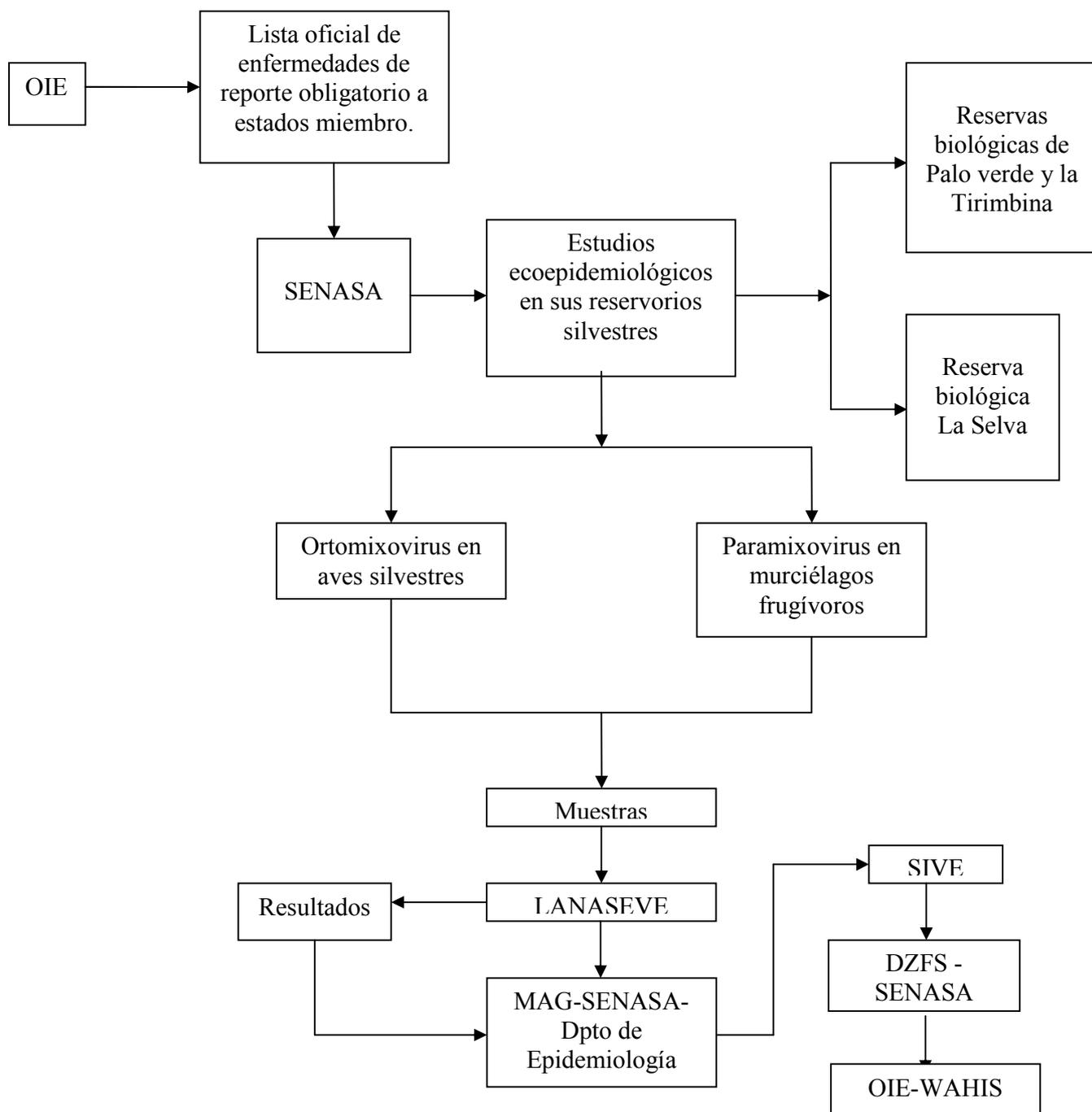


##### **OBJETIVO #1**

*Elaborar una lista de enfermedades de reporte obligatorio de importancia para Costa Rica.*

**OBJETIVO #2**

*Generar una lista de contactos profesionales y académicos que faciliten la colaboración internacional*

**OBJETIVO #3**

*Proponer un programa de monitoreo continuo de zoonosis de origen silvestre (Ortomixovirus y Paramixovirus).*

#### **4.7 Integración de los distintos objetivos y actores involucrados:**

La propuesta busca el desarrollo de un programa de vigilancia epidemiológica activa (Beldomenico, 2006) de zoonosis silvestres. El SENASA mediante un decreto ejecutivo, creará el Departamento Zoosanitario de Fauna Silvestre (DZFS). El DSF-SENASA iniciará sus funciones con un programa de monitoreo continuo de zoonosis de origen silvestre (Ortomixovirus y Paramixovirus), de acuerdo a los lineamientos del Grupo de Estudio de Enfermedades en Fauna Silvestre de la OIE, y su plan operativo (2011-2015), para lo cual deberá realizar un cronograma de muestreo, en el cual se detallen las localidades de estudio, especies a muestrear y las fechas de las giras a campo. Este programa servirá como un plan piloto que deberá ser evaluado al cabo de 2 años, para lograr así auditar la funcionalidad y versatilidad del mismo. Posterior a los dos años de cumplimiento del programa, el DSF-SENASA podrá diversificarse, iniciando la realización de programas similares en otras enfermedades y zoonosis en distintas especies silvestres de carácter restrictivo ante el comercio internacional y de reporta obligatorio ante la OIE; teniendo como base el programa original propuesto. Con esto además se logrará ampliar el marco de referencia de agentes etiológicos que pueden estar presentes en nuestro país pero que no han sido hasta el momento diagnosticados; o bien, que se diagnostican con extrema baja frecuencia. Para facilitar al SENASA el desarrollo de este primer objetivo de la propuesta, se generó una lista de enfermedades de importancia (según OIE) para Costa Rica (Anexo 8.4). Las enfermedades seleccionadas, corresponden a las enfermedades animales importantes según la lista de reporte obligatorio de la OIE. Las especies silvestres citadas en este trabajo, corresponden a reservorios y

vectores descritos en la literatura científica con respecto a la enfermedad vinculada, y que están presentes en nuestro país. Su distribución e historia natural puede ser accesada desde la Base de Especies (Atta) del Instituto Nacional de biodiversidad (INBio).

Instituciones académicas como por ejemplo: UNA, UCR, CATIE, OET, y EARTH, serán de suma importancia para el desarrollo logístico del programa (específicamente del segundo objetivo), pues a través de ellas se podrá lograr el desarrollo de la parte académica del programa, logrando generar programas de postgrado en el área de medicina de la conservación, que corresponde al segundo objetivo de la propuesta. En este sentido nuestro país no tiene experiencia previa. Sin embargo las universidades extranjeras citadas, poseen programas formales de este tipo a nivel de maestría, doctorado, internados y residencias. Además muchas de ellas poseen programas de extensión en América Latina. Para este fin, el anexo 8.3 proporciona una lista de contactos profesionales para facilitar el desarrollo académico de la medicina de la conservación en Costa Rica, que se sugieren tomen en cuenta para tal efecto.

La propuesta busca sentar las bases de un programa de vigilancia continua de las zoonosis de origen silvestre. Centros similares a nivel internacional, cuya estructura y objetivos han logrado ser probados en la práctica y hoy en día cuentan con un amplio reconocimiento a nivel internacional como el NWHS de los Estados Unidos y el CCWHS de Canadá, quien anteriormente ha colaborado con pequeños proyectos en nuestro país y es además uno de los centros

colaboradores de la OIE en cuanto vigilancia y seguimiento, epidemiología y gestión de las enfermedades de la fauna salvaje, serán útiles en asesorar al SENASA sobre aspectos legales, gubernamentales y de logística (personal para capacitaciones y cursos impartidos, materiales de muestreo, ayuda con la generación de bases de datos y mapas de distribución ecoepidemiológica), para desarrollar la propuesta en nuestro país. Además de brindar un aporte económico para el desarrollo del mismo y capacitar a las personas involucradas en el trabajo de campo, sobre la ecología, epidemiología, implicaciones en el comercio internacional, impacto en la salud pública, sanidad animal, comercio internacional, y seguridad alimentaria de los virus que se pretenden encontrar. La coordinación del apoyo brindado será función de un consejo multidisciplinario que deberá contar con personal de las diversas organizaciones participantes. El SENASA podrá también buscar la ayuda de otros centros adicionales colaboradores de la OIE en el tema si así lo considera, cuyos contactos también se encuentran en el anexo 8.3 y sus respectivas áreas de especialización el anexo 8.2.

Las diversas universidades participantes podrán solicitar ayuda a sus homólogos extranjeros, para el desarrollo de un programa académico de postgrado en el área de la medicina de la conservación a nivel nacional. Cuya finalidad primordial será el desarrollo de proyectos finales de graduación para estudiantes de postgrado (maestrías y doctorados académico-profesionales) tanto de universidades públicas como privadas. Más específicamente en las disciplinas de veterinaria, epidemiología, enfermedades tropicales, salud pública, biología, zootecnia y microbiología. Así como también proyectos para optar al grado de

licenciatura, en las distintas áreas temáticas anteriormente citadas. De esta manera, no sólo se generarán estrechos lazos académicos. Sino que también, a través de los distintos proyectos finales de graduación; se ayudará directamente al DZFS-SENASA en el desarrollo de este programa.

En cuanto al tercer y último objetivo, las localidades escogidas para realizar los muestreos; se recomienda en (en el caso de la Influenza Aviar) que los estudios de vigilancia epidemiológica se lleven en los humedales de Palo Verde, Isla del Coco, Caño Negro y Tortuguero que es en donde se concentra la mayor cantidad y densidad de aves acuáticas y migratorias en el país. En cuanto a los murciélagos se refiere, se aconseja que el estudio se enfoque en las reservas biológicas de La Selva y La Tirimbina, ubicadas en el cantón de Sarapiquí en la provincia de Heredia; las cuales se encuentran a la cabeza en estudios ecológicos sobre quirópteros neotropicales y que son manejadas a través de la Organización de Estudios Tropicales (OET) en conjunto con la Universidad de Duke, ubicada en Durham, North Carolina, Estados Unidos y la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, respectivamente. Adicionalmente, para las demás especies de reservorios identificadas en este documento, se sugiere basarse en los mapas de distribución de especies en distintas zonas naturales protegidas del país, elaborados por el INBio y que se encuentran en su base web de especies, Atta. Como se recomendó anteriormente en el texto, posterior a los dos años de cumplimiento del programa, el DSF-SENASA podrá diversificarse, con el fin de estudiar otras zoonosis silvestres de carácter restrictivo ante el comercio

internacional y de reporte obligatorio ante la OIE; teniendo como base de su esquema operativo, el programa original propuesto.

De igual forma, para lograr cumplir con éxitos los objetivos 1 y 3 de esta propuesta, es necesario contar tanto con el apoyo de diversos ministerios como el MINAET y el MINSA, además de diversas universidades y centros de investigación nacionales. Así por ejemplo, las muestras obtenidas serán trasladadas al Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE) y en caso de que se amerite, a los diferentes laboratorios de las universidades participantes para el análisis y procesamiento de las mismas. Se recomienda que las pruebas diagnósticas utilizadas sean las pruebas prescritas o de sustitución, que estén avaladas por el código de los animales terrestres de la OIE en su capítulo 1.3. Finalmente, la comunicación de los resultados positivos será hecha al Departamento de Epidemiología-SENASA, quien a través del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SIVE); deberá generar un informe semestral al DZFS-SENASA para que a su vez, este departamento indexe los datos recabados en el Sistema Mundial de Información Sanitaria (WAHIS) de la OIE, con el fin de generar y actualizar mapas epidemiológicos de los agentes etiológicos y sus reservorios silvestres en nuestro territorio.

#### 4.8 Cronograma tentativo de realización del programa:

Actividad	2011	2012
1) Elaboración del marco legal para la creación del DSZF.		
2) Gestionar la dotación de recursos técnicos y logísticos para lograr el desarrollo del programa.		
3) Preparación y preparación del financiamiento, a los entes nacionales e internacionales respectivos.		
4) Capacitar al 100% de las personas involucradas con el programa.		
5) Generar el marco de cooperación para el desarrollo académico de un programa formal de postgrado en medicina de la conservación.		
6) Crear una unidad especializada que conforme el DZFS.		
7) Elaboración de protocolos de muestreo.		
8) Solicitud de permisos al SINAC-MINAET.		
9) Solicitud de colaboración a nivel nacional e internacional de todas las partes interesadas.		
10) Creación del consejo multidisciplinario asesor.		
11) Muestreos de Ortomixovirus en el Parque Nacional Palo Verde, Provincia de Guanacaste.		
12) Muestreos de Paramixovirus en las Reservas Biológicas La Selva y La Tirimbina, Provincia de Heredia.		
13) Análisis de las muestras recolectadas en el LANASEVE y sus laboratorios colaboradores.		
14) Generación de los primeros informes a la OIE a través del Sistema WAHIS.		

## 5. CONCLUSIONES

Es un hecho irrefutable nuestro país no puede ni debe quedarse rezagado en la lucha contra las enfermedades animales; al tiempo que debe de velar por la apertura de sus destinos exportables y asegurar el sustento continuo de su población, en especial los sectores sociales más vulnerables. Por lo tanto es crucial el desarrollar e implementar programas sanitarios gubernamentales y académicos enfocados al resurgimiento de la salud pública veterinaria con dos ejes sinérgicos de igual importancia. En primer lugar, la inocuidad alimentaria y en segundo plano, el manejo, gestión y control de las zoonosis en la interfase animales domésticos-fauna silvestre-ser humano. Sin duda alguna, es necesario el crear el marco académico, profesional, legal y económico para lograr alcanzar con éxito los objetivos propuestos y colocar a Costa Rica delante de otros países de la región latinoamericana.

Como se comento anteriormente en el texto, los programas de vigilancia epidemiológica, tanto activos como pasivos de las distintas zoonosis silvestres, ofrecen una serie de ventajas significativas a aquellos países que los implementan, logrando: 1) mejores bases científicas para entender la epizootiología de ciertas enfermedades animales y zoonosis; que puede tener un profundo impacto económico y sanitario en la salud pública y la sanidad animal, 2) detectar la presencia de agentes patógenos claves, especialmente aquellos

citados en la lista de reporte obligatorio de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), los cuales pueden comprometer seriamente el estatus sanitario de *“Libre de enfermedad”* que el país posea, 3) servir como estrategias de integración, apoyo y fortalecimiento tanto de la infraestructura nacional de salud animal, como de sus respectivos programas epidemiológicos preventivos, 4) permitir la detección precoz y temprana de enfermedades emergentes y agentes exóticos con posibles consecuencias económicas en el sector pecuario y el comercio internacional de un país, 5) lograr la detección, prevención y control de agentes etiológicos que pueden llegar a comprometer seriamente la salud pública de un país, causando altas mortalidades/morbilidades, tanto en animales domésticos como en seres humanos, y 6) la fauna salvaje suele servir de centinela de diversos organismos patógenos, permitiendo así una gestión y control eficaces de las enfermedades en los animales domésticos.

Con el fin de lograr alcanzar los distintos estándares internacionales, basados en el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, y el Código Sanitario de los Animales Terrestres; nuestro país debe de expandir y poner en práctica programas de monitoreo de enfermedades en su fauna silvestre. En especial en aquellos reservorios de enfermedades transfronterizas, categorizadas en la lista de reporte obligatorio de la OIE. De lo contrario, nuestro país podría ver seriamente limitado y no podría salvaguardar su acceso a los distintos mercados y bloques comerciales internacionales. Al tiempo que vería seriamente afectada su

transparencia, participación y legitimidad en término de insumos pecuarios ante la OMC.

Los programas de vigilancia activa sobre zoonosis silvestres, deben de ser una realidad concreta. No sólo en el marco institucional y operativo de los servicios nacionales de sanidad animal. Sino también desde el punto de vista académico, generando programas encaminados a cumplir con esta creciente necesidad y el de otras sub-disciplinas emergentes como la medicina de la conservación. En este sentido, es necesaria una coalición entre las distintas entidades gubernamentales y académicas nacionales, con organizaciones extranjeras que promueven y que además, poseen vasta experiencias en proyectos similares tanto dentro como fuera de sus fronteras.

El reforzamiento, capacitación y mejora de los servicios nacionales de sanidad animal y salud pública, también debe de ser realizado a corto plazo. Lo anterior basándose en la propuesta One Health Approach de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Existen bases científicas sólidas que pronostican el surgimiento y propagación de nuevos patógenos (sobretudo de carácter viral) a posibles escalas pandémicas en los próximos dos decenios, los cuales en gran medida se deberán a aspectos climáticos relacionados con el calentamiento global. En este sentido, el país

también debe de reforzar su política de adaptación y vulnerabilidad al cambio climático, establecida en su estrategia nacional contra el cambio climático.

## 6. RECOMENDACIONES

- Implementar un programa continuo de monitoreo activo de zoonosis en fauna silvestre, a través de la creación de un Departamento Zoosanitario de Fauna Silvestre en el SENASA, que investigue la ecoepidemiología de las enfermedades y sus respectivos reservorios, citados en este documento.
- Proporcionar mediante un decreto ejecutivo, las bases financieras y normativas que permitan el desarrollo de este tipo de programas.
- Crear un programa académico formal en el área de medicina de la conservación, que sirva al desarrollo de esta disciplina a nivel nacional y a futuro, como marco de referencia a nivel regional.
- Mejorar las capacidades técnicas del LANASEVE y los laboratorios de la Escuela de Medicina Veterinaria, para lograr a mediano plazo, que ambas instituciones se conviertan en centros colaboradores de la OIE. Lo anterior, implementando nuevas técnicas diagnósticas, descritas en el capítulo 1.3 del Código de los Animales Terrestres de la OIE.
- Fomentar la iniciativa *“Un Mundo, Una Salud”* en las diversas universidades, a fin de crear conciencia entre los diversos profesionales de

las ciencias médicas, la importancia de generar mayores sinergias con la salud pública veterinaria y otros entes académicos, tanto dentro, como fuera de nuestras fronteras.

- Generar programas de monitoreo pasivo y de especies centinelas, a fin de evaluar la salud ecológica de nuestros ecosistemas; y de esta forma elaborar estrategias preventivas de adaptación y vulnerabilidad del cambio climático. Esto a fin de lograr enfrentar el surgimiento de nuevas enfermedades víricas; así como, la expansión geográfica de diversos vectores, esperada en las próximas décadas.

## 7. REFERENCIAS

Acosta-González. R, I. González-Reyes & G. Flores-Gutiérrez. 2006. Prevalence of *Brucella abortus* antibodies in equines of a tropical region of Mexico. Canadian Journal of Veterinary Research. 70:302–304.

Aguirre. A. 2009. Essential veterinary education in zoological and wildlife medicine: a global perspective. Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics. 28: 605-610.

Aguirre. A & A. Gómez. 2009. Essential veterinary education in conservation medicine and ecosystem health: a global perspective. Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics. 28: 597-603.

Almeida. J. 2006. Gripe aviar: los impactos comerciales de las barreras sanitarias y los desafíos para América Latina y el Caribe. CEPAL. División de Comercio Internacional e Integración de Comercio Internacional. Serie Comercial. 60 paginas.

Arboleda. J, G. Restrepo, M. Wolff; J.Uribe; H. Bedoya, V. Quiroz, S. Pérez, L. Morales, I. Piedrahita, F. Zuluaga & J. Ossa. 2001. Ecoepidemiología de la

Estomatitis Vesicular en un municipio cafetero de Antioquia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 14: 20-27.

Arrivillaga. J & V. Caraballo. 2009. Medicina de la Conservación. Revista. Biomedica. 20: 55-67.

Artois M. 2003. Wildlife Infectious Disease Control In Europe. Journal of Mountain. Ecology. 7: 89-97.

Arzt. J, W. White, B. Thomsen & C. Brown. 2010. Agricultural Diseases on the Move Early in the Third Millennium. Veterinary Pathology. 47: 15-27.

Beldomenico. M. 2006. Medicina y animales silvestres: El desafío de las ciencias veterinarias en el siglo XXI. Revista FAVE-Ciencias Veterinarias. 5: 7-20.

Beldomenico. P. & M. Uhart. 2008. Ecoepidemiología de los Virus de Influenza Aviar. Revista FAVE-Ciencias Veterinarias. 7: 25-40.

Bengis. R, R. Kock & J. Fischer. 2002. Infectious animal disease: the wildlife/livestock interfase. Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics. 21: 53-65.

Bengis. R, F. Leighton, J. Fischer, M. Artois, T. Mörrner & C. Tate. 2004. The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 23: 497-511.

Ben-Jebara. K. 2004. Surveillance, detection and response: managing emerging diseases at national and international levels. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 23: 709-715.

Bernardi. F, S. Nadin-Davis, A. Wandeler, J. Armstrong, A. Gomes, F. Lima, F. Nogueira & F. Ito. 2005. Antigenic and genetic characterization of rabies viruses isolated from domestic and wild animals of Brazil identifies the hoary fox as a rabies reservoir. *Journal of General Virology*. 86:3153-3162.

Brown. C. 2004. Emerging zoonoses and pathogens of public health significance—an overview. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 23: 435-442.

Brown C. 2010. Emerging Diseases: The Global Express. *Veterinary Pathology*. 47: 9-14.

Brückner. G, C. Brusckhe, S. Edwards & B. Vallat. 2007. The OIE Network of Referente Laboratories. *Journal of Wildlife Diseases*. 43: 60–63.

Cabello. C & F. Cabello. 2008. Zoonosis con reservorios silvestres: Amenazas a la salud pública y a la economía. *Revista Médica de Chile*. 136: 385-393.

Cafferata. J & H. Benavides. 2008. Evolución de los precios de productos agrícolas: Posible impacto en la agricultura de América Latina y el Caribe. *COMUN//CA*. 4: 1-21.

Camacho-Escobar. M, A. Pérez-Lara, E. Arroyo-Ledezma, J. Sánchez-Bernal, E. Jiménez-Galicia & M. Marcela. 2009. Guajolotes de traspatio como reservorios de enfermedades de aves domésticas y silvestres en tres ecosistemas de la costa mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10: 109-115.

(CCWHC). Canadian Cooperative Wildlife Health Center, Canada. 2010. Consultado 03 marzo. 2010. Disponible en: <http://www.ccwhc.ca/index.php>.

Cantu. A, J. Ortega, Z. García-Vázquez, J. Mosqueda, E. Henke & E. George. 2009. Epizootiology of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* in free ranging White-tailed Deer in Northeastern Mexico. *Journal of Parasitology*. 95: 536–542.

Cardiff. R, J. Ward & S. Barthold. 2008. 'One medicine—one pathology': are veterinary and human pathology prepared?. *Laboratory Investigation*. 88: 18–26.

Chadha. M, J. Comer, L. Lowe, P. Rota, P. Rollin, W. Bellini, T. Ksiazek, & A. Mishra. 2006. Nipah Virus-associated Encephalitis Outbreak, Siliguri, India. *Emerging Infectious Diseases*. 12:235-240.

Chen. S. 2005. Turismo y ambiente: Un potencial para el desarrollo económico de Costa Rica. *Revista Reflexiones*. 84: 25-37.

Chomel. B, A. Belotto & F. Meslin. 2007. Wildlife, Exotic Pets, and Emerging Zoonoses. *Emerging Infectious Diseases*. 13: 6-11.

Constantine. D. 2003. Geographic Translocation of Bats: Known and Potential Problems. *Emerging Infectious Diseases*. 9: 17-21.

Corn. J, R. Lee, G. Erickson & C. Murphy. 1987. Serologic Survey for Evidence of Exposure to Vesicular Stomatitis Virus, Pseudorabies Virus, Brucellosis and Leptospirosis in Collared Peccaries from Arizona. *Journal of Wildlife Diseases*. 23: 551-557.

Cutler. S, A. Fooks & W. Van der Poel. 2010. Public Health Threat of New, Reemerging, and Neglected Zoonoses in the Industrialized World. *Emerging Infectious Diseases*. 16: 1-7.

Daszak. P, A. Cunningham & A. Hyatt. 2001. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica*. 78:103–116.

Daszack. P, J. Epstein, A. Kilpatrick, A. Aguirre, W. Karesh & A. Cunningham. 2007. Collaborative research approaches to the role of wildlife in zoonotic diseases emergence. *Current Topics of Microbiology and Immunology*. 315: 463-475.

Drexler. J, V.Corman, F. Rausch, A. Seebens, A. Annan, A. Ipsen, T. Kruppa, M. Mu, E. Kalko, Y. Sarkodie, S. Oppong & C. Drosten. 2009. Henipavirus RNA in African Bats. *PLoS ONE*. 4: 1-5.

Eckert. & P. Deplazes. 2004. Biological, Epidemiological, and Clinical Aspects of Echinococcosis, a Zoonosis of Increasing Concern. *Clinical Microbiology Reviews*. 17: 107-135.

Elbers. A. 2002. Local and Global Impact of Disease Outbreaks. *Advances in Pork Production*. 13: 17-27.

FAO. Climate-related transboundary pest and diseases. Technical background from the expert consultation held on February 25-28, 2008. Rome, Italy. 59 pages. [Accesada: 14 de Julio de 2010].

Gese. E, R. Schultz, M. Johnson, E. Williams, R. Crabtree & R. Ruff. 1997. Serological Survey for Diseases in Free-Ranging Coyotes (*Canis Latrans*) in Yellowstone National Park, Wyoming. *Journal of Wildlife Diseases*. 33: 47-56.

Greger. M. 2007. The human/animal interface: emergence and resurgence of zoonotic infectious diseases. *Critical Reviews in Microbiology*. 33: 243-299.

González. A. 2003. Las Enfermedades Virales emergentes de los Cerdos. *Ciencias Veterinarias*. 9: 197-227.

Harcourt. B, L. Lowe, A. Tamin, X. Liu, B. Bankamp, N. Bowden, P. Rollin, J. Comer, T. Ksiazek, M. Jahangir, E. Gurley, R. Breiman, W. Bellini & Paul A. 2005. Genetic Characterization of Nipah Virus, Bangladesh, 2004. *Emerging Infectious Diseases*. 11: 1594-1597.

Heath. S. 2006. Challenges and options for animal and public health services in the next two decades. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 25: 403-419.

Herrera. H, Abreu. G, Keuroghlian. A, Freitas. P & Jansen. M. 2008. The role played by sympatric collared peccary (*Tayassu tajacu*), white-lipped peccary (*Tayassu pecari*), and feral pig (*Sus scrofa*) as maintenance hosts for

*Trypanosoma evansi* and *Trypanosoma cruzi* in a sylvatic area of Brazil. Parasitology Research. 103: 619-24.

Hiromi. H, K. Hiroichi, I. Shigeru & S. Junsuke. 2006. Economic Impact of Nipah Virus Infection Outbreak in Malaysia. Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. 1-3 pag.

Heeney. J, A. Dalgleish & A. Weiss. 2006. Origins of HIV and the evolution of resistance to AIDS. Science. 313: 462-466.

Iehlé. C, G. Razafitrimo, J. Razainirina, N. Andriaholinirina, S. Goodman, C. Faure, M. Courbot, D. Rousset, & J. Reynes. 2007. Henipavirus and Tioman Virus Antibodies in Pteropodid Bats, Madagascar. Emerging Infectious Diseases. 13: 159-161.

INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad). Nuestra Biodiversidad en cifras. Accesada: 23 de Agosto de 2010. <http://www.inbio.ac.cr>

(IREC). Universidad de Castilla-La Mancha, España. 2010. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en: <http://www.uclm.es/irec/>.

Jones E., N. Patel, M. Levy, A. Storeygard, D. Balk, J. Gittleman & P. Daszak. 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*. 451: 990-994.

King. L, N. Marano & J. Hughes. 2004. New partnerships between animal health services and public health agencies. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 23: 717-726.

Kruse. H, A. Kirkemo K. & Handeland. 2004. Wildlife as Source of Zoonotic Infections. *Emerging Infectious Diseases*. 10: 2067-2072.

Lam. S. 2003. Nipah virus—a potential agent of bioterrorism?. *Antiviral Research*. 57: 113–119.

La Val & R. Rodríguez. 2002. *Murciélagos de Costa Rica*. Editorial Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 320 páginas.

Li. Y, J. Wang, A. Hickey, Y. Zhang, Y. Li, Y. Wu, H. Zhang, J. Yuan, Z. Han, J. McEachern, C. Broder, L. Wang, & Z. Shi. 2008. Antibodies to Nipah or Nipah-like Viruses in Bats, China. *Emerging Infectious Diseases*. 14: 1974–1976.

Lord. V & R. Lord. 1991. *Brucella suis* Infections in Collared Peccaries in Venezuela. *Journal Wildlife Diseases*. 27: 477-481.

Luby. S, M. Rahman, M. Jahangir, L. Blum, M. Mushtaq, E. Gurley, R. Khan, B. Ahmed, S. Rahman, N. Nahar, E. Kenah, J.Comer & T. Ksiazek. 2006. Foodborne Transmission of Nipah Virus, Bangladesh. *Emerging Infectious Diseases*. 12: 1888-1894.

Lyashchenko K, R. Greenwald J. Esfandiari, M.A. Chambers, J. Vicente, C. Gortazar, N. Santos, M. Correia-Neves, B.M. Buddle, R. Jackson, D.J. O'Brien, S. Schmitt, M.V. Palmer, R.J. Delahay & W.R. Waters. 2008. Animal-side serologic assay for rapid detection of *Mycobacterium bovis* infection in multiple species of free-ranging wildlife. *Veterinary Microbiology*. 132: 283–292.

Maas. J, G. Buening & W. Porta. 1981. Serologic evidence of *Anaplasma marginale* infection in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Missouri. *Journal of Wildlife Diseases*. 17: 45-47.

(MEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2006. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2004. Principales resultados. 259 páginas.

Morgan. N & A. Prakash. 2006. International livestock markets and the impact of animal disease. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 25: 517-528.

Morley. R & M. Hugh-Jones. 1989. Seroepidemiology of *Anaplasma marginale* in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) from Louisiana. Journal of Wildlife Diseases. 25: 342-346.

Morens. M, G. Folkers & A. Fauci. 2004. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. Nature. 430: 242-249.

Morner. T, D. Obendorf, M. Artois & : Woodford. 2002. Surveillance and Monitoring of Wildlife Diseases. Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics. 21: 67-76.

Morse S. 2004. Factors and determinants of disease emergente. Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics. 23: 443-451.

(NWRC). United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service, USA. 2010. National Wildlife Disease Program. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en:

[http://www.aphis.usda.gov/wildlife\\_damage/nwdp/about.shtml](http://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/nwdp/about.shtml).

(OIE). Organización Mundial de Sanidad Animal. [www.oie.int/esp/es\\_index.htm](http://www.oie.int/esp/es_index.htm)  
[Accesada: 14 de Julio de 2010].

Olival. J & P. Daszak. 2005. Reviews in NeuroVirology: Emerging Infectious Diseases The ecology of emerging neurotropic viruses. *Journal of Neurovirology*, 11: 440–445.

Olson. J, C. Rupprecht, P. Rollin, U. Sam-An, M. Niezgodá, T. Clemins, J. Walston, & T. Ksiazek. 2002. Antibodies to Nipah-Like Virus in Bats (*Pteropus lylei*), Cambodia. *Emerging Infectious Diseases*. 8: 987–988.

Ortega. J. 2008. Panorama del Hambre en América Latina. FAO. Pags 1-68.

Osburn. B, C. Scott & P. Gibbs. 2009. One World – One Medicine – One Health: emerging veterinary challenges and opportunities. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 28: 481-486.

Osofsky. S. 2005. Looking *AHEAD* While Looking Back. In: Conservation and Development Interventions at the Wildlife/Livestock Interface Implications for Wildlife, Livestock and Human Health. S. Osofsky, S. Cleaveland, W. Karesh, M. Kock, P. Nyhus, L. Starr & A. Yang (eds). 241 páginas. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. IUCN Publications Services Unit. Cambridge, UK.

Otte. M, R. Nugent & McLeod. A. 2004. Transboundary Animal Diseases: Assesment of socio-economic impacts and institutional responses. Food and agriculture Organization. Livestock Information and Policy Branch (AGAL). 46 Páginas.

Paraskevis. D, P. Lemey, M. Salemi, M. Suchard, Y. Van de Peer & A. Vandamme. 2003. Analysis of the Evolutionary Relationships of HIV-1 and SIVcpz Sequences Using Bayesian Inference: Implications for the Origin of HIV-1. *Molecular Biology and Evolution*. 20: 1986-1996.

Patz. A, P. Daszak, M. Tabor, A. Aguirre, M. Pearl, J. Epstein, D. Wolfe, A. Kilpatrick, J. Foufopoulos, D. Molyneux & J. Bradley. 2004. Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergente. *Environmental Health Perspectives*. 112: 1092-1098.

Pratt. N & C. Falconi. 2006. Impacto económico potencial de la influenza aviar en el sector avícola de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. Serie de informes técnicos del Departamento de Desarrollo Sostenible. 88 paginas.

Quesada. G. 2006. Reporte Final: Aves Acuáticas en Costa Rica. Departamento de Historia Natural. Museo Nacional de Costa Rica. 77 Páginas.

Quist. C, V. Nettles, E. Manning, D. Hall, K. Gaydos, J. Wilmers & R. Lopez. 2002. Paratuberculosis in Key Deer (*Odocoileus virginianus clavium*). *Journal of Wildlife Diseases*. 38: 729–737.

Rhyan. J & T. Speaker. 2010. Emergence of Diseases from Wildlife Reservoirs. *Veterinary Pathology*. 47: 34-39.

Rodrigues. A, R. Figuera, T. Souza, A. Schild, M. Soares, J. Milano & C. Barros. 2005. Surtos de tripanossomíase por *Trypanosoma evansi* em eqüinos no Rio Grande do Sul: aspectos epidemiológicos, clínicos, hematológicos e patológicos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 25:239-249.

Rojas, A. 2005. *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) reservorio y vector mecánico de *Trypanosoma evansi* y *T. equiperdum* en América Latina. *Revista de la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre*. 1: 10-13.

Rojas. A. 2010. Medicina de la Conservación: un paradigma holístico y transdisciplinario para el estudio de las zoonosis. *Revista de Revisión Médica Veterinaria de Animales Exóticos y de Zoológico*. 1: 70-93.

Rosenberg. F. 1975. El conocimiento de la epidemiología de la Fiebre Aftosa con particular referencia Sudamérica. Serie de monografías científicas y técnicas. Número 5. 55 páginas.

(SAGIR). Oficien National de la Chase et de la Faune Sauvage, Francia. Réseau National de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en: <http://www.oncfs.gouv.fr/Reseau-SAGIR-ru105>.

(SAGIR) Oficien National de la Chase et de la Faune Sauvage, Martinica. Réseau National de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage. Consultado 03 mar. 2010. Disponible en:  
(<http://www.martinique.ecologie.gouv.fr/SAGIR/index.htm>)

Santisteban. F. 2007. Zoonosis Emergentes: Un Reto Interdisciplinar. Gaceta Medica de Bilbao. 107: 7-10.

Santharam. Y. 2005. The Cost of Life: Patent laws, the WTO and the HIV/AIDS pandemic. Undercurrent. 2: 49-57.

Schneider. M, P. Romijn, W. Uieda, H. Tamayo, D. Fernandes da Silva, A. Belotto, J. Barbosa da Silva, & L. Leanes. 2009. Rabies transmitted by vampire bats to

humans: An emerging zoonotic disease in Latin America?. Pan American Journal of Public Health. 25: 260-269.

Slennig. B. 2010. Global Climate Change and Implications for Disease Emergence. Veterinary Pathology. 47: 28-33.

Slingenbergh. J, M. Gilbert, K. de Balogh & W. Wint. 2004. Ecological sources of zoonotic diseases. Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics. 23: 467-484.

Tavares. T, A. Keuroghlian, D. Eaton, E. de Freitas, A. Figueiredo, L. Nakazato, J. de Oliveira, F. Miranda, R. Paes, L. Monteiro, J. Lima, A. Neto, V. Dutra & J. de Freitas. Prevalence of *Leptospira interrogans* antibodies in free-ranging *Tayassu pecari* of the Southern Pantanal, Brazil, an ecosystem where wildlife and cattle interact. Tropical Animal Health and Production. 2010 Jul 2. [Epub ahead of print]

Taylor. L, S. Latham & M. Woolhouse. 2001. Risk factors for human diseases emergence. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 356: 983-989.

Tey. S, D. Suryani, F. Emmy & I. Illisriyan. 2009. Food consumption and expenditures in Singapore: implications to Malaysia's agricultural exports. *International Food Research Journal*. 16: 119-126.

Thierman. A. 2004. Emerging diseases and implications for global trade. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 23: 701-708.

Trimarchi. C & J. Debbie. 1977. Naturally Occurring Rabies Virus and Neutralizing Antibody in Two Species of Insectivorous Bats of New York state. *Journal of Wildlife Diseases*. 13: 366-369.

Vallat. B, J. Pinto & A. Schudel. 2006. International organizations and their role in helping to protect worldwide community against natural and intentional biological disasters. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 25: 163-172.

Vallat. B & E. Mallet. 2006. Ensuring good governance to address emerging and re-emergeing animal diseases threat: supporting the Veterinary Services of developing countries to meet OIE international standarts and quality. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 25: 389-401.

Vieira. A, 2009. Levantamento de *Leptospira* spp. En animais silvestres do Pantanal Sul-Matto-Grosense, por meio de técnicas sorológicas e moleculares. Tesis Mag. Sc. Matto Grosso do Sul, BR, Universidade Federal de Matto Grosso do Sul. 83 p.

Wacharapluesadee. S, B. Lumlerdacha, K. Boongird, S. Wanghongsa, L. Chanhome, P. Rollin, P. Stockton, C. Rupprecht, T. Ksiazek, & T. Hemachudha. 2005. Bat Nipah Virus, Thailand. *Emerging Infectious Diseases*. 11: 1949-1951.

(WCS) Wildlife Conservation society. 2008. A contribution to "One World, One Health", a strategic framework to reduce risks of infectious diseases at the animal-human-ecosystem interface. 68 Páginas.

Wilson. A, M. Araínga, H. Gálvez, A. Manchego & H. Rivera. 2005. Anticuerpos Contra el Virus de la Estomatitis Vesicular en Sajinos (*Tayassu tajacu*) de Zocriaderos de Iquitos y Pucallpa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 16: 180-183.

Wolfe. N, P. Daszak, A. Kilpatrick & D. Burke. 2005. Bushmeat Hunting, Deforestation, and Prediction of Zoonotic Disease Emergente. *Emerging Infectious Diseases*. 11: 1822-1827.

Wolfe. N, C. Dunavan & J. Diamond. 2007. Origins of major human infectious diseases. *Nature*. 447: 279-283.

Woodford. J. 2004. Synergies between veterinarians and para-professionals in the public and private sectors: organisational and institutional relationships that facilitate the process of privatising animal health services in developing countries. *Journal Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics*. 23: 115-135.

Yaiw. K, J. Bingham, G. Cramer, B. Mungall, A. Hyatt, M. Yu, B. Eaton, D. Shamala, L. Wang, & K. Thong. 2008. Tioman Virus, a Paramyxovirus of Bat Origin, Causes Mild Disease in Pigs and Has a Predilection for Lymphoid Tissues. *Journal of Virology*. 82: 565–568.

Zhu. H, D. Chu, W. Liu, B. Dong, S. Zhan, J. Zhang, L. Li, D. Vijaykrishna, G. Smith, H. Chen, L. Poon, J. Peiris & Y. Guan. 2009. Detection of diverse astroviruses from bats in China. *Journal of General Virology*. 90: 883-887.

## 8. ANEXOS

### 8.1 ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

**Nombre y apellidos:** José Andrés Rojas Chaves  
**Lugar de residencia:** Heredia, Costa Rica  
**Institución:** Grupo NTQ  
**Cargo / puesto:** Regente Veterinario

<b>Información principal y autorización del PFG</b>	
<b>Fecha:</b> 14 de Julio de 2010	<b>Nombre del proyecto:</b> Propuesta para el Desarrollo de un Programa Nacional de Monitoreo Sanitario de Zoonosis (Ortomixovirus y Paramixovirus) en Fauna Silvestre en Costa Rica.
<b>Áreas de conocimiento:</b> -Comercio internacional -Diseño, implementación y evaluación de políticas públicas -Seguridad alimentaria	<b>Áreas de aplicación:</b> -Epidemiología y ecología de enfermedades -Salud pública -Sanidad animal -Políticas públicas -Comercio Internacional -Medicina de la conservación
<b>Fecha de inicio del proyecto:</b> 23 de Agosto de 2010	<b>Fecha tentativa de finalización:</b> 23 de Noviembre de 2010
<b>Tipo de PFG: (tesina / artículo)</b> Tesina	
<p><b>Objetivos del proyecto:</b>  <b>Objetivo General:</b>            Diseñar un programa de monitoreo de zoonosis virales: Ortomixovirus (Influenza Aviar) y Paramixovirus (Henipavirus) en fauna silvestre (aves y mamíferos) en Costa Rica.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b>            -Elaborar una lista de enfermedades de reporte obligatorio de importancia para Costa Rica, según las especificaciones de la OIE; y sus respectivos reservorios silvestres presentes en nuestro territorio.</p> <p>-Generar una lista de contactos profesionales y académicos que faciliten la colaboración internacional, tanto gubernamental como académica, en temas relacionados con la salud pública veterinaria y la medicina de la conservación.</p> <p>-Diseñar un programa de monitoreo continuo de zoonosis de origen silvestre (Ortomixovirus y Paramixovirus), de acuerdo a los lineamientos del Grupo de Estudio de</p>	

Enfermedades en Fauna Silvestre de la OIE, y su plan operativo (2011-2015).

**Descripción del producto:**

Creación de una propuesta al Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) de un programa de monitoreo temprano de zoonosis virales (Ortomixovirus y Paramixovirus) en poblaciones in situ de aves y mamíferos silvestres, que permitirá: 1) Evaluar el status de país libre de las enfermedades anteriormente citadas, 2) Crear un listado de contactos nacionales e internacionales, académicos y gubernamentales; que puedan ser utilizados para el desarrollo del programa, y 3) Facilitar el uso del Sistema Mundial de Información Zoonosaria (WAHIS) de la OIE por parte del SENASA, a través del estableciendo de una lista de enfermedades animales y sus posibles reservorios silvestres, las cuales poseen un efecto directo sobre la sanidad animal y el comercio internacional de insumos pecuarios; y en las cuales el SENASA debería enfocar sus investigaciones a futuro. Lo anterior, basado en la lista de enfermedades notificables a la OIE y la información científica disponible en Internet (boletín epidemiológico del SENASA, y la base taxonómica de especies (Atta) del INBio).

**Necesidad del proyecto:**

Costa Rica ha sido históricamente, y aún sigue siendo, un país que basa gran parte de su economía en un mercado agropecuario residual. Es decir, produce mayoritariamente para el consumo interno, y exporta sus excedentes. Según datos de la FAO, las plagas y enfermedades animales causan la pérdida de más del 40% en el suministro mundial de alimentos. Muchas de estas enfermedades son zoonosis, las cuales tienen una ingerencia directa tanto en el sector agropecuario como en la salud pública, constituyendo una seria limitación al comercio internacional y la exportación de productos de origen animal, comprometiendo seriamente la seguridad alimentaria, y causando anualmente un alto impacto socioeconómico en naciones agroexportadoras como lo son la mayoría de países latinoamericanos. Cerca del 75% de las zoonosis tienen su origen en la fauna silvestre. Lo anterior cobra suma importancia para nuestro país pues en Costa Rica existe una marcada carencia en estudios ecoepidemiológicos sobre enfermedades claves provenientes de la fauna silvestre, como por ejemplo Los Ortomixovirus (Influenza aviar) y los Paramixovirus (Henipavirus); a pesar de que la OIE estableció en el año 2007, la necesidad de que los países miembros desarrollen un sistema de vigilancia epidemiológica de animales silvestres. Adicionalmente, Organizaciones Internacionales como la FAO, OIE y OMS (de las cuales nuestro país es miembro activo) a través de su iniciativa *“One Health Approach”* reconocen la necesidad de cambiar la visión tradicional del médico veterinario, basando los servicios sanitarios de salud animal en la prevención epidemiológica temprana de las zoonosis; a través de la investigación holística y transdisciplinaria. Por lo tanto, nuestro país no puede quedarse rezagado en la lucha contra las enfermedades animales. Debe crear herramientas y mecanismos que permitan desarrollar una visión integral sobre la ecoepidemiología, gestión y conservación de la fauna silvestre, dirigidos a evitar la imposición de barreras no arancelarias al sector pecuario nacional, al tiempo que permitan asegurar la seguridad alimentaria de sus habitantes.

**Justificación de impacto del proyecto:**

A través de un sistema integral continuo de monitoreo y vigilancia de enfermedades

provenientes de animales silvestres, será posible:

- Conocer mejor la ecoepidemiología de la Influenza aviar y los Henipavirus en poblaciones de aves y mamíferos silvestres en nuestro país.
- Determinar la presencia de agentes patógenos claves, especialmente aquellos citados en la lista de reporte obligatorio de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).
- Servir como una estrategia de integración, apoyo y fortalecimiento interinstitucional tanto de la infraestructura nacional de salud animal, como de sus respectivos programas epidemiológicos preventivos de salud pública; así como de diversos sectores académicos nacionales e internacionales.
- Facilitar la detección precoz y temprana de zoonosis virales (Influenza aviar y Henipavirus) que poseen consecuencias económicas importantes para el sector pecuario y el comercio internacional del país.
- Mejorar la detección, prevención y control de agentes etiológicos que pueden llegar a comprometer seriamente la salud pública del país, causando altas mortalidades/morbilidades en seres humanos.

**Restricciones:**

- Falta de información en el país sobre la ecoepidemiología de las zoonosis de origen silvestre, por ejemplo, influenza aviar y Henipavirus.
- Desconocimiento y desinterés por parte de las autoridades nacionales sobre las implicaciones y alcances del tema propuesto.
- Falta de integración de los distintos actores involucrados en la propuesta.

**Entregables:**

Portada

Índice

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Abstract

Abreviaturas

Glosario

Introducción

Objetivos

*Objetivo General*

*Objetivos Específicos*

Marco Teórico

*Orígenes y catalizadores de las zoonosis y las enfermedades emergentes*

*La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)*

*Zoonosis de origen silvestre: su importancia en el contexto de la globalización*

*Enfermedades animales transfronterizas de origen silvestre: ejemplos prácticos*

*Ortomixovirus y aves silvestres*

*Paramixovirus y murciélagos frugívoros*

*El enfoque un mundo, una salud como marco estratégico del control de enfermedades en la interfase fauna silvestre-animales domésticos-ser humano*

*Medicina de la Conservación: un paradigma integrativo y transdisciplinario*

<p><i>Gestión de la fauna silvestre: experiencias internacionales</i>  <i>NWRC (USA)</i>  <i>CCWHC (Canadá)</i>  <i>IREC (España).</i>  <i>SAGIR (Francia)</i>  <i>Realidades actuales y perspectivas futuras para Costa Rica</i></p> <p>Metodología  Conclusiones  Recomendaciones  Bibliografía  Anexos</p>	
<p><b>Identificación de grupos de interés:</b>  Cliente(s) directo(s):  -Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA)  -Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET)  -Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC)  -Ministerio de Salud (MS)</p> <p>Cliente(s) indirecto(s):  -Universidades nacionales e internacionales  -Servicios públicos y privados vinculados con la producción animal  -Servicios públicos y privados vinculados con la salud pública  -Autoridades sanitarias internacionales  -Países socios comerciales importadores de productos pecuarios.</p>	
<p><b>Aprobado por (Tutor):</b></p> <p>Javier Berterreche, M.Sc.</p>	<p><b>Firma:</b></p> 
<p><b>Estudiante:</b></p> <p>José Andrés Rojas Chaves, DVM</p>	<p><b>Firma:</b></p> 

**Anexo 8.2: Lista de centros gubernamentales, académicos y centros colaboradores de la OIE para el estudio de las zoonosis y la fauna silvestre**

<b>REGIÓN</b>	<b>PAÍS</b>	<b>ACRÓNIMO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CAMPOS DE ACCIÓN</b>
<b>EUROPA</b>	Inglaterra	NCZR	National Center for Zoonosis Research	Prevención y control de las zoonosis.
	España	IREC	Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos	Enfermedades infecciosas en la interfaz animal-humano.
	Noruega	DAH-NVI	National Veterinary Institute	Investigación y programas de contingencia de brotes epizooticos en fauna silvestre.
	Suecia	DW-NVI	National Veterinary Institute	Sanidad animal, salud pública, inocuidad alimentaria y desarrollo sostenible.
	Dinamarca	DTU	Technical University of Denmark, National Veterinary Institute	Investigación y formación en el ámbito del diagnóstico zoonosario y de los sistemas de vigilancia de poblaciones.
	Alemania	IZW	Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research	1) Ecología evolutiva, 2) Genética evolutiva, 3) Enfermedades infecciosas, 4) Biología reproductiva y 5) Manejo reproductivo, en fauna silvestre.
	Italia	IZSve	Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie	1) Epidemiología, formación y lucha contra las enfermedades aviarias emergentes. 2) Enfermedades infecciosas en la interfaz animal-humano.

**Anexo 8.2: Lista de centros gubernamentales, académicos y centros colaboradores de la OIE para el estudio de las zoonosis y la fauna silvestre (continuación)**

<b>REGIÓN</b>	<b>PAÍS</b>	<b>ACRÓNIMO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CAMPOS DE ACCIÓN</b>
<b>EUROPA</b>	Francia	SAGIR	Réseau de Surveillance Sanitaire de la Faune Sauvage	Vigilancia y seguimiento, epidemiología y gestión de las enfermedades de la fauna salvaje.
	Estados Unidos	SEPRL	Southeast Poultry and Research Laboratory	Investigación sobre las enfermedades aviares emergentes.
<b>AMÉRICA</b>		NWRC	National Wildlife Research Center	Ecología y epidemiología de enfermedades infecciosas en poblaciones silvestres.
		FAZD	National Center for Foreign Animal and Zoonotic Disease Defense	Prevención y vigilancia de zoonosis y enfermedades exóticas.
		CDC	National Center for Zoonotic, Vector-Borne and Enteric Diseases	Enfermedades zoonóticas emergentes y re-emergentes.
		CMCC	Conservation Medicine Center of Chicago	Medicina de la conservación.
		CCM	Center for Conservation Medicine at Tufts University	Medicina de la conservación.
	UDWHC	Wildlife Health Center at UC Davis	Medicina de la conservación.	

**Anexo 8.2: Lista de centros gubernamentales, académicos y centros colaboradores de la OIE para el estudio de las zoonosis y la fauna silvestre (continuación)**

<b>REGIÓN</b>	<b>PAÍS</b>	<b>ACRÓNIMO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CAMPOS DE ACCIÓN</b>
<b>AMÉRICA</b>	Canada	CCWHC	Canadian Cooperative Wildlife Health Center	Vigilancia y seguimiento, epidemiología y gestión de las enfermedades de la fauna salvaje.
	Nueva Zelanda	NZWHC	New Zealand Wildlife Health Center	Medicina de la conservación.
	Australia	AWHC	Australian Wildlife Health Center	Medicina de la conservación.
<b>OCEANÍA</b>		AAHL	Australian Animal Health Laboratory	Enfermedades emergentes y re-emergentes.
	Sudáfrica	DVTD-UP	Department of Veterinary Tropical Diseases at University of Pretoria	Enfermedades infecciosas en la interfaz animal-humano.
	Senegal	EISMV	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires	Formación de veterinarios oficiales, y diagnóstico de epizootias infecciosas y zoonosis en el África Tropical.
<b>ASIA</b>	India	WII	Wildlife Institute of India	Medicina de la conservación.

**Anexo 8.3: Lista de contactos profesionales para el  
Desarrollo de la Medicina de la Conservación en Costa Rica**

<b>PAIS</b>	<b>CENTRO</b>	<b>CONTACTO</b>
Inglaterra	National Center for Zoonosis Research	Dr. Michael Begon <b>Teléfono</b> 44 0151 795 4525 <b>Fax</b> 44 0151 795 4408 <b>Email</b> Mbegon@liverpool.ac.uk
España	Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos	Dr. Christian Gortazar <b>Teléfono</b> 902 204 100 ext 3358 <b>Fax</b> 902 204 130 <b>Email</b> Christian.Gortazar@uclm.es
Noruega	National Veterinary Institute	Dr. Kjell Handeland <b>Teléfono</b> 00 47 23 21 60 00 <b>Fax</b> 00 47 23 21 60 01 <b>Email</b> kjell.handeland@vetinst.no
Suecia	National Veterinary Institute	Dr. Torsten Mörner <b>Teléfono</b> 46 18 67 42 14 <b>Fax</b> 46 18 30 91 62 <b>Email</b> Torsten.Morner@sva.se.
Dinamarca	Technical University of Denmark, National Veterinary Institute	Dr. Henrik Wegener <b>Teléfono</b> 45 35887701 <b>Fax</b> 45 35887001 <b>Email</b> hcwe@food.dtu.dk
Alemania	Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research	Dr. Heribert Hofer <b>Teléfono</b> 49 30 5168 102 <b>Fax</b> ----- <b>Email</b> direktor@izw-berlin.de

**Anexo 8.3: Lista de contactos profesionales para el desarrollo de la Medicina de la Conservación en Costa Rica (continuación)**

<b>PAÍS</b>	<b>CENTRO</b>	<b>CONTACTO</b>
Italia	Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie	<p>Dra. Ilaria Capua  <b>Teléfono</b> 39 049 8084371  <b>Fax</b> 39 049 8084360  <b>Email</b> icapua@izsvenezie.it</p>
Francia	Réseau de surveillance sanitaire de la faune sauvage en France	<p>Dr. Jean-François Mallard  <b>Teléfono</b> 33 1 44 15 17 17  33 4 92 51 34 44  <b>Fax</b> 33 1 47 63 79 13  33 4 92 51 49 72  <b>Email</b> direction@oncfs.gouv.fr</p>
Estados Unidos	Southeast Poultry and Research Laboratory	<p>Dr. David E Swayne  <b>Teléfono</b> 706 546-3433  <b>Fax</b> 706 546-3161  <b>Email</b> David.Swayne@ars.usda.gov</p>
	National Wildlife Research Center	<p>Dr. Thomas DeLiberto  <b>Teléfono</b> 970 266-6088  <b>Fax</b> -----  <b>Email</b> Thomas.J.Deliberto@aphis.usda.gov</p>
	National Center for Foreign Animal and Zoonotic Disease Defense	<p>Dr. Tammy Beckham  <b>Teléfono</b> 979 845 2855  <b>Fax</b> -----  <b>Email</b> trbeckham@ag.tamu.edu</p>
	National Center for Zoonotic, Vector-Borne and Enteric Diseases	<p>Dr. Ali S. Khan  <b>Teléfono</b> 888 232 6348  <b>Fax</b> -----  <b>Email</b> cdcinfo@cdc.gov</p>

**Anexo 8.3: Lista de contactos profesionales para el desarrollo de la Medicina de la Conservación en Costa Rica (continuación)**

PAIS	CENTRO	CONTACTO
Estados Unidos	Center for Conservation Medicine at Tufts University	Dr. Gretchen E. Kaufman
		<b>Teléfono</b> 508 839 7918
		<b>Fax</b> -----
		<b>Email</b> <a href="mailto:gretchen.kaufman@tufts.edu">gretchen.kaufman@tufts.edu</a>
	Conservation Medicine Center of Chicago	Dr. Val Beasley
		<b>Teléfono</b> 217 333 9360
		<b>Fax</b> 217 244-1652
		<b>Email</b> <a href="mailto:val@uiuc.edu">val@uiuc.edu</a>
	Wildlife Health Center at UC Davis	Dr. Tim E. Carpenter
		<b>Teléfono</b> 530 752 5467
		<b>Fax</b> 530 752 1618
		<b>Email</b> <a href="mailto:tecarpenter@ucdavis.edu">tecarpenter@ucdavis.edu</a>
Canada	Canadian Cooperative Wildlife Health Center	Dr. Frederick Leighton
		<b>Teléfono</b> 306 966 7281
		<b>Fax</b> 306 966 7387
		<b>Email</b> <a href="mailto:ted.leighton.usask.ca">ted.leighton.usask.ca</a>
Nueva Zelanda	New Zealand Wildlife Health Center	Dr. Brett Gartrell
		<b>Teléfono</b> -----
		<b>Fax</b> -----
		<b>Email</b> <a href="mailto:B.Gartrell@massey.ac.nz">B.Gartrell@massey.ac.nz</a>
	Australian Animal Health Laboratory (AAHL)	Dr. Andy Sheppard
		<b>Teléfono</b> 61 2 6246 4198
		<b>Fax</b> 61 2 6246 4000
		<b>Email</b> <a href="mailto:Andy.Sheppard@csiro.au">Andy.Sheppard@csiro.au</a>

**Anexo 8.3: Lista de contactos profesionales para el desarrollo de la Medicina de la Conservación en Costa Rica (continuación)**

PAÍS	CENTRO	CONTACTO
Senegal	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires	Dr. Louis Joseph Bangui <b>Teléfono</b> 221 33 865 10 08 <b>Fax</b> 221 33 825 42 83 <b>Email</b> ljpangui@yahoo.fr
India	Wildlife Institute of India	Dr. Pradeep K. Malik <b>Teléfono</b> 0135 2640111 115 ext: 204 <b>Fax</b> ----- <b>Email</b> malikpk@wii.gov.in
Sudáfrica	Department of Veterinary Tropical Diseases at University of Pretoria	Dr. Jaw Coetzer <b>Teléfono</b> 27 12 529 8269 <b>Fax</b> 27 12 529 8312 <b>Email</b> koos.coetzer@up.ac.za

### Anexo 8.4: Lista de enfermedades de importancia (según OIE) para Costa Rica

ENFERMEDAD	ETIOLOGÍA	RESERVORIO	AUTOR
<b>I. Enfermedades virales</b>			
Estomatitis vesicular	Rhabdovirus	<i>Mazama americana, Didelphis marsupialis, Tayassu tajacu</i>	Arboleda et al., 2001, Wilson et al., 2005 ; Beldomenico, 2006
Fiebre aftosa	Picornavirus	<i>Rattus norvegicus, Tayassu pecari, Tayassu tajacu, Mazama americana</i>	Rosenberg, 1975,
Rabia*	Rhabdovirus	<i>Desmodus rotundus, Eptesicus fuscus, Tadarida brasiliensis</i>	Trimarchi & Debbie, 1977; Bernardi et al., 2005 ; Schneider et al., 2009
Encefalomielititis equina (del Este)*	Alphavirus	<i>Desmodus rotundus,</i>	Constantine, 2003
Encefalomielititis equina (del Oeste)*	Alphavirus	<i>Desmodus rotundus,</i>	Constantine, 2003
Encefalomielititis equina (Venezolana)*	Alphavirus	<i>Desmodus rotundus,</i>	Constantine, 2003
<b>II. Enfermedades bacterianas</b>			
Brucelosis*	<i>Brucella abortus</i>	<i>Odocoileus virginianus, Didelphis virginiana, Procyon totor</i>	Acosta-González et al., 2006
Paratuberculosis*	<i>Brucella suis</i>	<i>Tayassu tajacu</i>	Lord & Lord, 1991
Anaplasmosis bovina	<i>Mycobacterium paratuberculosis</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Quist et al., 2002
Babesiosis bovina	<i>Anaplasma marginale</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Maas et al., 1981; Morley & Hugh-Jones, 1989
Tuberculosis bovina*	<i>Babesia bovis</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Cantu et al., 2009
Leptospirosis*	<i>Babesia bigemina</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Cantu et al., 2009
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<i>Tayassu tajacu, Canis latrans, Didelphis marsupialis, Rattus norvegicus, Tayassu pecari</i>	Lyashchenko et al., 2008
	<i>Leptospira</i> spp.		Corn et al., 1987; Gese et al., 1997, Vieira, 2009 ; Tavares et al., 2010
<b>III. Enfermedades parasitarias</b>			
Hidatidosis*	<i>Echinococcus granulosus</i>	<i>Canis latrans</i>	Eckert* & Deplazes, 2004
Durina	<i>Trypanosoma equiperdum</i>	<i>Desmodus rotundus</i>	Rodrigues et al., 2005
Surra	<i>Tripanosoma evansi</i>	<i>Desmodus rotundus, Tayassu pecari, Tayassu tajacu</i>	Rojas, 2005; Herrera et al., 2008

\*Zoonosis