

# PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA APARICIÓN DEL VIRUS DEL OESTE DEL NILO EN GALÁPAGOS



Laboratorio de Epidemiología, Patología y Genética de Galápagos (LEPG-G)  
"Fabricio Valverde, Fundación Charles Darwin y Servicio Ecuatoriano de Sanidad  
Agropecuaria-Galápagos

Elaborado por Dr. Simon Goodman (Institute of Integrative and Comparative Biology  
University of Leeds, UK) y Dr. Andrew Cunningham (Institute of Zoology, Zoological  
Society of London, UK)

Puerto Ayora, Santa Cruz, Islas Galápagos, Ecuador  
Septiembre de 2007



# PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA APARICIÓN DEL VIRUS DEL OESTE DEL NILO EN GALÁPAGOS

Laboratorio de Epidemiología, Patología y Genética de Galápagos (LEPG-G)  
"Fabricio Valverde Fundación Charles Darwin y Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria-Galápagos

Elaborado por Simon Goodman y Andrew Cunningham  
Texto adicional proveído por Charlotte Causton (FCD) y David Cruz (FCD)  
Traducción Virna Cedeño (LEPG-G)

Esta publicación fue realizada gracias al apoyo del Proyecto ECU/00/G31 "Control de las especies invasoras en el Archipiélago de las Galápagos", suscrito por el Gobierno Ecuatoriano, representado por el Ministerio del Ambiente, con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

El Proyecto es implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), tiene como instituciones ejecutoras al Servicio Parque Nacional Galápagos (SPNG), Instituto Nacional Galápagos (INGALA), Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria-Galápagos (SESA-Galápagos), y Fundación Charles Darwin (FCD).

Las opiniones aquí expresadas pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de GEF / UNDP.

This work was accomplished with the support of Project ECU/00/G31 "Control of Invasive Species in the Galapagos Archipelago", a donation from the Global Environment Facility (GEF) to the Ecuadorian Government, represented by the Ministry of Environment. The Project is implemented by the United Nations Development Programme (UNDP) and is executed by the Galapagos National Park Service (GNPS), Charles Darwin Foundation (CDF), National Institute for Galapagos (INGALA) and Ecuadorian Service for Agriculture and Livestock Sanitation – Galapagos (SESA-Galapagos). The opinions expressed herein belong to the authors and do not necessarily reflect the opinions of GEF/UNDP.

Puerto Ayora, Santa Cruz, Islas Galápagos, Ecuador  
Septiembre de 2007



## **Contenido**

Página 3	1.1. Justificación de por qué el Plan es necesario.
Página 4	1.2. Identificación y descripción.
Página 4	1.3 Rutas de transmisión
Página 5	1.4 Especies hospederos
Página 5	1.5 Efectos de la infección
Página 6	1.6 Impacto de la infección por WNV
Página 7	1.7 Legislación
Página 7	1.8 Rutas de introducción
Página 8	1.9 Reduciendo los riesgos de introducción
Página 10	1.10 Vigilancia y monitoreo
Página 14	1.11 Control de un brote de WNV en Galápagos
Página 16	1.12 Eliminación de animales infectados por WNV
Página 16	1.13 Acciones adicionales recomendadas
Página 18	2. Plan de respuesta, si se encuentran – aves migratorias y domésticas; otros vertebrados; humanos
Página 22	3. Cómo hacer un ejercicio de simulacro – selección de las islas más convenientes para el simulacro.
Página 24	4. Referencias
Página 24	5. Algunas enlaces útiles
Página 24	6. Apéndices

## **1. Introducción**

### **1.1. Justificación de por qué el plan es necesario.**

El virus del Oeste del Nilo (WNV del inglés West Nile Virus) es un importante virus zoonótico que puede representar una gran amenaza a la salud pública y pérdidas económicas importantes (Marra et al. 2004). La amenaza del WNV a Galápagos se ha presentado desde la introducción del virus a las Américas en 1999, cuando el WNV emergió como una significativa amenaza a la salud pública en la ciudad de Nueva York. Desde 1999, el virus se ha dispersado a través de gran parte de Norte y Centro América, el Caribe y Sudamérica. El WNV se ha establecido (endémico) en estas nuevas regiones y para finales del 2006 fue confirmado como la causa de 23,975 casos clínicos de enfermedades en humanos y 962 muertes solo en los Estados Unidos, siendo los ancianos quienes están particularmente en riesgo. Si el WNV llega a las Galápagos, la morbilidad y mortalidad asociada incrementada tendría un mayor impacto sobre los costos de asistencia médica para los isleños. Así mismo, de presentarse el caso del deceso de un turista por haber contraído el WNV en las Islas, el impacto negativo sobre la industria turística sería probablemente muy significativo.

A más de la amenaza a la salud pública y a la economía directa, el WNV presenta una significativa amenaza a la biodiversidad de las Islas Galápagos. El virus es transmitido por mosquitos y puede infectar un amplio rango de taxa, incluyendo mamíferos, aves y reptiles. En los USA, el virus ha causado significativas mortalidades y declinación severa de las poblaciones de varias especies de aves. Igualmente ha ocasionado mortalidades en algunas especies de reptiles (tales como caimanes) y mamíferos marinos (especialmente lobos marinos).

Tanto los vectores como los hospederos vertebrados conocidos del WNV están presentes en las Islas Galápagos, de allí que solo se requiere la presencia del virus para amenazar la fauna de Galápagos. Si el virus llega al Archipiélago, habría muchas oportunidades para que se establezca y se disperse ampliamente a través de las Islas.

Dado que las islas han evolucionado en aparente ausencia de cualquier virus relacionado al WNV, la fauna endémica de Galápagos sería mucho más susceptible a los efectos de la infección del WNV que especies continentales. La introducción del WNV a las Galápagos sería, por tanto, una seria amenaza a la biodiversidad y a la economía de las Islas a más de constituir una amenaza significativa a la salud pública (Wikelski et al. 2004; Kilpatrick et al. 2006).

Con el propósito de enfrentar esta amenaza, se requieren de medidas (1) para minimizar los riesgos de introducción a las Galápagos, (2) para la detección temprana y rápida de la incursión del WNV, si se presenta, y (3) contención y erradicación del WNV del Archipiélago. En este documento, describimos los pasos iniciales que requieren ser seguidos para cumplir con estos tres objetivos e identificamos investigaciones adicionales requeridas para maximizar la protección de Galápagos contra la amenaza del WNV.

## **1.2. Identificación y descripción**

El WNV es un virus de ARN sentido positivo (i.e. el ARN viral es infeccioso) y es parte del serogrupo de Flavivirus de la Encefalitis Japonesa (Japanese Encephalitis Flavivirus). Entre otros miembros de este serogrupo se encuentran: Saint Louis Encephalitis (SLE) virus, Japanese Encephalitis (JE) virus, MVE y Kunjin (KUN) virus. El rango histórico del WNV fue la mitad norte de África, Oriente Medio y sudeste europeo. Al igual que otros flavivirus, el WNV es transmitido por mosquitos, con algunas especies (e.g. *Culex spp*) siendo más eficientes vectores que otras.

Análisis filogenéticos basados en datos de la secuencia del genoma del WNV muestran que hay dos linajes distintos: Linaje 1, causa enfermedad en humanos y se extiende a través de Europa y las Américas; Linaje 2, encontrado únicamente en África subsahariana, donde no ocasiona enfermedades en humanos. Hasta recientemente, la mayoría de investigaciones sobre el WNV habían sido hechas sobre la cepa egipcia del WNV, pero, aunque este virus pertenece al Linaje 1, es bastante diferente a la cepa introducida en las Américas.

La cepa USA del WNV puede matar muchas especies de aves [e.g. córvidos, gaviotas, carpodaco doméstico (house finch), y muchos más], caballos y otros animales (e.g. caimanes, ardillas). Actualmente está disponible una vacuna para equinos mientras que para aves está siendo desarrollada. Los seres humanos tienen bajo riesgo de enfermedad severa a menos que sean muy jóvenes, ancianos o inmunodeficientes.

## **1.3. Rutas de transmisión**

La ruta primaria de transmisión del WNV es a través de los mosquitos. Además, se ha reportado la transmisión directa animal-animal. Probablemente esta sea una importante ruta de transmisión para especies gregarias. La infección puede ocurrir también a través de la ingestión de carroña infectada.

En Galápagos hay 3 especies de mosquitos: *Culex quinquefasciatus* (mosquito doméstico del sur) introducido a finales de los 80s; el mosquito negro de pantano (*Aedes taeniorhynchus*) – que tiene una distribución costera abarcando las latitudes medias (hemisferio N & S) en las Américas; y el mundialmente distribuido *Aedes aegypti* – introducido a mediados de los 90s. Las primeras dos especies son

importantes vectores de enfermedades en vida silvestre, incluyendo el WNV, en la parte continental de las Américas, mientras que *A. aegypti* es una especie que se alimenta principalmente de sangre humana, y por ello no sería un importante vector para WNV en Galápagos. Sin embargo, es un vector competente para Flavivirus siendo responsable para la transmisión de la fiebre del dengue entre humanos del Archipiélago.

Hay un riesgo significativo de introducción de *Aedes albopictus*, que podría ser particularmente problemático pues se alimenta tanto de sangre humana como animal y es conocido como un transmisor del WNV estando presente en Centro y Sudamérica.

Entre otros vectores artrópodos potenciales para el WNV en Galápagos están algunos insectos mordedores tales como la mosca negra (*Simulium ocraceum*), introducida a finales de los 80s y conocida localmente como “carmelito”, o la “mosca hippoboscidae” (piojos de tipo mosca que parasitan aves). Sin embargo, la competencia de estas especies como vectores para el WNV es desconocida hasta el momento.

#### **1.4. Especies hospederas**

El ciclo del WNV normalmente incluye aves y mosquitos habiendo sido documentadas al menos 225 especies de aves infectadas por el WNV en los USA. Las aves del Orden Passeriformes son las más comúnmente matadas por la infección del WNV en las Américas, siendo los miembros de la familia Corvidae los más susceptibles. Las aves migratorias al igual que las aves residentes son infectadas. Las aves migratorias visitantes de Galápagos que podrían portar el WNV están miembros de los Caradriformes, tales como playeros (sandpipers), gaviotas, charranes (terns) y chorlitos (plovers), mientras que todas las endémicas, especies de aves nativas o residentes deberían ser consideradas potencialmente susceptibles.

Los mamíferos también pueden ser infectados por el WNV, siendo los más comúnmente afectados (fuera del ser humano) los caballos, ardillas, perros, gatos y una variedad de otras especies, incluyendo murciélagos y mamíferos marinos (e.g. lobos marinos). Investigaciones en zoológicos han mostrado que una gran variedad de especies pueden ser infectadas y sero-convertidas, aunque el rango de especies que muestren evidencias de enfermedad o mortalidad no es conocido.

Los reptiles también han mostrado ser susceptibles a la infección del WNV. En algunos casos no han desarrollado señales clínicas, mientras que en otros casos la infección por WNV ha causado altas tasas de mortalidad (e.g. 10-50% en caimanes de la Florida).

Nada se conoce acerca de la susceptibilidad de la fauna endémica de Galápagos a la infección por WNV.

#### **1.5. Efectos de la infección por WNV**

La infección por WNV causa meningo-encefalitis y miocarditis necrotizante (i.e. el virus ataca sobretodo el cerebro y el corazón).

Las aves muestran alta morbilidad, mortalidad con vertimiento viral a partir de las cavidades orales y cloacales. Las señales clínicas de las aves infectadas incluyen debilidad, ataxia.

Algunas especies (e.g. cuervos *Corvus brachyrhynchos*) pueden morir 4 días post-infección, pero más usualmente sucede al sexto o séptimo día: Todos los cuervos infectados con WNV mueren hacia el día 10. Los tiempos entre la infección inicial, el inicio de la enfermedad clínica y la muerte, sin embargo, son específicos de la especie.

La cantidad de virus requerida para dar lugar a la enfermedad y a los índices de morbilidad y mortalidad son variables y específicos de especie: e.g. las morbilidades y mortalidades determinadas experimentalmente para tres especies son las siguientes:

palomas (Columbiforms): 18% morbilidad, 0% mortalidad  
gorriones (Passeridae): 19% morbilidad, 19% mortalidad  
cuervos (Corvidae): 100% morbilidad, 100% mortalidad

Hay una alta variación en el nivel de titulación del WNV alcanzado en la sangre de animales infectados: algunos (e.j. seres humanos) producen muy bajas titulaciones y no pueden pasar la infección, mientras que otro (e.j. gorriones) pueden producir altas titulaciones y son infecciosos a los mosquitos.

No se conoce cuánto tiempo pueden permanecer infecciosos animales sobrevivientes a la infección, y ello es probablemente específico de especie. Por ejemplo, el ARN viral puede persistir en diferentes tejidos (e. g. baso, corazón, médula espinal) de algunas especies de aves (e.j. gorriones y palomas) hasta al menos 27 semanas después de la infección inicial, pero ningún virus infeccioso ha sido recuperado a partir de estos tejidos positivos para el ARN.

La duración de los títulos de anticuerpos protectores es desconocida y es probablemente específica de especie. Se sabe, por ejemplo, que los gorriones y palomas pueden mantener títulos protectores por al menos 28 días post-infección.

Nada se conoce respecto a los resultados de la infección por WNV en especies endémicas de Galápagos.

### **1.6. Impacto de la infección por WNV**

El impacto del WNV en la fauna americana continental comenzó a volverse evidente desde hace alrededor de ocho años luego de la aparición inicial del virus en el Nuevo Mundo. Se han demostrado declinaciones significativas de las poblaciones de algunas especies de aves silvestres en los USA debido a la infección por el WNV. Además del impacto directo del virus sobre estas especies, se predicen las consiguientes perturbaciones ecológicas, incluyendo alteraciones en la dinámica del WNV, tales como riesgos crecientes de la enfermedad a los seres humanos debido a una alteración forzada de la conducta alimenticia pasando de las aves hacia los humanos (y posiblemente hacia otras especies) debido a la pérdida de las especies aviares hospedadas preferidas por el mosquito.

Nada se sabe acerca del potencial impacto de la infección por el WNV sobre las especies endémicas de Galápagos. Debido a que las especies endémicas de Galápagos han evolucionado en aparente ausencia de cualquier virus relacionado al WNV, es probable que sean incluso más susceptibles a los efectos de la infección por este virus que las especies continentales. Al igual que en los USA, los impactos ecológicos de la infección por el WNV en Galápagos serían probablemente dinámicos.

### **1.7. Legislación**

Es importante que se establezca la legislación apropiada para permitir que todas las actividades identificadas (e.j. medidas de vigilancia, zonas de exclusión, toma y movimiento de muestras para propósitos de diagnóstico) sean implementadas con el respaldo legal necesario y rápidamente.

### **1.8. Rutas de introducción.**

Recientemente se publicó un análisis de riesgo detallado para la introducción del WNV a las Islas Galápagos. Este análisis identificó cinco rutas potenciales de introducción:

- 1) Introducción a través de seres humanos infectados.
- 2) Introducción a través de mosquitos transportados por el viento.
- 3) Introducción a través de mosquitos transportados por el ser humano (mar o aire)
- 4) Introducción a través de otros animales transportados por el ser humano.
- 5) Introducción a través de aves migratorias infectadas.

De estas rutas, la introducción a través de seres humanos infectados o por mosquitos transportados por el viento fueron consideradas improbables: la primera debido a que las titulaciones virales en seres humanos son demasiado bajas como para ser una fuente de transmisión viral por los mosquitos, la segunda debido a que es muy difícil que mosquitos transportados por el viento logren llegar desde el continente hasta Galápagos.

La importación de animales y, particularmente de pollitos bebés, fue determinada como la posible ruta de introducción a Galápagos de la infección si esta se establece en el Ecuador continental. La magnitud del riesgo no podría ser cuantificada exactamente pero fue juzgada como baja. El riesgo a partir de aves migratorias, sin embargo, fue cuantificable y estimado como 1,25 días de aves infecciosas por año (asumiendo que las aves infectadas por WNV continuarían a migrar y sobrevivirían la travesía a las Islas Galápagos).

Se determinó que los mosquitos transportados por los seres humanos plantean el más alto riesgo para la introducción del WNV.

Los mosquitos pueden ser transportados por barco o avión. Por barco, el riesgo más alto para la introducción de mosquitos es a través de llantas o maquinarias (incluyendo carros), donde se acumula el agua en la que las larvas pueden sobrevivir. Para los mosquitos adultos, los espacios cerrados (e.j. envases, cabinas, posiblemente carros) son los más importantes por su transporte incidental a través de

embarcaciones. Se ha estimado que de 0,002 a 0,21 mosquitos adultos infectados con WNV podrían ser introducidos a Galápagos a través de botes cada año, asumiendo que el WNV esté presente en el Ecuador continental.

Se determinó que el riesgo más alto de todos es la introducción de mosquitos infectados a través de aviones. El estudio de Kilpatrick *et al.* (2006) estimó que en ausencia de medidas preventivas específicas y asumiendo que el WNV esté presente en el continente, entre 1.3 y 13 mosquitos vivos infecciosos serían introducidos a Galápagos por aviones cada año (esto se traduce en 20-260 “días de mosquito infeccioso”, asumiendo que un mosquito adulto vive por 30 días y se vuelve infeccioso en el día 10 como un adulto).

### **1.9. Reduciendo los riesgos de introducción del WNV.**

El principal riesgo es a partir de mosquitos infectados que llegan por los aviones. Esta amenaza será alta si el WNV se establece (o ya está) en el Ecuador ya que (casi) todo el transporte aéreo hacia Galápagos viene del Ecuador continental. El transporte de mosquitos infectados a través de barcos plantea el segundo riesgo significativo mientras que las aves migratorias infectadas representan el tercero. También se reconocieron los riesgos planteados por animales domésticos importados (especialmente los pollitos bebés de un día).

Ante los resultados del análisis del riesgo indicado arriba, las medidas para reducir al mínimo el riesgo de la introducción del WNV a las Islas Galápagos a través del ser humano (aviones, barcos y pollitos bebés) serían las siguientes:

#### **1.9.1. Aviones**

Actualmente, todo avión que llega a las Islas Galápagos debería ser fumigado con insecticida, pero esto no se está realizando (Zapata, 2007). Por otra parte, se ha mostrado que la fumigación es generalmente ineficaz en la prevención de la importación de mosquitos vivos cuando es utilizada como el único tratamiento, mientras que cubrir el interior de la cabina con un insecticida residual (un método llamado desinsectación) ha mostrado ser altamente efectivo. Una combinación de la desinsectación con la fumigación rociando el insecticida en la cabina durante las fases de espera de cada vuelo es considerada como la mejor práctica para vuelos entre sitios de alto riesgo. Por ello, apoyamos el requerimiento legal de que los aviones con destino a las Islas Galápagos deben ser tratados con desinsectación residual y fumigación.

Se deben hacer esfuerzos para asegurar la aplicación completa de esta ley de "desinsectación" tanto para aviones comerciales que vuelan rutinariamente entre el Ecuador continental y las Islas Galápagos así como para TODO otro vuelo que llegue a las Islas, incluyendo jets privados y aviones militares. Esto tendrá como ventajas adicionales la reducción de los riesgos de importar otros insectos (exóticos) a las islas. Los recientes movimientos que se han hecho para introducir los tratamientos anti-insectos a los aviones que vuelan a Galápagos deben ser apoyados al más alto grado posible, y se deben llevar a cabo revisiones regulares de los estándares internacionales para los protocolos de tratamiento para asegurar que las mejores prácticas actualizadas están siendo empleadas.



Un área de especial preocupación sería cualquier cambio a la regulación de los viajes aéreos a Galápagos que resultaría en un incremento del número de vuelos hacia las Islas (incluyendo la expansión de servicios a Isabela), vuelos de aeropuertos adicionales en Ecuador, autorización de vuelos directos desde otros países hacia Galápagos. Esto último incrementaría en gran medida el riesgo de introducción del WNV a las Islas independientemente de que el virus haya llegado o no al Ecuador continental, ya que mosquitos infectados podrían ser transportados directamente desde países donde el virus ya es endémico (e.g. USA). Se requiere el fortalecimiento estricto de las leyes actuales para reducir al mínimo este riesgo.

Un incremento en el número y tamaño de botes está siendo también solicitado, lo que también incrementaría los números de vuelos a las Islas (ya que todos los turistas llegan por avión y luego son transferidos a los barcos en las Galápagos). El riesgo de introducción del WNV se incrementará directamente con el crecimiento de la industria del turismo o el incremento en el número de vuelos.

Con el propósito de acomodar el proyectado incremento de viajes aéreos, algunas personas están llamando al establecimiento de un aeropuerto en Santa Cruz (cerca de Puerto Ayora) para reemplazar el aeropuerto de Baltra. La localización de Baltra para el principal aeropuerto se ha vuelto propicia en lo que respecta a la introducción del WNV porque (i) es árida, ello hace que la población de mosquitos no sea alta, y (ii) está en dirección sotovento en relación a Santa Cruz, así los vientos predominantes tenderán a alejar los vectores de Santa Cruz y a mar abierto. Si fuera introducido, las oportunidades del WNV (o de cualquier otra enfermedad transmitida por artrópodos) de establecerse serían mucho más grandes si el aeropuerto estuviera en Santa Cruz que en Baltra (especialmente si estuviera cerca de Puerto Ayora). Sin embargo, es importante acentuar que el riesgo de introducción y establecimiento en Baltra NO es insignificante y es esencial que la vigilancia sea mantenida en todos los puertos de Galápagos. Durante los años de El Niño es probable que todo el Archipiélago, incluyendo Baltra, ofrezca mayores cantidades de habitats apropiados para los mosquitos debido al incremento de las precipitaciones, elevando considerablemente el riesgo durante estos períodos, lo que justificaría consecuentemente incrementar los esfuerzos de vigilancia.

En San Cristóbal e Isabela (donde los aeropuertos están cercanos a la ciudad) la probabilidad del establecimiento luego de la introducción es más alta debido a la proximidad de los asentamientos humanos y a las perturbaciones ocasionadas por los seres humanos al ambiente lo que ofrece mayor número de sitios de cría (agua estancada en tanques, neumáticos descartados y contenedores plásticos, etc.) y hospederos (gente, animales domésticos).

### **1.9.2. Vía marítima**

Al igual que con los aviones, los viajes por barco entre el continente y Galápagos proveen oportunidades para el transporte de mosquitos al Archipiélago. Aunque el riesgo específico para el WNV vía los barcos puede ser probablemente más bajo que a través de los aviones (Kilpatrick et al. 2006) será beneficioso introducir medidas de bioseguridad rigurosas tales como fumigación de asientos para barcos que viajan a Galápagos y eliminación de todos los posibles sitios de acumulación de agua dulce (e.g. neumáticos, pliegues de lonas, etc.) Esto tendría el beneficio adicional de reducir el transporte de toda especie exótica de insectos a las Islas.

### **1.9.3. Pollitos bebés de un día**

Gran número de polluelos de un día (o de dos a tres) son importados a las Galápagos para criarlos como pollos (no existe una empresa de producción comercial en las Islas). Aunque los pollos adultos no son una amenaza tan grave pues tienen una muy baja viremia y no mueren por la infección del WNV, los pollos jóvenes son susceptibles al WNV y desarrollan viremia lo suficientemente alta para que se produzca la transmisión vía los mosquitos. Por tanto, la importación de gran número de pollos jóvenes, podría presentar una vía para la introducción del WNV a las Galápagos si/cuando el virus se establece en el Ecuador continental.

Sugerencias para mitigar este riesgo incluyen:

1. Incubación y embalaje de aves en jaulas a prueba de mosquitos.
2. Prohibición de la importación de pollitos bebés si/cuando el WNV alcanza el Ecuador continental, y
3. Prohibición de la importación favoreciendo el establecimiento de la producción de huevos en las Islas (esto podría ser favorablemente recibido por los habitantes locales pues proveería empleos y ayudaría a la economía local, pero el suministro de agua dulce podría ser un factor limitante). Sugerimos que un grupo de trabajo con SESA debería establecerse para analizarlo en lo posterior, tal vez conduciendo un análisis de costo-beneficio sobre la producción local de pollitos.

### **1.9.4. Otras medidas de bioseguridad**

En caso de que *Aedes taeniorhynchus* sea un vector deficiente (ver abajo), entonces sería recomendable invertir recursos en la erradicación del mosquito introducido *Culex quinquefasciatus* lo que sería factible pues investigaciones recientes sugieren que esta especie está restringida a áreas habitadas (Whiteman et al. 2005; estudios en marcha en el LEPGG). En caso de que *Aedes taeniorhynchus* sea un vector competente, entonces, esta no sería la estrategia conveniente.

Otro mecanismo preventivo sería reforzar los requerimientos para construir tanques de agua cerrados (para bebida y limpieza) cuando se edifiquen nuevas casas y establecer un período para que la población adecue los viejos tanques de agua. Esto debería reducir dramáticamente el potencial de los hábitats de cría para mosquitos en áreas habitadas y sería una medida preventiva para todas las enfermedades transmitidas por mosquitos, incluyendo la fiebre del Dengue.

### **1.10. Vigilancia y monitoreo**

La vigilancia del WNV es de alta prioridad. Se debería implementar tanto la vigilancia dirigida como la oportunista.

#### **1.10.1. Vigilancia dirigida en Galápagos**

Los esfuerzos para la vigilancia dirigida deberían ser concentrados, pero no limitados a las más probables puertas de entrada del WNV: las ciudades (donde la carga es importada; donde hay una alta circulación de gente y de sus pertenencias; y donde se

encuentran las más altas especies complemento y poblaciones de mosquito), los aeropuertos y puerto marítimos.

Idealmente, incluso luego de la introducción de medidas de control tales como la desinsectación residual, los aviones y barcos que lleguen del continente deberían ser inspeccionados para controlar la presencia de mosquitos (incluyendo larvas en los barcos). Cualquier mosquito encontrado (incluyendo las larvas) en aviones o barcos debería ser identificados y analizado para determinar si existe infección de WNV utilizando una Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) específica para el WNV. Ver la sección 2.3 para las mejoras requeridas al LEPG-G con el propósito de realizar esto eficientemente en Galápagos.

El trampeo regular y las pruebas de los mosquitos alrededor de los más probables puntos de entrada no es recomendada ya que el porcentaje de mosquitos positivos puede ser muy baja (y casi indetectable) durante la fase de establecimiento del WNV. Sin embargo, en medio de una epidemia, el porcentaje de mosquitos infectados es usualmente del 0.3-5%, lo que puede ser detectado evaluando pools de 50 mosquitos usando PCR. Por lo tanto la prueba de PCR de mosquitos puede ser parte de la estrategia de vigilancia durante un brote o luego del establecimiento del virus en el Archipiélago. Tal monitoreo puede ayudar a trazar y seguir la distribución de la enfermedad.

Las pruebas en aves silvestres y posiblemente en otros vertebrados son importantes, pero si el virus no causa mortalidades, el tamaño de la muestra requerido para analizar necesita ser muy alto. Por ello recomendamos que, aunque las pruebas de aves silvestres y otras especies silvestres deberían ser conducidas con el propósito de determinar el grado de extensión del WNV, estas no son utilizadas para la vigilancia dirigida a detectar los eventos de introducción del WNV.

Recomendamos que la vigilancia dirigida para la detección temprana de la introducción del WNV debiera ser llevada a cabo a través de la evaluación regular de animales centinelas. Recomendamos el uso de caballos (**que son inicialmente seronegativos para todos los flavivirus**) como animales centinela: los caballos son altamente susceptibles a la infección del WNV; no producen una alta viremia y por tanto no amplifican la infección; a menudo presentan una alta tasa de (rápida aparición) morbilidad y mortalidad cuando son infectados por el WNV y los caballos pueden ser sangrados regularmente para la serología del WNV.

Los centinelas podrían ser mantenidos en los principales puertos en Baltra, Santa Cruz (Puerto Ayora) y San Cristóbal (Puerto Baquerizo), y posiblemente también en el aeropuerto de Puerto Villamil cuando se realicen vuelos directos del continente a Isabela. Si se presenta un evento de mortalidad de un centinela (o una inusual mortalidad de aves silvestres) se debería iniciar un programa de control local de mosquitos mientras se espera los resultados de la necropsia.

#### **1.10.2. Vigilancia oportunista en Galápagos.**

La vigilancia oportunista es una importante herramienta para detectar la presencia del WNV pues complementa las medidas de vigilancia dirigida además de proveer posibilidades para detección en una más amplia área geográfica más amplia y de especies complemento.

Recomendamos que las pruebas para el WNV sean realizadas en muestras de sangre colectadas de especies silvestres como parte de otros programas de investigación y vigilancia. La entrega de duplicado de las muestras por investigadores visitantes al laboratorio del PNG (LEPG-G) constituye actualmente un requisito del PNG. Tomando en cuenta el volumen del suero disponible, las muestras deberían ser evaluadas rutinariamente para la presencia de anticuerpos al WNV para todas las especies de fauna muestreada en Galápagos.

Cualquier equino enfermo o muerto debería ser inmediatamente investigado para la infección del WNV utilizando ELISA (serología) o PCR (tejidos post-mortem). Igualmente esto debería ser llevado a cabo en el LEPG-G.

Los animales silvestres (todas las especies de vertebrados) encontrados muertos deberían ser rutinariamente analizados para la infección del WNV utilizando la PCR. Esto sería obligatorio para todos los animales en los que se desconoce la causa de la muerte.

En caso de ser posible, se debería aprovechar la oportunidad de analizar por PCR para el WNV a vertebrados que hayan muerto por trauma (e.j. en carreteras). Ello principalmente en los alrededores de los puertos de entrada y a lo largo de la carretera de Baltra en el Norte de Santa Cruz (donde gran número de aves mueren debido al tráfico vehicular cada día).

El Comité de Sanidad Agropecuaria-SICGAL debería generar una resolución requiriendo el reporte presentado en esta sección, y debería haber una campaña de educación pública para promover la divulgación oportuna de tales eventos de mortalidad al SICGAL-LEPG-G.

### **1.10.3. Vigilancia en el Continente.**

Debido a la estrecha relación entre el Ecuador continental y Galápagos, una estrategia de contingencia no puede ser concebida aislada del Continente. La evaluación de riesgo generalmente hace asunciones de que el WNV ya ha emergido, o emergería pronto, en el Ecuador continental.

La presencia del WNV en el Ecuador continental incrementaría en gran medida los riesgos de introducción del virus a las Islas Galápagos.

Recomendamos, por tanto, que el estatus del WNV en Ecuador – y cualquier cambio en este estatus- sea investigado con el propósito de informar las estrategias de mitigación de riesgos para Galápagos.

Esto implicará establecer un monitoreo y vigilancia del WNV en el continente, con énfasis en las áreas con mayor probabilidad de presentar un riesgo a Galápagos – i.e. en las cercanías a los aeropuertos y puertos marítimos que proveen a Galápagos y las granjas de pollos que proveen de pollos vivos importados a las Islas.

Debido a los altos niveles de comercio y transporte desde Guayaquil y la alta abundancia de mosquitos en esta región, recomendamos una vigilancia particular para el WNV en la zona de Guayaquil. Es poco probable que Quito presente un riesgo debido a su altitud y a la ausencia de mosquitos. Si el clima se vuelve más favorable para los mosquitos, sin embargo, Quito debería también ser el objetivo para el

monitoreo y vigilancia del WNV. Otros puertos de aprovisionamiento de Galápagos de turistas, inmigrantes o comercio deberían también ser incluidos como objetivos.

Una vigilancia inicial debería ser llevada a cabo a través de serología de equinos (utilizando los métodos detallados en Mattar *et al.* 2007) y una sub-población (alrededor de 20%) de pollos adultos en las granjas avícolas proveedoras de Galápagos. Esta vigilancia debería ser repetida al menos anualmente.

Se debería utilizar un monitoreo continuo utilizando tanto animales centinelas en aeropuertos, puertos marítimos y granjas avícolas, así como a través de investigaciones específicas del WNV en equinos enfermos y muertos. Igualmente, a través del Ecuador continental, casos sospechosos de encefalitis en humanos deberían ser específicamente evaluados para la presencia de WNV.

Un laboratorio adecuadamente equipado con personal entrenado debería ser identificado en el Ecuador continental para llevar a cabo la serología del WNV utilizando ELISA e investigaciones post-mortem utilizando PCR en muestras colectadas en el continente.

Las muestras positivas deberían ser enviadas a laboratorios especializados reconocidos internacionalmente tales como los laboratorios de Arbovirus del Departamento de Salud del Estado de Nueva York, Albany, New York, USA (<http://www.wadsworth.org/>) o el Centro para Control de Enfermedades, Georgia, USA (<http://www.cdc.gov/>) para confirmación de estos resultados.

#### **1.10.4. Diagnóstico del WNV en Galápagos.**

Las autoridades de Galápagos son afortunadas de contar con un laboratorio bien equipado y funcional para patología y diagnósticos moleculares (LEPG-G) en Santa Cruz, llevado de manera conjunta por el PNG y la Universidad de Guayaquil con colaboradores nacionales e internacionales.

Los análisis serológicos iniciales y las pruebas post-mortem de tejido deberían ser realizados en Galápagos para permitir una rápida difusión de los resultados. Ello debería ser hecho, por ejemplo, utilizando una inmunoprueba ELISA y una PCR específica de WNV en el LEPG-G, donde ya existen el equipamiento y el conocimiento técnico. 48 horas debería tomar entre el tiempo de entrega de la muestra y el resultado definitivo.

Se debería proveer los permisos respectivos para permitir el rápido transporte de muestras de sangre y post-mortem de animales centinela para que se realicen los análisis en el LEPG-G.

Sin embargo, el LEPG-G no cuenta con el personal adecuado para poder satisfacer completamente las demandas de un programa de monitoreo y vigilancia (véase abajo).

Las autoridades pertinentes (una combinación de SESA, PNG y el Ministerio de Salud) deberían proveer los recursos requeridos para permitir que el LEPG-G esté en capacidad de responder a los requerimientos (personal entrenado y reactivos y materiales fungibles) necesarios para la vigilancia y monitoreo del WNV en Galápagos, estos incluyen un miembro adicional permanente del personal para

conducir el programa, suficientes materiales y reactivos y otros costos, más una máquina de PCR en tiempo real (Real Time-PCR) (véase abajo).

Las muestras positivas deberían ser enviadas a un laboratorio especializado reconocido internacionalmente para confirmación de estos resultados (véase arriba), aunque la capacidad para esto en Galápagos es absolutamente necesaria para el diagnóstico rápido requerido para una respuesta oportuna.

También se debe proveer los permisos respectivos para el envío de muestras positivas a laboratorios en el extranjero para las pruebas de confirmación utilizando el WNV PRNT.

Las capacidades del LEPG-G deberían ser fortalecidas para mejorar la exactitud y velocidad en la identificación de la infección por el WNV a través de la adición de una máquina de PCR en tiempo real. Las ventajas de la Real Time PCR en comparación con la PCR estándar usada actualmente son: (1) sensibilidad incrementada, por tanto mayor probabilidad de detectar el WNV si está presente, (2) más alto rendimiento de las muestras, por tanto un incremento en la capacidad y eficiencia, y (3) resultados más rápidos.

### **1.11. Control de un brote de WNV en Galápagos**

Mientras que el objetivo principal para el control del WNV debería ser prevenir su introducción al Archipiélago, si el virus llega entonces se deben implementar las medidas de control apropiadas sin tardanza para potenciar las oportunidades de eliminar la enfermedad antes de que ocurran impactos significativos.

La respuesta primaria debería focalizarse en el control de los vectores del WNV (principalmente mosquitos), que son probablemente la principal vía por la cual el virus se dispersaría entre los hospederos. Este plan de control de vectores (PCV) debería implicar el rociado aéreo y medidas de control de mosquitos en áreas focales. La respuesta se focaliza en los mosquitos debido a que la transmisión directa entre hospederos no gregarios es probablemente rara.

El rociado y el tratamiento de contenedores de agua es la estrategia más directa a implementar técnicamente y debería estar dirigida a reducir la población del vector a una densidad por debajo del umbral crítico requerido para permitir el ciclo de transmisión del WNV más que a eliminar completamente el mosquito vector. Se requiere de investigaciones adicionales para determinar cual sería esta densidad en Galápagos.

Investigaciones actuales muestran que el mosquito de más amplio espectro en el Archipiélago, *Aedes taeniorhynchus*, probablemente sea una especie endémica y por tanto también garantizaría la protección. Aunque se conoce que *A. taeniorhynchus* es un vector competente para WNV en Norte América, la competencia de los mosquitos como vector para patógenos puede variar regionalmente y la competencia como vector del *A. taeniorhynchus* en Galápagos no ha sido evaluada aún.

Los conocimientos sobre la competencia como vector del *A. taeniorhynchus* de Galápagos es clave para desarrollar estrategias de control óptimas. Si el *A. taeniorhynchus* de Galápagos tiene una baja competencia como vector siendo improbable que sea un vector significativo, entonces pocos recursos se requerirían

para controlar esta especie. Sin embargo, si es un vector competente entonces medidas de control necesitarían ser cuidadosamente diseñadas para limitar inmediatamente la extensión geográfica del brote, ya que la distribución ubicua de esta especie en el Archipiélago constituiría un desastre si el WNV se establece.

Si *A. taeniorhynchus* es un vector deficiente entonces se recomendaría invertir recursos en la erradicación de la especie introducida *Culex quinquefasciatus* lo que debería ser factible ya que investigaciones recientes sugieren que esta especie está restringida a las áreas habitadas (Whiteman et al. 2005; estudios en marcha en el LEPGG). Si *Aedes taeniorhynchus* es un vector competente entonces esta no sería la estrategia más apropiada.

Se requieren de investigaciones sobre la distribución y abundancia estacional de todas las especies de mosquito en Galápagos con el propósito de diseñar estrategias efectivas de control que tendrán un mínimo de impacto sobre otros insectos no objetivo. Por tanto se deberán conducir evaluaciones de riesgo separadas sobre el impacto del rociado y otros tratamientos para el control de mosquitos sobre otras especies nativas en ecosistemas individuales de Galápagos. Se debe disponer urgentemente de recursos para actores locales tales como el Parque Nacional Galápagos y la Estación Charles Darwin con el propósito de que puedan conducir estas evaluaciones de impacto.

Se debe identificar en particular los insecticidas más apropiados y los procedimientos de aplicación para diferentes escenarios. Lineamientos sobre el uso de insecticidas ya existen para otros planes de respuesta al WNV (e.g. el plan de respuesta del Reino Unido para el Departamento de Salud de UK, Morgan 2006) que deberían ser utilizados como una base. El control de mosquitos para el WNV debería ser eficientemente integrado con los programas de control de mosquito ya existentes en Galápagos (e.j. para Dengue). Las estrategias más efectivas están probablemente dirigidas a los sitios de cría más que a los adultos.

Se requiere de un plan preliminar de control de vectores para el WNV hasta que se pueda conducir la investigación para diseñar las estrategias de control óptimas (ver sección 1.11) en el caso de que el WNV ingrese antes de que este trabajo sea completado. La opción más simple es utilizar medidas de control de mosquitos que ya están siendo empleadas en ambientes urbanos de Galápagos por el Servicio Nacional para la Erradicación de la Malaria (SNEM), ya que la capacidad para hacerlo existe en el Archipiélago. Sin embargo, esto no debería ser visto como un sustituto al diseño de las estrategias óptimas que deben ser puestas en marcha.

Hasta que sea actualizado, el plan preliminar debería incluir visitas puerta a puerta para tratamiento de tanques de agua y fumigaciones de las casas, eliminación de sitios de cría (e.g. recipientes descartados, neumáticos, etc.) y tratamiento del agua que es transportada hacia las partes altas. Esta actividad requiere la colaboración de la comunidad, pero si se declara un estado de emergencia las autoridades deberían tener acceso a la propiedad privada para llevar a cabo este trabajo. Tratamiento similar debe ser dado a los puertos de entrada, basureros (neumáticos, etc.). El tratamiento de los tanques de agua debería realizarse cada dos meses (en el caso en que se utilice Abate), mientras que la aplicación de piretroides (Kaotrina) debería ser efectuada cada quince días cuando el número de mosquitos sea alto, en particular en la estación húmeda. Podría ser necesaria la fumigación puerta a puerta utilizando insecticida residual.

El agua transportada hacia la parte alta también necesitará ser inspeccionada y tratada.

En los apéndices se presenta una lista de equipos y materiales requeridos en cada isla. El SESA-SICGAL debería ser el responsable de mantener las cantidades apropiadas de químicos y los equipos en condiciones apropiadas en sitios estratégicos alrededor del Archipiélago (ver abajo las cantidades sugeridas). El SNEM y el SESA-SICGAL necesitan coordinar el entrenamiento de suficiente personal para poder ejecutar la respuesta de una manera oportuna. Los químicos utilizados deberían ser únicamente aquellos aprobados por la Organización Mundial de la Salud y se recomienda que investigaciones adicionales sean llevadas a cabo para determinar la eficiencia y seguridad de los pesticidas que son actualmente utilizados para los programas de control de mosquitos.

El SESA-SICGAL y el SNEM deberían colaborar en redactar un presupuesto para los fondos requeridos para implementar esta respuesta de emergencia.

Otras medidas de control relacionadas a hospederos infectados no son necesarias, e.g. no se requiere el desecho de pollos domésticos adultos infectados ya que los niveles de viremia no son suficientes para la transmisión, o para especies silvestres no existe actualmente suficiente conocimiento para orientar las intervenciones apropiadas (ver sección siguiente). En el caso de una declinación extrema de la población de una especie endémica se debería considerar potencialmente medidas de conservación ex-situ pero tales intervenciones están más allá del alcance del presente documento.

Existe una vacuna para equinos contra el WNV que podría ser utilizada para proteger a los caballos en Galápagos. Sin embargo, esto no tendría un efecto para controlar la dispersión del WNV en los animales silvestres ya que los caballos son hospederos finales para el virus (dead-end hosts), y el uso de una vacuna comprometería la utilidad de los caballos como especies centinelas en el monitoreo.

### **1.12. Eliminación de animales infectados por WNV**

Los animales muertos por WNV deben ser colectados en recipientes sellados para eliminarlos. Prendas de protección (guantes, máscaras, cubiertas para zapatos, trajes biohazard de papel descartable) deberían ser utilizadas por todo el personal que manipula animales. Gafas de seguridad protectoras deberían ser igualmente utilizadas. Luego de limpiar en el sitio todas las cosas desechables utilizadas se debería meter en una funda para eliminarlas. Recipientes y fundas deberían ser rociados con desinfectante viricida antes de transportarlos, al igual que otro equipo no desechable que pueda haber sido utilizado. Las carcasas y otros artículos desechables deberían ser incinerados. Idealmente todas las islas habitadas deberían tener su propia infraestructura de incineración para evitar la necesidad de transportar este material entre las islas. Para animales silvestres, en ausencia de infraestructura de incineración, o cuando ésta sería impráctica para transportar las carcasas para incineración, deberían ser quemadas y enterradas in situ al igual que los caballos muertos.



### 1.13. Acciones adicionales recomendadas e investigaciones subsiguientes requeridas.

La amenaza del WNV a la fauna endémica de Galápagos es desconocida. A diferencia de la fauna continental, la fauna endémica de Galápagos ha evolucionado en ausencia de flavivirus – el clade de virus al cual pertenece el WNV. Es probable, por tanto, que el establecimiento del WNV en Galápagos tendrá profundos y severos impactos sobre la fauna: aves, reptiles y mamíferos.

Con el propósito de comprender mejor las respuestas requeridas para prevenir el establecimiento del WNV luego de su introducción en Galápagos, recomendamos que se obtenga una mejor comprensión de los mecanismos y probabilidades de su establecimiento en Galápagos.

Esto requiere investigaciones en (1) la capacidad de posible vectores del WNV de actuar como vectores del virus (competencia del vector) y (2) los hospederos que estos vectores prefieren para alimentarse.

Los vectores potenciales que más probablemente están involucrados en la dispersión y establecimiento de la enfermedad deberían ser el objeto de esta investigación: i.e. cada una de las tres especies de mosquito encontradas en Galápagos, la mosca negra y el tábano (*Haematopota pluvialis*).

Se necesita determinar urgentemente la competencia como vector del *Aedes taeniorhynchus*, ya que esta es la especie de mosquito más abundante y ampliamente distribuida en el Archipiélago; recientemente se ha encontrado que se alimenta de reptiles así como de aves y mamíferos (incluyendo los seres humanos), planteando por tanto una amenaza a un amplio rango de taxa a través del Archipiélago. En caso de que no sea un vector competente del WNV, las oportunidades de que el WNV se establezca en Galápagos son reducidas en gran medida al igual que la amenaza a la fauna de Galápagos. Se anticipa que esta investigación sobre la competencia de los vectores será conducida por un estudiante de Ph.D. de la Universidad de Leeds, Reino Unido, que comenzará en Octubre del 2007, con los primeros resultados disponibles para septiembre del 2008.

Se requiere también de información para determinar el posible impacto de la introducción del WNV sobre la fauna endémica y evaluar la probabilidad del establecimiento en especies claves seleccionadas. Esto requeriría la conducción de trabajos experimentales de susceptibilidad de los hospederos al WNV en un pequeño número de individuos en un laboratorio especializado con alta bioseguridad tal como el Centro de Wadsworth de Nueva York. Mientras que tales infecciones experimentales requerirían de cuidadosas consideraciones éticas, la información provista sería crítica para predecir el probable impacto del WNV en Galápagos. El número de individuos implicado sería más pequeño que el número de aves silvestres que mueren cada día por el tráfico vehicular en las vías de Santa Cruz. Las especies seleccionadas deberían ser aquellas consideradas importantes para el establecimiento y dispersión del WNV en Galápagos debido a su amplia distribución, a las densidades de su población y/o a sus conductas gregarias, o a la probabilidad de propagación del WNV basada en comparaciones filogenéticas.

Recomendamos, por tanto, que tales investigaciones sobre el establecimiento del WNV en Galápagos y su impacto en la biodiversidad del Archipiélago sean estimuladas y apoyadas por las autoridades pertinentes.

## **2. Planes de respuesta al WNV**

Esta sección provee paso a paso los procedimientos conjuntos para responder la detección/brote en el continente o en el Archipiélago.

En la próxima sección de este documento presentamos los planes de respuesta que deberían ser implementados en el caso de que el WNV sea detectado en el continente o en el Archipiélago. Sin embargo, con el propósito de que este plan sea efectivo hay detalles de infraestructura física, capacidad institucional y otros sistemas que necesitan ser establecidos ya que no existen actualmente en Galápagos o en el continente (sección 2.3).

El plan de enfermedades debería ser integrado al **Sistema de Respuesta Rápida a Emergencias, SRRE** que ya existe, utilizando las líneas de comunicación y responsabilidad establecidas por esta iniciativa. Las líneas apropiadas de comunicación y responsabilidad para el WNV son resumidas en las figuras 1 & 2.

Pruebas regulares de los planes de respuesta descritos abajo deben ser emprendidas al igual que las evaluaciones de los reportes de vigilancia del WNV a través de las Américas.

En caso de la mortalidad de un centinela (o una inusual mortalidad entre aves silvestres) se debería iniciar un programa local de control de mosquitos mientras se espera los resultados de las necropsias.

### **2.1. Plan de respuesta en el continente**

El objetivo del plan de respuesta en el continente es:

- a) Reforzar el estado de vigilancia y minimizar los riesgos de introducción a Galápagos.
- b) Alertar a los actores locales en Galápagos para maximizar la posibilidad de la detección temprana de la introducción del WNV a Galápagos y permitir una respuesta rápida a la introducción, maximizar la posibilidad de eliminar la enfermedad antes de su establecimiento.

La eliminación del WNV en el Ecuador continental no es un objetivo realista debido a la disponibilidad de hospederos, vectores y la probabilidad de re-invasión.

El SESA es la organización que debería tener toda la responsabilidad de los aspectos de implementación, manejo y comunicación relacionados a la vigilancia y respuesta ante el WNV en el continente. Necesitará comunicarse con todos los actores locales (Departamento de Salud, DAC/DIGMER, etc.) en el continente y con el SESA-SICGAL.

Es probable que el WNV sea detectado a través de una de dos rutas principales en el continente. Si una campaña de concienciación es conducida alentando al público a reportar enfermedades o mortalidades en equinos subsiguiente investigación de tales eventos podría producir una respuesta positiva para el WNV. Alternativamente estudios serológicos dirigidos en equinos o aves (Marrar et al. 2007) podría detectar evidencia de la exposición al WNV.

El SESA debería establecer una campaña de concienciación del público y un programa para estudios serológicos en el continente en conjunto con una organización ecuatoriana con la capacidad para realizar las pruebas y con especialistas internacionales apropiados.

En el punto en que el WNV sea confirmado, se requieren de las siguientes respuestas (ver también figura 1):

- i. En un plazo de 24 horas el SESA informa a todos los actores locales pertinentes y al SESA-SICGAL de la detección confirmada del WNV.
- ii. En un plazo de 24 horas los vuelos hacia Galápagos deberían partir únicamente de Quito (idealmente utilizando aviones destinados a esa ruta) para minimizar las posibilidades de transportar mosquitos (ejecutado por la DAC).
- iii. En un plazo de 24 horas la DAC y la DIGMER ejecutan medidas de bioseguridad (fumigación, restricciones de movimiento de animales, etc.) en todo transporte hacia Galápagos como está considerado en la legislación existente si esto no ha sido aún hecho. SESA y SESA-SICGAL monitorean la implementación de estas medidas.
- iv. En un plazo de 24 horas la importación de todo animal (especialmente pollitos bebés de 1 día) debería ser bloqueada hasta que se pueda mostrar que se han establecido las apropiadas medidas de bioseguridad de manera a que representen un riesgo mínimo.
- v. En un plazo de 24 horas el SESA-SICGAL informa a todos los actores locales de Galápagos (ver figura 2) y hace que los componentes relevantes del plan de respuesta estén preparados.
- vi. En un plazo de 24 horas el SESA instala caballos centinela en todos los aeropuertos y puertos marítimos utilizados por los aviones y barcos de Galápagos si esto no ha sido hecho aún.
- vii. En un plazo de 48 horas el SESA refuerza la campaña de concienciación pública solicitando reportes de enfermedad en caballos y aves silvestres.
- viii. En un plazo de 48 horas se instalan centinelas en los aeropuertos de Galápagos, puertos marítimos y otros sitios estratégicos si esto no ha sido hecho aún.
- ix. En un plazo de 48 horas el PNG y el SESA-SICGAL refuerzan la campaña de concienciación pública para reportes de enfermedad en caballos y aves silvestres.
- x. El PNG (LEPPG) intensifica la vigilancia de aves y caballos en Galápagos, en coordinación con el SESA-SICGAL.

## **2.2. Plan de respuesta de Galápagos.**

Es probable detectar el WNV a través de una de 2 rutas principales en Galápagos. Si una campaña de concienciación está en marcha estimulando al público a reportar

enfermedades o mortalidades inusuales en equinos o animales silvestres investigaciones subsiguientes de tales eventos por el LEPPG-G podría conducir a respuestas positivas para el WNV. Alternativamente estudios serológicos de equinos o aves por el LEPPG-G podría detectar evidencia para la exposición al WNV.

El objetivo del plan de respuesta en Galápagos es:

- a) Alertar a los actores locales en Galápagos para permitir una respuesta rápida a la introducción, potenciando la posibilidad de eliminar la enfermedad antes de su establecimiento.
- b) Identificar el área afectada y las áreas hacia las cuales dirigir el plan de control de vectores (PCV).
- c) Dirigir la implementación efectiva del PCV y la eliminación del WNV.

El SESA es la organización que debería tener toda la responsabilidad de los aspectos de implementación, manejo y comunicación relacionados a la vigilancia y respuesta al WNV en Galápagos. Necesitará comunicarse con todos los actores locales en el Archipiélago y SESA en el continente.

Luego de la detección y confirmación del WNV se requieren las siguientes respuestas (ver también figura 2):

- i. En un plazo de 24 horas el SESA-SICGAL reporta al Comité de Sanidad Agropecuaria.
- ii. En un plazo de 24 horas el Comité de Sanidad Agropecuaria reporta al SESA-Nacional y le solicita le conceda al SESA-SICGAL la autoridad para declarar el estado de emergencia.
- iii. En un plazo de 24 horas SESA-SICGAL inicia el estado de emergencia y comienza el plan de respuesta.
- iv. En un plazo de 24 horas la DAC y la DIGMER refuerzan las medidas de bioseguridad (fumigación, restricciones de movimiento de animales, etc.) en todo transporte hacia y dentro de Galápagos según lo considerado en la legislación existente, si esto no ha sido hecho aún. SESA y SICGAL monitorean la implementación de estas medidas.
- v. En un plazo de 24 horas los vuelos hacia Galápagos deberían partir únicamente de Quito (idealmente utilizando aviones destinados a esta ruta) para minimizar las posibilidades del transporte de mosquitos (reforzado por la DAC).
- vi. En un plazo de 24 horas se implementa el plan de control de vectores (PCV) conducido por SESA-SICGAL con asistencia del PNG, SNEM (SOH), CIMEI y FCD.
- vii. PNG (a través del LEPPG) trabajando con la FCD, SESA-SICGAL y CIMEI intensifica la vigilancia de mosquitos, aves y caballos en Galápagos para determinar las áreas afectadas y monitorear la efectividad del PCV.
- viii. En un plazo de 24 horas el PNG, INGALA, gobiernos Municipales y otras autoridades locales pertinentes restringen el turismo y los movimientos locales en los sitios afectados hasta que el PCV haya sido implementado y se haya evaluado su efectividad.
- ix. Para reducir el transporte de mosquitos, los productos agrícolas y los vehículos que transportan tales productos deberán ser fumigados y el

- transporte de cualquier cosa que podría contener fuentes abiertas de agua (e.g. neumáticos viejos, tanques de agua) debería ser prohibido.
- x. En un plazo de 48 horas el SESA-SICGAL instala caballos centinela en todos los aeropuertos, puertos marítimos y otros sitios estratégicos tales como zonas agrícolas si esto no ha sido hecho aún.
  - xi. En un plazo de 48 horas el PNG y el SESA-SICGAL refuerzan la campaña de concienciación pública solicitando reportes de enfermedades en caballos o animales silvestres.
  - xii. En un plazo de 48 horas la Dirección de Salud debería estar preparada para tratar casos de WNV en seres humanos de Galápagos.
  - xiii. La vigilancia, monitoreo y PCV continúan hasta que se considere que haya sido eficaz (consultando con especialistas internacionales), o se juzgue que la enfermedad se ha establecido tan eficazmente que medidas de control adicionales no tendrían oportunidades realistas de ser exitosas o no serían eficientes en términos de costos. En este último caso, basados en la modelización de las estrategias del PCV podría ser posible que el PCV sea suspendido temporalmente hasta un punto de debilidad estacional en la abundancia de los vectores cuando podría ser implementado exitosamente.

El PNG, el SESA-SICGAL, y el CIMEI deberían establecer la campaña de concienciación pública en las Islas.

El PNG a través del LEPGG, con un financiamiento apropiado adicional a los gastos corrientes del laboratorio, debería establecer un programa para análisis serológicos en Galápagos en conjunto con los especialistas internacionales apropiados.

### **2.3. Infraestructura recomendada, capacidad y sistemas que necesitan ser establecidos para hacer viables los planes de respuesta.**

- i. Determinar los químicos apropiados para rociar y tratar contenedores de agua, fuentes de origen de aviones, protocolos de control bajo diferentes escenarios.
- ii. Modelos y planes para estrategias de control directo (incluyendo evaluación de impacto en especies nativas/endémicas de la utilización de pesticidas y determinar la competencia de diferentes vectores.
- iii. Emplazamiento de productos químicos y equipamiento para el control en el Archipiélago.
- iv. Disponibilidad de la capacidad para el diagnóstico de casos en seres humanos (Dirección de Salud).
- v. Disponibilidad de las drogas apropiadas para tratar casos en seres humanos (Dirección de Salud).
- vi. Capacidad de vigilancia en el LEPG-G –técnicos, reactivos y materiales fungibles, máquina para Real Time PCR requerida en el LEPG-G para realizar la vigilancia del WNV (~ US \$35.000 por año para salarios, reactivos y material fungible y otros costos, más ~ US \$40,000 como uno de los costos adicionales para la máquina de RT-PCR).
- vii. Implementación de un registro de animales domésticos/agrícolas para ayudar al programa de vigilancia.
- viii. Reportes de animales muertos.
- ix. Establecimiento de un equipo consultor internacional para aconsejar sobre planes de respuesta y contactos con laboratorios de diagnóstico internacionales especializados (e.g. Sociedad Zoológica de Londres, Universidad de Leeds,

Universidad de Missouri/St. Louis Zoo, Laboratorio Wadsworth, New York, USA) para apoyar en los procedimientos de diagnósticos llevados a cabo en Galápagos/Ecuador.

#### **2.4. Contacto con los medios de comunicación y con el público.**

Es muy importante que haya una alta conciencia pública y de los medios de comunicación respecto a las amenazas planteadas por el WNV y de las medidas a tomar para mitigar estas amenazas. El público debería ser mantenido actualizado ya que pueden jugar un importante papel en la vigilancia para eventos de morbilidades o mortalidades inusuales en caballos o animales silvestres. Igualmente, es menos probable que un público informado entre en pánico o difunda rumores infundados.

Se debería contar con un solo sitio web y una línea telefónica para informaciones relacionadas con la salud de seres humanos, del ganado o de animales silvestres y para reportar eventos de morbilidad o mortalidad.

En caso de un brote de WNV (o sospecha de un brote), el sitio web debería ser utilizado como el principal portal para comunicaciones actualizadas al público en tiempo real. Los periodistas pueden dirigirse al sitio web, reduciendo así las consultas externas al personal que maneja el brote. El PNG es probablemente el mejor posicionado para tratar con los medios directamente.

### **3. Protocolo para el ejercicio de simulacro.**

Mucho antes que cualquier requerimiento de respuesta, es imperativo que las líneas de autoridad, roles y responsabilidades así como los canales de comunicación sean establecidos para todas las instituciones que podrían estar involucradas en el caso de que se sospeche o confirme la presencia de WNV en Galápagos o en el continente. Esto debería ser logrado a través de un taller inicial en el que participe el personal clave de las mayores organizaciones involucradas (SESA-SICGAL, PNG, ECCD, DAC/DIGMER, Dirección de Salud, INGALA, CIMEI, Municipio &LEPG-G) para identificar todos los participantes necesarios y sus respectivos roles, responsabilidades, etc. y confirmar que hay un acuerdo sobre los roles asignados en este documento.

Entonces se realizará un simulacro para perfeccionar estas líneas de autoridad, evaluar las líneas de comunicación y detectar cualquier área donde la capacidad para responder a un brote del WNV podría ser perjudicada. El panorama de simulacro es robusto, realista y desafiante y ha sido diseñado para probar decisiones y capacidades estratégicas claves en las fases tempranas de un brote.

Sugerimos que el ejercicio sea iniciado reportando al SESA-SICGAL señales clínicas consistentes con WNV a partir de dos sitios separados – la muerte inexplicable de un caballo en una granja en Bellavista, Santa Cruz, y las muertes de algunos pinzones de la misma área de un barrio en Puerto Baquerizo, San Cristóbal – en el mismo día. Se evaluará la investigación rápida de estos brotes en el laboratorio, así como las capacidades en las zonas alrededor de cada sitio de detección. Una respuesta a profundidad con la implementación de un programa de control total de mosquitos está probablemente más allá del alcance de este ejercicio dado que la respuesta apropiada necesitaría aún ser determinada, pero la movilización del personal que estaría involucrado en estas respuestas puede ser probada. Sería posible simular la implementación de un programa limitado de control de mosquitos utilizando

protocolos ya existentes en Galápagos, para rociar en Puerto Baquerizo y en las granjas.

Los análisis de muestras post-mortem de ambos sitios dan positivo para WNV, activando la vigilancia reforzada y las otras respuestas detalladas en el plan Galápagos. La ruta de introducción de la enfermedad es desconocida y no están claros todos los enlaces epidemiológicos. Hay un gran interés por parte de la prensa y de una gama de organizaciones no gubernamentales de conservación y cuidado de vida silvestre en la posibilidad de entrada del WNV en las Islas. Mientras que la conciencia pública aumenta, se reciben reportes adicionales de aves silvestres enfermas, pero la mayoría de ellos son negados luego de la inspección veterinaria inicial. Se evaluará la capacidad para registrar, procesar e investigar tales puntos en el número de reportes recibidos, así como la capacidad para comunicar el curso de los eventos a las autoridades competentes nacionales e insulares, a los medios de comunicación y al público en general. Esto podría incluir traer personal extra del continente como una medida de emergencia.

Aunque será imposible simular la respuesta entera a un brote de WNV, se debería hacer un esfuerzo tan realista como sea posible. Esto debería incluir decretar el bloqueo de los caminos (sin embargo, más que prevenir los movimientos de gente y animales, se debería cuantificar y registrar los movimientos a través de las barricadas) y otras restricciones de movimiento intra e inter-islas; pruebas de laboratorio (utilizando pruebas de doble ciego de controles positivos y negativo en tiempo real); registrar las comunicaciones mantenidas y las relaciones con personal de otras islas y con el continente. Las cuestiones de salud pública provenientes del potencial zoonótico de la enfermedad podrían ser evaluadas a través de la simulación de un caso humano en un turista anciano y en la redacción de un consejo médico al público en general.

Se deberá preparar un informe sobre los resultados del taller inicial y de las lecciones aprendidas a partir del simulacro con los aportes de todas las organizaciones involucradas. Las lecciones aprendidas con el simulacro deberían ser utilizadas para informar sobre las políticas y procedimientos operacionales. La versión final del informe debería ser accesible al público vía el Internet.

#### **4. Referencias**

- Bosch I, Herrera F, Navarro JC, Lentino M, Dupuis A, et al. 2007. West Nile Virus in Venezuela. *Emerging Infectious Diseases*, **13**: 651-653.
- Kilpatrick AM, P Daszak, SJ Goodman, H Rogg, LD Kramer, V Cedeño, and AA Cunningham 2006. West Nile virus Threatens Galápagos through Tourism. *Conservation Biology* **20**:1224-1231.
- Marra, P. P., S. Griffing, C. Caffrey, A. M. Kilpatrick, R. McLean, C. Brand, E. Saito, A. P. Dupuis, L. D. Kramer, and R. Novak. 2004. West Nile virus and wildlife. *BioScience* **54**:393-402.
- Mattar, S., E. Edwards, J. Laguado, M. Gonz´alez, J. Alvarez, and N. Komar. 2005. West Nile virus antibodies in Colombian horses. *Emerging Infectious Diseases* **11**:1497-1498.
- Morgan D. 2006, Control of arbovirus infections by a coordinated response: West Nile Virus in England and Wales. *Fems Immunology & Med Microbiology* **48**:305-312
- Whiteman NK, SJ Goodman, BJ Sinclair, T Walsh, AA Cunningham, LD Kramer, and PG Parker (2005). Establishment of the avian disease vector *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera: Culicidae) on the Galápagos Islands, Ecuador. *IBIS*, **147**: 844-847.

- Wikelski, M., J. Foufopoulos, H. Vargas, and H. Snell. 2004. Galapagos birds and diseases: invasive pathogens as threats for island species. *Ecology and Society* **9**:5. <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art5/>.
- Zapata, C. E. 2007. Evaluación de la eficacia de los protocolos de fumigación a embarcaciones y aeronaves hacia Galápagos y entre islas. Fundación Charles Darwin y Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria-Galápagos, Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos.

## 5. Algunos contactos y enlaces útiles

### *En Galápagos*

Dr Marilyn Cruz: Laboratorio Fabricio Valverde-PNG- Calle Duncan and Angermeyer, Puerto Ayora, Santa Cruz, Tel: 2527009

Dr David Cruz, Fundación Charles Darwin. Tel 2526 146

### *Especialistas en enfermedades de animales vinculados con Galápagos:*

Dr Simon Goodman: Univ. de Leeds, UK [s.j.goodman@leeds.ac.uk](mailto:s.j.goodman@leeds.ac.uk), Tel: +44-(0)113-3432561

Dr Patricia Parker: WildCare Institute, Saint Louis Zoo y Universidad de Missouri, pparker@umsl.edu Tel. (314) 781-0900 ext 386, (314) 516-7274

Dr Andrew Cunningham: Institute of Zoology, UK [a.cunningham@ioz.ac.uk](mailto:a.cunningham@ioz.ac.uk)

Dr Virna Cedeño, Univ. Guayaquil, [virna@spng.org.ec](mailto:virna@spng.org.ec)

### *Información para clínicos:*

[http://www.cdc.gov/Ncidod/dvbid/westnile/resources/fact\\_sheet\\_clinician.htm](http://www.cdc.gov/Ncidod/dvbid/westnile/resources/fact_sheet_clinician.htm)

*Pesticidas:* <http://www.hse.gov.uk/pesticides/westnilevirus.htm>

### *WNV en Hawaii:*

<http://www.hawaii.gov/health/family-child-health/contagious-disease/wnv/index.html>

<http://www.hawaii.gov/health/family-child-health/contagious-disease/wnv/wnv/surveillance/index.html>

<http://www.pesticide.org/westnilevirus2005.html>

[http://www.hawaiiconservation.org/library/documents/warren\\_report\\_2006.pdf](http://www.hawaiiconservation.org/library/documents/warren_report_2006.pdf)

## 6. Apéndices

### **Resumen para la implementación del programa de vigilancia en Galápagos previa la introducción del WNV.**

<b>Actividad/Paso</b>	<b>Organización responsable</b>
1. Obtener fondos para sustentar los diagnósticos en el LEPG-G y otros elementos del programa de vigilancia.	SESA-SICGAL apoyado por el PNG & FCD
2. Instalar y manejar centinelas en los aeropuertos/puertos marítimos de Galápagos, envío de muestras al LEPG-G para el análisis rutinario	SESA-SICGAL
3. Monitoreo del transporte (aviones y barcos) hacia Galápagos para mosquitos/larvas, enviar las muestras colectadas al LEPG-G.	SESA-SICGAL
4. Envío de muestras al LEPG-G en eventos de mortalidad de centinelas.	SESA-SICGAL
5. Establecimiento de campañas públicas de concienciación para promover los reportes y colección de muestras de caballos/animales silvestres muertos, aves atropelladas en la carretera, etc. Requiere anuncios de radio/TV, pósteres, sitio web.	SESA-SICGAL, PNG & CIMEI
6. Fortalecimiento de reportes para la vigilancia oportunista – establecer una línea telefónica particular con un contestador automático, más el duplicado de muestras de animales silvestres colectados por científicos visitantes.	SESA-SICGAL, apoyado por el PNG & FCD y CIMEI
7. Colección de muestras reportadas como muestras oportunistas.	SESA-SICGAL & LEPGG
8. Análisis & diagnósticos	LEPGG
9. Coordinación & informe a los actores locales.	SESA-SICGAL
10. Vigilancia en el continente	SESA-Nacional



### Resumen de los roles y responsabilidades en la respuesta al WNV en Galápagos.

Organización responsable	Prevención	Vigilancia	Respuesta
SESA-SICGAL	<p>Asegurar que se están implementando y son eficaces las medidas de bioseguridad para los medios de transporte que lleguen a Galápagos</p> <p>Informar a los actores locales.</p>	<p>Introducir y manejar programas de centinelas en aeropuertos/puertos marítimos.</p> <p>Introducir el registro de animales agrícolas.</p> <p>Fortalecer el reporte de mortalidades en animales silvestres y de agricultura.</p> <p>Facilitar la vigilancia y monitoreo a través el LEPG-G.</p> <p>Monitoreo regular de zonas agrícolas.</p> <p>Monitoreo de aviones y botes.</p>	<p>Asegurar el establecimiento de la legislación para permitir la respuesta rápida al plan a ser llevado a cabo.</p> <p>Asegurar la disponibilidad de los fondos de emergencia.</p> <p>Declarar la emergencia</p> <p>Coordinar toda la respuesta en el archipiélago.</p> <p>Implementar un plan de control de vectores con el SNEM, CIMEI y PNG.</p> <p>Informar a todos los actores locales</p> <p>Asegurar el suministro de insecticidas y equipamiento para el momento en que se requiera.</p> <p>Chequeo continuo de la bioseguridad en los medios de transporte que lleguen a las Islas, reforzar la bioseguridad dentro y entre las islas.</p>
PNG		<p>Facilitar la vigilancia y monitoreo a través del LEPG-G.</p> <p>Coordinar la concienciación pública con la ECCD.</p>	<p>Coordinar la concienciación pública con el SESA, CIMEI y Dirección de Salud</p> <p>Colaborar en el PCV</p> <p>Restringir los botes de turistas en los sitios afectados.</p>
LEPGG		<p>Conducir las pruebas de vigilancia</p>	<p>Conducir los análisis y diagnósticos para la vigilancia.</p> <p>Informar los resultados al SESA-SICGAL</p>
FCD		<p>Facilitar la vigilancia y el monitoreo a través del LEPGG.</p> <p>Coordinar la concienciación pública con el PNG.</p> <p>Colaborar con el monitoreo de mosquitos.</p>	<p>Colaborar con los programas de concienciación pública.</p> <p>Evaluar la eficiencia del PCV.</p>

DAC/DIGMER	Reforzar la implementación de bioseguridad en los medios de transporte hacia Galápagos – informar al SESA Nacional y al SESA-SICGAL.		Reforzar la implementación de bioseguridad en los medios de transporte hacia Galápagos – informar al SESA Nacional y al SESA-SICGAL.
DS y SNEM		Reporte de casos potenciales de WNV al SESA-SICGAL	Responder a amenazas a la salud humana.  SNEM – Asegura el suministro de insecticidas y equipamientos.  SNEM implementa el PCV, informa los resultados al SESA-SICGAL
INGALA	Apoyar la implementación de medidas de bioseguridad	Apoyo para el reporte al SESA-SICGAL & LEPPG requerido por el programa de vigilancia	Restricción del turismo & movimientos locales en los sitios afectados.
CIMEI		Apoyo para el reporte al SESA-SICGAL & LEPPG requerido bajo el programa de vigilancia.	Coordinar con el Ingala el control de movimiento de animales domésticos.  Colaborar con el programa de control urbano de mosquitos y eliminación de sitios de cría de mosquitos.
MUNICIPO	Apoyo en la implementación de medidas de bioseguridad.	Apoyo en el reporte al SESA-SICGAL & LEPPG requerido para el programa de vigilancia.	Apoyo al INGALA & CIMEI  Eliminación de sitios de cría de mosquitos.
SESA NACIONAL	Reforzar la implementación de medidas de bioseguridad para productos agrícolas enviados a Galápagos y para el movimiento de aviones y barcos (en coordinación con la DAC/DIGMER)	Coordinar la vigilancia en el continente	Apoyar al SESA-SICGAL  Informar a los actores locales en el continente.
DEFENSA CIVIL			Apoyar al SESA-SICGAL Colaborar en el control del movimiento de Ganado.
COMMUNIDAD		Reportar animales enfermos o muertos.	Eliminación de contenedores, sitios de cría de mosquitos

**Figura 1 – Diagrama de flujo de la Respuesta para el Continente**

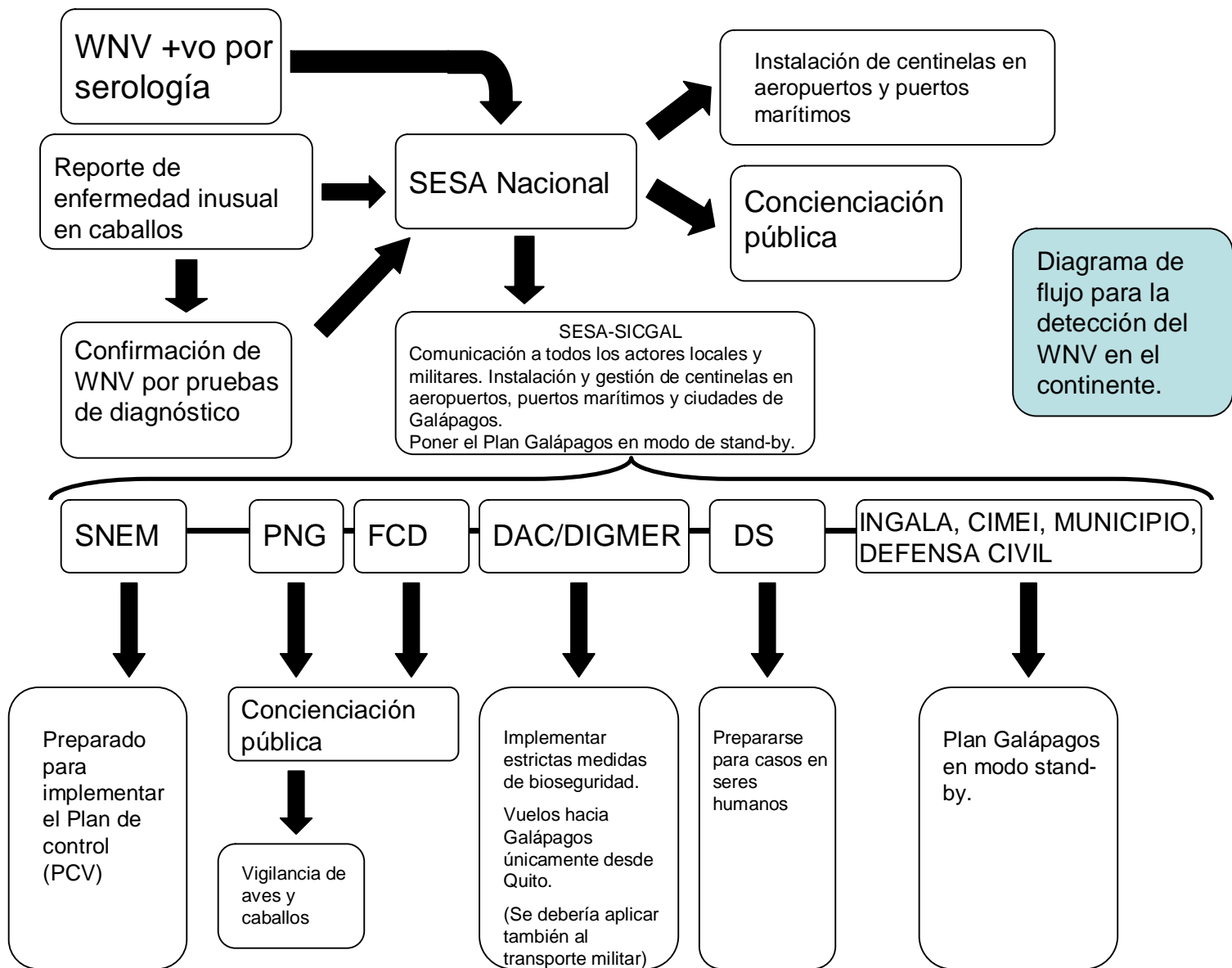
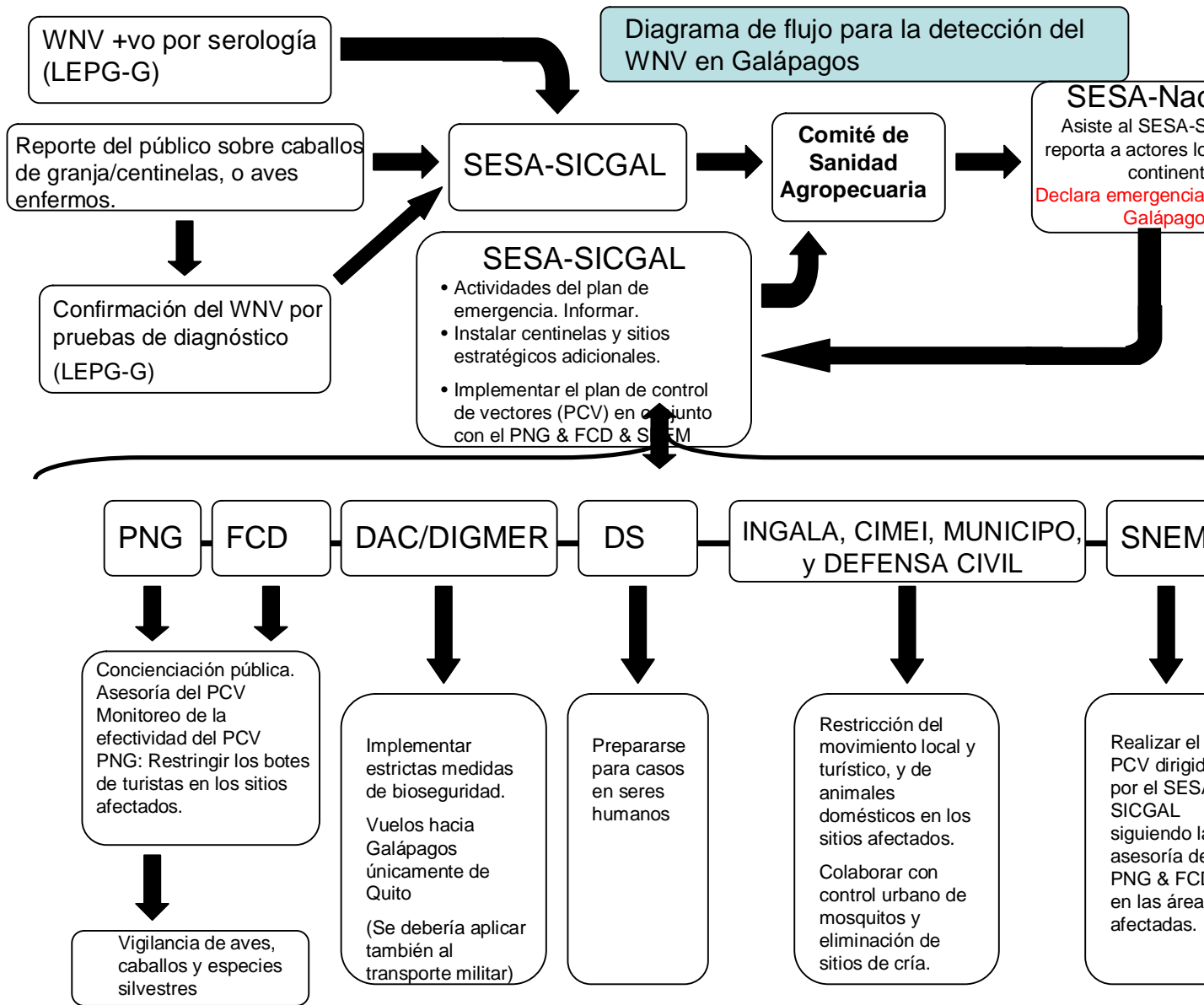


Diagrama de flujo para la detección del WNV en el continente.

**Figure 2 – Diagrama de flujo de la Respuesta para Galápagos**



## Químicos utilizados por el SNEM para el control de mosquitos

Actividad	Químico <sup>2</sup>	Lugar de aplicación	Dilución	Acción
Fumigación	K-Othirene CE 25. Líquido [N. Común: Deltametrina] Pertenece al grupo químico piretrinas y piretroides	Dentro y fuera de las viviendas	150 ml / 12 litros de agua	Tiene efecto inmediato sobre los adultos
Rociar – (Rociado)	K-Othirene 5 % PM Polvo [N. Común: Deltametrina. Polvo mojable (WP)] Pertenece al grupo químico piretrinas y piretroides.	Se aplica sobre las paredes de las viviendas,	100gr / 8 litros de agua	Tiene un efecto residual por un período de 2 meses
Abatización	Abate (Temefos <sup>3</sup> , organofosforado) <i>Bioinsecticida recomendado por la OMS, soluble en agua, resistente a la luz y no afecta al medio ambiente.</i>	Se aplican en los recipientes de agua	El producto viene a una concentración del 1%	Efecto sobre las larvas (larvicida) de manera residual

### Cantidad de químicos que deben estar guardados en cada isla y el número aproximado de días de trabajo requeridos para una aplicación (Granda, pers. comm. 2007)

	Abate (kg)	Kaotrin (litros)	Numero de días de trabajo con un equipo de 7 personas
Balra	4	2	1
Santa Cruz	600	70	90
San Cristobal	320	40	47
Isabela	94	15	14
Floreana	10	5	4

Nota: Esta tabla no considera la cantidad de abate necesario para los tanques grandes