

Claudia Sepúlveda Luque
Secretaria Ejecutiva
Parques Para Chile,
Carlos Andwanter 525
Valdivia, CHILE

West Lafayette, Enero 3, 2004

Estimada Claudia,

Esta carta presenta un estudio crítico de los datos y conclusiones incluidos en el reciente informe titulado "Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Andwanter, en la Provincia de Valdivia" presentado por la Dirección Regional CONAMA X Región de Los Lagos y La Universidad Austral de Chile, con fecha 15 de Diciembre del 2004. Este informe presenta los primeros resultados del estudio cuyo objetivo ha sido determinar los factores de peligro que podrían haber contribuido a la mortalidad de cisnes de cuello negro observada, así como el estado de salud del ecosistema del santuario de la naturaleza Carlos Andwanter.

En general, el informe presenta una gran cantidad de información útil la cual podría ser utilizada para desarrollar líneas de evidencia que puedan probar o refutar la influencia de factores ambientales en la mortalidad observada. Sin embargo, es nuestra opinión que el análisis de los datos es insuficiente y por consiguiente las conclusiones del informe son débiles y de poca utilidad para una evaluación de los riesgos que pudieran afectar a la población de cisnes. A continuación se detallan nuestros comentarios sobre este primer informe de avance.

1.- **Revisión Bibliográfica** : La información recolectada es pertinente y completa. Sin embargo, su presentación e interpretación, así como algunos conceptos incluidos en el texto, pueden prestarse a confusión.

Metales Pesados

- a. En la página 5, párrafo 3, se sostiene que "Muchos de estos metales incrementan su concentración en el organismo a través del tiempo (bioacumulación) y a través de la cadena trófica (bioconcentración)." Cabe destacar que de los metales en cuestión, los únicos que se bioconcentran son el mercurio y en cierta medida el cadmio. El concepto de bioconcentración es realmente válido sólo para los compuestos orgánicos. Por ejemplo, el mercurio se bioconcentra solamente cuando esta presente en su estado de sal orgánica (metilmercurio). Además, el fenómeno de bioconcentración es irrelevante en el caso del cisne de cuello negro ya que sus hábitos alimentarios lo colocan al pie de la cadena alimenticia.
- b. El texto hace referencia a dos tablas (Tablas 1 y 2 del informe) que contienen datos obtenidos de zonas alejadas de fuentes de contaminación y de áreas "con claras evidencias de contaminación." Es nuestra opinión que el uso de estos valores puede prestarse a confusión y no aporta información válida para esta evaluación a menos que se consideren otros factores, tales como



School of Veterinary Medicine

Veterinary Pathology Building ■ 725 Harrison Street ■ West Lafayette, IN 47907-2027 ■ (765) 494-7541 ■ Fax: (765) 494-9830

diferencias entre especies. Por ejemplo, la concentración promedio de cobre en hígados de aves recolectadas en áreas contaminadas es de 978 mg/kg, mientras que es solo 59 mg/kg en áreas sin "signos evidentes de contaminación".

Las diferencias observadas entre distintas áreas geográficas pueden ser explicadas si se toma en cuenta las especies de aves incluidas en uno y otro grupo. Por ejemplo, en el grupo de áreas supuestamente no contaminadas, se incluyen sólo dos valores para cisnes mudos (*Cygnus olor*) de 1200 y 391 mg/kg de cobre. Los otros 24 valores son substancialmente más bajos (18 a 138 mg/kg) y corresponden a valores obtenidos en patos, zarapitos, gansos y taguas (*Fulica* spp.). En el grupo de áreas "con claras evidencias de contaminación" se incluyen ocho valores de los cuales cuatro corresponden a cisnes mudos, con un rango de 630 a 7170 mg/kg. Los cuatro valores para las otras especies (pelícanos y patos) fluctúan entre 16,5 y 58,8 mg/kg. Es claro que la diferencia entre los promedios de ambas áreas no se debe al nivel de contaminación sino que a la composición de especies de cada grupo. El cisne mudo es reconocido por su capacidad para acumular cobre en el hígado (Frank y Borg 1979; Beyer y col. 1998). Esto llevó a Beyer y Day (2004, referencia 5 en página 16 del informe) a determinar que el nivel de 2000 mg/kg observado en cisnes de Chesapeake Bay se debe a la habilidad de este cisne de acumular cobre y no es evidencia de un nivel de exposición anormal a este metal.

Compuestos organoclorados

- a. El informe señala como inconveniente para la evaluación de las concentraciones de organoclorados en cisnes de cuello negro el que éstos no se midieron en huevos y de que "no existen en la literatura mayores referencias de niveles de estos compuestos en hígado o riñón, los tejidos aquí analizados" (página 21, párrafo 1). Los datos basados en análisis de huevos son ciertamente más abundantes que datos basados en otros tejidos en el caso de DDT y sus metabolitos DDE y DDD. Sin embargo, existe abundante información histórica y recopilada en numerosas publicaciones sobre éstos y otros organoclorados en numerosos tejidos incluyendo hígado y riñón.

En el caso de DDT, el efecto tóxico crónico más significativo es una reducción en la tasa reproductiva como resultado de muerte embrionaria por rompimiento del huevo durante la incubación. Este efecto no es de relevancia en nuestro caso. En condiciones de exposición aguda, el DDT produce efectos neurológicos que llevan a la muerte por convulsiones y/o ataxia, o secundariamente debido a emaciación. Este efecto ha sido relacionado con concentraciones en hígado superiores a los 1000 mg/kg en paseriformes y rapaces (Blus 1996).

En el caso de dieldrin, Peakall (1996) estableció concentraciones "LOAEL" y "NOAEL" para hígado de aves de 7 y 1 mg/kg, respectivamente. La concentración LOAEL (lowest observable adverse effect level en inglés) es la más baja que se ha asociado con algún efecto adverso. La concentración NOAEL (no observable adverse effect level en inglés) es la concentración más alta que no produce toxicidad.

En el caso de hexaclorociclohexano, se sabe que palomas a las que se les administró el tóxico acumularon concentraciones de entre 4,2 y 37 mg/kg en el hígado y de que el único animal que falleció durante el experimento tenía una concentración de 32 mg/kg (Weimeyer 1996). Este mismo autor indica que el endosulfan es rápidamente metabolizado en aves y mamíferos, por lo que no se acumula en tejidos de éstos.

2.- **Parasitología:** En el presente estudio, se realizaron exámenes parasitológicos en la totalidad de los cisnes muestreados (31). Para estos análisis, se examinó sólo el tracto gastrointestinal (estómago e intestinos delgado y grueso). El 100% de las aves fue positiva a al menos una de las cinco especies de parásitos identificadas, siendo la mayoría de los casos infecciones por los nemátodos *Capillaria* sp. y *Epomidiostomum skrajabini* (Tabla 15 del informe).

- a. Los autores concluyen que la prevalencia e intensidad de infecciones parasitarias en los cisnes analizados son "mayores" que las registradas en esta misma especie en los años 90 por investigadores del laboratorio de Parasitología de la Universidad Austral de Chile. Los resultados de éste estudio, sin embargo, no se discuten ni tampoco aparecen citados en la revisión bibliográfica, por lo que no es posible determinar cuán mayores son estas infecciones parasitarias comparadas con estudios anteriores. No es sorprendente que la prevalencia de parásitos haya alcanzado casi un 100%, ya que éste fenómeno es frecuente en poblaciones de aves silvestres acuáticas (Sepúlveda y col. 1994, 1996, 1999). Tampoco es fuera de lo común encontrar parásitos en grandes cantidades (en los cientos y a veces miles de individuos), por lo que una carga parasitaria de 286 especímenes como la que se registró en uno de los cisnes analizados en este estudio no parece excesiva.
- b. Es importante recalcar que en numerosas especies de aves, un aumento en la incidencia y prevalencia de infecciones parasitarias es muchas veces una manifestación clínica/patológica crónica que se desencadena por diversos factores tales como inanición por falta de alimento, cambios climáticos, presencia de contaminantes y agentes infecciosos, entre otros (Forrester y Spalding 2003). Considerando que cerca del 60% de los cisnes analizados en el presente estudio presentaron un cuadro de emaciación; un 97% de las aves no contenían alimento en el estómago; y que en promedio pesaron cerca de 3 kg menos que en años anteriores (Tabla 8 del informe), el aparente aumento en la prevalencia y carga parasitaria es probablemente una consecuencia de un deterioro fisiológico de las aves afectadas y no la causa primaria de la mortalidad observada.

3.- **Microbiología y Virología:** Para los exámenes microbiológicos, los autores de este informe reportan haber tomado muestras de hígado, corazón y fluido pericárdico, y haber procesado estas muestras en "distintos" medios de cultivo con el fin de determinar la presencia de sólo dos especies de bacterias patógenas (*Salmonella* sp. y *Pasteurella* sp.). Los autores concluyen que "descartan la presencia de bacterias patógenas en las muestras analizadas". En cuanto a los análisis virológicos, los autores reportan haber utilizado muestras de cerebro, corazón, hígado, riñón y pulmón, las que se agruparon en pools formados por tres cisnes cada uno. Los autores reportan además la vía de inoculación y el número de pasajes en huevos embrionados utilizados. Aún cuando a la fecha del informe no se había registrado mortalidad embrionaria ni habían ocurrido manifestaciones de infecciosidad, los autores no descartan por completo la presencia de agentes virales en los cisnes encontrados muertos o debilitados.

- a. El informe no menciona cuántos cisnes se muestrearon para los estudios microbiológicos, ni qué tipos de medios de cultivo y condiciones de incubación se utilizaron. Además, llama la atención que no se hayan analizado tractos gastrointestinales para estos análisis, considerando que son éstos tejidos los que normalmente albergan este tipo de patógenos.
- b. Es importante recalcar que aún cuando las dos especies de bacterias estudiadas se consideran como importantes agentes patológicos en poblaciones de aves silvestres, siendo *Pasteurella* la causante del cólera aviar, existen muchas otras bacterias que se han asociado con cuadros de

emaciación y muerte en distintas especies de aves y que no fueron estudiadas en cisnes de cuello negro tales como: *Aeromonas* sp., *Bacillus* sp., *Campylobacter* sp., *Clostridium* sp., *Edwardsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *Staphylococcus* sp., y *Vibrio* sp. (Forrester y Spalding 2003). Las muestras de tejido tampoco se analizaron por la presencia de hongos (*Aspergillus* sp. y *Candida* sp.) los que también se han asociado con cuadros de emaciación y muerte en numerosas poblaciones de aves silvestres.

- c. Los análisis histopatológicos indicaron una alta incidencia de cuadros inflamatorios en riñón (80% de los cisnes con tubulonefrosis) e hígado (65% de los cisnes con infiltrado inflamatorio), los que pudieran ser producto de la acción directa de agentes infecciosos.
- d. Cabe destacar que el aislamiento e identificación de agentes virales no es tarea fácil, y en muchos casos requiere además de pruebas serológicas específicas y análisis biomoleculares tales como PCR (Polymerase Chain Reaction) para amplificar el contenido de ADN viral.
- e. Debido al número limitado de patógenos estudiado; al inadecuado tipo de muestras analizado; y a la alta prevalencia de lesiones inflamatorias, no debiera descartarse aún la acción patógena de agentes infecciosos en el evento de mortandad en cisnes de cuello negro.

4.- **Toxicología e Histopatología:** El informe presenta niveles de metales pesados encontrados en hígado y riñón de cisnes de cuello negro (Tablas 18 y 19 del informe). Ambas tablas tienen en el encabezado la unidad "mg/g". Suponemos que esto es un error y de que realmente las concentraciones están expresadas en mg/kg. En estas tablas, llaman la atención las altas concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y en menor medida cadmio (Cd). Estos tres metales, así como los resultados para organoclorados se discuten en detalle a continuación.

Cadmio

- a. El cadmio es un metal relacionado con toxicidad en ambientes acuáticos y terrestres. Concentraciones en el agua de entre 0.3 y 0.4 mg/L producen la muerte del 50% de los organismos expuestos en el caso de crustáceos decápodos, mientras que concentraciones asociadas a riesgos aceptables son mucho menores (Eisler 1985). Peces y plantas acuáticas son también altamente sensitivos a este metal. La norma chilena que regula descargas de residuos líquidos a aguas superficiales (D.S. N° 90 de 2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia) establece una concentración máxima permitida en el efluente de 0.1 mg/L de cadmio.

Los máximos permitidos por la norma chilena no están basados en una evaluación de riesgo ecológico y por lo tanto no es posible descartar daño ambiental cuando estas concentraciones no han sido excedidas. La derivación de concentraciones umbrales para cadmio basadas en evaluaciones de riesgo producen valores mucho menores. Por ejemplo, la Environmental Protection Agency (EPA 2002) de los Estados Unidos derivó normas para cadmio de 0.002 y 0.00025 mg/L para exposiciones agudas y crónicas, respectivamente. En el caso de Canadá (CCME 2003), la norma para cadmio es de 0.000017 mg/L.

- b. A diferencia de organismos acuáticos, las aves son mucho menos sensitivas al cadmio. El cadmio en aves produce primeramente lesiones renales y daño testicular en machos. Una revisión bibliográfica de estudios relacionando efectos tóxicos y concentraciones en tejidos de aves estableció niveles umbrales de 40 mg/kg en el hígado y 100 mg/kg en el riñón (Furness 1996). En este sentido, las concentraciones encontradas en los cisnes de cuello negro están bien por debajo

de estos valores. Esto sugiere que el cadmio no es responsable de la mortalidad y morbilidad observada en esta población.

Cobre

- a. El cobre es un metal de reconocida toxicidad en ambientes acuáticos. Se usa en su forma sulfatada o quelada como herbicida para remover plantas macrófitas en concentraciones en el agua entre 0.1 y 1.0 mg/L (Thayer y col. 1986). Se ha visto que concentraciones de 0.17 mg/L mantenidas por 100 días eliminan la mayoría de las macrófitas sumergidas (Eisler 1998). Es importante destacar que el cobre es el herbicida preferido para el control del lucheillo (*Egeria densa*), especie introducida en los Estados Unidos. La norma chilena para este metal establece un máximo de 1.0 mg/L. La EPA (2002) estableció niveles máximos de 0.013 y 0.009 mg/L, mientras que el nivel establecido por Canadá es de 0.004 mg/L (CCME 2003).
- b. El cobre es un mineral esencial que puede llegar a ser tóxico si es ingerido en demasía. Sin embargo, se sabe que aves y mamíferos son capaces de compensar hasta cierto punto el consumo excesivo de cobre. Por ejemplo, Beck (1961) encontró que la concentración de cobre en el hígado de pollos y patos no aumentó sino que hasta que el nivel de cobre en la dieta excedió cinco veces el nivel normal. Este autor también encontró que patos consumiendo la misma dieta que pollos acumularon diez veces más cobre en el hígado. Como se mencionó en el punto 1, existe evidencia de que esta capacidad para almacenar cobre en el hígado está mucho más desarrollada en el cisne mudo, única especie de congénica con el cisne de cuello negro de la que existen datos de contenido de metales en tejidos, por lo que no se sabe si algo parecido ocurre en el cisne de cuello negro. Las concentraciones de cobre en hígados de cisnes de cuello negro son mas altas que las reportadas para patos y otras aves pero menores que las reportadas para cisnes mudos. Basado en estos datos, parece poco probable que el cobre haya causado toxicidad directa en los cisnes muestreados.

Hierro

- a. El hierro no es considerado altamente tóxico en ambientes acuáticos, por lo que información al respecto es escasa. Las plantas acuáticas son relativamente resistentes al hierro, mientras que los peces parecen ser los más sensibles. El hierro puede producir asfixia en peces al depositarse en las agallas. Esta es la base de la norma desarrollada en Canadá de 0.3 mg/L (CCME 2003). La norma chilena para este metal es de 5 mg/L, mientras que en Estados Unidos la norma es de 1 mg/L (EPA 2002).
- b. En vertebrados, la concentración de hierro en tejidos es controlada mediante la regulación de la absorción de este metal en el intestino. Este mecanismo hace que los niveles tóxicos sean bastante altos (aproximadamente 2 g/día para una persona de 70 kg). Hasta donde sabemos, no existen registros de intoxicación por hierro de especies silvestres en condiciones naturales. Sin embargo, la intoxicación por consumo de vitaminas con hierro es un evento bastante común en niños.

En aves, el nivel de hierro en los tejidos es controlado en forma eficiente en la mayoría de las especies con excepción de algunas aves del paraíso (Mete y col. 2001). En otras especies, la ocurrencia de hemosiderosis ha sido asociada principalmente a procesos infecciosos y a caquexia (Cork 2000). La inanición avanzada resulta en el uso de músculo como fuente de energía, con la consiguiente liberación de grandes cantidades del hierro incluido en la mioglobina. Las

concentraciones de hierro medidas en los hígados de cisnes de cuello negro exceden con creces las concentraciones medidas en otras especies. Sin embargo, la ausencia de lesiones intestinales indica que los altos niveles observados no se deben a ingestión aguda de grandes cantidades de hierro, sino que mas probablemente a un proceso de movilización del hierro contenido en la mioglobina y quizás hemoglobina.

Organoclorados

- a. Los límites de detección obtenidos son aceptables y adecuados para este estudio. La comparación de estos valores y las concentraciones umbrales discutidas en el punto 1 permiten descartar por completo a estos contaminantes como factores de riesgo de la mortalidad y morbilidad observada.

5.- **Conclusiones Finales:** El informe identifica tres posibles factores de riesgo: emaciación, parasitismo, y "hemocromatosis" y avanza la hipótesis de que el luchecillo u otros constituyentes de la dieta de los cisnes están acumulando una mayor carga de hierro.

- a. Como se indica en el punto 2, creemos que la carga parasitaria observada se encuentra dentro de los márgenes esperados para poblaciones silvestres y por lo tanto puede ser descartada como un factor de riesgo determinante de la mortalidad y morbilidad observada.
- b. Los datos de necropsia (ausencia de lesiones en el lumen intestinal) y datos recopilados de la literatura contradicen la conclusión de que los cisnes sufrieron intoxicación por hierro acumulado en el luchecillo u otras plantas. Las plantas como el luchecillo y otras macrófitas requieren que los metales, incluido el hierro, estén en solución para poder ser absorbidos. Por otra parte, altas concentraciones de metales en solución son tóxicas para las plantas. Es por esto que la mayor fuente de exposición de vertebrados a metales es el consumo incidental de suelo o sedimentos contaminados (Beyer y Fries 2002).

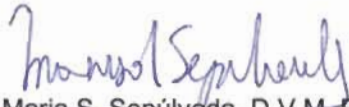
Es poco probable que el luchecillo u otras plantas sean la fuente del hierro. La capacidad de plantas acuáticas de absorber hierro ha sido estudiada con el objeto de usarlas para disminuir las concentraciones de este metal en efluentes de minería (Batty y Younger 2002). Este estudio encontró clara toxicidad cuando el hierro excedió 10 mg/L en el agua. A esta concentración, el contenido de hierro en las frondas alcanzó 200 mg/kg materia seca. Es difícil que las macrófitas del santuario de la naturaleza puedan exceder esta concentración en forma significativa (sin morir). En contraste, el estudio de Beyer y Day (2004) antes citado reportó una concentración de hierro en hígados del cisne mudo de sólo 1700 mg/kg, aun cuando la concentración de hierro en la dieta (contenido estomacal) superó los 5000 mg/kg.

- c. El hallazgo más sobresaliente del estudio es el alto grado de emaciación de las aves. Esto, sumado a las observaciones de actividad migratoria hacia otras áreas sugiere que el principal, y quizás único, factor de riesgo responsable de la mortalidad y morbilidad de cisnes observada es una alteración ecológica cuyo resultado ha sido una drástica y aguda disminución en la fuente alimentaria de esta y quizás otras especies silvestres.
- d. Es posible que la falta de alimento sea la causa del aparente incremento de la concentración de algunos metales en tejidos de los cisnes. Esto explicaría el por qué la mayoría de los metales detectados en hígado y riñón tuvieron valores significativamente mayores en animales encontrados muertos sin evidencia de trauma o encontrados vivos pero incapaces de volar, comparado con los valores observados en cisnes colectados en el 2002 o encontrados con traumatismo en el 2003

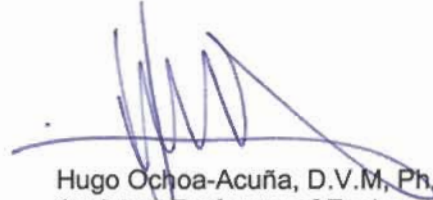
(Tabla 1). El aumento en las concentraciones de metales pesados en hígado producto de emaciación ha sido también observado en los araos (Debacker y col. 2000). Además, el incremento observado en las concentraciones de la enzima creatinquinasa (CK) en plasma de cisnes también indica un incremento de la actividad catabólica muscular producto de inanición.

- e. Como se mencionó anteriormente, las plantas acuáticas son altamente susceptibles al cobre y en menor grado al cadmio. El análisis químico de muestras de agua y sedimento servirán para determinar si la contaminación por metales pesados jugó algún rol en la disminución de la fuente alimentaria de los cisnes.

Se despiden atentamente,



Maria S. Sepúlveda, D.V.M., Ph.D.
Assistant Professor in Ecotoxicology
Department of Forestry & Natural Resources
College of Agriculture



Hugo Ochoa-Acuña, D.V.M., Ph.D.
Assistant Professor of Environmental
Epidemiology and Risk Assessment
Department of Veterinary Pathobiology and
School of Civil Engineering

Tabla 1. Comparación estadística de la concentración de metales pesados en hígados y riñón de cisnes de cuello negro sin evidencia de traumatismo encontrados muertos o incapaces de volar (Grupo A) y cisnes "control" muestreados en el año 2002 (n = 2) y cisnes con evidencia de traumatismo (fracturas óseas, n = 2) (Grupo B).

Grupo	Tejido	Metal	N	Promedio (mg/kg, peso seco)	Desviación Standard	Valor Máximo	Prueba Estadística de T	
							P	t
A	Hígado	Cobre	29	120	112	527		
	Hígado	Hierro	27	16004	8984	34616		
	Hígado	Zinc	28	149	101	523		
	Hígado	Manganeso	27	13	6	27		
	Riñón	Zinc	28	93	47	308		
	Riñón	Cadmio	29	12	10	34		
B	Hígado	Cobre	4	34	29	64	0.003	3.4
	Hígado	Hierro	2	2971	1160	3791	<0.0001	6.8
	Hígado	Zinc	4	69	50	126	0.04	2.5
	Hígado	Manganeso	2	8	1	9	0.01	3.3
	Riñón	Zinc	4	38	16	58	<0.0001	5.0
	Riñón	Cadmio	4	2	2	4	0.006	4.6

Referencias

- Batty LC y Younger PL. 2002. Critical role of macrophytes in achieving low iron concentrations in mine water treatment wetlands. *Environmental Science and Technology*, 36:3997-4002.
- Beck AB. 1961. Observations on the copper metabolism of the domestic fowl and duck. *Australian Journal of Agricultural Research*, 12:743-753.
- Beyer WN, Day D, Morton A, y Pachepsky Y. 1998. Relation of lead exposure to sediment ingestion in mute swans on the Chesapeake Bay, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17:2298-2301.
- Beyer WN y Fries G. 2002. Toxicological significance of soil ingestion by wild and domestic animals. Pp: 151-166. *En: Handbook of Ecotoxicology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Beyer WN y Day D. 2004. Role of manganese oxides in the exposure of mute swans (*Cygnus olor*) to Pb and other elements in the Chesapeake Bay, USA. *Environmental Pollution*, 129:229-235.
- Blus LJ. 1996. DDT, DDD, and DDE in birds. Pags. 49-72. *En: Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*. Editado por: Beyer WN, Heinz Gh, y Redmon-Norwood AW. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 2003. Canadian Environmental Quality Guidelines. http://www.ccme.ca/assets/pdf/e1_062.pdf.
- Cork SC. 2000. Iron storage disease in birds. *Avian Pathology*, 29:7-12.
- Debacker V, Jauniaux T, Coignoul F, y Bouquegneau JM. 2000. Heavy metals contamination and body condition of wintering gullmots (*Uria aalga*) at the Belgian Coast from 1993 to 1998. *Environmental Research*, 84:310-317.
- Eisler R. 1985. Cadmium hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. Biological Report 85(2). U.S. Fish and Wildlife Service. http://www.pwrc.usgs.gov/infobase/eisler/CHR_2_Cadmium.pdf.
- Eisler R. 1998. Copper hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. Biological Report 85(2). U.S. Fish and Wildlife Service. http://www.pwrc.usgs.gov/infobase/eisler/CHR_33_Copper.pdf.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). 2002. National Recommended Water Quality Criteria: 2002. Office of Water, Washington DC. <http://www.epa.gov/ost/pc/revcom.pdf>.
- Forrester DJ y MG Spalding. 2003. Parasites and diseases of wild birds in Florida. University of Florida Press, Gainesville, FL, USA.
- Frank A y Borg K. 1979. Heavy metals in tissues of the mute swan (*Cygnus olor*). *Acta Veterina Scandinavica*, 20:447-465.
- Furness RW. 1996. Cadmium in birds. Pags. 389-404. *En: Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*. Editado por: Beyer WN, Heinz Gh, y Redmon-Norwood AW. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.
- Mete A, Dorrestein GM, Marx JJM, Lemmens AG, y Beynen AC. 2001. A comparative study of iron retention in minahs, doves and rats. *Avian Pathology*, 30:479-486.
- Peakall DB. 1996. Dieldrin and other cyclodiene pesticides in wildlife. Pags. 73-98. *En: Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*. Editado por: Beyer WN, Heinz Gh, y Redmon-Norwood AW. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.
- Sepúlveda MS, Spalding MG, Kinsella JM, Bjork RD, y McLaughlin GS. 1994. Parasites of the roseate spoonbill (*Ajaia ajaja*) in southern Florida. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 61:179-189.
- Sepúlveda MS, Spalding MG, Kinsella JM, y Forrester DJ. 1996. Parasitic helminths of the little blue heron (*Egretta caerulea*) in southern Florida. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 63:136-140.
- Sepúlveda MS, Spalding MG, Kinsella JM, y Forrester DJ. 1999. Parasites of the great egret (*Ardea albus*) in Florida and a review of the helminths reported for the species. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 66:7-13.
- Thayer DD, Langeland KA, Haller WT, y Joyce JC. 1986. Weed Control in Florida Ponds. Document CIR 707. Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/aa238>.
- Weimeyer SN. 1996. Other organochlorine pesticides in birds. Pags. 99-116. *En: Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*. Editado por: Beyer WN, Heinz Gh, y Redmon-Norwood AW. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.

Maria S. Sepúlveda

Dirección: Department of Forestry and Natural Resources, College of Agriculture, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 47907, USA

Cargo: Assistant Professor

Teléfono: (765) 496 3428

Email: mssepulv@purdue.edu

EDUCACIÓN:

University of Florida	Veterinary Medicine	Ag. 1997 – Aug. 2000	Ph.D.
University of Florida	Wildlife Ecology & Conservation	Ag. 1993 – Jul. 1997	M.S.
Universidad de Chile	Fac. Med. Veterinaria	Mar. 1985 – Dic. 1991	D.V.M

EXPERIENCIA PROFESIONAL:

Oct. 2004/Presente	Purdue University	Assistant Professor
Feb. 2002/Sept. 2004	University of Florida	Assistant Scientist
Aug. 2000/En. 2002	University of Florida	Assistant Instructor

PUBLICACIONES MÁS RECIENTES (de un total de 34):

- J. K. Muller, K. G. Johnson, **M. S. Sepúlveda**, C. J. Borgert, and T. S. Gross, "S Accumulation of dietary DDE and dieldrin by largemouth bass, *Micropterus salmoides floridanus*", Bull. Environ. Contam. Toxicol. 73:1078-1085 (2004).
- N. D. Denslow, J. Kocerha, **M. S. Sepúlveda**, T. Gross, and S. E. Hold, "Gene expression fingerprints of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) exposed to pulp and paper mill effluents", J. Mut. Res. 552:19-34 (2004).
- R. H. Rauschenberger, J. J. Wiebe, J. E. Buckland, J. T. Smith, **M. S. Sepúlveda**, and Gross TS, "Achieving environmentally relevant organochlorine pesticide concentrations in eggs through maternal exposure in *Alligator mississippiensis*", Mar. Env. Res. 58:851-856 (2004).
- M. S. Sepúlveda**, J. J. Wiebe, D. C. Honeyfield, J. P. Hinterkopf, W. E. Johnson and T. S. Gross, "Organochlorine pesticides and thiamine in eggs of largemouth bass and the American alligator, and their relationship with early life-stage mortality", J. Wild. Dis. In Press, Manuscript # 6592 (2004).
- M. S. Sepúlveda**, E. P. Gallagher, C. M. Wieser and T. S. Gross, "Reproductive and biochemical biomarkers in Florida largemouth bass sampled downstream from a paper mill in Florida", Ecotox. Environ. Saf. 57:431-440 (2004).
- M. S. Sepúlveda**, E. P. Gallagher and T. S. Gross, "Physiological changes in largemouth bass exposed to paper mill effluents under laboratory and field conditions", Ecotox. 13:291-301 (2004).
- M. S. Sepúlveda**, B. P. Quinn, N. D. Denslow, S. E. Holm and T. S. Gross, "Effects of paper mill effluents on reproductive success of largemouth bass", Environ. Toxicol. Chem. 22:205-213 (2003).
- M. S. Sepúlveda**, W. E. Johnson, J. C. Higman, N. D. Denslow, T. R. Schoeb and T. S. Gross, "An evaluation of biomarkers of reproductive function and potential contaminant effects in Florida largemouth bass (*Micropterus salmoides floridanus*) sampled from the St. Johns River", Sci. Tot. Environ. 289:133-144 (2002).
- H. Ochoa- Acuña, **M. S. Sepúlveda**, and T. S. Gross, "Mercury in feathers from Chilean birds: influence of location, feeding strategy, and taxonomic affiliation", Mar. Pollut. Bull. 44:340-345 (2002).
- M. S. Sepúlveda**, D. S. Ruessler, N. D. Denslow, S. E. Holm, T. R. Schoeb, and T. S. Gross, "Assessment of reproductive effects in largemouth bass (*Micropterus salmoides*) exposed to bleached/unbleached kraft mill effluents", Arch. Env. Contam. Toxicol. 41:475-482 (2001).
- M. S. Sepúlveda**, H. Ochoa-Acuña, and S. F. Sundlof, "Heavy metal concentrations in Juan Fernández fur seals (*Arctocephalus philippii*)", Mar. Poll. Bull. 34:663-665 (1997).

Hugo Ochoa-Acuña

Dirección: Department of Pathobiology, College of Veterinary Medicine, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 47907, USA

Cargo: Assistant Professor

Teléfono: (765) 494 5796

Email: hochoaac@purdue.edu

EDUCACIÓN:

University of Florida	Zoology	Ag. 1995 – Ag. 1999	Ph.D.
University of Florida	Wildlife Ecology & Conservation	Ag. 1992 – Ag. 1995	M.S.
Universidad de Chile	Fac. Med. Veterinaria	Mar. 1981 – Dic. 1989	D.V.M

EXPERIENCIA PROFESIONAL:

Oct. 2004/Presente	Purdue University	Assistant Professor
Sept. 2003/Sept. 2004	University of Florida	Assistant Scientist
Jun. 2002/Sept. 2004	University of Florida	Assistant Instructor
Jun. 2000/Jun. 2002	University of Florida	Postdoctoral Associate

PUBLICACIONES MÁS RECIENTES (de un total de 16):

- H. Ochoa-Acuña and S. M. Roberts, "Development of alternative screening values for soil and sediment based on protection to wildlife", Abstract presented to the 43rd Annual Meeting of the Society of Toxicology, Baltimore, MD (2004).
- H. Ochoa-Acuña and S.M. Roberts, "A probabilistic assessment of cancer risks from particulate matter in air of Santiago, Chile" Abstract presented at the 42st Annual Meeting of the Society of Toxicology, Salt Lake City, UT (2003).
- H. Ochoa-Acuña, C. Halmes, J. K. Tolson, K. Portier K. and S. M. Roberts, "Draft Baseline Risk Analysis for Chapter 62-302", Florida Administrative Code, Center for Environmental and Human Toxicology, University of Florida, Gainesville, FL (2003).
- H. Ochoa-Acuña, J. K. Tolson and S. M. Roberts, "Dermal exposure to contaminants while swimming: an assessment of the risks and hazards associated with U.S. EPA ambient quality criteria", Abstract presented at the 41st Annual Meeting of the Society of Toxicology, Nashville, TN (2002).
- H. Ochoa-Acuña, M. S. Sepúlveda, and T. S. Gross, "Mercury in feathers from Chilean birds: influence of location, feeding strategy, and taxonomic affiliation", Mar. Pollut. Bullt. 44:340-345 (2002).
- M. S. Sepúlveda, H. Ochoa-Acuña and S. F. Sundlof, "Heavy metal concentrations in Juan Fernández fur seals (*Arctocephalus philippii*)", Mar. Poll. Bull. 34:663-665 (1997).