

## MORTALIDAD DE LA POBLACIÓN DE RANA GRANDE CHILENA, *CALYPTOCEPHALELLA GAYI* (CALYPTOCEPHALELLIDAE), EN LA LAGUNA MATANZAS, DEL HUMEDAL EL YALI, EN CHILE CENTRAL.

Paz L. Acuña-O\*, Claudia Ma. Vélez-R\*\*, Cyntia E. Mizobe\*\*\*, Carlos Bustos-López\*\*\*\*, Manuel Contreras-López\*\*\*\*\*

### RESUMEN

Se presenta información sobre mortalidad de ejemplares adultos reproductores de la rana grande chilena (*Calyptocephalella gayi*), en la laguna Matanzas, humedal el Yali, Región de Valparaíso, sitio Ramsar N° 878, de alta importancia ecológica por la diversidad que sustenta. Se realiza inspección visual, toma de muestras de laboratorio, necropsia, identificación y morfometría de los individuos encontrados. El hábitat hidrófilo que permite la reproducción de la especie se encuentra totalmente seco, rodeado de pastizales, aledaño a zonas asociadas a cultivos agrícolas y actividad ganadera. El nivel del agua de la laguna ha disminuido en un 50%, por efecto climático y el desvío para acopio del efluente aguas arriba del estero Las Rosas que abastece el humedal. Se determinan como causa de muerte el cambio brusco de las condiciones físicas del ambiente asociada a la pérdida de agua por el cambio climático, junto con las actividades de producción antropogénicas, que son incompatibles con las características fisiológicas de este grupo de vertebrados, dependientes en un 100% de la fuente hídrica.

**PALABRAS CLAVES/** Sitio Ramsar, humedal, cambio climático, conservación, mortalidad rana grande chilena.

### ABSTRACT

It is presented a mortality event of the adult population of the Big Chilean Frog, *Calyptocephalella gayi*, at the Matanzas Lagoon, in the Yali Wetland, V Region of Chile, a Ramsar site, important for its high ecological diversity. There were performed visual inspections, species identification, laboratory necropsy and a morphometric analysis of the individuals found. The hydrophilic habitat that allows the reproduction of the species is completely dry, surrounded by pastures, and adjacent to agricultural crops and livestock areas. The 50% of the water level of the Lagoon has decreased by climatic change effect and the canalization of the upstream effluent of the "Las Rosas" creek that supplied in the recent past the Wetland. It is proposed that the probable death cause of the adult frogs was the abrupt change of the physical conditions associated with water loss by climatic change, combined with anthropogenic production activities, inconsistent with the physiological characteristics of this group of vertebrates, dependent in a 100% of the hydric source.

**KEY-WORDS/** Ramsar Site, wetland, Climate Change, conservation, Big Chilean Frog mortality.

---

\* Médico Veterinario, Académico Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Santiago. e-Mail: alicauco@gmail.com

\*\* Biólogo (Ph.D), Académico Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Santiago. e-Mail: cvelez@santotomas.cl

\*\*\* Bioquímico en Actividades Pesqueras. Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, Corporación Nacional Forestal, Región de Valparaíso. e-Mail: biocyntia@gmail.com

\*\*\*\* Estadístico (Mg), Académico Facultad de Ciencias, Universidad de Santo Tomás, Santiago. e-Mail: cbustoslopez@santotomas.cl

\*\*\*\*\* Ingeniero (MsC), Académico Facultad de Ingeniería e Investigador Centro de Estudios Avanzados, Universidad de Playa Ancha. e-Mail: manuel.contreras@upla.cl

## INTRODUCCIÓN

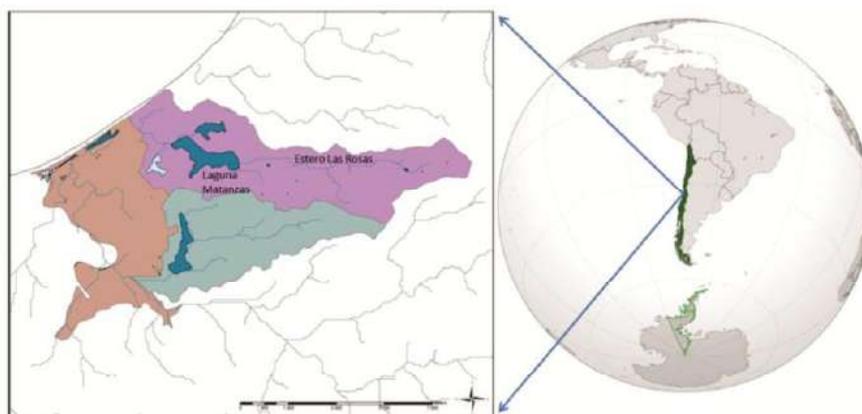
El territorio chileno acoge una gran diversidad biológica caracterizada por su alto endemismo, concentrado en la Zona Central la que es considerada un *Hot-Spot* de importancia mundial (Arroyo *et al.*, 2006). Esta situación es bastante notoria en el grupo de vertebrados del orden Anura, Clase Amphibia (Ortiz y Heatwole, 2010; Vidal y Díaz-Páez, 2012), por los requerimientos específicos de un ambiente acuático (bastante discontinuo en la zona centro – norte del país), y poca movilidad que los caracteriza.

Los anfibios son considerados indicadores de salud de los ecosistemas y vigías del ambiente porque son los primeros vertebrados que se ven afectados al ocurrir una alteración de este. Desde mediados de los años 90 se levantó una alerta por la disminución de las poblaciones de anfibios a nivel mundial, tanto por los efectos del cambio climático contemporáneo, como por las presiones antropogénicas sobre los ambientes que los sustentan fenómeno que ha seguido en aumento (Soto-Azat y Valenzuela-Sánchez, 2012).

Una de las características especiales de este grupo de vertebrados y que los hace más vulnerables es poseer una piel extremadamente vascularizada, adaptada para realizar intercambio gaseoso, hídrico e iónico, y así mantener la homeostasis (Wright y Whitaker, 2001). Es así como cada etapa del desarrollo de los anfibios mantiene una estrecha relación con el ambiente acuático, ya sean pozos de agua, lagunas, humedales, ríos o riachuelos, por mencionar solo algunos.

Los humedales son áreas geográficas inundadas y frágiles, constituyen ecosistemas altamente productivos donde se concentra la biodiversidad y en los que el agua es el principal factor que controla la vida en todas sus formas. Internacionalmente los humedales son reconocidos a través de la Convención de Ramsar (convención relativa a los humedales de importancia internacional) y que en la actualidad considera doce sitios a lo largo de Chile, totalizando 358.990 ha de áreas protegidas (RAMSAR, 2014).

La laguna Matanzas (33°45,8'S; 71°40,7'W) se encuentra en la Reserva Nacional El Yali (Fig. 1), sitio Ramsar N° 878 que protege poco más de 500 ha. Es un cuerpo de agua léntico permanente con un espejo de agua histórico que alcanza las 190 ha y profundidades inferiores a 3 m.



**Figura 1:** Localización del sistema de humedales El Yali en Chile Central. Se destacan los emplazamientos de la laguna Matanzas y su tributario, el estero Las Rosas.

La laguna Matanzas, al igual que el resto de los humedales en Chile Central, se encuentra bajo una fuerte presión antrópica con terrenos que han tenido un cambio en el uso del suelo, declarándolos óptimos para realizar actividades productivas y silvo - agropecuarias, las que alteran el ecosistema en general, contaminando el agua, el suelo y el aire. Se suma a lo anterior la caza de especies endémicas como la rana grande chilena, a pesar de su prohibición, y la introducción de especies exóticas, como la rana africana y la tortuga de orejas rojas (Simeone, 2012; Tala *et al.*, 2013). A esto se adiciona los efectos del cambio climático actual, expresada por una persistente sequía que ha afectado el área en los últimos años. Todos estos factores combinados han provocado un proceso de desecación que han estado sufriendo los diversos cuerpos de agua que componen el sistema de humedales El Yali.

Durante el año 2013 y comienzos del 2014, en el marco del proyecto "Restauración Ecológica como medida de adaptación al cambio climático" financiado por la agencia de Parques de Canadá, se realizaron varias actividades de terreno en el área de estudio, en las cuales se pudo constatar de manera recurrente la aparición de cadáveres de anfibios de gran tamaño, que parecían corresponder a *Calyptocephalella gayi* (Duméril y Bibron, 1841). De esta forma se encontraron de manera accidental 177 cadáveres, algunos informados por Meza *et al.* (2013). La mayoría fueron encontrados en el sector Este de la ribera de la laguna Matanzas y en las inmediaciones del estero Las Rosas.

Para responder a la inquietud de funcionarios del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la Región de Valparaíso, se organizó la campaña reportada en este trabajo. Se consigna además que durante los meses de febrero a mayo del 2014, se siguieron encontrando más cadáveres (contabilizando 41 más, no incluidos en este estudio).

El trabajo en terreno realizado tuvo como objetivo identificar la especie de anuro, caracterizar su morfometría y determinar las causas de la mortalidad de la población afectada, en la laguna Matanzas, humedal El Yali. Estos hallazgos muestran el efecto de los cambios físicos bruscos del ambiente sobre la población de rana grande chilena, un recurso endémico y monotípico, de gran antigüedad, y catalogada como Vulnerable (Mujica, 2006; Vélez-Ret *et al.*, 2014).

## ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

La rana grande chilena *Calyptocephalella gayi* es conocida por su gran tamaño, si se compara con otros anuros chilenos (alcanzando más de 1.000 gramos de peso vivo y 25 cm longitud rostro-cloaca), además de ser un representante de la fauna anura más antigua de la región y la primera en ser descrita para Chile (Vélez-Ret *et al.*, 2014, *op. cit*). La especie ha estado sometida a una fuerte presión de caza, por ser parte de la dieta de los pueblos originarios, costumbre que se ha mantenido como parte de la tradición local. A pesar de tener un rango de distribución amplio se cataloga como de hábitat especialista (Ortiz y Heatwole, 2010), asociado a cursos de agua lénticos, ambientes naturales que se encuentran en franco retroceso en Chile Central.

La fauna anura chilena destaca por su alto porcentaje de endemismo, el que alcanza un 70% aproximadamente, como resultado de las condiciones especiales de aislamiento biogeográfico, relieve y clima. Se contabilizan en el presente, alrededor de 63 especies nativas (Tala, 2012; Vélez-R y Acuña-O, 2014 y Vélez-R, 2014), con un origen andino patagónico (Formas, 1979) y en donde destacan varios géneros monotípicos como *Calyptocephalella*, con *Calyptocephalella gayi* como único representante (Figura 2).



**Figura 2:** Hembra adulta de la rana grande chilena, *Calyptocephalella gayi*. Fotografía: Y. Ortega (2014).

Las poblaciones de *Calyptocephalella gayi* se distribuyen desde el Río Elqui (29°S) hasta Puerto Montt (49°S) y desde 0 a 1.200 m sobre el nivel del mar (Vélez-Ret *et al.*, 2014, *op. cit*; Garín y Hussein, 2013). Diversos factores las están afectando en general, como la disminución, pérdida, alteración y/o contaminación de los ambientes acuáticos lénticos (humedales, lagunas, charcos, arroyos), fenómeno frecuente en el país por la extracción primaria de recursos (minería), el aumento de las zonas de cultivos y el cambio de uso de suelo, lo que es altamente preocupante si se considera que los individuos de esta especie cumplen todo su ciclo de vida en este hábitat.

*Calyptocephalella gayi* comparte su hábitat con especies exóticas-introducidas, quienes poseen una alta capacidad colonizadora, como son la rana africana (*Xenopus laevis* (Daudin, 1982), y la tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839), por mencionar solo algunas, sin que se tenga conocimiento sobre el efecto de esta interacción. También deben mencionarse las enfermedades emergentes como las causantes de disminución o extinción de poblaciones de anfibios a nivel global, con muy pocos estudios a nivel local, señalándose solo la presencia de animales afectados por bacterias patógenas como *Mycobacterium* sp. en una población de la Región del Biobío y *Citrobacterfreundii* en una población criada en cautiverio en la Región Metropolitana (Barría, 2010; López-Set *et al.*, 2014).

Las poblaciones de *C. gayi* han sido clasificadas en estado Vulnerable, en la mayoría de estudios que abordan el tema (Glade, 1988; Formas, 1995; Tala, 2012; IUCN, 2013). Adicionalmente, está incluida en el apéndice III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, desde el 2011 (CITES, 2011).

Los hábitats asociados a las regiones con menos pluviosidad en Chile, en donde se encuentra la especie, como son desde la Región de Valparaíso hasta la de Coquimbo, están siendo fuertemente afectadas, no solo por los prolongados periodos de sequía, sino por el aumento de áreas dedicadas a cultivos de exportación como uvas, paltas, frutales, entre otros. Adicionado a la fuerte presión inmobiliaria que se ve beneficiada con el cambio de uso del suelo.

La laguna Matanzas tiene un origen singular, pasando de ser un cuerpo costero a una laguna interior elevada 8 metros sobre el nivel medio del mar actual (Meza *et al.*, 2013), debido a la actividad tectónica en los alrededores de la formación Navidad (Encinas *et al.*, 2006). Esto explica la salinidad de la laguna, lo que junto a un elevado pH (mayor a 8,0) y la presencia de diversos iones la convierte en un cuerpo de agua con una elevada complejidad físico químico (Figueroa *et al.*, 2009, Vidal - Abarca *et al.*, 2011) que facilitaba cualidades de autodepuración y

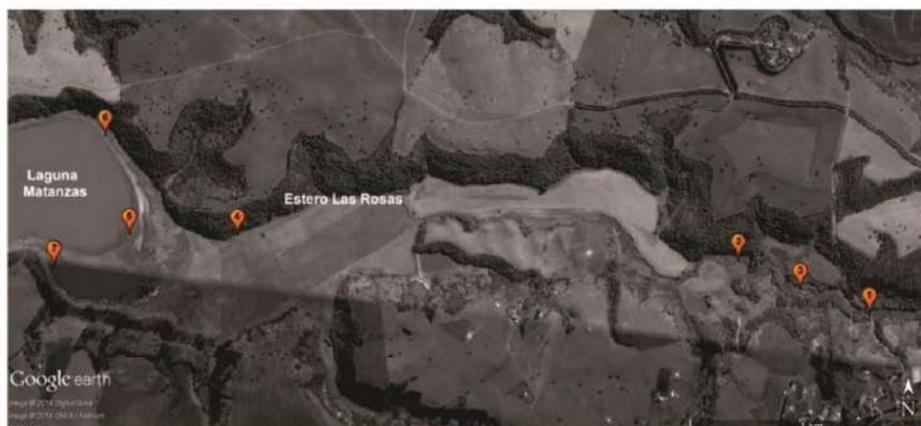
resiliencia (Meza *et al.*, 2013, *op. cit.*, UPLA, 2013). La laguna ha reducido su espejo de agua desde 190 a menos de 100 ha (abril de 2007 a febrero de 2014), presentándose las disminuciones más severas a partir del año 2013 (Figura 3).



**Figura 3:** Variaciones del espejo de agua de la laguna Matanzas, humedal El Yali, desde abril de 2007 a febrero de 2014.

## METODOLOGÍA

El 9 de enero de 2014 se realizó una inspección visual sobre el estero las Rosas y la laguna Matanzas, que consistió en un recorrido de 6 horas de duración bajo la luz del día (11:00 A.M. a 17:00 P.M.) abarcando 7 estaciones de recorrido georreferenciado. Esta inspección se inició en una bocatoma emplazada en las coordenadas geográficas (33°46,0'S; 71°38,0'W) en el estero Las Rosas, unos tres km antes de su desembocadura en la laguna Matanzas (Estación 1 identificada en la Fig. 4). En este lugar se utilizaron redes (chinguillos de tamizado fino) y se examinó manualmente la vegetación hidrófila, para detectar la presencia de anfibios en cualquier estado de desarrollo. Posteriormente se continuó el recorrido unos 300 metros lineales en contra del caudal del estero, desde la Estación 2 (33°45,9'S; 71°38,4'W) hasta la Estación 3 (33°46,0'S; 71°38,2'W), en este sector se volvieron a utilizar redes. Por último, el recorrido se reinició en la Estación 4 (33°45,9'S; 71°39,7'W) siguiendo el estero en el sentido de su corriente por unos 700 metros hasta llegar a la desembocadura en la laguna Matanzas, que se individualiza como Estación 5 (33°45,9'S; 71°40,0'W). En el sector de la desembocadura se prosiguió con un recorrido sistemático barriendo toda la ribera este de la laguna, descubierta por la contracción del espejo de agua. Este barrido se realizó en dos direcciones: desde la desembocadura hacia el Norte hasta la Estación 6 (33°45,7'S; 71°40,0'W) y desde la desembocadura hacia el Sur hasta la Estación 7 (33°46,0'S; 71°40,2'W).



**Figura 4.** Estaciones correspondientes a la inspección visual del 9 de enero de 2014 en el estero Las Rosas y la ribera de la laguna Matanzas, humedal El Yali.

En el barrido realizado en el sector definido por las Estaciones 5, 6 y 7, se identificaron las especies de anfibios encontrados, se georreferenciaron, fotografiaron y colectaron los animales muertos para su posterior medición (con permiso de captura científica emitida por el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG No. 1063/2014).

En dependencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Playa Ancha, se tomaron las siguientes medidas morfométricas con pie de metro y balanza digital: longitud rostro - cloaca (cm), longitud de la tibia (cm), ancho de la cabeza (cm) y el peso (g). Se realizó necropsia sólo a un ejemplar que se encontraba en estado más fresco en el laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás y se conservó material genético, para posteriores estudios. Se realizaron comparaciones morfométricas, mediante estadística descriptiva, de los cadáveres encontrados en la laguna Matanzas (se utilizó solo la longitud rostro-cloacal como medida de comparación, en los cadáveres con cuerpo completo) y los ejemplares reproductores existentes en el Centro de Reproducción de la rana grande chilena de la Universidad Santo Tomás (Resolución del Servicio Agrícola Ganadero No. 331/2010).

Personal del Servicio Agrícola y Ganadero tomó muestras de agua y sedimento en las estaciones 1, 2, 3 y 4 del estero para realizar análisis de laboratorio ecotoxicológicos, por contaminación con pesticidas, en el Laboratorio Química Ambiental y Alimentaria de la misma institución.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A 3 km aguas arriba del tramo inspeccionado del estero Las Rosas desde su desembocadura (Estación 1), el caudal se estima en 10 l/s, acompañado con vegetación introducida (*Galega officinalis* L. y *Azolla* sp., entre otras). En esta zona no se visualizaron renacuajos de anfibios, pero se escucharon dos machos reproductores de *Calyptocephalella gayi* cantando, lo que indica que la especie se encontraba en época de cortejo (por el canto de los machos) y por consiguiente de reproducción (Penna y Díaz – Páez, 2008). La rana chilena posee una conducta reproductiva estacional, presentándose desoves en la época del año que tiene un fotoperiodo positivo, en la zona Centro - Sur de Chile, entre agosto y febrero, (Hermosilla y Acuña 2004; Acuña-O. y Vélez-R, 2014).

En las Estaciones 2 y 3, el estero se encontró intervenido. Se observó remoción de vegetación ribereña y nativa realizada por maquinaria pesada. El caudal del estero disminuyó a medida que se acercaba a la ribera de la laguna Matanzas, el que pasa por un canal de aproximadamente 1,5 metros de ancho por donde corre solo un pequeño caudal de agua. En el trayecto desde la estación 2 a la 3, se identificaron cinco ejemplares de anfibios correspondientes a sapito de cuatro ojos (*Pleuroderma thaul* (Schneider, 1799) y un ejemplar muerto de rana africana (*Xenopus laevis* (Daudin, 1802).

En la estación 4 no se apreció vegetación nativa y la laguna Matanzas se encuentra en la actualidad aledaña a un terreno recién arado; el que posee un tranque, que por su tamaño, acopia agua presumiblemente del estero Las Rosas, construido en la primera mitad del siglo XX y que probablemente se utiliza como reserva de agua para fines agrícolas. La vegetación palustre (juncáceas) se encuentra seca, en medio de un pastizal, zona que probablemente era el hábitat ocupado por los reproductores (Figura 5). La rana chilena coloca los huevos en zonas donde hay vegetación hidrófila, ya que la gelatina de los huevos se adhiere a ellas para facilitar la flotabilidad de los embriones, y los renacuajos utilizan el hábitat propenso para el desarrollo de microflora y microfauna de importancia para la alimentación (Acuña-O y Vélez-R, 2014, *op. cit*), ambiente inexistente en esta zona de la laguna, en la actualidad.



**Figura 5.** a) Vegetación palustre destruida en las inmediaciones de la desembocadura del estero Las Rosas. Fotografía: C. Mizobe (2014). b) Ribera de la laguna Matanzas, humedal El Yali. Fotografía: C. Vélez-R. (2014).

En la Estación 5 se pudo constatar los efectos de la disminución del espejo de agua de la laguna, quedando al menos doce hectáreas expuestas del fondo de la laguna, correspondientes a unos 150 metros lineales aproximados de retroceso, el cual se presentaba seco y con grietas dejadas por la pérdida de agua, y por la alta radiación solar junto a la baja humedad propios del verano (Figura 6).



**Figura 6.** Álveo descubierto de la laguna Matanzas en las inmediaciones de la desembocadura del estero Las Rosas. El retroceso del espejo de agua se debe al severo proceso de desecación reciente que experimenta este cuerpo de agua protegido. Fotografía: C. Mizobe (2014).

Sobre este sustrato yacían 36 ejemplares adultos muertos de *C. gayi* (Figura 7) todos eviscerados, probablemente consumidos por depredadores tales como aves y roedores. La piel se encontraba dura y adherida a los huesos. Algunos individuos solo presentaban la cabeza sin ojos y otros sólo las extremidades (dañados por predadores carroñeros).

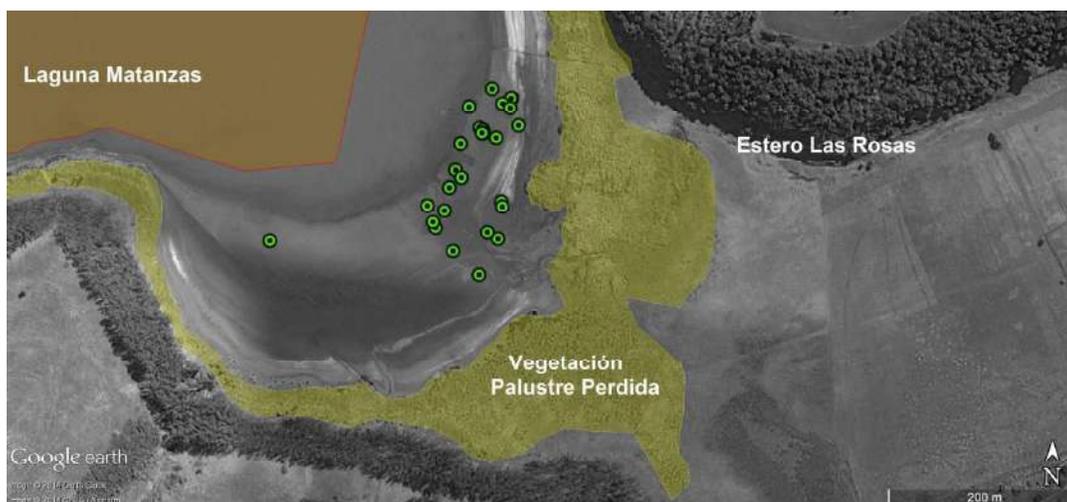


**Figura 7.** Ejemplares adultos de *Calyptocephalella gayi* encontrados en sustrato seco, de borde de la laguna Matanzas. Fotografías: izquierda C. Vélez-R. (2014) y derecha C. Mizobe (2014).

La mayoría de los cadáveres (26) estaban distribuidos irregularmente en un área de 1,5 ha, separados unos de otros entre 15 a 20 m aproximados (figura 8). Sólo uno de los cadáveres se encontró aislado a unos 170 metros al oeste del grupo principal. También se encontró junto a los cadáveres restos disecados de pequeños peces. Estos hallazgos muestran que estos animales estuvieron expuestos a un cambio brusco del ambiente físico, incompatible con la vida de la fauna anfibia e íctica en horario de altas temperaturas (la estación instalada en la Administración de la reserva registró temperaturas máximas de 27,4°C el 31 de diciembre de 2013 a las 15:00) y que no les permitió alcanzar la columna de agua de la laguna Matanzas para sobrevivir, unido a la ausencia de vegetación acuática que les pudiera servir como refugio.

Los anfibios para disminuir su temperatura corporal, pierden agua por evaporación, a través de la piel, por eso exhiben una zona ventral vascularizada, especializada para la absorción de **agua y mantener la regulación hídrica conocida como "drinking patch", la que está en contacto directo con el sustrato, pudiendo absorber hasta un 80% del agua que requiere** (Boutillier *et al.*, 1977). La hipertermia conlleva a la alteración del sistema locomotor, cardiovascular y nervioso de los anfibios (Gans y De Guedre, 1992; West y Van Vliet, 1992). Los anfibios acuáticos presentan una fase de excitación con exceso de *mucus* sobre la piel, cuando están expuestos a altas temperaturas, seguido de movimientos involuntarios y aletargamiento (Wright, 2001). Por consiguiente, y tal como muestra la Fig. 6, la aridez del sustrato y alta radiación solar del clima estacional, probablemente desencadenaron la rápida deshidratación de las ranas, que explicaría la piel seca y dura de las individuos, que no habrían alcanzado a desplazarse hasta la columna de agua, ni a encontrar refugio en algún tipo de vegetación hidrófila.

La distribución espacial de las ranas muestra el comportamiento no gregario en el medio silvestre, ya que los cadáveres estaban esparcidos por toda el área seca de la laguna (separadas unas de otras por 15 a 20 m aproximadamente). Es posible que esta distribución se deba a la dimensión espacial del nicho ecológico necesario para los requerimientos en estado silvestre de la especie, en estadio adulto.



**Figura 8.** Localización de los cadáveres de rana grande chilena encontrados en las inmediaciones de la ribera este de la laguna Matanzas (círculos). Se destaca el espejo de agua de la laguna en febrero de 2014 y la vegetación palustre perdida recientemente.

Se realizó necropsia a un ejemplar que se encontraba en menor grado de descomposición (17,0 cm de longitud rostro – cloacal), el que poseía ovarios con óvulos de color negro, en proceso vitelogénico activo (Segovia, 2010), demostrando que el ejemplar estaba en estado grávido. No presentaba los órganos correspondientes al sistema digestivo (consumidos probablemente por predadores).

Los análisis realizados por el Laboratorio de ecotoxicología del Servicio Agrícola y Ganadero SAG, para muestras de agua y sedimento del estero Las Rosas, arrojaron resultados negativos para los diversos contaminantes químicos que se buscaban, como pesticidas, descartándose la mortalidad de las ranas por esta causa hasta el momento.

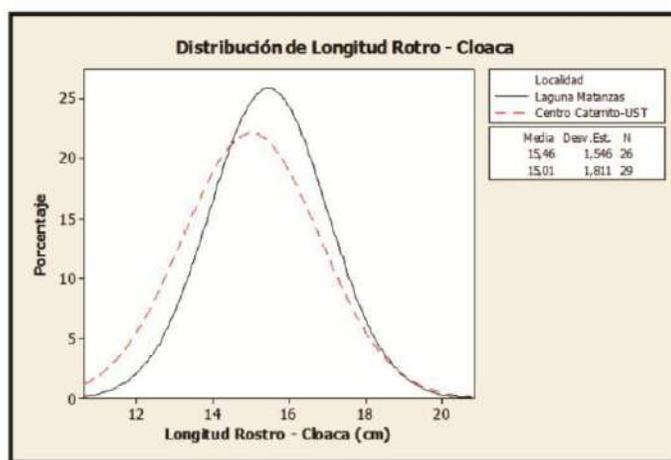
La longitud rostro - cloacal promedio de los esqueletos completos de los 24 ejemplares, de *C. gayi* encontrados fue de 15,46 cm, (19,90 cm de longitud máxima, 11,62 cm de longitud mínima, y 1,55 de desviación estándar).

La Tabla 1 muestra los datos morfométricos de los ejemplares reproductores presentes en el Centro de Reproducción de la Universidad Santo Tomás (Catemito), con ejemplares provenientes de criaderos de las Región Centro – Sur del país.

La longitud rostro cloacal de los ejemplares de la laguna Matanzas y de Catemito (Figura 9), no presentan diferencias estadística significativas ( $P > 0,326$ ), lo que permite establecer que los ejemplares muertos corresponden a reproductores, apreciándose una mayor frecuencia de ejemplares de mayor talla en la laguna Matanzas.

**Tabla 1.** Resumen de datos morfométricos (peso y talla) de ejemplares reproductores de *Calyptocephalella gayi*, presentes en el Centro de Reproducción de la Universidad Santo Tomás.

Estadígrafo	Peso (g)			Talla (cm)		
	Sexo	Sexo	Sexo	Sexo	Sexo	Sexo
	Hembra	Macho	Total	Hembra	Macho	Total
Media	476,1	302,7	422,3	15,6	13,6	15,0
DE	166,5	68,9	163,8	1,7	1,2	1,8
V. Mínimo	291,0	228,0	228,0	13,7	11,5	11,5
V. Máximo	952,0	455,0	952,0	19,5	15,5	19,5
N	20	9	29	20	9	29

**Figura 9.** Gráfico que muestra la distribución de tallas de ejemplares reproductores de la Unidad de Reproducción de la rana grande Chilena en la sede de Catemito, UST y la de los ejemplares muertos de la laguna Matanzas.

No se encontraron ejemplares con tallas correspondientes a juveniles, tampoco se observaron larvas, quizás por haber sido predados por otros vertebrados, dentro de la cadena trófica (aves, mamíferos) o por fragilidad del tejido y desecación (las larvas no poseen esqueleto óseo sino cartilaginoso que pueda ser preservado en condiciones adversas).

Estudios realizados en el Centro de Reproducción de la Rana Grande Chilena de la Universidad Santo Tomás establecieron que el inicio de la madurez sexual ocurre cuando los animales se encuentran en un buen estado de salud y tienen al menos 8,0 cm de longitud rostro - cloaca en ambos sexos, tallas que en cautiverio pueden alcanzarse a partir de un año, (en algunos pocos ejemplares) mientras que para otras puede tardar más de tres años (Acuña-O y Vélez-R, 2014), a pesar de que se mantengan los rangos de temperatura, fotoperiodo y alimentación óptimos.

El crecimiento en la rana chilena está directamente relacionado con la temperatura del hábitat, por ser ectotermos, como también a la fase de desarrollo de los individuos. Los antecedentes obtenidos en cautiverio, con un rango de temperatura relativamente estable del agua, entre 15°C - 20°C, durante tres meses, y dietas diarias con un 60% de proteína, mostraron un aumento de la longitud entre 1 - 2 cm para animales entre los 67 - 130 g y tallas entre 8 - 9 cm longitud rostro - cloaca (Riveros, 2010; Rojas, 2010). Diferente a lo que puede ocurrir en el medio silvestre, ya que las fluctuaciones de temperatura (diaria y estacional) restringe los periodos de actividad metabólica de la especie solo a época primavera-verano, pasando por un proceso de hibernación o estivación cuando las condiciones abióticas son extremas, donde disminuye su metabolismo y por consiguiente su crecimiento (Hermosilla y Acuña, 2004). Los ejemplares de la rana chilena después de alcanzar las tallas que marcan el inicio de la madurez sexual, disminuyen la tasa de crecimiento, debido a que la energía es focalizada en la producción de gametos. Por lo tanto se puede indicar que los cadáveres encontrados corresponden a ejemplares reproductores, con un periodo de vida largo (aproximado 10 años o más).

### **ANTECEDENTES FISIOLÓGICOS RELEVANTES PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LA MORTALIDAD**

Todos los anfibios son extremadamente sensibles a los cambios de las condiciones ambientales y esto se debe a dos características fundamentales, por un lado, son organismos ectotermos con una actividad fisiológica dependiente de la temperatura ambiental (Garín y Lobos, 2008; Valenzuela-Sánchez, 2012), y por otro lado, poseen una piel desnuda altamente vascularizada, que posee gran cantidad de glándulas productoras de *mucus*, para mantener la piel húmeda y glándulas granulares que secretan sustancias con principios activos antimicrobianos y antifúngicos (Barría, 2010). En *Calyptocephalella gayi*, no hay presencia de glándulas lipídicas que secreten lípidos que las haga resistentes a la pérdida de agua, como se ha encontrado en algunas especies de arbóreas como *Phyllomedusasauvagii* (Boulenger, 1882), *Chiromantis* (Peters, 1854), *Hyperolius* (Rapp, 1842), o *Litoria* (Tschudi, 1838), (Wright y Whitaker, 2001) que las hacen más resistentes a la escases de agua.

Los anfibios, en todas las etapas del ciclo biológico (larvas o post metamórficos), realizan procesos de intercambio gaseoso (respiración) e iónico a través de la piel, en especial de iones de  $Ca^{++}$ ,  $Na^{+}$ ,  $Cl^{-}$  y de moléculas tales como  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  y  $HCO_3$  (Bicarbonato) participando activamente en el balance hidromineral (McWilliams, 2008). Es así que a través de la piel ocurren los procesos de regulación hídrica, como absorción o eliminación de agua en el ambiente, destacándose que el agua no ingresa a los fluidos internos por la cavidad oral, como en otros vertebrados, y que sólo pequeñas cantidades pueden ser absorbidas a través del tracto gastrointestinal, además de que la reabsorción de agua por el riñón es escasa. En general excretan un orina bastante diluida, por la alta capacidad de reabsorber electrolitos que poseen los conductos tubulares del riñón, de esta manera los anfibios tienen una alta habilidad para tolerar una alta fluctuación en la osmolaridad del plasma (Salibian, 1977; Wright y Whitaker, 2001). Por otra parte, así como ingresa el agua por la piel, también los niveles de pérdida de agua por evaporación son más altos en los anfibios que en otros vertebrados terrestres (Labra *et al.*, 2008; Wright y Whitaker, 2001, *op. cit.*). Los anfibios pueden realizar intercambio de calor, aumentando su temperatura por exposición directa o reflexión del rayo luminoso, por conducción térmica con el sustrato y convección térmica con el ambiente (Garín y Lobos, 2008). Para perder o bajar su temperatura corporal (época primavera-verano en la zona Centro-Sur), pierden agua corporal por evaporación, a través de la piel, por lo que pueden fácilmente deshidratarse con una alta temperatura y radiación solar, bajo nivel de precipitaciones y disminución de la humedad del sustrato y del aire, lo que hace frecuente que

limiten su actividad a periodos de elevada humedad, durante o después de una lluvia o en la noche.

Por otra parte, los anfibios realizan la regulación térmica e hídrica mediante la selección del micro-hábitat, trasladándose a zonas en donde encuentren un rango óptimo de estas variables para cumplir con todas sus funciones metabólicas. Esto implica el tener que desplazarse continuamente, a pesar de que se mencione que tienen una capacidad reducida de movimiento (Valenzuela y Sánchez, 2012), y como lo ha mostrado Rottmann (2012), quien los ha encontrado en ambientes modificados, como canales y tranques de regadío, en donde hay presencia de agua.

Si bien no se conoce el promedio ni los rangos de temperatura en los cuales la rana chilena exprese el máximo de bienestar animal, como tampoco aquellos límites en los cuales experimenten condiciones no aptas para la vida (Hermosilla y Acuña, 2004), experiencias de manejo en el Centro de Reproducción de la Rana Chilena, de la Universidad Santo Tomás, muestran que temperaturas permanentes del agua, sobre los 25 °C, en el día aumentan las mortalidades en ranas post-metamórficas. Por otra parte, estudios realizados por Rojas (2010) y Riveros (2010), mostraron resultados eficaces en el consumo de alimento y conversión alimentaria para la etapa post metamórfica con 15°C – 20°C del agua, mientras que Hermosilla y Coloma (1985), mostraron que juveniles mantenidos en laboratorio con temperaturas entre 18°C– 20°C tuvieron un crecimiento rápido. Por su parte, los eventos reproductivos exitosos se han manifestado con temperatura promedio del agua de 19,3°C, en la Región Metropolitana (Acuña-O y Vélez-R, 2014).

La radiación solar, afecta de manera positiva y/o negativamente a los anfibios. Por una parte, junto con otorgar calor, los rayos UVB (285 nm - 320 nm) inciden en la síntesis de vitamina D3, determinante para el metabolismo del Calcio. Hoy la disminución de la capa de Ozono ha conllevado al aumento de las radiaciones UVA, UVB y UVC lo que acarrea desde malformaciones hasta alteración del sistema inmune de los anfibios, además de cambio en el comportamiento del animal (Wright y Whitaker, 2001).

*Calyptocephalella gayi* presenta alta prolificidad alcanzando 16.000 huevos/postura para hembras adultas provenientes del medio silvestre (Hermosilla *et al.*, 1986). Los registros de renacuajos vivos, por postura, obtenidos en cautiverio sobrepasan los 1.000 individuos (Acuña-O y Vélez-R, 2014, *op. cit*). Lo que es un ejemplo claro sobre lo que representa la muerte de los individuos reproductores de la laguna Matanzas y el recambio generacional que probablemente se está viendo disminuido.

La importancia del rol ecológico que cumple la rana chilena se puede asociar al alto número de huevos y larvas que se generan por cada evento reproductivo exitoso, proporcionando una abundante fuente de proteína como sustento para aves y otros vertebrados, en la cadena trófica de un humedal. El comportamiento detritívoro de los estados larvales de la especie (Parraet *al.*, 1974) permite mantener la columna de agua continental limpia, ya que reducen la tasa natural de eutroficación, permitiendo que los humedales se mantengan en equilibrio (Soto y Valenzuela, 2012). Los juveniles consumen insectos, moluscos y artrópodos controlando a estas poblaciones y con ello protegiendo de enfermedades al hombre y sus cultivos agrícolas.

#### **CON LOS ANTECEDENTES EXPUESTOS PUEDE ESTABLECERSE QUE:**

La zona de reproducción de la población de ranas de la laguna Matanzas se ha visto alterada por condiciones físicas debido el traslape geográfico con cultivos (que implica la presencia de

fungicidas, herbicidas), y disminución del recurso acuático y por consiguiente desaparición del hábitat que ocupaban para reproducirse (al menos la zona de pajonales, seca en la actualidad y rodeada principalmente de especies colonizadoras e invasoras (Chenopodiaceae), aledaña a la zona arada y preparada para cultivo). En la época de verano los anuros se mantienen sumergidos en zonas húmedas, protegidos por vegetación hidrófila (Acuña-O y Vélez-R, 2014), en donde seleccionan las áreas para oviposición, zonas que ya no están presentes en este margen de la laguna. Si ocurrió un desplazamiento hacia el cuerpo de agua que no se encuentra disponible y, por lo observado pareciera que ocurrió un cambio abrupto en el nivel del agua (que se corresponde con la pérdida del 50% del espejo de agua en el último tiempo), probablemente asociado a una alta radiación y temperatura excesivas, tanto en el aire como en el suelo, con muy baja humedad, lo que podría haber alterado la regulación fisiológica que realiza el anfibio a través de la piel. La piel del anfibio deshidratada y endurecida probablemente impidió el intercambio gaseoso propio de la respiración cutánea y provocó probablemente asfixia en los animales (Nigel y Vljetbn, 1992), impidiendo que ocurrieran conductas de termorregulación, en condiciones ambientales no aptas para sobrevivir.

La intervención del estero las Rosas, que abastece a la laguna Matanzas es probablemente la causa de la disminución del nivel del agua de la laguna, junto con la desaparición de la cubierta vegetal ribereña y nativa, al ser removida para usos agrícolas y ganaderos.

Se pone en relieve la importancia de los anfibios como indicadores de la salud de los ecosistemas y lo prioritario que presenta su conservación (Soto - Azat y Valenzuela - Sánchez, 2012). Se indica que los anfibios son centinelas del ambiente porque son los primeros en afectarse cuando un hábitat está enfermo. En la actualidad, los humedales en Chile están bajo una fuerte presión antrópica que busca su conversión acelerada en sistemas agrícolas productivos, recreacionales e inmobiliarios principalmente (Simeone, 2012). El hallazgo de ranas chilena muertas son un síntoma alarmante sobre la muerte del ecosistema en general, con toda la fauna y flora asociada. Las tallas de los ejemplares muertos dan idea de un pool genético invaluable, con una distribución de frecuencias de la longitud rostro-cloaca mayor a la que exhiben los ejemplares del sur del país, poblaciones que en general están siendo afectadas drásticamente.

Se debe evaluar como medida de mitigación de la muerte de la rana chilena en El Yali, la cría en cautiverio de ejemplares de zonas cercanas para un futuro repoblamiento, pero solo cuando se restablezcan las variables tanto bióticas como abióticas del lugar y para conservar *in vivo* la variabilidad genética de la especie, como así mismo contribuir con el equilibrio del ecosistema.

También es necesario un plan de educación ambiental urgente a toda la comunidad involucrada.

## CONCLUSIONES

El nivel de protección actual, nacional e internacional, con que cuenta laguna Matanzas, humedal El Yali es insuficiente para proteger a la población de *Calyptocephalellagayi* y probablemente tampoco es eficaz para la protección de otras especies de flora y fauna silvestre.

Los anuros de gran tamaño, importantes habitantes de los humedales, son el grupo de vertebrados más vulnerables a los cambios bruscos de las condiciones abióticas y bióticas en este ecosistema, y especialmente a drásticas disminuciones y en especial la pérdida completa de los niveles de agua, afectándose con esto la cadenas trófica de todo el ecosistema.

La laguna Matanzas ubicada en el litoral costero y en contacto directo con el estero Las Rosas es más vulnerable a la pérdida de la biodiversidad por la intervención de éste caudal, aguas arriba, por acciones antrópicas.

La pérdida del recurso acuático y por consiguiente de la diversidad de anfibios en el país coloca en riesgo los recursos agroalimentario y un pool genético invaluable por su endemidad.

Los estudios de monitoreo periódicos de los humedales y la notificación a las autoridades del estado son una herramienta necesaria e importante para la vigilancia, control, mitigación y restauración de los ecosistemas.

## AGRADECIMIENTOS

Financiamiento parcial: Agencia de Parques de Canadá, Ministerio de Medio Ambiente - Chile, Fondo de Desarrollo Disciplinario en Medio Ambiente - Universidad de Playa Ancha – Facultad de Ciencias de la Universidad Santo Tomás. Se agradece la colaboración de Javiera Meza y los demás funcionarios de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), además de Aurora Espinoza, Maria Cristina Ayala, Daniela Benavides, Cristina Urzua, Valentina Moreno y Pedro Enríquez, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), y Pablo De Kartzow, quienes también participaron en la salida a terreno.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA-O., P.L. Y VÉLEZ-R., C.M. 2014. Aspectos Reproductivos. En: Manejo en Cautiverio de Rana Grande Chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril and Bibron, 1841) (Vélez-R., C. M.). Santiago: Eds. Universidad Santo Tomás, pp. 79 - 92.
- ARROYO, M.T.K.; MARQUET, P.; MARTICORENA, C.; SIMONETTI, J.A.; CAVIERES, L.; SQUEO, F.A.; ROZZI, R. Y MASSARDO, F. 2006. El Hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos (Saball, P.; Arroyo, M.T.K.; Castilla, J.C.; Estades, C.; Ladrón De Guevara, J.M.; Larrain, S.; Moreno, C.; Rivas, F.; Rovira, J.; Sánchez, A. y Sierralta, L.). Santiago: Comisión Nacional del Medio Ambiente, pp. 94-99.
- BARRIA, F. 2010. Caracterización histológica y diagnóstico de lesiones presentes en piel de rana grande chilena (*Calyptocephalella gayi*). Tesis para optar al título de Médico Veterinario. Santiago: Universidad Santo Tomás, 50 p.
- BOUTILIER, R.G.; DONOHOE, P.H.; TATTERSALL, G.J. Y WEST, T.G. 1997. Hypometabolic homeostasis in overwintering aquatic amphibians. *The Journal of Experimental Biology* (200): 387 - 400.
- CITES. 2011. Disponible en línea: <<http://www.cites.org/eng/app/appendices.php>>. [consulta: mayo, 2014].
- CONTRERAS-LÓPEZ, C. 2014. Importancia del estero Las Rosas en el Complejo de Humedales El Yali. Informe Técnico 02/2014. Centro de Estudios Avanzados, Universidad de Playa Ancha, 25 p.
- ENCINAS, A.; LE ROUX, J.; BUATOIS, L.; NIELSEN, S.; FINGER, K.; FOURTANIER, E. Y LEVENU, A. 2006. Nuevo esquema estratigráfico para los depósitos marinos miopliocenos del área de Navidad (33°00'-34°30'S), Chile central. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 33(2): 221-246.
- FIGUEROA, R.; SUAREZ, M.; ANDREU, A.; RUIZ, V. Y VIDAL - ABARCA, M. 2009. Caracterización Ecológica de Humedales de la Zona Semiárida en Chile Central. *Gayana (Concepc.)*, Vol.73 (1): 76 - 94.
- FORMAS, J.R. 1979. La herpetofauna de los bosques temperados de Sudamérica. En: *The South American Herpetofauna: its origin, evolution and dispersal* (Duellman, W.E). Kansas: Musseum of Natural History, pp. 341 - 369.
- FORMAS, J. 1995. Anfibios. En: *Diversidad Biológica de Chile* (Simonetti, J.A.; Arroyo, M.T.K.; Spotorno, A.E., y Lozada, E.). Santiago: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Talleres Artegrama, pp. 314 - 325.

- GANS, C. Y DE GUELDRE, G. 1992. Striated Muscle: Physiology and Functional Morphology. En: Environmental Physiology of the Amphibians (Feder, M.E. y Burggfren, W.W.). Chicago and London: The University of Chicago Press, pp. 277 - 313.
- GARÍN, C.F. Y HUSSEIN, Y. 2013. Guía de reconocimiento de Anfibios y Reptiles de la Región de Valparaíso. (Espinosa, A. y Benavides, D.). Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 63 pp.
- GARÍN, C.F. Y LOBOS, G. 2008. Generalidades sobre anfibios y reptiles. En: Herpetología de Chile. (Vidal, M. y Labra, A.). Santiago: Minera Escondida, Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y Universidad de Concepción, pp. 53 – 72.
- GLADE, A. 1988. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Santiago: Corporación Nacional Forestal (CONAF), 55 pp.
- HERMOSILLA, I., COLOMA, L.S., WEIGERT, G.TH., REYES, E.T., Y GOMEZ, V. 1986. Caracterización del ovario de la rana chilena *Caudiverberacaudiverbera* (Linne, 1758) (Anura, Leptodactylidae), Bol. Soc. Biol. Concepción, (57): 37 – 47.
- HERMOSILLA, I. Y ACUÑA, P. 2004. Crianza en Cautividad de la Rana Grande Chilena *Caudiverberacaudiverbera* (Linnaeus, 1758). En: Cría en Cautividad de Fauna Chilena. (Iriarte, A.; Tala, Ch.; González, B.; Zapata, B.; González, G. y Maino, M.). Santiago: Ediciones Servicio Agrícola y Ganadero; Parque Metropolitano, Zoológico Nacional; Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, pp. 107-120.
- HERMOSILLA, B.I. Y COLOMA, L.1985. "La Rana Chilena" *Caudiverberacaudiverbera*. Unrecursorenovable. Arch. de Invest, (3):31 – 42.
- IUCN. 2013. Red List of Threatened Species. Versión 2012.2. Disponible en línea: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> [consulta: junio, 2013].
- LABRA, A.; VIDAL, M.; SOLÍS, R. Y PENNA, M. 2008. Ecofisiología de anfibios y reptiles. En: Herpetología de Chile. (Vidal, M. y Labra, A.). Santiago: Minera Escondida, Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y Universidad de Concepción, pp. 483 – 511.
- LÓPEZ-S., O.; ACUÑA-O., P.L.; RODRÍGUEZ, J.L. Y VÉLEZ-R., C.M. 2014. Enfermedades emergentes y parásitos. En: Manejo en Cautiverio de la Rana Grande Chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril and Bibron, 1841)(Vélez-R., C. M.). Santiago: Eds. Universidad Santo Tomás, pp. 93 - 111.
- MCWILLIAMS, D. 2008. Nutrition recommendation for some captive Amphibian Species (Anura and Caudata), Zoos and Aquariums Nutrition Advisory and Research. Disponible en línea: <<http://www.caza-narg.ca/ref/amphibian%20nutrition%20report%20CAZA%202008.pdf>> [consulta: junio, 2014].
- MEZA, V.; CONTRERAS-LÓPEZ, M.; RIVERA, C.; JOFRÉ, C.; FIGUEROA, R.; BUSTILLOS, G.; DUARTE, N.; SOTO, E.; QUIROGA, E.; UGALDE, A.; RAMÍREZ, P. Y MIZOBE, C. 2013. Plan de Restauración Ecológica como Mecanismo de Adaptación al Cambio Climático en la Reserva Nacional El Yali, Región de Valparaíso, Informe Final. Valparaíso: Universidad de Playa Ancha - Agencia de Parques de Canadá - Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 242p.
- MUJICA, F. 2006. Diversidad, conservación y utilización de los recursos genéticos animales de Chile. Boletín INIA, 137. Osorno: Ministerio de Agricultura, Instituto de investigaciones Agropecuarias. Centro regional de Investigación, pp. 1 – 124.
- NIGEL, H.W. Y VLJETBN, V. 1992. Sensory mechanisms regulating the cardiovascular and respiratory system. En: Physiology of the Amphibians. (Feder, E.M. y Burggen, W.W.). Chicago and London: University of Chicago Press. VIII, 151 - 182 p.
- ORTIZ, J.C. Y HEATWOLE, H. 2010. Status of conservation and decline of the Amphibians of Chile. En: AmphibiansBiology. (Heatwole, H. y Barrio - Amoros, C.L.). Status of decline of Amphibians: Western Hemisphere, Baulkham, Australia, pp. 20 - 29.
- PARRA, O.; RIVERA, P.; GONZÁLEZ, M. Y HERMOSILLA, I. 1974. Análisis de la flora algológica del contenido estomacal de los estados larvarios de *Caudiverberacaudiverbera* (Linnaeus) (rana chilena). Bol. Soc. Biol. de Concepción (40): 85 -94.
- PENNA, M. Y DÍAZ – PÁEZ, H. 2008. Generalidades sobre vocalizaciones. En: Herpetología de Chile. (Vidal, M. y Labra, A.). Santiago: Minera Escondida, Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y Universidad de Concepción, pp. 31-50.
- RAMSAR.2014. Ramsar Sites Information Service. Disponible en línea: <<http://ramsar.wetlands.org/>> [consulta: mayo de 2014].
- RIVEROS, L. 2010. Evaluación de dietas con presas vivas, sobre el crecimiento de estados postmetamórficos de la rana grande chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril y Bibron 1841), criadas ex

- situ*, Región Metropolitana, Chile. Tesis para optar al grado de Médico Veterinario. Universidad Santo Tomás. 58 p.
- ROJAS, C. 2010. Efecto de diferentes dietas sobre el crecimiento de estados juveniles de la rana grande chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril y Bribon, 1841), criadas en cautiverio, en la Región Metropolitana, Chile. Tesis para optar al grado de Médico Veterinario. Universidad Santo Tomás. Santiago. 64 p.
- ROTTMANN, J. 2012. Antecedentes sobre la importancia de los anfibios chilenos. En: Conservación de Anfibios de Chile. (Soto – Azat, C. y Valenzuela – Sánchez, A.). Santiago: Universidad Nacional Andrés Bello, pp. 10 – 11.
- SALIBIAN, A. 1977. Transporte de Cloro y de Sodio a través de la piel *in situ* de anfibios sudamericanos. Boletín Museo Nacional de Historia Natural Chile, (35): 121-163.
- SEGOVIA, M. 2010. Determinación del inicio de la madurez sexual de la Rana Grande Chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril y Bribon, 1841) criada en cautiverio, basados en parámetros morfométricos de gónadas. Tesis para optar al título de Médico Veterinario, Universidad Santo Tomás, Santiago, 71 p.
- SIMEONE, A. 2012. Conservación de humedales en Chile. En: Conservación de Anfibios de Chile (Soto – Azat, C. y Valenzuela – Sánchez, A). Santiago: Universidad Nacional Andrés Bello, Chile, pp. 62 – 63.
- SOTO – AZAT, C. Y VALENZUELA – SÁNCHEZ, A. 2012. Conservación de anfibios y programa EDGE. En: Conservación de Anfibios de Chile (Soto – Azat, C. y Valenzuela – Sánchez, A). Santiago: Universidad Nacional Andrés Bello, pp. 13 - 17.
- TALA, CH. 2012. Clasificación de anfibios chilenos según estado de conservación. En: Conservación de Anfibios de Chile (Soto – Azat, C. y Valenzuela – Sánchez, A). Santiago: Universidad Nacional Andrés Bello, pp. 19 - 26.
- TALA, CH.; AVILÉS, R. Y ROJAS, L. 2013. Evaluando el estado de conservación de nuestras especies nativas y difundiendo el conocimiento sobre las especies que viven en Chile. Folleto de difusión Especies en Peligro y Sistemas de Información en Biodiversidad. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile.
- UPLA. 2013. Ejecución Temprana de Restauración Ecológica y un Sistema de Alerta Ambiental como Mecanismo de Adaptación al Cambio Climático en la Reserva Nacional El Yali, Informe Final, Región de Valparaíso. Valparaíso: Universidad de Playa Ancha - Ministerio del Ambiente, 162p.
- VALENZUELA – SÁNCHEZ, A. 2012. Cambio Climático: efecto sobre los anfibios. En: Conservación de Anfibios de Chile (Soto – Azat, C. y Valenzuela – Sánchez, A.). Santiago: Universidad Nacional Andrés Bello, Santiago, pp. 42 – 47.
- VÉLEZ-R., C.M. 2014. Manejo en Cautiverio de la Rana Grande Chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril and Bribon, 1841). Ediciones Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile, 191p.
- VÉLEZ-R., C.M. Y ACUÑA-O., P.L. 2014. Introducción. En: Manejo en Cautiverio de la Rana Grande Chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril and Bribon, 1841) (Vélez-R., C.). Ediciones Universidad Santo Tomás, pp. 11 - 14.
- VÉLEZ-R., C. M.; NÚÑEZ, J.J.; ACUÑA-O., P.L Y LÓPEZ-S., O. 2014. Aspectos Generales. En: Manejo en Cautiverio de la Rana Grande Chilena *Calyptocephalella gayi* (Duméril and Bribon, 1841) (Vélez-R., C.). Ediciones Universidad Santo Tomás, pp. 15 – 24.
- VIDAL-ABARCA, M.; SUÁREZ, M.; FIGUEROA, R.; ENRÍQUEZ, M.; GARCÍA, V.; DOMÍNGUEZ, C. Y ARCE, M. 2011. Caracterización hidroquímica del complejo de humedales El Yali, Chile Central. Limnetica 30(1): 43 - 58.
- VIDAL, M.A. Y DÍAZ-PÁEZ, H. 2012. Biogeography of Chileanherpetofauna: Biodiversity hotspot and extinction risk. En: Global advances in Biogeography (Stevens, L). Croatia: Intech Press, pp. 137 - 154.
- WEST, N.G. Y VAN VLIET, B.R. 1992. Sensory Mechanisms regulating the Cardiovascular and respiratory Systems. En: Environmental Physiology of the Amphibians (Feder, M.E. y Burggfren, W.W.). Chicago and London: The University of Chicago Press, pp. 152 - 182.
- WRIGHT, K.M. 2001. Trauma. En: Amphibian Medicine and Captive Husbandry (Wright, K.M. y Whitaker, B.R.). Malabar, Fl: Krieger Publishing Company, pp. 233 - 238.
- WRIGHT, K.M. AND WHITAKER, B.R. 2001. Amphibian Medicine and Captive Husbandry (Wright, K.M. y Whitaker, B.R.). Malabar, Fl: Krieger Publishing Company, 499 p.