



Universidad de Concepción
Campus Los Ángeles
Escuela de Educación.

Presencia de ácaros en una población de *Batrachyla taeniata* de Hualpén, región del Biobío, Chile. Estudio de la relación entre la distribución corporal, sexo y tamaño del hospedero.

Seminario de Título para optar al Título Profesional
Profesor Ciencias Naturales y Biología

Seminarista : Dany Quilodrán Escobar.
Profesor Guía : Dra. Helen Díaz Páez.

Los Ángeles, 2017

Índice

Resumen	Pág. 6
Capítulo 1: Propuesta de investigación	Pág. 7
Planteamiento del tema y Justificación de la investigación	Pág. 7
Objeto de Estudio	Pág. 11
Preguntas de Investigación	Pág. 11
Objetivo General	Pág. 11
Objetivos Específicos	Pág. 11
Hipótesis	Pág. 12
Capítulo 2: Marco Referencial	Pág. 13
2.1 Características generales de los Anfibios	Pág. 13
2.2 Orden Anuros (Salientia): Ranas y Sapos	Pág. 13
2.3 Anfibios en Chile	Pág. 13
2.4.- Especie de estudio: <i>Batrachyla taeniata</i> (Rana de ceja o rana de antifaz)	Pág. 14
2.5 Importancias de los estudios sobre Anfibios	Pág. 15
2.1.1 Interacción de las especies	Pág. 17
2.1.2 Parasitismo	Pág. 18
2.2.1 Características generales de Ácaros	Pág. 19
2.2.2 Ácaros en anfibios	Pág. 21
2.2.3 Relación entre tamaño y sexo del hospedero con el grado de parasitismo	Pág. 22
Capítulo 3: Diseño Metodológico	Pág. 25
Enfoque de la investigación	Pág. 25
Alcance de la investigación	Pág. 25
Diseño	Pág. 25
Dimensión temporal	Pág. 25
Variables	Pág. 25
Unidad de análisis	Pág. 26
Población de estudio	Pág. 26
Muestra de estudio	Pág. 26

Técnica y Recolección de datos	Pág. 26
Procedimiento de análisis	Pág. 27
Capítulo 4: Análisis de resultados	Pág. 29
Capítulo 5: Discusión de los resultados	Pág. 35
Capítulo 6: Conclusión	Pág. 39
Bibliografía	Pág. 40



Dedicatoria

Este seminario título está dedicado en primer lugar a Dios quien renueva mis fuerzas en todo momento, que abrió toda clase de puertas que me ayudaron a iniciar, persistir y finalizar este proceso que ha sido grato y confortante. Porque en cada momento me guió en el camino para seguir y cumplir esta gran meta y por cruzar en mi camino a muchas personas que fueron y son importantes en mi vida.

En segundo lugar, a mis padres que me brindaron su apoyo en todo momento, que gracias a su esfuerzo, dedicación y cariño, obtuve el incentivo necesario que me ayudó para llevar a cabo este proceso, porque estuvieron conmigo de una u otra forma demostrando su preocupación, felicidad y orgullo. Ya que son los principales responsables de la persona en la cual me he convertido.

Finalmente, este trabajo lo dedico a mis hermanos Javiera Quilodrán E. y Joshef Aravena E. que son mis principales inspiraciones para seguir, persistir y concluir con este proceso, todo mi esfuerzo y felicidad es gracias a ustedes, siempre los apoyare y cuidare. Espero que recuerden en todo momento que cualquier objetivo que se propongan lo pueden cumplir con perseverancia y mucho esfuerzo. Nunca dejen de soñar, propónganse metas y esfuércense por cumplirlas, siempre contarán con mi apoyo, nunca estarán solos.

Agradecimientos

El término de esta etapa dentro de mi vida no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mis padres, hermanos y familia, quienes con su esfuerzo, apoyaron y motivaron cada etapa vivida en este proceso; Agradezco a mi madre María Escobar por su amor, preocupación y siempre estar cuando la necesito; A mi Padre Rene Quilodrán por enseñarme que siempre hay que esforzarse al máximo para lograr nuestras metas; a mis hermanos Javiera Quilodrán y Joshef Aravena que son la alegría y motivación en mi vida y a mi abuela y madre Teresa Garrido que siempre confió en mí y entrego su amor incondicional.

Agradezco a la generación 2013 de la Carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología por ser buenos compañeros, confiables y preocupados, en especial a Daniela Mardones, que se convirtió en una amiga que ha sido un pilar fundamental dentro de esta etapa y a Javiera Hernández por formar parte de este proceso y mi vida, por su apoyo, creer en mí, por su precaución y amor.

Quiero agradecer también a cada una de las personas que aportaron en mi formación profesional, en especial a mi profesora guía la Dra. Helen Díaz por su apoyo, orientación y buena disposición en todo el proceso de la tesis, por animarme y guiarme en cada momento, por su confianza, historias y experiencias compartidas. También le doy gracias a la comisión evaluadora a las profesoras Alejandra Barriga y Nicza Alvel por sus comentarios y/o sugerencias constructivas para la formación de este trabajo.

Finalmente, como dijo una profesora en el transcurso de mi formación “Somos seres sociales y no podemos dejar de serlo”, es por eso que quiero agradecer a todos y cada uno de mis amigos que siempre han estado apoyándome y siempre han creído y confiado en mí, Ignacio Cerro, Luis Infante, Cristóbal Herrera, Camila Castillo, Estefany Ayala y Elizabeth Catillo entre muchos más, gracias por sus apoyo y amistad. Y a todas las personas que de alguna u otra forma hicieron posible este trabajo.

Resumen

El creciente interés por la declinación de los anfibios ha llevado al aumento de estudios sobre esta taxa. Esto ha permitido reconocer la importancia de éstos en los ecosistemas, pero también su alta vulnerabilidad. En forma reciente se ha demostrado que los parásitos podrían tener incidencia sobre la declinación de los anfibios. En el caso de los ácaros, se ha determinado diferencias en el grado de infestación entre sexos y tamaño de hospederos.

En Chile, se reconoce al género *Hannemania* como el principal ácaro de anuros, con tres especies descritas a la fecha, pero es muy poco lo que se sabe de las relaciones entre parásito-hospedador. Por tales motivos, el presente estudio analiza la prevalencia, intensidad y abundancia, así como distribución corporal de los ácaros en *Batrachyla taeniata* de Hualpén, región del Biobío. Para ello se contabilizaron presencia y distribución de ácaros a nivel dorsal y ventral, relacionando estos resultados a sexo y tamaño del hospedero. Los resultados muestran que la mayor prevalencia se concentra en las hembras, con un 100% de infección, mientras que en los machos solo un 87% presentaron parasitismo por *Hannemania*. La intensidad promedio y abundancia media demostraron ser mayor en machos (21,17 - 18,54) que en hembras (13,64 - 13,64), por lo que se determinaron diferencias relacionadas con el sexo del hospedero ($F = 4,740$; $P = 0,010$). Por otra parte, la infestación observada en las zonas corporales del hospedador indica una notoria preferencia por la zona ventral, donde el 76% de ácaros fue encontrado.

Palabras claves: Ácaros, *Hannemania*, Anuros, Parasitismo.

Capítulo 1: Propuesta de investigación

Planteamiento del tema y Justificación de la investigación

El parasitismo es una relación entre dos organismos que conviven (simbiosis), en la que uno obtiene nutrientes a expensas del otro. Los parásitos, desde un punto de vista estricto, captan nutrientes de los tejidos del organismo en el cual habitan, denominado hospedador (Smith y Smith, 2007). Los parásitos se pueden clasificar en endoparásitos y ectoparásitos; los primeros son aquellos que viven en el interior del hospedador, y los segundos corresponden a los que viven fuera del hospedador (Solomon, Berg y Martin, 2008). Pese a esta definición, se considera como ectoparásitos a los parásitos que habitan en la piel bajo la cubierta protectora de plumas y pelo (Smith y Smith, 2007). Dentro de éstos se encuentran los ácaros, los que constituyen el grupo más diverso de arácnidos con distribución cosmopolita. Habitan ambientes tanto terrestres como acuáticos y presentan una gran variedad de hábitos alimentarios, lo que les permite establecer diferentes relaciones tróficas con prácticamente todos los seres vivos (Pérez, Guzmán-Cornejo, Montiel-Parra, Paredes-León y Rivas, 2014).

Los mamíferos son los principales hospederos seguidos por reptiles, aves y anfibios (Pérez et al., 2014), sin embargo los estudios han indicado que los ectoparásitos son poco específicos, por lo que no existiría una relación especie-específica entre hospedero y hospedador. San Martín-Órdenes (2009) hace referencia a que, los estudios sobre parásitos de diferentes grupos taxonómicos son escasos en Chile, situación debida principalmente al reducido esfuerzo de muestreo sobre individuos, poblaciones y especies hospederas (Garin y González-Acuña, 2008). Stekolnikov y González-Acuña (2015) indican la presencia de diversos ácaros en vertebrados terrestres concentrando el conocimiento en las taxas aves, mamíferos y reptiles. Pero en anfibios la situación se torna diferente, ya que a la fecha solo se conocen tres especies de parásitos Trombiculidae, todos pertenecientes al género *Hannemania* (Silva-De la Fuente, Moreno-Salas y Castro-Carrasco, 2016). Siendo la primera descripción de parásitos en anfibios realizada para *Batrachyla taeniata* con la presencia de *Hannemania pattoni* Sambon, 1928 en estado larval (Alzuet y Mauri, 1987).

Las larvas de trombicúlidos constituyen uno de los más importantes grupos de ectoparásitos que existe a nivel mundial, no solo por la enorme cantidad de huéspedes que parasitan y que comprende a prácticamente todos los vertebrados terrestres, sino por los daños que ocasionan al hombre, sea como causantes de serias dermatitis, o como vectores de gérmenes patógenos, que vienen a ser agentes etiológicos de graves enfermedades (Hoffmann, 1990).

Una variable que es usualmente empleada para analizar la relación entre los parásitos con sus hospederos es la carga parasitaria, la cual se define como el número de parásitos existentes en un hospedador a lo largo de un tiempo determinado, otra variable medible en este caso son la prevalencia, intensidad de infestación, distribución corporal, así como la influencia de variables del individuo hospedero (tamaño corporal, sexo y peso) (Rivera-Gómez y Bermudez-Tamayo, 2014).

Los parásitos tienden a distribuirse agrupadamente en algunos sectores del cuerpo de sus hospedadores, por mayor disponibilidad de alimento o refugio (García-De la Peña, Gadsden y Salas-Westphal, 2010). En un estudio realizado en Chile en la localidad de Antuco, Díaz-Páez, Cortez, Silva de la Fuente y Moreno (2016), determinaron la distribución corporal de larvas de *Hannemania sp.* en los hospederos *Pleurodema thaul* (Sapo de cuatro ojos), *Pleurodema bufonina* (Sapo de cuatro ojos grande) y *Rhinella spinulosa* (Sapo espinoso), así como la carga de parásitos asociados con el tamaño de los anfibios. Como resultado obtuvieron que las tres especies de anfibios fueron parasitados, pero la intensidad y la prevalencia media varió entre las especies y la etapa de desarrollo, respectivamente. Estas diferencias podrían atribuirse a las características morfológicas, fisiológicas, de comportamiento, el uso del hábitat y el efecto potencial de la contaminación sobre la salud de los anfibios.

El estudio de los parásitos y los efectos de las infestaciones de *Hannemania* en anuros no son claros. Sin embargo estudios recientes han demostrado la importancia ecológica y la posible incidencia sobre la declinación mundial. El estudio de las comunidades parasitarias posibilita el conocimiento de factores que la estructuran, y brinda información acerca de las relaciones ecológicas, geográficas y filogenéticas entre hospedadores y parásitos (Díaz-Páez et al., 2016).

El parasitismo sobre los herpetozoos que habitan en Chile permanece aún desconocido en muchos aspectos, esto constituye una información básica y necesaria para el conocimiento de la biodiversidad del país, y el primer paso para estudios en otros ámbitos de la biología, tales como la determinación de la real naturaleza de la interacción hospedero-parásito y de los procesos ecológicos y evolutivos involucrados en estas interacciones (Garin y González-Acuña, 2008).

En este contexto, cabe destacar que aun cuando los estudios sobre ácaros de anfibios han llevado al reconocimiento de patrones vinculados a la prevalencia e intensidad sobre nuevas especies de anfibios, la especie inicial sobre la que se determinó la presencia de ácaros en anuros de Chile *B. taeniata* no ha sido nuevamente analizada y se desconocen aspectos fundamentales de la relación de parasitismo, como son la prevalencia e intensidad entre otros, los que constituyen el foco principal de este estudio.

Es importante mencionar que este tipo de estudio permitirá desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes que se esperan de un egresado en Pedagogía en Educación media para enseñar Biología, según los estándares orientadores de la educación elaborados por el Mineduc (2012), ya que el propósito formativo de esta área disciplinar es desarrollar en los futuros profesores la comprensión del mundo natural, material y tecnológico, como también, estimular su interés por explorar, comprender, explicar y analizar el medio que los rodea.

Finalmente, es fundamental que el futuro profesor posea los conocimientos y la formación necesaria para transmitir a otros su entusiasmo por conocer más allá de lo evidente, a partir de la investigación y la experimentación (Mineduc, 2012) y de esta forma, con sus prácticas promover el desarrollo de las competencias científicas, orientadas a desarrollar estudiantes críticos y reflexivos de lo que ocurre en la sociedad y de su entorno (González-Weil, Bravo, Abarca, Castillo y Álvarez, 2010.), logrando con ello que la visión del mundo por parte del alumno cambie y su entorno inmediato sea más comprensible (González-Weil et al., 2014). Por otra parte, según un estudio de Windschitl (2003) (Citado en Cofré et al., 2010) los profesores que mejor y más implementaban metodologías de indagación científica en su sala de clases eran aquellos que habían tenido experiencias significativas de investigación científica durante sus estudios de pregrado o durante su vida profesional, por lo tanto, el incluir cursos sobre indagación y naturaleza de las ciencias en la formación de

profesores de ciencia es algo que puede repercutir en forma directa y positiva en los resultados de los aprendizajes de los estudiantes de nuestro país.



Objeto de Estudio:

Carga parasitaria en una población de *Batrachyla taeniata*, en el sector de la comuna de Hualpén, de la provincia de Concepción, región del Biobío.

Preguntas de Investigación:

- ¿Cuál es la carga parasitaria en la población de *Batrachyla taeniata* en el sector de Hualpén?
- ¿Cuál es la distribución corporal de los ácaros en *Batrachyla taeniata*?
- ¿Existe una relación entre el tamaño corporal y carga parasitaria en *Batrachyla taeniata*?
- ¿Hay una relación entre el sexo del hospedero con respecto a la abundancia de ácaros?

Objetivo General:

Describir la distribución corporal de ectoparásitos que infestan a *Batrachyla taeniata*, analizando la relación entre carga parasitaria y abundancia con respecto del tamaño y sexo del hospedador, de una población en la comuna de Hualpén, región del Biobío.

Objetivos Específicos:

1. Identificar la distribución corporal de los ácaros en *Batrachyla taeniata*.
2. Relacionar la carga parasitaria con el tamaño y sexo del hospedador.
3. Analizar la prevalencia y la intensidad de ácaros respecto de tamaño y sexo en *Batrachyla taeniata*.

Hipótesis

El estudio de los parásitos, en particular, de los ácaros de anuro en Chile ha sido escaso (Garin y González-Acuña, 2008), sin embargo estudios recientes han aportado al reconocimiento de nuevos ácaros-parásitos de anfibios chilenos, completando un total de tres especies del género *Hannemania* presentes en anfibios (Silva-De la Fuente et al., 2016). En relación a la intensidad de la parasitación los estudios no han abordado este aspecto, solo Díaz-Páez y colaboradores (2016) indican diferencias en las zonas ocupadas por los ácaros intradérmicos en tres especies de anuros chilenos, en este sentido *B. taeniata* al ser el primer hospedador descrito del género carece de mayor información sobre el grado de parasitismo y la posible existencia de diferencias entre sexo y tamaños de los hospedadores. En base a lo anterior se plantean las siguientes hipótesis:

H₁: La distribución corporal de los ácaros-parásitos en *Batrachyla taeniata* presentará una variación dependiendo del tamaño y sexo del hospedador.

H₀₁: La distribución corporal de los ácaros-parásitos en *B. taeniata* no evidencia una variación dependiendo del tamaño y sexo del hospedador.

H₂: La intensidad y prevalencia de ácaros-parásitos variará en relación del tamaño de los hospederos.

H₀₂: La intensidad y prevalencia no presentará variación en relación del tamaño de los hospederos.

H₃: La intensidad y prevalencia de ácaros-parásitos será mayor en machos que en hembras de *Batrachyla taeniata*.

H₀₃: La intensidad y prevalencia de ácaros parásitos será menor en machos que en hembras en *Batrachyla taeniata*.

Capítulo 2: Marco Referencial

2.1 Características generales de los Anfibios

Los Anfibios comprenden las salamandras (orden Caudados), los sapos y ranas (orden Anuros), las cecilias tropicales ápodas (Gimnofiones) y varias formas fósiles a partir del Devónico. El nombre de la clase (Gr. amphi, doble + bios, vida) indica, apropiadamente, que la mayor parte de las especies vivientes habitan parcialmente en el agua dulce y parcialmente en la tierra (Storer, Usinger, Stebbins y Nybakken, 1986). Los anfibios son vertebrados ectotérmicos y primeramente cuadrúpedos. Con la piel glandular y dependientes del agua para la reproducción. Son uno de los dos grandes grupos de descendientes actuales de los primeros tetrápodos del Devónico, los primeros vertebrados en desarrollar adaptaciones para la respiración, auto-soporté, movimiento y captación de sonidos y olores en tierra, a la vez que minimizaron las pérdidas de agua. El otro grupo son los amniotas, reptiles, aves y mamíferos, que contemplaron la migración hacia la tierra mediante el desarrollo de adaptaciones que les liberaron de la dependencia del agua para la reproducción (Hickman, Roberts y Larson, 1998).

2.2 Orden Anuros (Salientia): Ranas y Sapos

El nombre del orden Anuros se refiere a una característica obvia del grupo, la ausencia de cola en los adultos; ya que aunque todos pasan a través de un estado larvario con cola durante su desarrollo, solamente las especies del genero *Ascaphus* tienen cola en estado adulto. Las ranas y sapos están altamente especializados para un tipo de locomoción a saltos, como sugiere el nombre alternativo de Salientia que se ha dado al orden y que significa saltos (Hickman et al., 1998).

2.3 Anfibios en Chile

En nuestro país sólo encontramos representantes del orden Anura, con 63 especies nativas descritas a la fecha, reunidas en siete familias. A éstas se suma una especie introducida en el territorio, la rana de garras o rana africana (*Xenopus laevis*) perteneciente a la familia *Pipidae* (Lobos et al., 2013). La mayor riqueza de especies nativas de anfibios se concentra en los bosques templados del centro y sur de Chile, entre las regiones del Biobío y Aysén, donde se conjugan los ambientes más húmedos, con temperaturas adecuadas para este

grupo (Lobos et al., 2013). De esta manera la mayor riqueza de especies está concentrada entre los 38° y 48° de latitud Sur, en la zona correspondiente a la fracción sur de la región mediterránea y a la región oceánica, donde en general se registra alta humedad (promedio anual entre 84% - 93%), existiendo un aumento gradual de las precipitaciones hacia el sur (hasta 8000 mm anuales) (di Castri, 1968). Estas condiciones son fundamentales para la existencia de anfibios, dada la dependencia que estos tienen por el agua, entre otros, para su reproducción (Ceí, 1962) y llevan a que diecinueve géneros se encuentren en la zona centro-sur de Chile y solo *Telmatobius* esté representado exclusivamente en la zona norte del país (Garin y González-Acuña, 2008).

2.4 Especie de estudio: *Batrachyla taeniata* (Rana de ceja o rana de antifaz)

La especie llamada comúnmente rana de antifaz, presenta estado de conservación en Chile Casi Amenazada (MMA, 2017). Este anfibio es, luego del sapito de cuatro ojos, la especie con la segunda distribución más extensa de Chile, la que se extiende entre la Región de Valparaíso y la de Aysén. Habita en zonas boscosas donde prefiere las ambientes abiertos e inundados. Es una especie relativamente común al sur del río Biobío, pero hacia el norte hay pocas localidades conocidas, incluyendo algunas totalmente aisladas por zonas urbanas como el bosque relictivo de petras de la Base Aérea de Quintero (Región de Valparaíso) (Lobos et al., 2013).

Se trata de una ranita de pequeño tamaño (unos 25 a 40 mm), de cuerpo esbelto y extremidades largas, con dedos terminados en puntas redondeadas. Posee una característica de faja oscura al lado del rostro (Figura 1), que va desde las narinas hasta la zona timpánica a modo de antifaz (Lobos et al., 2013).

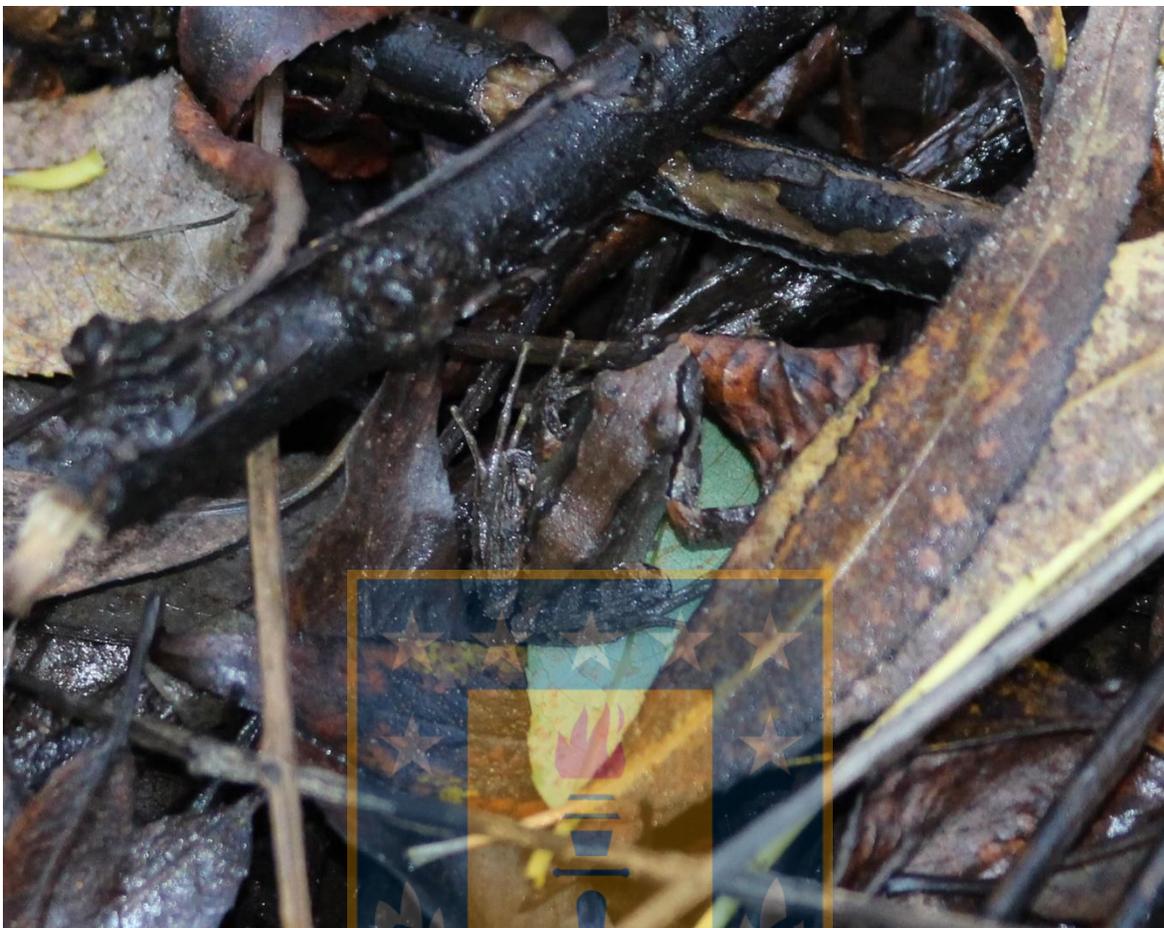


Figura 1: *Batrachyla taeniata*, del sector de Hualpén, Región del Biobío, Chile (Fotografía Quilodrán, 2017).

2.5 Importancias de los estudios sobre Anfibios

Los anfibios conforman en nuestros días uno de los grupos de vertebrados más amenazados por efecto antrópico. Desde el punto de vista ecológico, los anfibios juegan un rol muy importante en los ecosistemas, debido a que controlan insectos, sirven de alimento para otros animales, incrementan la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua, y generan un vínculo de materia y energía entre ambientes acuáticos y terrestres. Algunas especies sustentan poblaciones humanas locales como fuente de proteína y hoy, son también objeto de estudio en búsqueda de principios activos con fines médicos. Son considerados centinelas ambientales porque sus características fisiológicas los hacen muy sensibles a los cambios que sufren los ecosistemas (Lobos et al., 2013).

El cambio climático corresponde a una modificación mundial del clima respecto de las condiciones históricas, generando variaciones sobre la temperatura y los patrones de precipitaciones, que inciden en procesos de acidificación del agua de los océanos, derretimientos de glaciares y hielos polares, entre otros. Los estudios demuestran un incremento en la temperatura promedio de la tierra entre 0,5 a 1°C en el último siglo, con un aumento de 0,17°C de la temperatura de las aguas del océano Antártico entre los años 1950 y 1980, aumento que fue casi el doble de lo que ocurrió en el resto de los océanos. Más aun, 11 de los últimos 12 años, han sido los más cálidos desde que existen registros meteorológicos (1850), y a nivel global, la temperatura actual es la más alta de los últimos mil años. Debido a este incremento térmico generalizado, el cambio climático es también conocido como “calentamiento global” (Lobos et al., 2013).

Chile es un país altamente vulnerable frente al cambio climático ya que cuenta con una gran extensión de borde costero de baja altura e importantes zonas áridas y semiáridas. Los anfibios poseen características muy particulares que los hace muy sensibles a los cambios ambientales (e.g., ectotermos, baja capacidad para desplazarse, alta dependencia de la humedad, piel muy permeable), por lo que el cambio climático les afecta más directamente que a otras especies de animales (Lobos et al., 2013).

Por tratarse de animales ectotermos, son muy sensibles a variaciones climáticas y aumento en las temperaturas del agua, lo que produce en general cambios negativos en su desempeño fisiológico y conductual. Pueden observarse modificaciones en el sistema inmune y por lo tanto, en la capacidad de reducir los riesgos de infección, hecho más grave aún, considerando que muchos patógenos pueden experimentar mayores velocidades de crecimiento y reproducción a altas temperaturas, lo que sumado a una baja inmunitaria, determina un incremento en la severidad de las enfermedades infecciosas, aumentando las probabilidades de mortalidad de los individuos. (Lobos et al., 2013).

En Chile, el 72% de las especies de anfibios son endémicas; este alto grado de endemismo ha sido explicado por la gran diversidad de entornos únicos presentes en el país y por el aislamiento geográfico de esos hábitats debido a la presencia del Desierto de Atacama al norte, la Cordillera de los Andes al este y el Océano Pacífico a sus otros límites (Vidal y Díaz-Páez, 2012). Además, el 47% de las especies de anfibios de Chile está en una categoría

de amenaza, de acuerdo con la actualización del Grupo de Especialistas Anfibios (ASG) del Riesgo de Extinción De anfibios chilenos elaborados para la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN en 2015 (Silva-De la Fuente et al., 2016).

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los anfibios chilenos están amenazados. Correa, Donoso y Ortiz (2016) discuten varias causas de la alta tasa de anfibios amenazados en Chile, señalando que la destrucción y modificación de hábitats es el principal problema para la disminución de las poblaciones de anfibios. Además, Lobos y colaboradores (2013) muestran que una de las causas de la disminución de las poblaciones de anfibios podría ser la propagación de varias enfermedades, causadas por hongos, virus y parásitos, sin embargo, este tema ha sido poco estudiado en Chile (Soto-Azat y Valenzuela-Sánchez, 2012). Así, el estudio de los parásitos anfibios se convierte en un tema importante que necesita más esfuerzos de investigación (Silva -De la Fuente et al., 2016).

2.1.1 Interacción de las especies

Los biólogos denominan factores bióticos a las interacciones entre los organismos y factores abióticos a sus relaciones con el ambiente físico no viviente. Los factores abióticos incluyen precipitación, temperatura, pH, viento y nutrientes químicos (Solomon et al., 2008). Dentro de los factores abióticos se incluyen todas las interacciones que puede haber entre las diferentes especies en una comunidad (Solomon et al., 2008).

Se reconocen tres tipos principales de interacciones: competencia, depredación y simbiosis. La competencia es parte de los ciclos vitales de las especies, las que compiten entre sí por comida, agua, espacio vital y otros recursos. De allí que la competencia ocurra cuando dos o más individuos intentan usar el mismo recurso esencial, como comida, agua, abrigo, espacio vital o luz solar (Solomon et al., 2008). Cuando la competencia ocurre entre los individuos de una población, se la denomina competencia intraespecífica, mientras que, si ésta se produce entre especies diferentes, será reconocida como competencia interespecífica, siendo uno de los tipos más reconocidos en este caso, la depredación. Adicionalmente, los estudios ecológicos han permitido reconocer relaciones entre especies que establecen asociaciones estrechas entre sí. Entre las más importantes encontramos la

simbiosis que asume tres formas: mutualismo, comensalismo y parasitismo (Solomon et al., 2008).

2.1.2 Parasitismo

El parasitismo es una relación simbiótica en la que un miembro, el parásito, se beneficia, mientras el otro, el huésped, es afectado de manera adversa. El parásito obtiene alimento de su huésped (Solomon et al., 2008). Los parásitos, desde un punto de vista estricto, captan nutrientes de los tejidos del organismo en el cual habitan, denominado hospedador. Habitualmente, los parásitos no matan a los hospedadores como suelen hacer los depredadores, aunque es posible que el hospedador muera a causa de una infección secundaria o sufra un desarrollo atrofiado, escualidez o esterilidad (Smith y Smith, 2007). Los parásitos también pueden debilitar a su hospedador, haciéndolo más vulnerable a depredadores, competidores o factores abióticos de estrés (Solomon et al., 2008).

Los hospedadores forman el hábitat de los parásitos, y el variado grupo de parásitos que se desarrolla explota cualquier hábitat concebible sobre o dentro de ellos. Los parásitos que habitan en la piel bajo la cubierta protectora de plumas y pelo son ectoparásitos. Los otros, son conocidos como endoparásitos y viven en el interior del hospedador (Smith y Smith, 2007).

En el caso de los anfibios, los principales ectoparásitos han sido reconocidos como ácaros, los que constituyen el grupo más diverso de arácnidos con distribución cosmopolita. Habitan ambientes tanto terrestres como acuáticos y presentan una gran variedad de hábitos alimentarios, lo que les permite establecer diferentes relaciones tróficas con prácticamente todos los seres vivos (Pérez et al., 2014). Estas larvas de trombicúlidos parasitan el integumento de los anfibios invadiendo los tejidos epidérmicos de su huésped, causando de esta forma lesiones en la piel, donde se evidencian varias características morfológicas y ecológicas descritas para la infestación de ácaros en estos hospedadores. Dentro de las lesiones más comunes destacan la dermatitis ulcerativa, disminución del crecimiento, malformaciones, inflamación externa y sangrado (Quinzio y Goldberg, 2015).

2.2.1 Características generales de Ácaros

Los ácaros representan el grupo más diverso de arácnidos. Su tamaño es generalmente microscópico, en promedio menores a 1 mm, con distribución cosmopolita, ocupan ambientes terrestres y acuáticos: marinos, salobres y dulceacuícolas. Se encuentran entre los animales terrestres más antiguos, conociéndose fósiles del Devoniano temprano, de hace aproximadamente 400 millones de años (Norton, 1998). Los ácaros han fusionado su cuerpo en un sólo tagma, el idiosoma, en el que se presentan 4 pares de patas en adultos y ninfas, y 3 pares en larvas; dichos apéndices cuentan con 6 artejos (coxa, trocánter, fémur, genua, tibia y tarso) (Figura 2) en la mayoría de las especies (Evans, 1992).

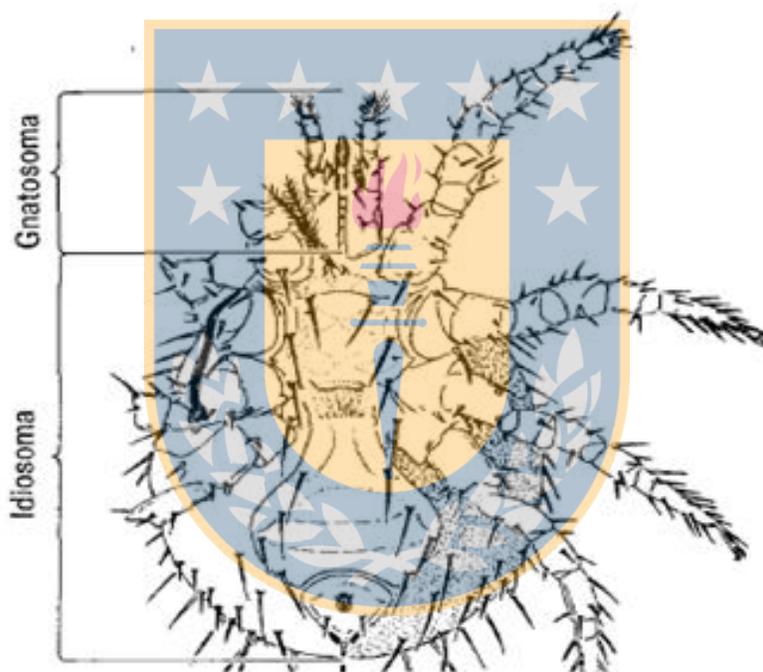


Figura 2: Vista ventral de *Laelaps echidnina*, el acaro espinoso de la rata (Parasitiformes) (Storer et al., 1986)

Esta diversidad de los ácaros se ve también reflejada en las relaciones que establecen con sus hospederos (animales, plantas y hongos) entre las que destacan la foresia, el comensalismo y el parasitismo. Ésta última es el tipo de simbiosis más común y en algunos casos produce graves daños en la agricultura y la ganadería, así como enfermedades en el hombre. Se conoce que algunos ácaros tienen una función fundamental en el ecosistema al

ser depredadores de otros invertebrados, como sucede con aquellos que depredan sobre plagas en cultivos agrícolas (Pérez et al., 2014).

Los principales parásitos externos debilitantes de aves y mamíferos se expanden mediante el contacto directo, en estos se incluyen piojos, ácaros que producen sarna, garrapatas, pulgas y larvas de mosca. La mayoría de estos parásitos ponen huevos directamente en el hospedador, aunque las pulgas ponen huevos y las larvas nacen en los nidos y camas del hospedador, desde donde saltan a otros hospedadores cercanos, pero por otro lado algunos presentan un lapso intergeneracional comparativamente más largo y no suelen permanecer un ciclo vital completo en un único organismo hospedador, donde se expanden mediante la transmisión directa de un hospedador a otro o a través de la transmisión indirecta, en la que participan organismos intermediarios y portadores (Smith y Smith, 2007).

En el caso de los ácaros, solo unas pocas especies van evolucionado en una íntima relación con hospedadores anfibios, dentro de estos destacan las familia de *Trombiculidae* y *Leeuwenhoekiidae*, en estos la larva (ninfa) es un parasito intradermal y los otros estadios (deuteroninfa y adulto) son de vida libre y depredadores en el suelo. En el caso del genero *Hannemania* oudemans, 1911 (*Leeuwenhoekiidae*) son parásitos de los anfibios en estado larval que invade el tejido epidermal (Subcutáneo) del hospedador, donde se encapsulan formando un nódulo intradérmico y se alimentan de su huésped (Alzuet y Mauri, 1987; Hatano, Gettinger, Van Sluys y Rocha, 2007; Hoffmann, 1990), mientras que la ninfa y el adulto son de vida libre (Silva-De la Fuente et al., 2016).

Es por esto que en el ciclo vital, las fases vinculadas con el desarrollo de un organismo, en general divididas en juvenil (o pre-reproductiva), reproductiva y pos-reproductiva, se evidencia que algunas especies de parásitos no logran permanecer durante la totalidad del ciclo vital en una única especie hospedadora. Las especies hospedadoras en las que el parásito se vuelve adulto y alcanza la madurez se denominan hospedador definitivo. Todos los demás son hospedadores intermediarios, que albergan alguna fase del desarrollo (Smith y Smith, 2007).

Adicionalmente se sabe que los ciclos de estos ectoparásitos incorporan una fase adulta que habita en el terreno, sin que se conozcan los detalles de estos ciclos completos. Es

por ello que resulta plausible analizar la relación de las características del hábitat con el grado de infestación de los hospederos, lo que llevará a determinar factores adicionales que proporcionan en forma favorable la presencia de los ácaros.

2.2.2 Ácaros en anfibios

El conocimiento de la parasito-fauna de anfibios y reptiles de Chile es escaso en términos de cantidad de taxa parásitos y hospederos examinados, comparado con lo registrado para otros vertebrados (Garin y González-Acuña, 2008).

La diversidad de parásitos de anfibios de Chile se limita a metazoos pertenecientes a cuatro phyla (Acanthocephala, Platyhelminthes, Nematoda y Artrópoda) y a 18 especies (15 helmintos endoparásitos y tres ácaros ectoparásitos), a partir de 12 taxa hospederos distribuidos mayormente en el bosque templado austral (Garin y González-Acuña, 2008; Silva-De la Fuente et al., 2016). De esta manera en los anfibios chilenos se encuentran tres ácaros parásitos descritos, en estadio larval de *Hannemania*: *H. pattoni* Sambon, 1928, ácaro trombicúlido registrado en *Batrachyla taeniata*; *H. gonzaleacunae* y *H. ortisi* registrados en *Pleurodema thaul* y *Eupsophus contulmoensis* (Silva-De la Fuente et al., 2016).

Cabe destacar que todos los ácaros descritos en anfibios de Chile, pertenecen al género *Hannemania* Oudemans, 1911 cuyos representantes son los más grandes entre los trombicúlidos intradérmicos y cuya distribución se restringe solo a América, tanto en la región Neártica como en la Neotropical (Alzuet y Mauri, 1987).

Según González-Acuña y colaboradores (2003), de los trabajos realizados en Herpetología sólo dos se refieren a ectoparásitos de reptiles autóctonos y en el caso de anuros se centran en la composición taxonómica de helmintos endoparásitos (Garin y González-Acuña, 2008). De acuerdo con la literatura y los datos recientemente obtenidos, 22 especies de 13 géneros de ácaros intradérmicos son conocidos en Chile (Stekolnikov y González-Acuña, 2015). A esto hay que agregar los recientes estudios de Silva-De la Fuente y colaboradores (2016), quienes adicionan dos nuevas especies de ácaros como parásitos de anfibios, *Hannemania ortizi* encontrada en dos especies de sapos *Pleurodema thaul* (Anura: Leptodactylidae) y *Eupsophus contulmoensis* (Anura: Alsodidae) y *Hannemania gonzaleacunae* encontradas en *Eupsophus nahuelbutensis* (Anura: Leptodactylidae).

2.2.3 Relación entre tamaño y sexo del hospedero con el grado de parasitismo

El tamaño corporal de un hospedador corresponde a una variable de gran importancia, ya que nos indicará que mientras mayor sea el tamaño corporal del hospedero presentará una mayor superficie disponible, lo que permitirá la adhesión de una mayor cantidad de parásitos (Espinoza-Carniglia, Pérez-Leiva, Silva-de la Fuente, Victoriano-Sepúlveda y Moreno-Salas, 2016). Esta relación ha sido encontrada en organismos endoparásitos (Grutter y Poulin, 1998) y en ectoparásitos (García-De la Peña, Contreras y Castañeda, 2004). A pesar de esto, se ha encontrado en investigaciones que el tamaño corporal del hospedador y el grado de parasitismo no siempre están relacionados, en el caso de los parásitos (Cunha-Barros et al., 2003), esto se debe probablemente a que los ectoparásitos se encuentran influenciados por factores ambientales como humedad y radiación solar (Clopton y Gold, 1993).

Por otro lado, el sexo del hospedador es otro factor que se ha puesto a prueba para tratar de explicar la abundancia de parásitos en un hospedador. Se han realizado estudios en diversos taxones como anfibios, lagartijas, geckos y aves (Codorniz), dejando en evidencia que los hospedadores machos suelen presentar mayor carga parasitaria que las hembras (Espinoza-Carniglia et al., 2016; García-De la Peña et al., 2010; González-Acuña et al., 2003; Hatano et al., 2007; Rivera-Gómez y Bermudez-Tamayo, 2014; Silva-De la Fuente et al., 2016). Se ha propuesto que estas diferencias en cargas parasitarias entre sexos pueden ocurrir por factores morfológicos como lo son el tamaño del hospedador, factores fisiológicos pudiendo ser diferencias en los niveles hormonales o condiciones reproductoras y factores ecológicos debido al comportamiento, interacciones sociales y alimentación (Espinoza-Carniglia et al., 2016).

Hatano y colaboradores (2007) afirman que la prevalencia de *Hannemania* varía entre especies hospedadoras de diferentes localidades y también se ha determinado que hay un uso diferencial de las zonas corporales de los hospedadores por parte de este ácaro, es así que se ha determinado que la larva de *Hannemania* parasita de forma distinta a juveniles y adultos, y en adultos entre hembras y machos en la rana *Lithobates berlandieri*.

Se han realizado variados estudios sobre la parasitación de ácaros en diferentes especies, para determinar la influencia de variables morfológicas del hospedero respecto del

parasitismo. Es así como García-De la Peña y colaboradores (2010) determinaron la presencia de una relación entre diversos aspectos del parasitismo (p.e. carga ectoparasitaria, prevalencia, intensidad de infestación, número de parásitos) respecto de parámetros corporales del hospedero, tales como la distribución corporal, tamaño y peso en *Sceloporus jarrovi*, en México. Encontrándose dos especies de ácaros parásitos prostigmados, *Acomatacarus arizonensis* (Familia *Leeuwenhoekiiidae*) y *Eutrombicula alfreddugesi* (Familia *Trombiculidae*), donde el 100% de las lagartijas portaban ácaros, obteniéndose que la intensidad de infestación en los machos fue significativamente más alta que en las hembras.

Por otro lado Rivera-Gómez y Bermudez-Tamayo (2014), evaluaron cómo el sexo, la altura de percha y tamaño corporal (longitud hocico cloaca LHC) influyen en la carga parasitaria de dos especies de lagartijas *Gonatodes albogularis* y *Lepidodactylus lugubris*, en Colombia, donde se encontró que los ectoparásitos eran ácaros pertenecientes a la familia Pterygosomatidae. En *G. albogularis* se determinó una relación significativa de la carga ectoparasitaria con el sexo, la altura de percha y la LHC. En este sentido, el tamaño corporal de los individuos influye presumiblemente en la carga parasitaria por el aumento o disminución del área potencial de infestación. Por otra parte, en *L. lugubris* no se encontró una relación significativa de la carga parasitaria con las variables analizadas, concluyendo finalmente que el uso diferencial interespecífico, así como intraespecífico de hábitat y las diferencias en el sexo y en el tamaño corporal pueden influir en la variación del porcentaje de infestación en diferentes especies de reptiles.

En el año 2016, Espinoza-Carniglia y colaboradores analizaron la abundancia y distribución de ácaros en la lagartija *Liolaemus pictus* capturados en Chile central y su relación con el tamaño corporal y sexo del hospedador, donde se encontraron dos especies de ácaros parásitos *Eutrombicula araucanensis* y *Pterygosoma* sp. llegando a la conclusión que existen múltiples factores que determinan la distribución de una especie tanto en la población de hospedadores como sobre el individuo. Por lo que estos autores no logran evidenciar efecto del sexo y el tamaño corporal sobre la distribución de *E. araucanensis* en la población de *L. pictus*. Junto a esto detectaron diferencias en la distribución corporal de los parásitos *E. araucanensis* y *Pterygosoma* sp. los que podría ser atribuido principalmente a la forma de las escamas del hospedero.

Para el caso de los anfibios, los estudios de la distribución corporal de los ectoparásitos han sido muy escasos y sólo existen unos pocos informes de las áreas y distribución corporal de los ácaros presentes en anfibios (Díaz-Páez et al., 2016). Sin embargo se sabe que este tipo de parásitos se ubica de preferencia en la zona ventral (Figura 3), donde es fácilmente observable (Quinzio y Goldberg, 2015). Es por esto, que en este estudio se trabajará con la distribución corporal y su relación con las variables sexo y tamaño del hospedador, en conjunto con esto se medirá la carga parasitaria.

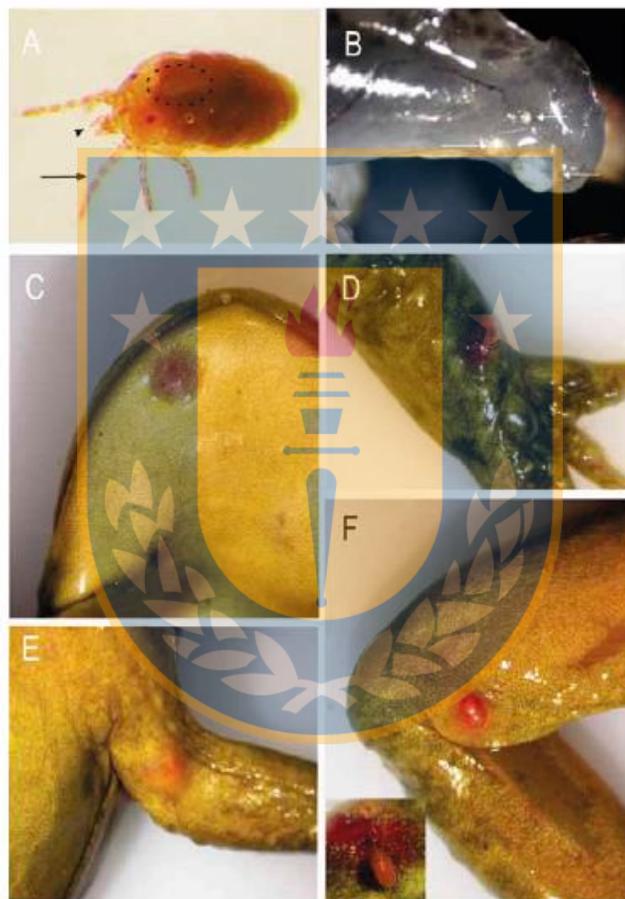


Figura 3: Presencia de ácaros en distintas zonas corporales del hospedero. (Extraído de Quinzio y Goldberg, 2015).

Capítulo 3: Diseño Metodológico

Enfoque de la investigación

La presente investigación es de carácter cuantitativo, puesto que para determinar la distribución corporal de los parásitos en el cuerpo de anuros fue necesario analizar estadísticamente la cantidad de parásitos que se encontraban distribuidos en el cuerpo de sus huéspedes, para someter a comprobación las hipótesis planteadas en la investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Alcance de la investigación

La investigación siguió un método correlacional - descriptivo, debido a que el estudio propone establecer la relación existente entre las especies de parásitos y hospederas, considerando el sexo y el tamaño del hospedador, realizando posteriormente comparaciones descriptivas de las variables consideradas en este estudio.

Diseño

El presente estudio tiene un diseño de carácter no experimental, puesto que no se manipularon deliberadamente las variables (Hernández et al., 2010), ya que el objetivo de la investigación es estudiar el predominio de parásitos en las mismas condiciones en las que los hospederos se encuentran en la naturaleza.

Dimensión temporal

Al presentar un enfoque de estudio de tipo no experimental, el estudio siguió un diseño de investigación transeccional o transversal, dado que los datos se recolectarán en una cierta cantidad de tomas de muestra. Estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado (Hernández et al., 2010).

Variables

Independiente

- Especie hospedador.
- Sexo y tamaño del hospedador.

Dependiente:

- Distribución corporal de los ácaros.
- Prevalencia e intensidad parasitaria.

Unidad de análisis

Ácaros encontrados como ectoparásitos en la muestra de anuros recolectados.

Población de estudio

La población de *Batrachyla taeniata* que habita en la zona de Hualpén de la provincia de Concepción, región del Biobío.

Muestra de estudio

Los ejemplares capturados en terreno de acuerdo al protocolo señalado por Heyer, Donnelly, Hayek y Foster (2001).

Técnica y Recolección de datos

Entre los meses de Marzo y Abril de 2017, se recolectaron anfibios de la especie *Batrachyla taeniata*, en el sector ubicado en la comuna de Hualpén, de la provincia de Concepción, región del Biobío.

Los ejemplares de anfibios fueron capturados utilizando los protocolos señalados por Heyer y colaboradores (2001), en donde la recolección se realizó de manera azarosa y en forma minuciosa, buscando en todos los lugares posibles donde se puedan encontrar los anfibios. El reconocimiento se llevó a cabo a través de tres aproximaciones no excluyentes entre sí: encuentros visuales, registro de cantos e identificación en planillas de recolección. La toma de muestras se realizó durante un día, de carácter diurno y en dos ocasiones distintas.

El método utilizado para la recolección de los anfibios, de un área determinada, fue la técnica de encuentros visuales (VES). La identificación se llevó a cabo mediante transectos al azar, levantando troncos, rocas, removiendo la hojarasca y observando en los ambientes acuáticos (cursos de agua, charcos, pozas, lagunas o humedales) (Crump y Scott, 2001). Las muestras finalmente capturadas fueron medidas desde el hocico hasta la cloaca utilizando para esto un caliper Mitutoyo de precisión 0,00 mm, masados usando una balanza electrónica (marca TANITA, modelo 1579 y precisión 0,001 mm) y debidamente sexado (Macho, Hembra y/o Juvenil) a través de la observación de los caracteres sexuales secundarios (Cei,

1962). También se dejó un registro de la temperatura tanto ambiental como la del suelo. Los anfibios fueron transportados en contenedores plásticos al Laboratorio de Ecofisiología de Herpetozoos de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles.

Los ejemplares capturados, con los que se trabajó en este estudio, se mantuvieron en el laboratorio de Ecofisiología de herpetozoos de la Universidad de Concepción, en acuarios con las condiciones similares a las de su hábitat original. Para ello, los acuarios fueron provistos de una base de gravilla y sobre ella una base de hojarasca (traída del lugar de colecta). Dentro de cada acuario se colocó un depósito plástico con agua y los acuarios fueron humedecidos de forma periódica a través de aspersion manual. Se utilizó un fotoperiodo de 14 horas oscuridad y 10 horas luz y la temperatura se mantuvo constante 10° C. Una vez finalizada la investigación, los anfibios fueron liberados a su hábitat de origen.

Procedimiento de análisis

Los estudios de ácaros contemplan la medición de una serie de parámetros que permiten determinar el grado de infestación. Para lo cual, la carga parasitaria se define como el número de parásitos existentes en un hospedador a lo largo de un tiempo determinado (Rivera-Gómez y Bermudez-Tamayo, 2014). La prevalencia corresponde al número de hospedadores infestados dividido entre el total de hospedadores examinados, la abundancia promedio representa el número de parásitos por hospedador dividido por el total de hospedadores, incluyendo hospedadores no infestados y finalmente la intensidad promedio se refiere al número total de parásitos dividido entre el número de hospedadores parasitados. Todos estos registros fueron realizados por género (hembra o macho) y sus estado de desarrollo (adulto o juvenil) (Espinoza-Carniglia et al., 2016).

La existencia de ácaros se determinó a través observación directa con una lupa estéreoscopica. Para identificar las regiones del cuerpo que estaban mayormente parasitadas, se procedió a contar el número de ácaros en cada zona corporal, separando así dos regiones anatómicas dorsal y ventral. La distribución corporal de los ácaros se registró a través de una planilla, que incluye un esquema con una vista dorsal y ventral de un anfibio, identificando el número de ácaros encontrados por cada región (Figura 4). Se determinó el sexo, tamaño y masa corporal de los hospederos.

Posteriormente los resultados fueron sometidos a comprobación utilizando el software Excel versión 2013 y para analizar la significancia de las variables se utilizó el software estadístico SPSS versión 24. Donde se realizaron análisis de varianza múltiple, análisis de correlaciones de Pearson y regresiones lineales.

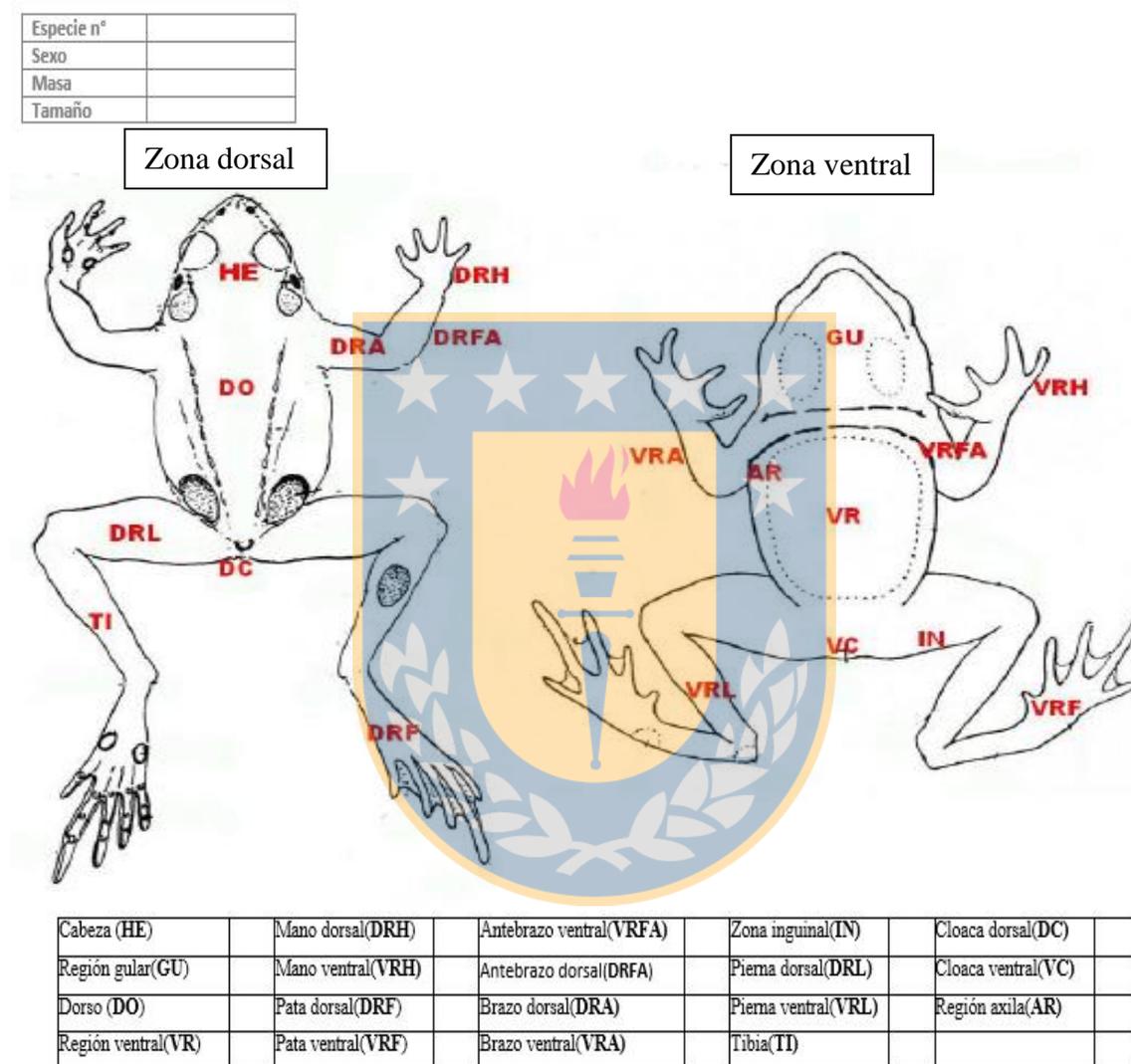


Figura 4: Planilla para el registro de ácaros, con vista ventral y dorsal de un anfibio (Extraído de Díaz-Páez et al., 2016).

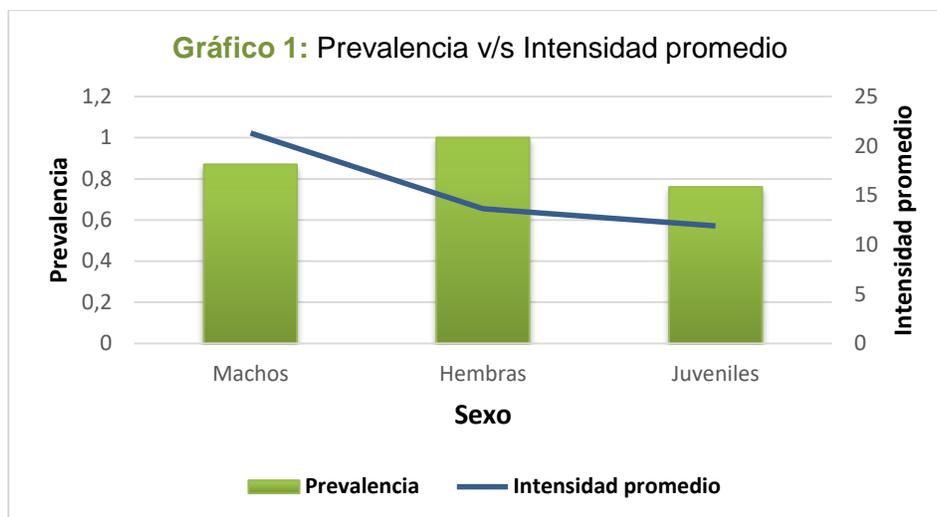
Capítulo 4: Análisis de resultados

Se realizaron dos periodos de colecta en la localidad de Hualpén (Marzo y Abril del año 2017). Se recolectaron 207 individuos de *B. taeniata*, de los cuales 173 fueron adultos y 34 juveniles (Tabla 1).

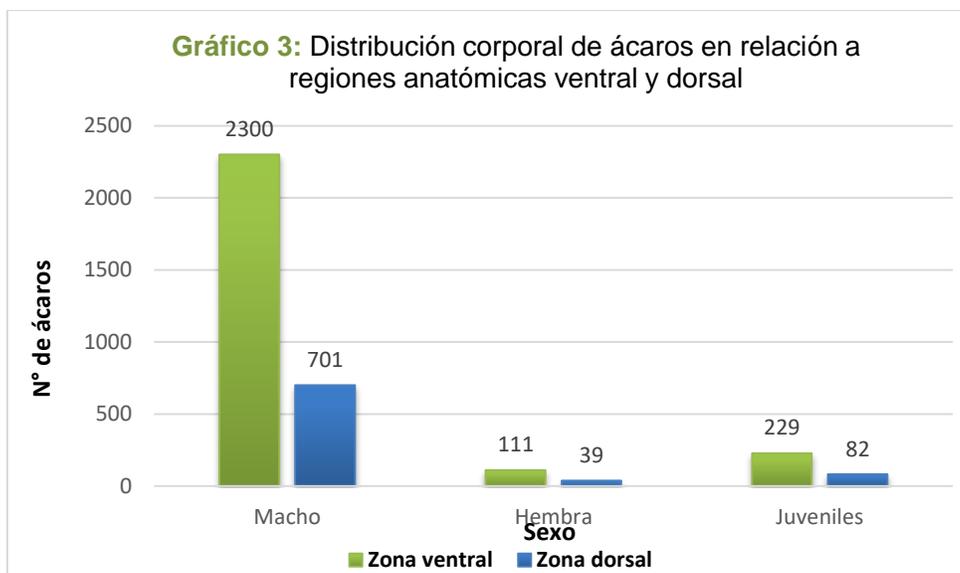
Sexo	Muestreo 1	Muestreo 2	Total capturados
Macho	36	126	162
Hembra	1	10	11
Juveniles	18	16	34
Total	55	152	207

Tabla 1. Muestra el total de anfibios capturados, separados por sexo y por periodo de muestreo.

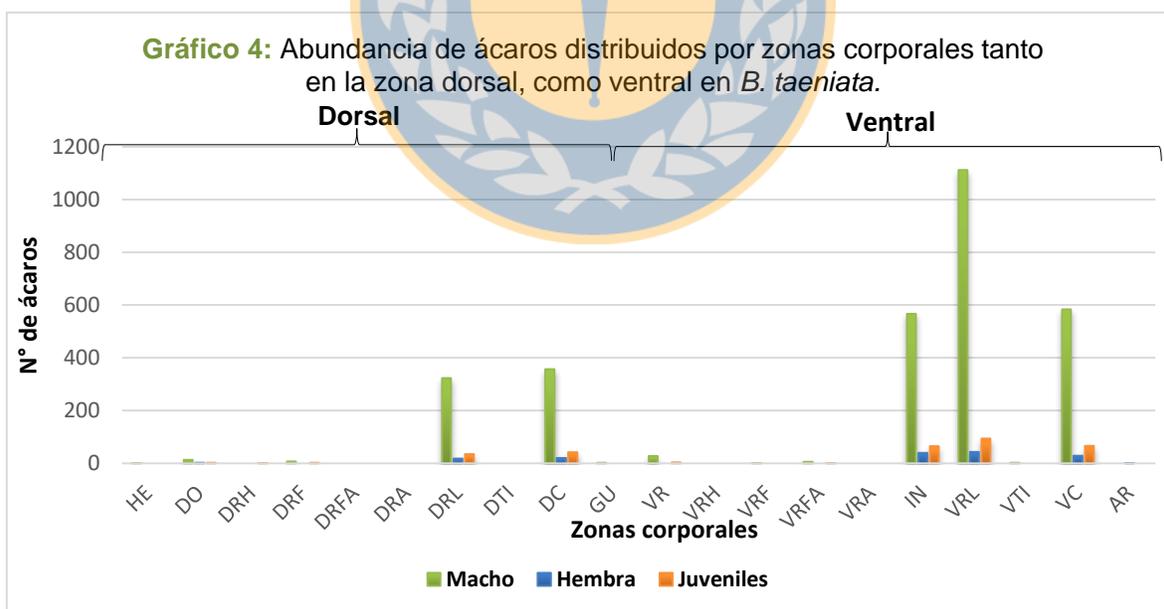
En general se determinó un 86% de prevalencia para el total de individuos colectados. Lo que demuestra una alta presencia del ácaro *Hannemania* sp. En *B. taeniata* de Hualpén. Al analizar los sexos por separado se determinó que las hembras obtuvieron un 100%, en comparación a los machos que obtuvieron 87%, siendo los juveniles los que mantenían la más baja prevalencia con 76% (Gráfico 1). Por otro lado la intensidad promedio fue mayor en machos (21,30 ácaros/hospedador) con respecto a las hembras (13,64 ácaros/hospedador) y juveniles (11,89 ácaros/hospedador) como se muestra en el gráfico 1. Otro parámetro de importancia para la determinación del grado de infestación es la abundancia promedio, que al igual que la intensidad muestra ser mayor en machos con un valor de 18,54, al ser comparado con las hembras y juveniles que presentan abundancias de 13,64 y 9,09 (Gráfico 2).



Al analizar la distribución de los ácaros en las zonas corporales dorsal y ventral se determinó una mayor presencia de estos en la zona ventral. Se destaca la alta presencia de ácaros en los machos con 2300 ácaros, esto es notoriamente mayor que en hembras y en juveniles. El análisis por zonas corporales demostró que las hembras son las que mantienen un menor número de ácaros tanto en la zona ventral como dorsal (Gráfico 3).



Un análisis más detallado de las áreas utilizando la plantilla de Díaz-Páez y colaboradores (2016), se logró evidenciar que las zonas más parasitadas son la zona Inguinal (IN), pierna (VRL) y cloacal (VC). Aun cuando se determinó que la zona dorsal es la menos parasitada, la observación por áreas corporales permite reconocer que las zonas de mayor concentración de ácaros corresponden a la cloaca (DC) pierna (DRL) (Gráfico 4).



Por otra parte, la infestación observada en las zonas corporales del hospedador indica una notoria preferencia por la zona ventral, donde el 76% de ácaros fue encontrado. Junto a

esto se determinó diferencias significativas entre sexo ($F = 4,740$; $P = 0,010$), y también en el total de ácaros ($F = 4,265$, $P = 0,015$), pero no presentan diferencias significativas en la zona dorsal.

Adicionalmente, los resultados muestran notorias diferencias en el tamaño de los hospederos, según el sexo (Gráfico 5a). Por lo que se evidencia que las hembras son notoriamente más grandes que los machos, pero no existe una relación entre el tamaño y el grado de parasitación ($F = 0,974$; $P = 0,565$, gráfico 5b). Donde los machos presentan un 87% de infestación por ácaros, en comparación con los juveniles y hembras que muestran un 9 y 4% de infestación por ácaros, respectivamente.

De esta manera, las hembras cuyos tamaños son mayores (rango: 30,72 - 35,89 mm) presentan menor grado de parasitismo que los machos, notoriamente más pequeños (rango: 20,91 - 29,91 mm).

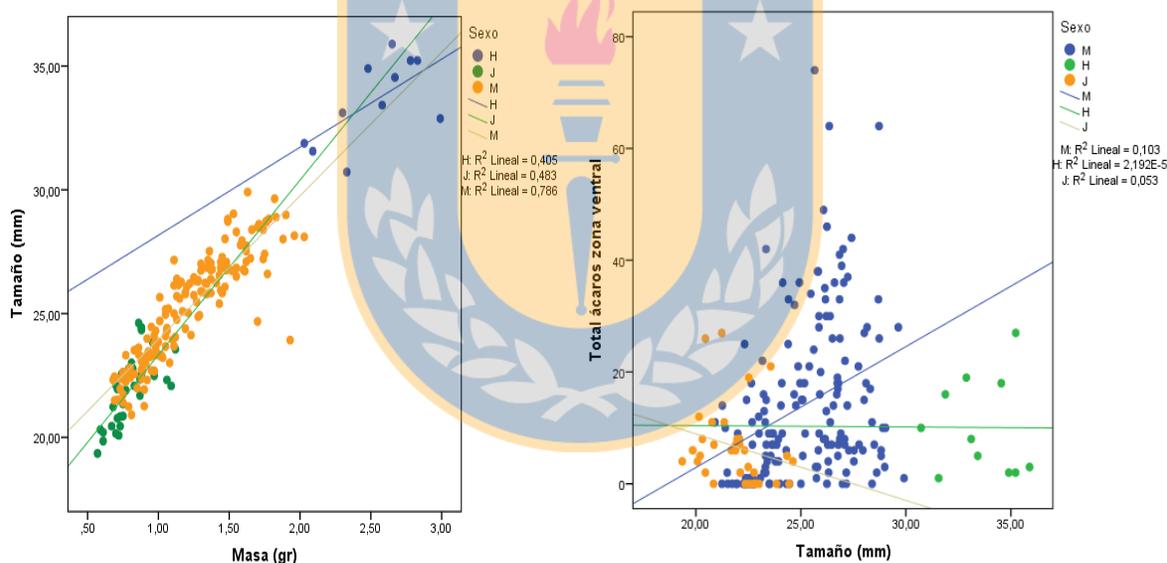
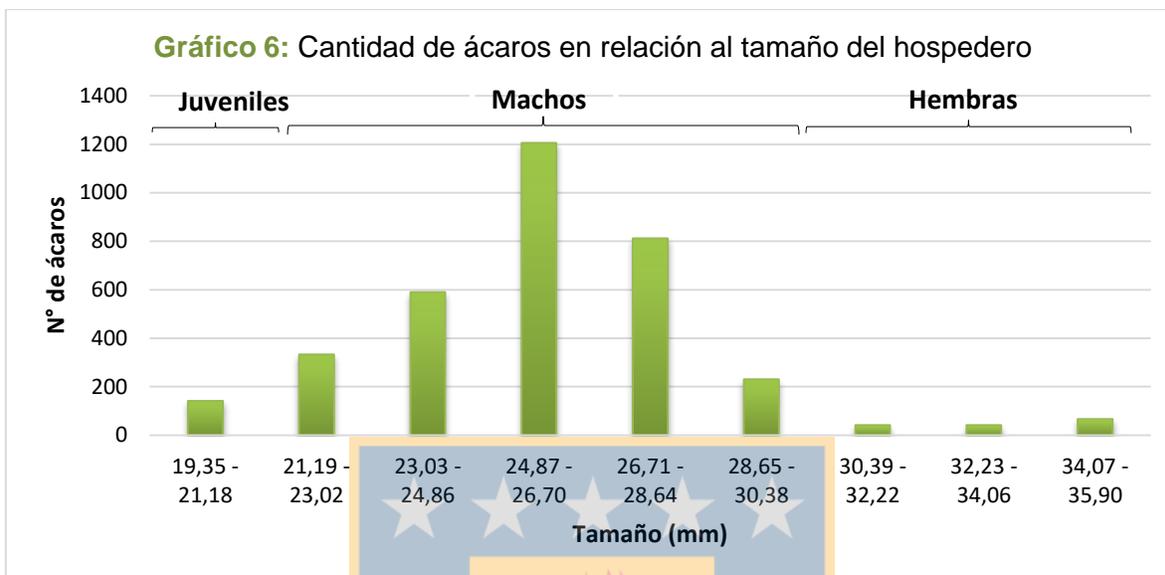


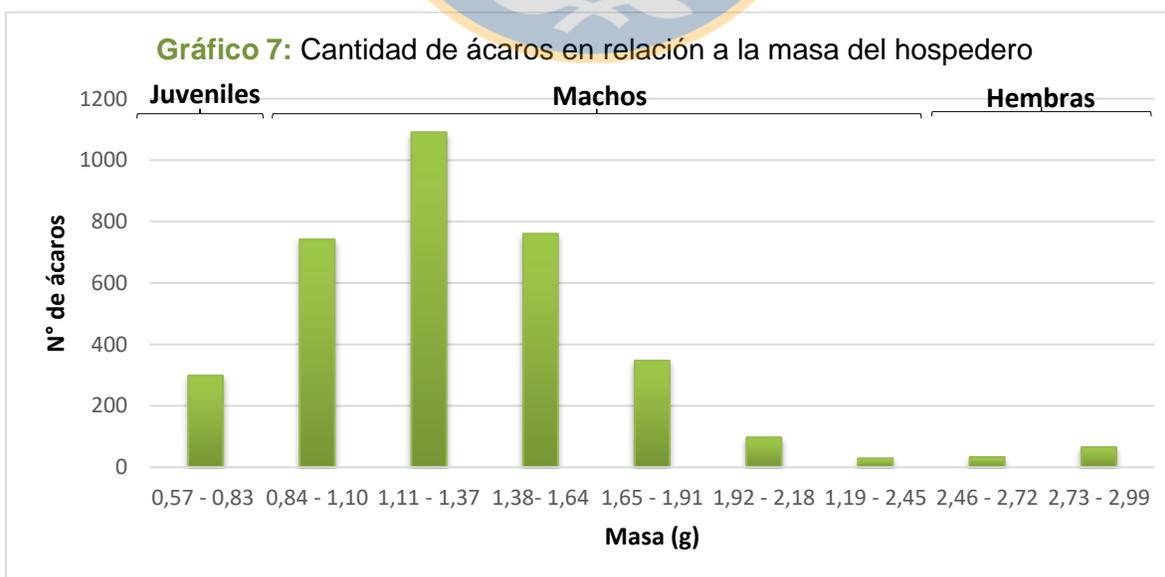
Gráfico 5. a) Relación entre tamaño corporal (mm) y masa (gr) de *B. taeniata*; **b)** Relación entre el total de parásitos de la zona ventral y el tamaño corporal (mm) en *B. taeniata*.

En relación a la cantidad de ácaros y tamaño del hospedador en el gráfico 6 se puede observar que dentro de los rangos 21,19 mm hasta 30,38 mm se encuentra la mayor cantidad de ácaros, dejando en evidencia que hospedadores con tamaños intermedios presentan mayor carga parasitaria, observándose una disminución en la cantidad de ácaros en los tamaños menores (Rango: 30,72 - 35,89 mm) y tamaños mayores (Rango: 19,35 - 21,18 mm).

Coincidentemente lo anterior se verificó que los tamaños con mayor cantidad de ácaros corresponden a hospederos machos.



Por otro lado al considerar los rangos de masa y la cantidad de ácaros, queda en evidencia que los rangos de 0,84g hasta 2,45g presentan mayor cantidad de ácaros, rangos pertenecientes hospedadores con masas intermedias, disminuyendo la carga parasitaria en los rangos de 0,57g a 0,83g que presentan menor masa y rangos de 2,46g hasta 2,99g que poseen mayor masa. Coincidentemente lo anterior se verificó que las masas con mayor cantidad de ácaros corresponden a hospederos machos (Gráfico 7).



Finalmente, los resultados muestran que la infestación por ácaros en *B. taeniata* es mayor en machos que en hembras (Tabla 2). Del mismo modo se determinó que los ácaros mantienen una mayor presencia en la zona ventral, predominando en las áreas de las patas posteriores (VRL), inguinal (IN) y cloacal (VC). Sin embargo, no se logra establecer una relación significativa entre la infestación y el tamaño de los anuros hospederos, puesto que las hembras al presentar mayor tamaño, no son las que presentan un mayor grado de infestación. Junto a esto, se evidencian diferencias significativas entre sexos para el grado de parásitos en la zona así como en el total de ácaros, pero no para la zona dorsal.

Grado de infestación.			
	Machos	Hembras	Juveniles
Carga parasitaria (ácaros)	3003	150	309
Prevalencia %	87	100	76
Intensidad promedio	21,13	13,64	11,89
Abundancia promedio	18,54	13,64	9,09

Tabla 1. Muestra los parámetros para determinar el grado de infestación, se puede observar que la carga parasitaria, intensidad promedio y abundancia promedio son mayor en machos que en hembras y juveniles. A diferencia de la prevalencia que es mayor en hembras.

Capítulo 5: Discusión n de los resultados

Los resultados de este estudio muestran una alta prevalencia de ectoparásitos para *Batrachyla taeniata*, lo cual muestra coincidencias con los estudios realizados en diversas especies de herpetozoos (Cunha-Barros et al., 2003; Díaz-Páez et al., 2016; García-De la Peña et al., 2004; García-De la Peña et al., 2010; Hatano et al., 2007; Rubio, 2007). La gran proporción (86%) de individuos de ambos sexos de *B. taeniata* que fueron parasitados por ácaros, sugiere que estos anuros son huéspedes importante para que el ácaro complete su ciclo vital (Díaz-Páez et al., 2016; Hatano et al., 2007).

Adicionalmente, se observó que tanto en machos, hembras y juveniles existe un alto grado de parasitismo por ácaros, demostrando que las larvas usan indiscriminadamente, entre sexo y tamaño de anfibios como huéspedes. La relación entre el grado de parasitismo y el tamaño de los hospederos no es clara en los herpetozoos, aun cuando pareciera haber una tendencia que las hembras presenten mayor grado de parasitismo que los machos (Espinoza-Carniglia et al., 2016; García-De la Peña et al., 2010; Hatano et al., 2007).

Para *B. taeniata* se evidencia diferencias de las prevalencias respecto del sexo, para esta especie se encuentra una mayor prevalencia en hembras (100%), en comparación a los machos (87%) y juveniles (76%), estos valores podrían atribuirse a las características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento, así como al uso del hábitat y el efecto potencial de la contaminación sobre la salud de los anfibios (Díaz-Páez et al., 2016).

Respecto de la intensidad de infestación y la abundancia promedio se ha determinado que estas fueron mayores en machos que en las hembras y juveniles, al igual que los trabajos realizados por Hatano y colaboradores (2007) y Espinoza-Carniglia y colaboradores (2016), lo que quiere decir, que los machos presentan una mayor cantidad de parásitos en sus cuerpos, pese a que no estén todos los individuos de la muestra parasitados. Los resultados muestran que la intensidad presenta valores considerables que bordean entre los 13 y 21 parásitos por hospederos de acuerdo a los trabajos realizados en anfibios estos resultados podrían reafirmar la idea de que esta especie de anuro se constituye como un hospedador primario en el área (Hatano et al., 2007).

El tamaño del cuerpo del huésped suele ser una variable importante que puede influir en las tasas de parasitismo para una taxón huésped (Poiani, 1992), debido a que la mayoría de los hospedadores tienen proporcionalmente más infección e infestación en sitios adecuados para los parásitos en comparación con huéspedes (Ribas, 1995; Vogel y Bundy, 1987). Los resultados muestran que la intensidad de la infestación difirió entre los sexos y que estos se vieron afectados por el tamaño del cuerpo del huésped. Sin embargo esta diferencia no indica que los tamaños mayores de los hospederos, estén relacionados con una mayor intensidad. Además, el tamaño corporal no afectó la infestación, indicando que individuos de diferentes tamaños tienden a ser parasitados de manera similar. Junto a esto, la condición corporal del huésped no se vio afectada por la intensidad del parasitismo. Estos resultados contrastan con lo establecido por Hatano y colaboradores (2007), donde los individuos de *Hylodes phyllodes*, no muestran diferencias en las tasas de infestación atribuibles al tamaño corporal.

Las diferencias de intensidad promedio en machos y hembras reflejan una disimilitud en el comportamiento, donde estas diferencias pudieran ser atribuidas al uso indiferencial del microhabitat por los diferentes sexos, en estos trabajos los autores plantean que las hembras se encontrarían en hábitats más alejados de los cuerpos de aguas y los machos habitarían en arroyos, esteros o pozas, sobre perchas donde vocalizan, esta relación con el parásito está determinada por las necesidades de los parásitos de *Hannemania* por los suelos húmedos durante sus primeros estadios de desarrollo (Hatano et al., 2007; Hatano, 2004; Jung, Claeson, Wallage y Welbourn, 2001). Este aspecto no ha sido analizado en *B. taeniata* aun cuando las colectas realizadas para este estudio nos permitieron identificar similitudes conductuales a las reportadas en otros anuros, donde los machos vocalizan en lugares húmedos.

Los estudios realizados por Cunha-Barros y colaboradores (2003), llegaron a la conclusión de que los factores morfológicos y de comportamiento pueden afectar las tasas de infestación de los ácaros en los hospederos.

Respecto a la distribución corporal, se evidencia que las zonas más parasitadas son la zona inguinal (IN), pierna (VRL) y cloacal (VC), resultados que concuerdan con los obtenidos por Díaz-Páez y colaboradores (2016). Otros autores mencionan como regiones

más infestadas el cuerpo lateral y las extremidades posteriores, particularmente los muslos (Hatano et al., 2007). Lo anterior se explica por el hecho que la zona ventral e inguinal puede representar áreas de fácil acceso a los ácaros, además de proporcionar una mayor área para la ubicación de las larvas parasitarias, porque estas zonas contienen más tejido conectivo lo que permite que las larvas se encapsulan (Díaz-Páez et al., 2016).

Aun cuando se determinó que la zona dorsal es la menos parasitada, la observación por áreas corporales permite reconocer un predominio de ácaros en las áreas de la cloaca (DC) y pierna (DRL), lo que podría indicar una proyección en dirección dorsal de las áreas con mayor infestación en el vientre. Por otro lado, existen zonas corporales de *B. taeniata* que no fueron parasitadas, como la mano dorsal (DRH), mano ventral (VRH), antebrazo dorsal (DRFA), brazo dorsal (DRA), Brazo ventral (VRA), Tibia dorsal (DTI) y región axilar (AR), por lo que es probable que no presenten un lugar favorable para los ácaros (Espinoza-Carniglia et al., 2016). Esto es consistente con otros estudios que encontraron la menor tasa de infección en las manos y pies ventral, como en el caso de *Rana berlandieri* e *Hylodes phyllodes* (Hatano et al., 2007; Jung et al., 2001). Este fenómeno podría explicarse porque la región ventral de las manos y los pies están en contacto constante con el sustrato, lo que hace difícil para las larvas permanecer unidos en estas regiones, e incluso se discute la posibilidad de que estos microhábitats presenten condiciones fisicoquímicas menos adecuadas que otras regiones del cuerpo (Díaz-Páez et al., 2016; Hatano et al., 2007). Es por esto que Rey (1992) sugirió que, en general, los ectoparásitos se encuentran heterogéneamente en el cuerpo del huésped, porque tienen preferencia por regiones con las condiciones fisicoquímicas más adecuadas para su desarrollo.

Esté estudio deja en manifiesto la gran importancia que existe entre parásito y hospederos la que tal como sugiere Rey (1992), quien muestra indicios de posible coevolución, lo que se indicaría por la ausencia de un deterioro aparente para el huésped. Sin embargo, también debemos considerar que el hospedero puede verse lesionados a niveles fisiológicos no detectables, lo que debiera ser objeto de nuevos estudios.

Adicionalmente, el desarrollo de este trabajo entrega herramientas necesarias al futuro docente, las que permitirán su aplicación en un contexto educativo, en donde los conocimientos adquiridos influirán de forma directa y positiva en los resultados de los

aprendizajes de los futuros estudiantes. Permitiendo reforzar conceptos utilizados en la unidad de ecología, destacando principalmente: parasitismo, parasito-huésped, ecosistema, hábitat (microhábitats y macrohábitats), especies y especies endémicas. Junto a esto, así como lo han señalado diversos investigadores, las experiencias concretas permiten motivar a los alumnos a conocer más allá de lo evidente, a través de la investigación (Mineduc, 2012; Cofré et al., 2010), desarrollando de esta forma estudiantes críticos y reflexivos de lo que ocurre en la sociedad y su entorno (González-Weil et al., 2010; Cofré et al., 2010), logrando con ello que la visión del mundo por parte del alumno cambie y su entorno inmediato sea más comprensible (González-Weil et al., 2014).



Capítulo 6: Conclusión

- Se encontró una alta carga parasitaria en *Batrachyla taeniata* en el sector de la comuna de Hualpén, de la provincia de Concepción, región del Biobío.
- La distribución corporal de los ácaros presentó una relación clara en relación al sexo, pero no con respecto al tamaño, ya que los machos fueron más parasitados, pero son más pequeños que las hembras, por lo tanto, se acepta parcialmente la hipótesis 1.
- No se encuentra una relación directa entre el tamaño corporal y carga parasitaria en los hospedadores, puesto que prevalencia e intensidad no presentan la misma direccionalidad en su relación de tamaño y sexo para la especie, por lo que, se rechaza la hipótesis 2.
- La intensidad de la infestación y abundancia difirieron entre sexos, encontrándose los valores más altos en machos que en hembras y juveniles. Es por eso, que la infestación por ácaros de los anuros de *Batrachyla taeniata*, si muestra diferencias entre tamaño y sexo del hospedador.
- Sin embargo, la prevalencia fue dependiente del sexo del hospedero, puesto que fue mayor en hembras en comparación a los machos y juveniles, por lo tanto, se acepta parcialmente la hipótesis 3.
- Esta investigación permite a los futuros docentes desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes que se requieren en un Profesor de Ciencias Naturales y Biología, demostrando habilidades propias del quehacer científico, permitiendo implementar metodologías de indagación científicas en la sala de clases, lo que repercute en forma directa y positiva en los resultados de los aprendizajes de los estudiantes.
- Por otro lado, este estudio permite desarrollar y fortalecer conceptos de gran importancia en la Unidad de Ecología.
- Finalmente, este estudio contribuye al conocimiento del parasitismo en anfibios de Chile, transformándose en el primer antecedente que analiza el grado de parasitismo en *B. taeniata*.

Bibliografía

- Alzuet, A., y Mauri, R. (1987). Ácaros Trombiculidae del genero *Hannemania Oudemans*. Endoparásitos de anfibios. *Revista de la Sociedad Entomológica, Argentina* 44, 111–116.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos XXXVI*, N° 2: 279-293.
- Correa, C., Donoso, J. y Ortiz, J. (2016). Estado de conocimiento y conservación de los anfibios de Chile: Una síntesis de los últimos 10 años de investigación. *Gayana* 80(1): 103-124.
- Cunha-Barros, M., Van Sluys, M., Vrcibradic, D., Galdino, C., Hatano, F. y Rocha, C. (2003). Patterns of infestation by chigger mites in four diurnal lizard species from a resting habitat (Jurubatiba) of Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63, 393–399.
- Clopton, R. y Gold, R. (1993). Distribution and seasonal and diurnal activity patterns of *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) in a Forest Edge Ecosystem. *Journal of Medical Entomology* 30:pp. 47–53.
- Crump, M. y Scott, N. (2001). Técnicas Estándar para Inventarios y Monitoreos. Relevamientos por encuentros visuales en Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. Editorial Universitaria de la Patagonia. Argentina.
- Cei, J. (1962). Batracios de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. cviii: 128 pp.
- Díaz-Páez, H., Cortez, E., Silva de la Fuente, C. y Moreno, L. (2016). Body distribution of *hannemania* sp. (Acari: leeuwenhoekiiidae) in *Rhinella spinulosa*,

Pleurodema bufonina, and *Pleurodema thaul* from Chile. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 47(2): 594–600.

di Castri, F. (1968) Esquisse écologique du Chili. En: Deboutteville CL & T Rapoport (eds), *Biologie de l'Amérique Austral*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 7-52.

Espinoza-Carniglia, M., Pérez-Leiva, A., Silva-de la Fuente, C., Victoriano-Sepúlveda, P. y Moreno-Salas, L. (2016). Abundancia y distribución de ácaros parásitos (*Eutrombicula araucanensis* y *Pterygosoma* sp.) en lagartijas (*Liolaemus pictus*) de Chile central. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 101–108.

Evans, G. (1992). *Principles of acarology*. Reino Unido: CAB International.

García-De la Peña, C., Contreras, A. y Castañeda, G. (2004). Infestación y distribución corporal de la nigua *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) en el lacertilio de las rocas *Scleroporos couchii* (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana* 20, 159–165.

García-De la Peña, C., Gadsden, H., y Salas-Westphal, A. (2010). Carga ectoparasitaria en la lagartija Espinosa de Yarrow (*Sceloporus jarrovii*) en el cañón de las piedras encimadas, Durango, México. *Inter ciencia* 35, 772–776.

Garin, C. y González-Acuña, D. (2008). Parásitos de anfibios y reptiles en Vidal M. & Labra A. (Eds.), *Herpetología de Chile*. Science Verlag Chile.

González-Acuña, D., Dauschies, A., Pohlmeier, K., Rubilar-Contreras, L., Skewes-Ramm, O., Mey, E. y Casanueva, E. (2003). Ectoparásitos de la Codorniz (*Callipepla californica*) en la Provincia de Ñuble, Chile y su Correlación con el Sexo, Edad y Hábitat de Captura. *Lindiana*, 4 (2).129–134.

González-Weil, C., Bravo, P., Abarca, A., Castillo P. y Álvarez, S. (2010). Promoción de competencia científica: ¿Qué capacidades, conocimientos y actitudes son promovidas en prácticas de profesores de ciencia de educación media de la Región de Valparaíso?. Ponencia en Primer Congreso interdisciplinario de

investigación en educación. Organizado por centro de investigación avanzada en educación, Universidad de Chile y Centro de estudio de políticas y prácticas en educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

González-Weil, C., Gómez, M., Ahumada, G., Bravo, P., Salinas, E., Avilés, A., Pérez, J. y Santana, J. (2014). Principios de Desarrollo Profesional Docente contruidos por y para Profesores de Ciencia: una propuesta sustentable que emerge desde la indagación de las propias prácticas. *Estudios Pedagógicos*, vol. XL, Número Especial 1: 105-126.

Grutter, A. y Poulin, P. (1998). Intraspecific and interspecific relationships between host size and the abundance of parasitic larval gnathiid isopods on coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* Vol. 164: 263-271.

Hatano, F. (2004). Ecología de *Hylodes phyllodes* (Anura; Leptodactylidae), em uma área de Mata Atlántica da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ: Dinámica, dieta e parasitismo. PhD Thesis, Instituto de Biología Roberto Alcántara Gomes. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 173 p.

Hatano, F., Gettinger, D., Van Sluys, M., y Rocha, C. (2007). Parasitism of *Hylodes phyllodes* (Anura: Cycloramphidae) by *Hannemania* sp. (Acari: Trombiculidae) in an area of Atlantic Forest, Ilha Grande, southeastern Brazil. *Faculty Publications from the Harold W. Manter Laboratory of Parasitology*. Paper 687.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta edición). México. Mc Graw-Hill.

Heyer, R., Donnelly, R., Hayek, L. y Foster, M. (2001). Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. Universidad de la Patagonia. Argentina. 349p.

Hickman, C. P., Roberts, L. S. y Larson, A. (1998). *Principios integrales de zoología* (Décima edición). España: McGraw-Hill/Interamericana.

- Hoffmann, A. (1990). Los *trombicúlidos* de México (*Acarida: Trombiculidae*): Parte taxonómica. México: UNAM.
- Jung, R., Claeson, S., Wallage, J. y Welbourn, W. (2001). Mite infestation. *Herpetological Review* 32 (1), 33-34.
- Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A. Rabanal, F., Díaz, S. y Tala, C. (2013). Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago. 104 p.
- Ministerio de Educación Gobierno de Chile. (2012). Estándares orientados para las carreras de Pedagogía en educación media, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Inventario nacional de especies de Chile. Recuperado de http://www.especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha_indepen.aspx?EspecieId=650&Version=1.
- Norton, R. (1998). Morphological evidence for the evolutionary origin of Astigmata (Acari: Acariformes). *Experimental & Applied Acarology* 22, 559–594.
- Pérez, T., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R. y Rivas, G. (2014). Biodiversidad de ácaros en México. *Revista mexicana de biodiversidad* 85: 399-407.
- Poiani, A. (1992). Ectoparasitism as a possible cost of social life: a comparative analysis using Australian passerines (Passeriformes). *Oecologia* 92: 429-441.
- Quinzio, S. y Goldberg, J. (2015). Intradermal infections by chigger mites (*Hannemania spp.*) in the Andean frog *Telmatobius atacamensis* (*Anura, Telmatobiidae*). *Salamandra* 51(3):263–268.

- Rey, L. (1992). Conceito ecológico e bioquímico de parasitismo. In: L. Rey. Parasitología: parasitas e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África. (Second edition). Rio de Janeiro. *Guanabara Koogan* 38-52.
- Ribas, S. (1995). Parasitismo por nematódeos em lagartos da Restinga da Barra de Maricá, RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 99p.
- Rivera-Gómez, J. y Bermudez-Tamayo, D. (2014). Resumen: Carga ectoparasitaria en dos especies de Geckos (*Gonatodes albogularis* y *Lepidodactylus lugubris*) en el zoológico Santa fe de Medellín. II Simposio colombiano de patógenos y huéspedes en vida silvestre. Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre. 178.
- Rubio, A. (2007). Parasitismo de ácaros (acari: Trombiculidae) sobre *Liolaemus tenuis* en un bosque maulino fragmentado. Tesis para optar al grado de Médico Veterinario. Universidad de Chile. Chile.
- Sambon, L. (1928). The parasitic acariens of animals and the part they play in the causation of the eruptive fevers and other diseases of man. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 22, 1–32.
- San Martín-Órdenes, J. (2009). Diversidad de *Trichinelloidea* (Enoplea, Nematoda) en Chile y su implicancia en salud humana, animal y ecosistémica. *Lundiana* 10(1):19-52.
- Silva-De la Fuente, M., Moreno-Salas, L. y Castro-Carrasco, C. (2016). Review of the genus *Hannemania* (Acari: *Leeuwenhoekiiidae*) with description the two new species in amphibians from Chile. *Zootaxa* 4200 (4): 580–590.
- Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2008). *Biología* (Octava edición). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Soto-Azat, C. y Valenzuela-Sánchez, A. (2012). Conservación de anfibios de Chile. Universidad Nacional Andrés Bello, Santiago, Chile.

- Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología* (Sexta edición). Madrid, España: Pearson Educación S.A.
- Stekolnikov, A. y González-Acuña, D. (2015). A review of Chilean chiggers (*Acari: Trombiculidae*), with the description of a new genus and ten new species. *Zootaxa* 3964 (1): 1–43.
- Storer, T., Usinger, R., Stebbins, R. y Nybakken, J. (1986). *Zoología General* (Sexta edición). España: Omega S.A.
- Vidal, M. y Díaz-Páez, H. (2012). Hot-spot de biodiversidad y riesgo de extinción de Anfibios de Chile. In: Soto-Azat, C. & Valenzuela-Sánchez, A. (Eds.), *Conservación de Anfibios en Chile*. Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile, pp. 36–41.
- Vogel, P. y Bundy, D. (1987). Helminth parasites of Jamaican anoles (Reptilia: Iguanidae): variation in prevalence and intensity with host age and sex in population of *Anolis lineatopus*. *Parasitology* 94: 399-404.

