

ECOLOGÍA TRÓFICA Y MANEJO *EX SITU* DE LAS RANAS *LEUCOSTETHUS FRATERDANIELI* (ANURA: DENDROBATIDAE) Y *DENDROPSOPHUS COLUMBIANUS* (ANURA: HYLIDAE)



Tania Liset Camayo Camayo
Alejandra Montenegro Valencia

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2022

ECOLOGÍA TRÓFICA Y MANEJO *EX SITU* DE LAS RANAS *LEUCOSTETHUS FRATERDANIELI* (ANURA: DENDROBATIDAE) Y *DENDROPSOPHUS COLUMBIANUS* (ANURA: HYLIDAE)

Trabajo de grado como requisito para obtener el título de Bióloga

**Tania Liset Camayo Camayo
Alejandra Montenegro Valencia**

Directora

**Karen Lizeth Castillo Chingal
Candidata a Magister en Biología**

Asesores

**Willian Orlando Castillo Ordoñez, Ph. D
Yamid Arley Mera Velasco, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2022**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente Sandra C. Rivas Zuñiga, M.Sc.



Directora Karen Lizeth Castillo Chingal, M.Sc.

Jurado Charles S. Muñoz Nates, M.Sc.

Jurado María del Pilar Rivas Pava, M. Sc.

Popayán, 6 de Diciembre de 2022

DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño a mis padres quienes siempre me apoyaron incondicionalmente, por su esfuerzo y sacrificio durante todos estos años.

A mis hermanos, Jairo, Cristian, Marisol, Jerson y especialmente a Katterine por cuidarme y acompañarme cada día de mi vida.

A mi sobrina Juanita quien es mi mayor alegría y a mi sobrino Juan José por los momentos compartidos durante su paso por esta vida.

A mis amigos que me apoyaron y motivaron, especialmente a Karen y Aleja con quienes disfruté y compartí lindos momentos.

Tania Liset Camayo Camayo

En memoria de los que ya no están en este plano terrenal, mi padre Benigno Montenegro y abuelo Miguel Ángel valencia, con el poco tiempo que estuvieron a mi lado me enseñaron a luchar por lo que quiero ser sin importar cuánto tiempo y esfuerzo me tarde, siempre están presentes a mi lado en cada paso brindándome sabiduría.

Este trabajo es dedicado a mi madre Omaira valencia, que con gran esfuerzo y sacrificio me ha apoyado para ser quien soy en este momento.

A mis hermanas; Dignory, Jazmín, Lucy, Gisel, Marcela, valentina, mi hermano Juan David y mis sobrinos Miguel, Sebastián, Natalia, Juan José, Santiago y Manuel, por brindarme su apoyo, cariño, comprensión y sacarme una sonrisa en momentos difíciles, cada logro es más de ustedes que mío.

Agradezco infinitamente a Dios por cada meta superada y logro alcanzado, también a aquellas personas que me abrieron la puerta de su casa y me hicieron parte de su familia Cecilia castro, doña Ceci y esposo.

A mis amigas que siempre han estado ahí brindándome su apoyo en momentos difíciles Alexa Rivera, Juanita Grande y especialmente Tania por ser mi amiga incondicional, mi compañera de risas, alegrías, tristezas y desvelos.

Alejandra Montenegro valencia

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento más sincero:

A la Universidad del Cauca y al departamento de Biología, por permitirnos formarnos en ella y a todas las personas que fueron partícipes de este proceso.

A la bióloga Karen Lizeth Castillo, directora de nuestro trabajo de grado, por su incondicional apoyo y acompañamiento durante todo el proceso y sobre todo por su amistad y motivación en momentos difíciles.

Al magíster Yamid Arley Mera por sus valiosos aportes y gestiones realizadas durante el desarrollo de la investigación.

A la magíster Mayra Alejandra Velasco por su asesoría y disponibilidad de tiempo.

A los Doctores William Orlando Castillo y Nilza Velazco por los conocimientos aportados.

Al Centro de Investigaciones Biomédicas y Herpetológicas de la Universidad del Cauca (CIBUC), por permitir el uso de las instalaciones para el desarrollo de esta investigación, a sus monitores y directivos por el apoyo brindado, a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca por permitirnos el ingreso al laboratorio para realizar el proceso de identificación taxonómica.

A nuestros compañeros: Yesid Medina, Santiago Sicard, Camila Zúñiga y Toño que nos acompañaron en los muestreos de campo y a Santiago Alvear, Sebastián Valencia y Julián Álvarez por aportar sus conocimientos en la identificación taxonómica de algunos artrópodos.

A todas las personas que creyeron en nosotras, especialmente a nuestras familias por todo su amor y apoyo incondicional durante todos estos años.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1 ANFIBIOS AMPHIBIA Gray, 1825	17
4.1.1 <i>Leucostethus fraterdanieli</i> (Silverstone, 1971)	17
4.1.2 <i>Dendropsophus columbianus</i> (Boettger, 1892).....	18
4.2 CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i>	18
4.3 ECOLOGÍA TRÓFICA.....	19
4.4 ANFIBIOS COMO BIOMODELOS.....	20
5. ANTECEDENTES	21
6. MARCO METODOLÓGICO	23
6.1 ÁREA DE ESTUDIO	23
6.2 FASE DE CAMPO.....	23
6.2.1 Base de referencia.....	23
6.2.2 Colecta de ejemplares.....	25
6.2.3 Determinación de la dieta	26
6.3 FASE DE LABORATORIO	28
6.3.1 Presas de referencia.....	28
6.3.2 Presas del contenido estomacal.....	28
6.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CAUTIVERIO PARA CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i>	29
6.5 CUIDADO EN CAUTIVERIO DE RENACUAJOS.....	30
7. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
8. RESULTADOS	35
8.1 Determinación de la dieta.....	36
8.1.1 Presas de referencia.....	36
8.1.2 Composición de la dieta.....	37
8.1.3 Índice de importancia relativa y porcentaje del volumen de las presas consumidas	39
8.1.4 Correlación de medidas morfométricas.....	42
8.2 CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i>	45

8.2.1 Manejo de ejemplares adultos.....	45
8.2.2 Conservación ex situ en renacuajos.....	46
9. DISCUSIÓN.....	49
10. CONCLUSIONES	55
11. RECOMENDACIONES	56
12. BIBLIOGRAFÍA.....	57
13. ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de muestreo. A) Finca la Esperanza; B) Predio el Túnel	23
Figura 2. Muestreo para la base de referencia en A-B) Instalación de las trampas pitfall; C) Muestreo en hojarasca; D) muestreo con red entomológica	24
Figura 3. Muestro de ejemplares en A, B, C colecta de <i>D. columbianus</i> ; D) Individuo de <i>L. fraterdanieli</i> ; E) Renacuajos encontrados en la zona de estudio y F) Registro del peso de la rana	25
Figura 4. Medidas morfométricas de anfibios, SVL: longitud hocico-cloaca, AC: ancho de la mandíbula, LM: longitud de la mandíbula. Fuente: Instituto de Biodiversidad Tropical	26
Figura 5. Técnica de lavado estomacal	27
Figura 6. Muestras de contenido estomacal	29
Figura 7. Sistema de cautiverio para individuos adultos, cada uno con un pozo de agua, bromelias, hojarasca y pequeños refugios	30
Figura 8. A, B) Cuidado en cautiverio de renacuajos y C) Toma de medidas morfométricas de los individuos	31
Figura 9. A) Macho de <i>Leucostethus fraterdanieli</i> con renacuajos en su espalda; B, C) <i>Dendropsophus columbianus</i> sobre vegetación cerca de un pozo de agua	36
Figura 10. Porcentajes de abundancia de ordenes en las dos zonas de muestreo	36
Figura 11. Gráfica de porcentajes de individuos encontrados en las trampas del muestreo de referencia (trampas pitfall, hojarasca y jama) Vs las presas encontradas dentro del contenido estomacal de <i>D.columbianus</i> y <i>L. fraterdanieli</i>	37
Figura 12. Abundancia de presas consumidas por <i>D. columbianus</i> y <i>L. fraterdanieli</i>	38
Figura 13. Grafica de rango-abundancia para las presas consumidas por <i>D.columbianus</i> y <i>L. fraterdanieli</i>	39
Figura 14. Análisis de escalamiento Multidimensional No- Métrico (NMDS) para evaluar la relación ente las medidas morfométricas (ancho de la mandíbula, largo de la mandíbula y largo total) y el volumen de las presas consumidas ambas especies	43
Figura 15. <i>Leucostethus fraterdanieli</i> A) rana refugiada en una hoja; B) Huevos puestos sobre la hojarasca	45

Figura 16.	Amplexus axilar de <i>Dendropsophus columbianus</i> con sus respectivos huevos	46
Figura 17.	Estadios de desarrollo de <i>L. fraterdanieli</i> . A-D) etapa embrionaria; E-G) etapa larvaria y H) Metamorfosis	47
Figura 18.	Estadios de desarrollo de <i>D. columbianus</i> . A-D) etapa embrionaria; E-G) etapa larvaria y H) metamorfosis completa, estadio 46	48

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Indica la categoría taxonómica a la que pertenecen las presas consumidas por <i>D. columbianus</i> , porcentaje de ocurrencia (PO), porcentaje de individuos (PI), porcentaje del volumen (PV) y el índice de importancia relativa (IRI)	40 - 42
Tabla 2.	Coefficiente de correlación de Spearman para <i>L. fraterdanieli</i>	42
Tabla 3.	Estadísticos descriptivos de las medidas morfométricas de <i>Leucostethus fraterdanieli</i> y <i>Dendropsophus columbianus</i>	44
Tabla 4.	Índice de Shannon, Simpson y Margalef que muestran la diversidad encontrada en la dieta de las especies	44
Tabla 5.	Promedio de medidas (mm) de 10 renacuajos de <i>L. fraterdanieli</i> y <i>D. columbianus</i>	48

RESUMEN

Se analizaron los factores básicos de ecología trófica y manejo *ex situ* de dos poblaciones de especies simpátricas, *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*, encontradas en Municipio de Cajibío, departamento del Cauca. Se describió la dieta de ambas especies, para esto se colectaron individuos de *L. fraterdanieli* (n: 40) y *D. columbianus* (n: 43); mediante “flushing” o lavado estomacal se obtuvo las presas, a estas se les calculó el volumen y se correlacionó con medidas morfométricas registradas para cada rana, como: longitud rostro cloaca, ancho y largo de la mandíbula. En el mantenimiento de individuos en cautiverio se manejaron condiciones, como: temperatura 21.6°C, humedad 86,2% y pH básico, las ranas se alimentaron cada 72 horas, el cambio y enriquecimiento de ambiente se realizó una vez por semana. En la evaluación de la dieta se obtuvo 139 ítems presa para *L. fraterdanieli*; los órdenes de mayor importancia para esta especie fueron Hymenoptera (Formicidae), Hemiptera y Coleoptera. En la dieta de *D. columbianus* se obtuvieron 74 ítems presa, los órdenes de mayor importancia fueron Hemiptera, Coleoptera e Isopoda. En el análisis de medidas morfométricas y volumen de las presas, no se evidenció relaciones significativas, lo que sugiere que el tamaño de individuo no influye en el consumo de las presas para las dos especies evaluadas. Según el índice de importancia relativa (IRI) las presas que destacan en la dieta de *D. columbianus* son: Isopoda (24,55%), larvas de lepidoptera (22,18%) Hemiptera (19,33%), Araneae (14,1%), Coleoptera (6,23%) y para *L. fraterdanieli* son: Hymenoptera (47,35%), Coleoptera (10,43%), Hemiptera (10,03%), Pulmonata (8,51%), Isopoda (6,74%). Las condiciones y manejo en cautiverio permitieron la adaptación y reproducción de ambas especies, con mayor éxito en *D. columbianus* que registró 5 eventos reproductivos con alta viabilidad de huevos y renacuajos. Se concluye que ambas especies presentan una dieta generalista y *D. columbianus* se propone como biomodelo debido a su adaptabilidad en cautiverio.

Palabras claves: Anfibios, conservación *ex situ*, Dieta, Nicho.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es el segundo país con mayor riqueza de anfibios en el mundo, esta mega diversidad está relacionada a patrones biogeográficos propios de los Andes, que ha permitido la diversificación de estos taxones a través de la compleja interacción ecosistémica registrada en toda su distribución altitudinal (Galeano *et al.*, 2006; Muñoz *et al.*, 2015; Escárraga & Camacho, 2019; Dugo, 2020), Sin embargo, las poblaciones de anfibios se han visto fuertemente afectadas, por factores como el cambio climático, pérdida y fragmentación del hábitat, contaminación ambiental y enfermedades como la quitridiomycosis (Lavilla, 2005), la vulnerabilidad de este grupo, se debe a las características fisiológicas y ecológicas específicas que los hacen sensibles a los cambios ambientales (Duellman & Trueb, 1986; Collins, 2010), como una piel permeable y ciclos de vida complejos que requieren hábitats acuáticos y terrestres, durante las diferentes etapas de desarrollo (Zug *et al.*, 2001; Cortés *et al.*, 2013). En Colombia cerca de 285 especies de este grupo se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, lo que convierte al país en la nación con mayor número de especies de anfibios amenazadas a nivel mundial (IUCN Red List 5, 2019).

La función ecológica de los anfibios en los ecosistemas es compleja, en la etapa larval, intervienen en la bioturbación en los cuerpos hídricos, como adultos hacen parte de las interacciones primarias de transmisión de energía en la red trófica, actuando como presas y depredadores y por sus requerimientos de calidad de agua se consideran bioindicadores de la salud y conservación de un ecosistema (Isaacs & Urbina, 2011; Cortés *et al.*, 2015). La interacción trófica de los anfibios se considera uno de los principales atributos que garantiza el control de poblaciones de insectos, además de participar como polinizadores y dispersores de semillas (Valencia *et al.*, 2013; Hocking *et al.*, 2014; Diechmann *et al.*, 2017), por ello se han desarrollado investigaciones que pretenden determinar las clases de invertebrados que consumen y la influencia de características ya sean morfológicas, como: el tamaño del cuerpo, que puede influir en la selección de las presas o el tipo de hábitat y la estacionalidad, de acuerdo con esto, cada ítem alimentario puede variar en

cantidad y calidad (Whiles *et al.*, 2006; Schiesari *et al.*, 2009; Lynch, 2010; Isaacs & Urbina, 2011; Domínguez & Rengifo, 2013; Alveal *et al.*, 2015). Además, comparar la dieta de especies simpátricas permite comprender las interacciones entre las especies coexistentes, así como la estrategia de distribución de los recursos tróficos en el hábitat (Blanco, 2009; Moser *et al.*, 2017).

Por lo tanto, el desarrollo de estudios sobre la dieta de los anfibios permite obtener información sobre las características de la dimensión trófica y como estas características pueden variar en el tiempo (Zug *et al.*, 2001), intervenir en su nicho ecológico y definir la coexistencia de las especies a través de la distribución de recursos, considerando que estas funciones no son estáticas y enfrentan amenazas ambientales (Pyron, 1999; Espinoza *et al.*, 2004); además, el conocimiento de estos aspectos no solo proporcionan información valiosa sobre la historia de vida de las especies, sino que ofrece elementos básicos para tomar decisiones en conservación y manejo (Fonseca *et al.*, 2017; Guzmán, 2021). Obtener información de los requisitos energéticos y nutricionales mínimos que las especies requieren para llevar a cabo sus actividades reproductivas, desarrollo y crecimiento, nos permite analizar estrategias de la historia de vida relacionadas con la utilización y mantenimiento de microhábitats (Martori *et al.*, 1999; Zamora & Ortega, 2015; Luria, *et al.*, 2019).

Considerando el rol ecológico de los anfibios en los ecosistemas y el conjunto de interacciones tróficas en las que participan, así como la necesidad de establecer estrategias regionales encaminadas al desarrollo de protocolos para la conservación y preservación de especies de anfibios, nuestro estudio pretende determinar la ecología trófica y condiciones básicas para la conservación *ex situ* de dos especies simpátricas distribuidas en dos sitios de muestreo del corregimiento el Túnel Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca, *Leucostethus fraterdanieli* Silverstone, 1971 y *Dendropsophus columbianus* Boettger, 1892, esto, permitirá contribuir al conocimiento ecológico e historia natural de ambas especies, que a nivel regional permanecen desconocidas, con los resultados obtenidos y técnicas

utilizadas se espera fomentar el desarrollo de protocolos institucionales que puedan ser extrapolados a otras especies para su cuidado en cautiverio.

2. JUSTIFICACIÓN

Los anfibios son organismos indicadores de la calidad del hábitat (Rice *et al.*, 2006; Aguilar & Ramírez, 2015), su declive a nivel mundial refleja el deterioro de los ecosistemas debido a su sensibilidad frente a cambios ambientales que afectan la supervivencia y la manutención de las poblaciones en el tiempo (Cooper *et al.*, 2008; Isaacs & Urbina, 2011; Troya, 2017), a pesar de los esfuerzos alrededor del mundo, aún existen vacíos de información a escala nacional y regional que dificulta la identificación de especies vulnerables o en peligro de extinción (Angulo, 2002; González *et al.*, 2015; Gómez *et al.*, 2017).

A nivel regional el departamento del Cauca posee 203 especies de anfibios registradas, de las cuales 17 son endémicas para Colombia, 61 se encuentran amenazadas y gran parte sin datos disponibles (Guerrero *et al.*, 2007; Acosta, 2019), por lo cual la ausencia de información científica sobre ecología básica de estos organismos y las amenazas particulares de la región como la contaminación de cuerpos hídricos por elementos derivados de la minería de oro, como los metales pesados (Hernández *et al.*, 2013), incrementan la vulnerabilidad de los anfibios y se constituyen como barreras para el desarrollo de mecanismos de conservación e investigación de anfibios a nivel nacional y regional (Cooper *et al.*, 2008; Díaz, 2014; López, 2015).

Para enfrentar esta problemática se requiere detectar las especies que potencialmente tienen mayor vulnerabilidad para aplicar medidas de conservación específica, en ese sentido, generar protocolos de manejo e información de historia natural, como los hábitos alimenticios, son necesarios para aplicar medidas de conservación *ex situ* y detectar especies con nichos tróficos estrechos, y por lo tanto, potencialmente más sensibles a las alteraciones del hábitat (Anderson *et al.*, 1999; Solé & Rödder, 2010), esto no solo permitiría dirigir esfuerzos tendientes a la conservación, sino facilitar la consideración de anfibios específicos como

indicadores ambientales adecuados e incluso como medida del estado de conservación de un ecosistema y particularmente de la calidad del agua, considerando las complejas interacciones con este medio (Hooper *et al.*, 2005; López, 2009; Barragán *et al.*, 2021).

Es importante mencionar que el tiempo, espacio y el alimento son las dimensiones más abordadas en el estudio del nicho ecológico de las especies y la forma en que las especies las dividen permite comprender sus patrones de distribución (Pianka, 1973; Posso *et al.*, 2017), teniendo en cuenta que, frecuentemente las especies coexistentes difieren en el uso de al menos una dimensión del nicho, lo que reduce la competencia y permiten la coexistencia entre las mismas (Pianka, 1973; Maneyro, 2000). De este modo, el estudio de la ecología trófica como una de las dimensiones del nicho, permite comprender las interacciones de las redes alimenticias en las que están involucrados y patrones conductuales, proporcionando datos acerca de la historia de vida y la importancia de su permanencia en el ecosistema (Anderson & Mathis, 1999; García & Borrego, 2020; Barragán *et al.*, 2021).

A nivel regional *Leucostethus fraterdanieli* (Dendrobatidae Cope, 1865) y *Dendropsophus columbianus* (Hylidae Rafinesque, 1815) son especies simpátricas que se destacan por su abundancia, difieren en aspectos de su biología y comportamiento, como el horario de actividad, microhábitat, alcance y distribución vertical, etc., sin embargo, emplean zonas comunes para reproducción y deposición de renacuajos, y posiblemente comparten los recursos en la misma área geográfica, por ello es importante definir como los recursos son repartidos entre estas especies lo que permitirá entender qué recursos están aprovechando para sobrevivir (Marcillo, 2019; Méndez, 2020; Gambale *et al.*, 2020). Además, la competencia por el alimento puede ser generada por la variación en las condiciones ambientales durante algún período del año que ocasione cambios en la disponibilidad de presas (Dodd, 1994).

Ambas especies suponen un excelente modelo no solo para estudiar la distribución de recursos sino para proponerlas como biomodelos de estudios ambientales a nivel regional, ya que los anfibios han sido empleados como modelos de

experimentación, debido a que presentan unas características importantes, como la facilidad para su mantenimiento en cautiverio, una alimentación sencilla y de fácil obtención (Pérez *et al.*, 2009), además el empleo de biomodelos ha generado conocimiento en diversas áreas y ha contribuido al descubrimiento de nuevos tratamientos para patologías humanas (Maldonado & Aquino, 2016).

Por ello, este estudio brinda información respecto a la dieta y de los cuidados en cautiverio de *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*, que se encuentran distribuidas en el departamento del Cauca para contribuir al conocimiento de la historia de vida y así comprender el papel biológico que tienen y las consecuencias de su potencial pérdida en la estructura y funcionamiento en los ecosistemas (Isaacs & Urbina, 2011; Luría, 2012). Además, la información que se obtiene en cautiverio permite establecer los hábitos o requerimientos particulares de las especies que faciliten su estudio y preservación en la naturaleza (Lascuráin *et al.*, 2009) al mismo tiempo contemplar las oportunidades para realizar investigaciones relacionadas con su comportamiento, biología reproductiva, tratamiento de enfermedades (Moore & Church, 2008), bioprospección y ecotoxicología (Suleiman *et al.*, 2020; Henao *et al.*, 2021).

Por otra parte, apoya la consolidación y fundamentación teórica en las estructuras investigativas, especialmente las de nivel regional que buscan identificar los efectos dañinos de elementos tóxicos en los ecosistemas acuáticos influenciados por la minería aurífera, así como la probabilidad de acumulación o biomagnificación que puede afectar a niveles tróficos superiores (Hernández *et al.*, 2013; Quinzio *et al.*, 2015) y contribuir en la identificación de variables que están conduciendo a la extinción de especies a nivel mundial (Cortés & Gómez, 2015).

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar factores básicos de la ecología trófica y manejo *ex situ* de las poblaciones de *Leucostethus fraterdanieli* (Anura: Dendrobatidae) y *Dendropsophus columbianus* (Anura: Hylidae) en el corregimiento el Túnel, Cajibío.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la dieta y las relaciones morfométricas de las presas consumidas por *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*.
- Analizar parámetros básicos del cuidado en cautiverio de *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus* que contribuyan en su implementación como biomodelos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 CLASE AMPHIBIA Gray, 1825

Los anfibios son un grupo de vertebrados caracterizados por presentar una piel fina y húmeda, lisa o rugosa que se encuentra provista de glándulas que secretan sustancias potencialmente tóxicas para los depredadores (Darst *et al.*, 2005; Vitt & Caldwell, 2009). Son organismos ectotérmicos y presentan respiración branquial cuando son renacuajos y pulmonar y cutánea en la etapa adulta (Beltrán *et al.*, 2016), se caracterizan por transformarse totalmente durante la metamorfosis, proceso fisiológico y morfológico durante la transición de renacuajo a adulto (Palacio *et al.*, 2006; Gómez *et al.*, 2012).

La mayoría de los anuros presentan fecundación externa, es decir, depositan sus huevos sobre cuerpos de agua, como quebradas, ríos, estanques, sobre vegetación húmeda y otras los cargan en su dorso (Vargas, 2015), existen algunos casos como *Nectophrynoides* Noble, 1926 o *Ascaphus* Stejneger, 1899 donde la “cola”, que es una extensión de la cloaca actúa como órgano copulatorio durante el apareamiento (Sever *et al.*, 2001; Soto *et al.*, 2008) y también existen algunas especies que presentan desarrollo directo, es decir eclosionan anatómicamente adultos (Heyer *et al.*, 2001). La alimentación en los anfibios es variable y depende de las especies y sus hábitos de vida, los renacuajos se alimentan principalmente de algas e insectos acuáticos y los adultos consumen desde pequeños mamíferos (ratones, lagartijas y otros anfibios) hasta insectos (coleópteros, hormigas y otros artrópodos) (Solé & Rödder, 2010; Vargas, 2015; Costa *et al.*, 2020).

4.1.1 *Leucostethus fraterdanieli* Silverstone, 1971

Es una especie endémica de Colombia, se distribuye en los bosques andinos nublados y bosques secos húmedos tropicales entre los 600 m s.n.m y 2900 m s.n.m. *L. fraterdanieli* es una rana que pertenece la familia Dendrobatidae, habita en hojarasca o vegetación cercana a cuerpos de agua como arroyos y pequeñas charcas con un alto grado de conservación, sin embargo la especie tolera

modificaciones ambientales en su área de distribución (Guevara *et al.*, 2017), su hábito es diurno, los machos cantan en sitios sombreados bajo la hojarasca (Grant & Castro, 1998) y sus nidadas son de 15 huevos depositados en hojarasca y bromelias encontradas a baja altura, los machos cargan las larvas en su dorso que luego depositan en arroyos o cuerpos de agua poco profundos (Rojas *et al.*, 2021). Esta especie es extremadamente rápida y ágil, respondiendo al peligro, salta a una distancia corta y se esconde debajo de la hojarasca (Tolosa *et al.*, 2014). Las principales amenazas que afronta la especie son la fragmentación, destrucción del hábitat y contaminación de las fuentes de agua, sin embargo, la categoría de amenaza según los estándares de la IUCN, la especie se encuentra en Preocupación Menor (LC) (Guevara *et al.*, 2017; IUCN, 2021).

4.1.2 *Dendropsophus columbianus* Boettger, 1892

Es una especie endémica de Colombia, se distribuye en el occidente de la cordillera central y en el este de la cordillera occidental entre los 950 m s.n.m y 2300 m s.n.m, *D. columbianus* es una rana que pertenece a la familia Hylidae, es arborícola y de hábito nocturno (Ostos & Ayala, 2011; Marcillo, 2019), se encuentra principalmente en zonas húmedas o pequeños cuerpos de agua en áreas abiertas o zonas perturbadas (Páez *et al.*, 2014) y presenta tendencia hacia una estrategia de forrajeo de sentarse y esperar (Méndez *et al.*, 2014). Esta especie se reproduce en cuerpos de agua permanentes, su nidada está compuesta entre 603 y 905 huevos (promedio de 740 ± 99) (Quintero *et al.*, 2006). De acuerdo con la IUCN la especie se encuentra en Preocupación Menor (Páez *et al.*, 2014; IUCN, 2021).

4.2 CONSERVACIÓN *EX SITU*

La conservación *ex situ*, es la aplicación de una amplia variedad de recursos, técnicas e infraestructuras especializadas que contribuyen a la recuperación y sobrevivencia de individuos o poblaciones fuera de su hábitat (Lascuráin *et al.*, 2009), ya que busca disminuir el peligro de extinción de especies o poblaciones y en algunos casos reintegrar las especies en el hábitat natural, aunque también

permite realizar estudios sobre distintos aspectos de la biología o conducta de las especies (Lascuráin *et al.*, 2009; Rojas & Araya, 2019). Por lo tanto, la conservación *ex situ* se define, como el mantenimiento de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales, proceso que implica tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio (Consortio GTZ/FUNDECO/EI, 2001).

4.3 ECOLOGÍA TRÓFICA

Los organismos pueden competir entre sí para capturar un recurso y esta competencia puede verse influenciada por las condiciones ambientales (Townsend *et al.*, 2008), sin embargo, las características morfológicas y ecológicas que presenta la especie permiten la separación de nichos (Pianka, 1973; Marcillo, 2019). Pianka (1973) menciona que los organismos reparten los recursos ambientales en 3 formas básicas: temporal, espacial y trófica por lo cual, especies simpátricas evitan la competencia difiriendo en una o dos dimensiones del nicho, lo que se conoce como principio de exclusión competitiva (Hardin, 1960) ya que en la simpatria dos o más especies ocupan una misma área, lo que puede generar solapamiento e interacción entre ellas y por lo tanto competencia por un recurso dentro de la misma área (Avellaneda, 2016; Marcillo, 2019).

La ecología trófica es el estudio de los organismos y sus interacciones alimenticias, es decir, analizan la relación presa - depredador en un ecosistema (Valverde *et al.*, 2005) lo que proporciona información sobre la historia de vida de las especies a través de aspectos como: el mantenimiento y el crecimiento corporal, supervivencia y finalmente en la reproducción de los individuos (Hughes, 1993; Zamora & Ortega, 2015). Dicha información, es requerida como elementos para la toma de decisiones de conservación y manejo en cautiverio (Domínguez & Rengifo, 2013).

4.4 ANFIBIOS COMO BIOMODELOS

Los anfibios han sido utilizados como biomodelos de experimentación en investigación, ya que poseen grandes ventajas, como un buen conocimiento de su fisiología, fácil mantenimiento en cautividad y similitud con los humanos (Novo *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2009), con ello se ha generado conocimiento en distintas áreas y el desarrollo de nuevos tratamientos para patologías humanas como los hallazgos realizados en *Ambystoma mexicanum* Shaw & Nodder, 1798 respecto a su capacidad de regeneración celular que es utilizada como biomodelo para identificar la diferenciación celular y detención del ciclo celular en algunos casos de cáncer (Suleiman *et al.*, 2020), por otra parte, en las investigaciones biomédicas de procesos biológicos y patológicos, se ha utilizado como biomodelo ejemplares del género *Xenopus* Wagler, 1827 para obtener una comprensión de los genes en el desarrollo de enfermedades humanas a través del análisis molecular del gen que la produce (Hellsten *et al.*, 2010; Tandon *et al.*, 2016).

5. ANTECEDENTES

En Colombia hasta la última década del siglo XX, los estudios referentes a la ecología de anfibios, en especial de los anuros se encaminaron básicamente al conocimiento de la composición y ensamblaje de especies en distintas zonas y regiones geográficas del país, sólo alrededor de la primera década del siglo XXI se generaron iniciativas enfocadas a explicar aspectos de historia natural como ecología trófica y hábitos alimenticios (Astwood *et al.*, 2016).

Arroyo *et al.* (2008) evaluaron variables ecológicas como microhábitat, dieta y tiempo de actividad en un ensamblaje de *Pristimantis* Jiménez de la Espada, 1870, para determinar si tenían diferencias en el uso de estos recursos, donde determinaron que la mayoría de las especies de este género tienen actividad nocturna, dietas similares y reproducción continua a diferencia de una especie que indicaba estacionalidad.

Moreno (2008), analizó contenidos gastrointestinales de 10 especies de anuros para determinar si existía plasticidad ontogénica en su dieta, como resultado obtuvieron que los taxones más frecuentes fueron Hymenóptera, Coleóptera y Hemíptera, y para *Rhinella marina* Linnaeus, 1758; *Pristimantis achatinus* Boulenger, 1898 y *Dendropsophus columbianus* Boettger, 1892 analizaron si existían diferencias en la dieta de juveniles y adultos pero no encontraron resultados significativos ya que los individuos consumen presas similares.

Domínguez & Rengifo (2013), estudiaron la dieta de dos especies simpátricas, *Oophaga histrionica* Berthold, 1845 y *Phyllobates aurotaenia* Boulenger, 1913 en el Municipio del Alto Baudó, Chocó, Colombia, donde registraron que Hymenoptera (Formicidae) fue el orden más importante en abundancia, frecuencia relativa e importancia relativa, afirman que estos dendrobátidos son especialistas en el consumo de hormigas y que presentaban similitud en su dieta y hábitos alimentarios; Leivas *et al.*, (2018) estudiaron el nicho trófico de *Dendropsophus minutus* Peters, 1872, en el sur de Brasil y encontraron que la especie es un depredador generalista que se alimenta principalmente de los órdenes Araneae,

Lepidóptera y Díptera y que la dieta varía estacionalmente según la actividad y disponibilidad de la presa.

En cuanto a la conservación *ex situ*, en Latinoamérica se resaltan las acciones llevadas por investigadores del Ecuador, que crearon el Centro Jambatu en el que se desarrolla investigación y conservación de anfibios y su propósito es mantener un plan estratégico para la conservación de los anfibios ecuatorianos en riesgo de extinción (Fundación Otonga, 2013), se destaca la reproducción de la especie *Atelopus ignescens* Cornalia, 1849 que se consideraba extinta desde hace 30 años, lo que anima a lograr la reproducción de otras especies en peligro (Ecuador, 2017).

En Colombia, existen experiencias en conservación *ex situ* como la llevada a cabo por *Wildlife Conservation Society* (WCS) en alianza con el Zoológico de Cali y con el apoyo del Zoológico de Zúrich, esta iniciativa acoge actividades de monitoreo, educación ambiental y conservación (WCS COLOMBIA, 2020). Además, Rodríguez & Corredor (2012), estudiaron las condiciones apropiadas en cautiverio para el manejo de *Ranitomeya bombetes* Myers & Daly, 1980 con fines de reproducción en el zoológico de Cali, donde registraron que a una temperatura promedio de 23.9°C y humedad >70% se logró reproducir exitosamente la especie, con un total de 43 posturas durante cuatro meses.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1 ÁREA DE ESTUDIO

La colecta de los especímenes se realizó en el corregimiento el Túnel en el municipio de Cajibío (Cauca), ($2^{\circ}37'22.55''N$ y $76^{\circ}34'12.94''$), el área se caracterizó por ubicarse en la región andina del departamento del Cauca, con distribución altitudinal de 1898 m s.n.m y temperatura promedio de $15,6^{\circ}C$. Los individuos de las dos especies se colectaron en predios privados con influencia de fuentes hídricas, vegetación arbórea y arbustiva en medio de una matriz relacionada con áreas de cultivo, finca la Esperanza ($2^{\circ}36'35.16''N$ y $76^{\circ}30'39.42''O$) y predio el Túnel ($2^{\circ}36'42.79''N$ y $76^{\circ}30'50.99''O$) (Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de muestreo. **A)** Finca la Esperanza; **B)** Predio el Túnel. Fuente Google Maps, elaboración Alejandra Montenegro Valencia

6.2 FASE DE CAMPO

6.2.1 Base de referencia

Para la determinación de la dieta de los ejemplares, se realizó una base de referencia que contó con identificación de presas potenciales disponibles en el medio, esta se obtuvo a través de la instalación de 21 trampas pitfall (13 en el sitio 1 y 8 en el sitio 2) durante 48 horas en los puntos en donde se registraron y evaluaron las especies de estudio (Figura 2). Las trampas pitfall se establecieron con vasos plásticos enterrados a ras de suelo y etanol 70% y de manera intercalada

se instaló un recipiente de plástico más pequeño con cebo de fruta en descomposición con el fin de atraer más rápido a los insectos (Villarreal *et al.*, 2004; Lasmar *et al.*, 2017).

En cada uno de los sitios de estudio se utilizó el método de tamizaje de hojarasca, para ello se delimitó un cuadrante de un 1m², se removió la hojarasca de manera manual, desde los bordes hacia el centro, el material colectado se tamizó, el material obtenido se depositó en un recipiente con alcohol al 70% para su posterior identificación. Adicionalmente se utilizó una jama o red entomológica para la captura de insectos voladores (Figura 2), el muestreo tuvo una intensidad de 30 minutos y se realizó de igual manera en cada una de las zonas de muestreo.



Figura 2. Muestreo para la base de referencia en **A-B)** Instalación de las trampas pitfall; **C)** Muestreo en hojarasca; **D)** muestreo con red entomológica. Fotografías: Tania Liset Camayo Camayo.

6.2.2 Colecta de ejemplares

Con el objetivo de coleccionar *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*, se realizaron recorridos en transectos libres limitados por tiempo (1 hora), la intensidad de búsqueda se dirigió a suelo (hojarasca), vegetación (troncos, hojas) cercanas a fuentes de agua como arroyos y pequeñas charcas o en fragmentos de bosque inmersos en áreas agrícolas o canales de agua al borde del camino (Guevara *et al.*, 2017), la colecta se llevó a cabo desde las 10 a.m. a 4 p.m. para *L. fraterdanieli* y de 7 p.m. a 11 p.m. para *D. columbianus* (Figura 3) (Páez *et al.*, 2014; Guevara *et al.*, 2017).

Adicionalmente se colectaron renacuajos de ambas especies, el proceso se llevó a cabo a través de barridas con una jama o red entomológica dentro del cuerpo de agua (Figura 3) (Siavichay *et al.*, 2016), los individuos fueron transportados con agua del mismo sitio al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Cauca (CIBUC) para su cuidado en cautiverio y monitoreo de la evolución de su metamorfosis.

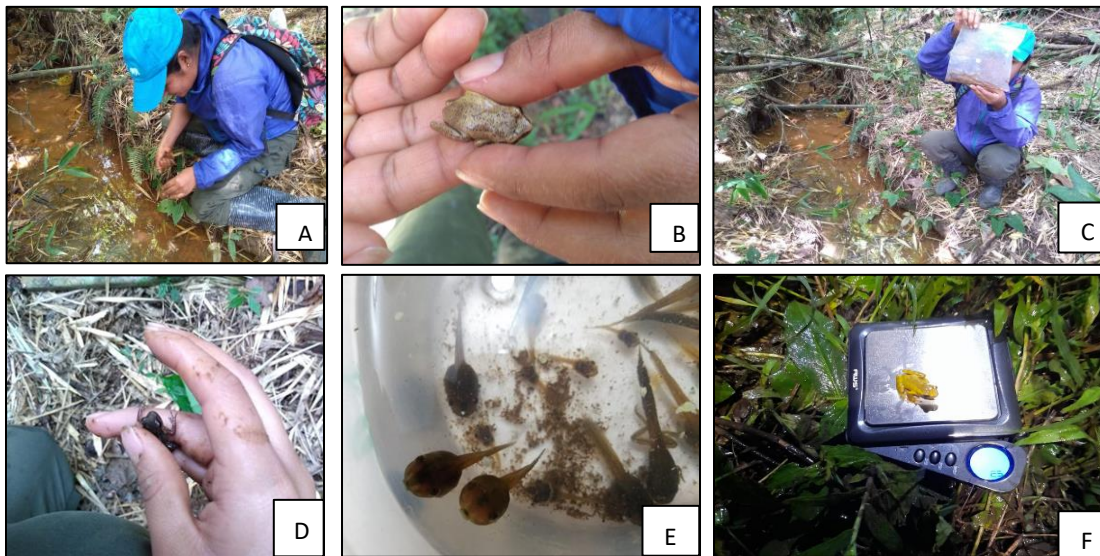


Figura 3. Muestreo de ejemplares en **A, B, C** colecta de *D. columbianus*; **D)** Individuo de *L. fraterdanieli*; **E)** Renacuajos encontrados en la zona de estudio y **F)** Registro del peso de la rana. Fotografías: Tania Liset Camayo Camayo.

Posterior a la captura de cada individuo adulto de ambas especies, se registraron datos de colecta como: lugar, fecha de captura, altura de percha, hora de captura, estado climático, así como también las siguientes medidas morfométricas: longitud rostro-cloaca (SVL), longitud de mandíbula (LM) y ancho de mandíbula (AM) (Figura 4).

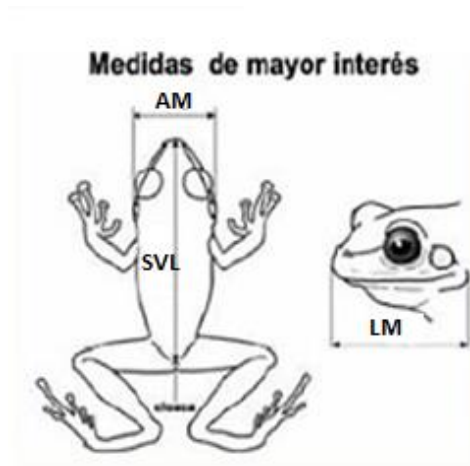


Figura 4. Medidas morfométricas de anfibios, SVL: longitud hocico-cloaca, AC: ancho de la mandíbula, LM: longitud de la mandíbula. Fuente: Instituto de Biodiversidad Tropical.

6.2.3 Determinación de la dieta

Lavado estomacal: Para obtener el contenido estomacal, a cada uno de los ejemplares colectados se les realizó la técnica de *flushing* o lavado estomacal inmediatamente después de la captura, este método fue modificado por Solé *et al.*, (2005) y consiste en extraer el contenido estomacal por presión de agua de la siguiente manera (Figura 5):

- 1) Llenar una jeringa con agua del lugar donde se encontró el espécimen y unirle con un tubo pequeño de silicón (diámetro del tubo depende del tamaño de la rana).
- 2) Sujetar al ejemplar con una mano fijando su extremidad anterior
- 3) Abrir la boca con ayuda del dedo pulgar e introducir el tubo a través del esófago hasta el estómago.

- 4) Poner el organismo con la cabeza hacia abajo y vaciar el contenido de la jeringa dentro del estómago (lavado estomacal), los residuos de alimento se almacenan en tubos *Eppendorf* con alcohol al 70%.
- 5) Retirar ligeramente el tubo con el fin de evitar lesión en el estómago.
- 6) Se repite el procedimiento hasta asegurar que todos los residuos se hayan removido (Luría, 2012).



Figura 5. Técnica de lavado estomacal. Fotografías: Tania Liset Camayo Camayo.

Para desarrollar el cuidado en cautiverio de las especies, 19 ejemplares de los colectados fueron transportados en cajas plásticas húmedas hasta las instalaciones del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Cauca (CIBUC) para su cuidado en cautiverio. Es importante mencionar, que no se incrementó el número de individuos en laboratorio considerando las implicaciones de la pandemia del COVID-19, ya que como medida preventiva se declaró cuarentena en todo el país por lo cual, fue necesario suspender el muestreo, pero con el propósito de continuar la investigación el cuidado en cautiverio se dirigió tanto a los adultos como a los renacuajos que se encontraron, ya que permitieron evaluar el crecimiento y desarrollo de los organismos en estado larvario, considerando lo anterior el número de individuos fue suficiente para determinar las condiciones mínimas para mantener las ranas en cautiverio.

Los ejemplares que no se colectaron, se aislaron después de realizarles la técnica de lavado estomacal, para ello se mantuvieron en un recipiente plástico por aproximadamente 4 horas con humedad y hojarasca, con el fin de no realizar más de una vez el lavado estomacal a un individuo en la misma salida y también para verificar que los individuos no murieran, posteriormente fueron liberados.

6.3 FASE DE LABORATORIO

6.3.1 Presas de referencia

Los ejemplares colectados se identificaron utilizando un estereoscopio (Carl Zeiss™ Stemi™ DV4) y con apoyo de claves taxonómicas del libro *Insectos de Brasil, diversidad y taxonomía* (Rafael *et al.*, 2012), *Spider families of the world* (Murphy & Roberts, 2015), claves para las subfamilias y géneros del libro *Hormigas de Colombia* (Fernández *et al.*, 2019), *Guía de campo Moluscos Acuáticos de la Cuenca del Ebro* (Álvarez *et al.*, 2012) y la guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia (Roldán, 1998), donde se tuvo en cuenta características como las alas, las antenas, el número de segmentos en el cuerpo y número de patas.

6.3.2 Presas del contenido estomacal

Cada contenido estomacal se dispuso en una caja de Petri y se analizó bajo el estereoscopio (Carl Zeiss™ Stemi™ DV4), las presas encontradas fueron separadas y clasificadas hasta nivel de orden y de familia cuando fue posible, debido a que algunas presas presentaron un grado considerable de descomposición, estas se determinaron como un ítem alimentario diferente al igual que los insectos que se encontraban en metamorfosis (larva-pupa) (Figura 6).

La clasificación taxonómica se realizó con apoyo de claves taxonómicas y teniendo en cuenta la base de referencia, cada muestra se dispuso en tubos Eppendorf con alcohol al 70%. Para cada ítem se tomaron el largo y el ancho de las presas con el programa ImageJ 1.4.



Figura 6. Muestras de contenido estomacal. Fotografías: Tania Liset Camayo Camayo.

6.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CAUTIVERIO PARA CONSERVACIÓN *EX SITU*

El sistema de cautiverio se instaló en el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Cauca (CIBUC), para ello se construyeron terrarios con un estructura rectangular de vidrio tipo acuario de 80cm x100cm y 20cm x40cm (Figura 7), en su interior se depositaron 900 gramos de tierra como sustrato, se enriqueció con hojarasca y elementos como musgo, troncos, bromelias que se obtuvieron en el área de colecta de los ejemplares, se establecieron pequeños estanques de agua

y refugios con el fin de reducir el estrés a los anfibios (Schad, 2007; Siavichay *et al*, 2016). Cada 8 días se cambió el agua y se limpió el terrario, los ejemplares se alimentaron cada 3 días con insectos recolectados en las zonas verdes de las instalaciones del CIBUC, variables de comportamiento, temperatura y humedad fueron monitoreadas.



Figura 7. Sistema de cautiverio para individuos adultos, cada uno con un pozo de agua, bromelias, hojarasca y pequeños refugios. Fotografías: Tania Liset Camayo Camayo.

6.5 CUIDADO EN CAUTIVERIO DE RENACUAJOS

Los renacuajos de cada especie se mantuvieron en recipientes de vidrio con agua dulce reconstituida, compuesta por bicarbonato de sodio (NaHCO_3), sulfato de calcio (CaSO_4), sulfato de magnesio (MgSO_4), cloruro de potasio (KCl) y agua destilada (Ramírez & Mendoza, 2008; Ramírez *et al.*, 2018), a una temperatura de 20°C , pH 6,94 a 8,07 y concentración de oxígeno disuelto 6,4 mg/L que se controlaron constantemente con un oxigenador de acuario electrónico (Figura 8), los renacuajos se alimentaron con 0.2 gramos de Nutripez en hojuelas que contenían componentes como: proteína (38%), grasa mínima (8%), fibra máxima (2.5%) y humedad máxima (5%) de acuerdo con lo establecido por Muñoz & Palacio, (2010), adicionalmente se agregó lechuga previamente desinfectada (Marca & castellanos, 2018).

Se realizó seguimiento al crecimiento y desarrollo de los renacuajos, para ello se fotografiaron y midieron para llevar el control de crecimiento según la tabla de desarrollo metamórfico de Gosner, (1960), para las medidas se tomaron 10 individuos al azar de cada especie y se registraron medidas del largo del cuerpo, ancho de la cabeza y largo de la cabeza (Figura 8), se incluyeron anotaciones correspondientes a cambios morfológicos y de supervivencia. El recambio de agua parcial se realizó cada semana, en el cual se eliminaba el 50% del agua reemplazándola por la misma porción de agua dulce reconstituida y el recambio total de agua se realizó cada 15 días.

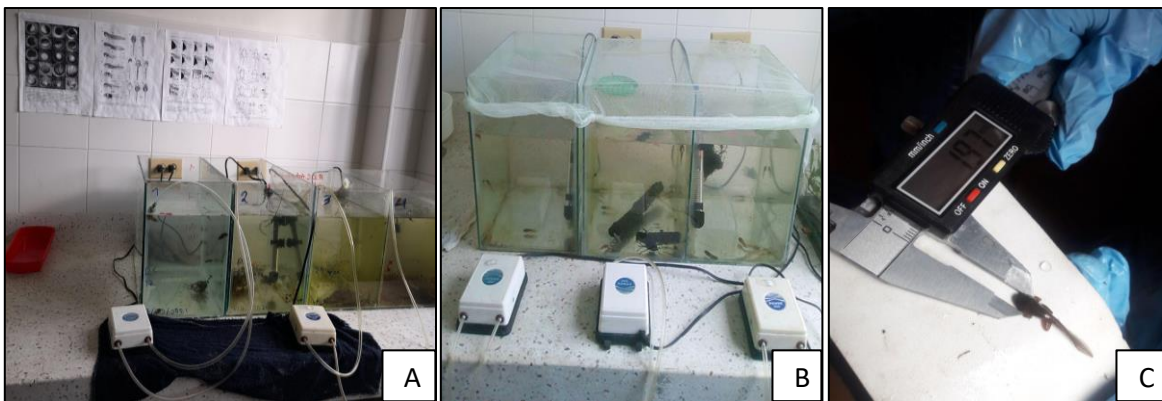


Figura 8. A, B) Cuidado en cautiverio de renacuajos y C) Toma de medidas morfométricas de los individuos. Fotografías: Karen Lizeth Castillo Chingal; Tania Liset Camayo Camayo.

7. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis descriptivo y cuantitativo, para ello los datos obtenidos tanto de ítems del lavado estomacal así como medidas morfométricas se organizaron en bases de datos y se calculó promedios, desviación estándar, así mismo se aplicó el índice que permitió determinar la amplitud de nicho, además se determinó el volumen e importancia de las presas consumidas y se realizó curvas de rango-abundancia para conocer las preferencia de ítems alimenticios, finalmente se aplicó índices de diversidad, los análisis se realizaron con el programa R versión 4.2.0 y IBM SPSS Statistics 23.

- Para estimar la amplitud de nicho trófico se aplicó el índice de Levins (1968) o índice recíproco de Simpson que cuantifica la uniformidad en los recursos consumidos por cada especie, donde se tiene en cuenta el valor estandarizado del valor del nicho trófico en una escala de 0 a 1, donde cero indica que el nicho es angosto y uno que el nicho es amplio (Krebés, 1999), cuando los valores son inferiores a 0,60 el organismo de estudio se considera especialista.

$$B = \frac{1}{\sum (p_i)^2}$$

Donde, B es la amplitud de nicho y p_i es la proporción de individuos encontrados usando el recurso i.

- Fórmula de los cuerpos elipsoides (Colli y Zamboni 1999), para el cálculo de volumen de las presas:

$$v = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{largo}{2} \right) \left(\frac{ancho}{2} \right)^2$$

- Índice de importancia relativa (IRI), para calcular la importancia de las presas.

$$IRI_t = (PO_t)(PI_t + PV_t)$$

Donde:

PO: Es el porcentaje de ocurrencia (100 x el número del ítem t del contenido estomacal/ el número total de estómagos analizados).

PI: Es el porcentaje de individuos (100 x el número total de individuos del ítem t/ Número total de individuos de todos los taxas en todos los estómagos).

PV: Es el porcentaje de volumen (100 x volumen total de los individuos de t en todos los estómagos/ volumen total de todos los taxas en los estómagos).

- Índice de Simpson, índice de dominancia

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde, Pi: abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- Índice de Shannon- Wiener, índice de equidad.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde, Pi corresponde a la proporción de presas *i* en número, y ln logaritmo natural
Índice Margalef

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde, S es el número de especies y N el número total de individuos

Para la relación del volumen de la presa con las medidas morfométricas se utilizó coeficiente de correlación Spearman y se realizó un Análisis de Escalamiento Multidimensional No-Métrico (NMDS).

8. RESULTADOS

Se colectó un total de 83 individuos, 43 corresponden a *D. columbianus* que fueron encontrados en su mayoría a la orilla de fuentes hídricas y en vegetación a una altura de 60 cm - 250 cm, entre las 09:00 p.m. – 12:00 a.m. (Figura 9), el lavado estomacal permitió registrar los ítems alimenticios del 72,42% de estómagos. El 27,58% de estos se encontraron vacíos en esta especie. De igual forma, en *L. fraterdanieli* se capturaron 40 individuos registrados principalmente en hojarasca entre las 9:00 a.m. – 4:00 p.m. Con el lavado estomacal se determinó el contenido del 72,5% y el restante 27,5% se encontraron vacíos.

Las muestras obtenidas se separaron por morfotipos e identificaron hasta nivel de familia y se agruparon, para *L. fraterdanieli* el 20,7% corresponde a restos; 6,9% a material vegetal; 10,3% son indefinidos y 62,1% a artrópodos, para *D. columbianus* el 6,3% es material vegetal; 18,8% son restos, 3,1% indefinidos y el 71,8% son artrópodos, obteniendo 139 y 74 presas respectivamente. El porcentaje de mortalidad del lavado estomacal fue del 6,02%.

La longitud rostro - cloaca (SVL) de los individuos de *L. fraterdanieli* fue de 18,98 mm a 20,71 mm y el peso de 0,2 gramos a 2,0 gramos y para *D. columbianus* la longitud rostro-cloaca fue de 23,52 mm a 25,12 mm y el peso fue de 0,9 gramos a 3,1 gramos. Algunos de los individuos capturados en campo fueron transportados a las instalaciones del CIBUC para iniciar el proceso de conservación *ex situ*, fueron en total 19 individuos, 15 corresponden a *L. fraterdanieli* entre los cuales había un macho con 15 renacuajos en su espalda (Figura 9) y 4 individuos adultos y fértiles de *D. columbianus*.



Figura 9. A) Macho de *Leucostethus fraterdanieli* con renacuajos en su espalda; B, C) *Dendropsophus columbianus* sobre vegetación cerca de un pozo de agua. Fotografías: Tania Liset Camayo; Alejandra Montenegro Valencia.

8.1 Determinación de la dieta

8.1.1 Presas de referencia

Se registraron 2177 individuos pertenecientes a 29 órdenes, el orden de mayor abundancia fue Hemiptera con 38,8% de individuos seguido por Diptera con 18,6% de individuos y Entomobryomorpha con 10,8% de individuos. Los órdenes con menor frecuencia de registro fueron Isoptera, Odonata, Geophilomorpha, Neuroptera, Crassiclitellata con un 0,05% (Figura 10).

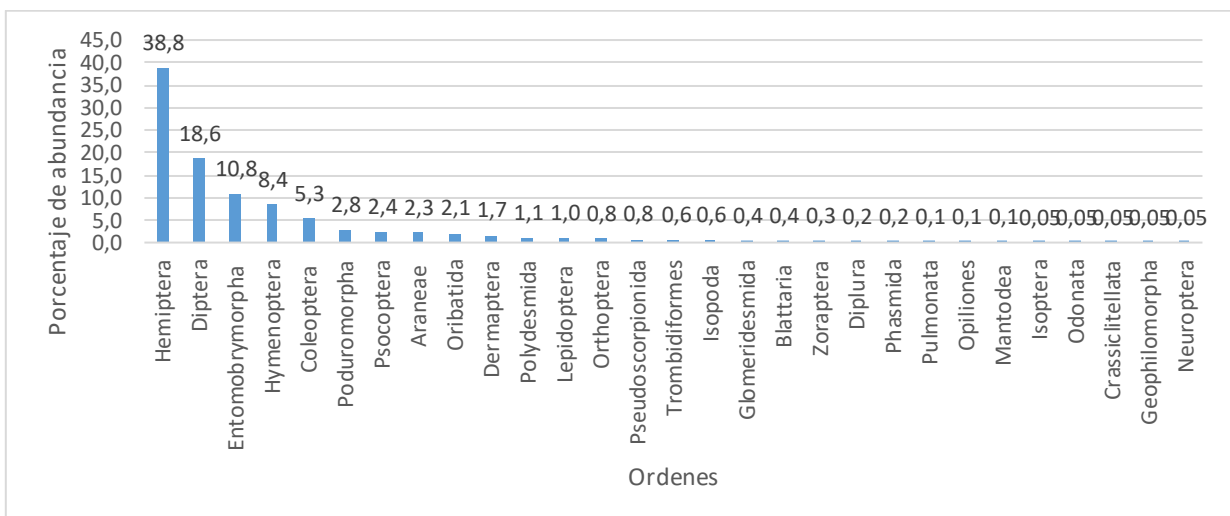


Figura 10. Porcentaje de abundancia de órdenes presentes en las dos zonas de muestreo

Se encontró mayor abundancia de individuos en el muestreo de jama con el 50,9% seguido de las pitfall con el 38,02%, sin embargo, se observa que las dos especies de estudio registran mayor número de ítems encontrados en trampas pitfall. De igual forma se destaca que gran parte de los ítems alimenticios encontrados en el lavado estomacal no fueron registrados en el muestreo de referencia, para *L. fraterdanieli* el 50% y en *D. columbianus* el 64,2% (Figura 11).

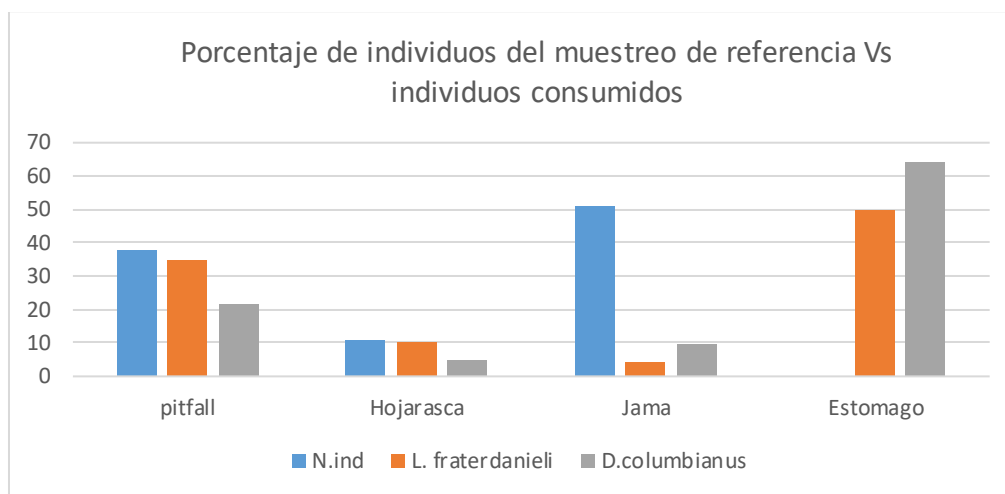


Figura 11. Porcentajes de individuos encontrados en las trampas del muestreo de referencia (trampas pitfall, hojarasca y jama) Vs las presas encontradas dentro del contenido estomacal de *D.columbianus* y *L. fraterdanieli*.

8.1.2 Composición de la dieta

El contenido estomacal de *L. fraterdanieli* estuvo compuesto por 18 categorías taxonómicas, siendo Hymenoptera el orden de mayor abundancia con 30,2% seguido de Hemiptera y Coleoptera con 13,7% y 11,5% respectivamente. En *D. columbianus* el contenido estomacal estuvo representado por 10 categorías de presas a nivel de orden siendo Hemiptera el orden de mayor abundancia con 20,3% seguido de Isopoda con 16,2% y Araneae con 14,9% (Figura 12).

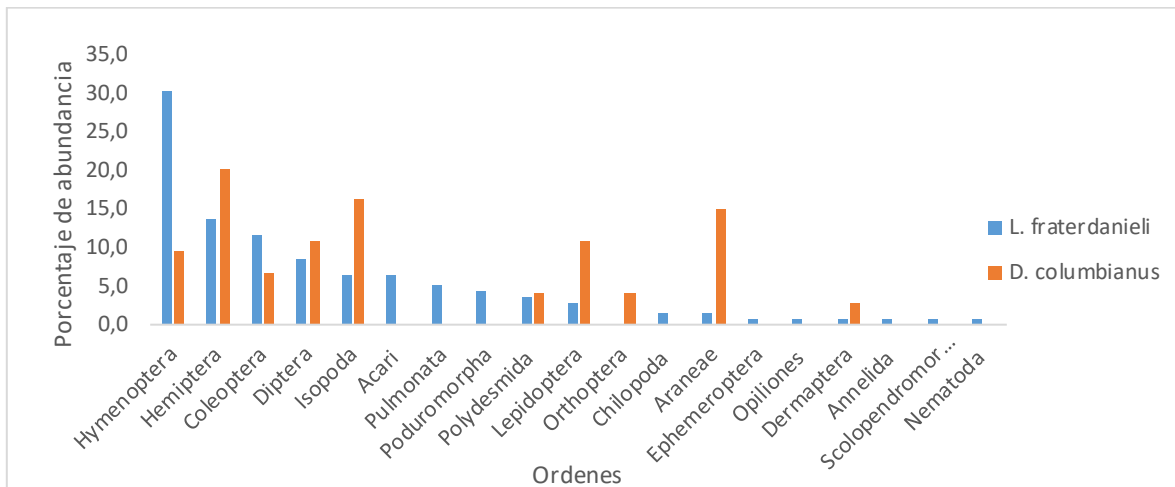


Figura 12. Abundancia de presas consumidas por *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*.

La curva rango-abundancia (Figura 13) indica un mayor número de presas consumidas por *L. fraterdanieli*, que presenta una dieta compuesta por 28 categorías a nivel de familia, siendo Formicidae la familia de mayor frecuencia con el 0,20% en la dieta de esta especie, seguida de la familia Armadillidae y Planorbidae, también se observaron 15 presas con 0,007% de abundancia, las cuales representan presas ocasionales dentro de su dieta, a diferencia de *D. columbianus* que tiene 23 categorías a nivel de familia en su dieta en comparación con la primera y en este caso la familia Armadillidae presenta mayor abundancia con 0,15% y 7 presas ocasionales con el 0.013%, además en la parte media de la gráfica se ubican las presas comunes para las dos especies.

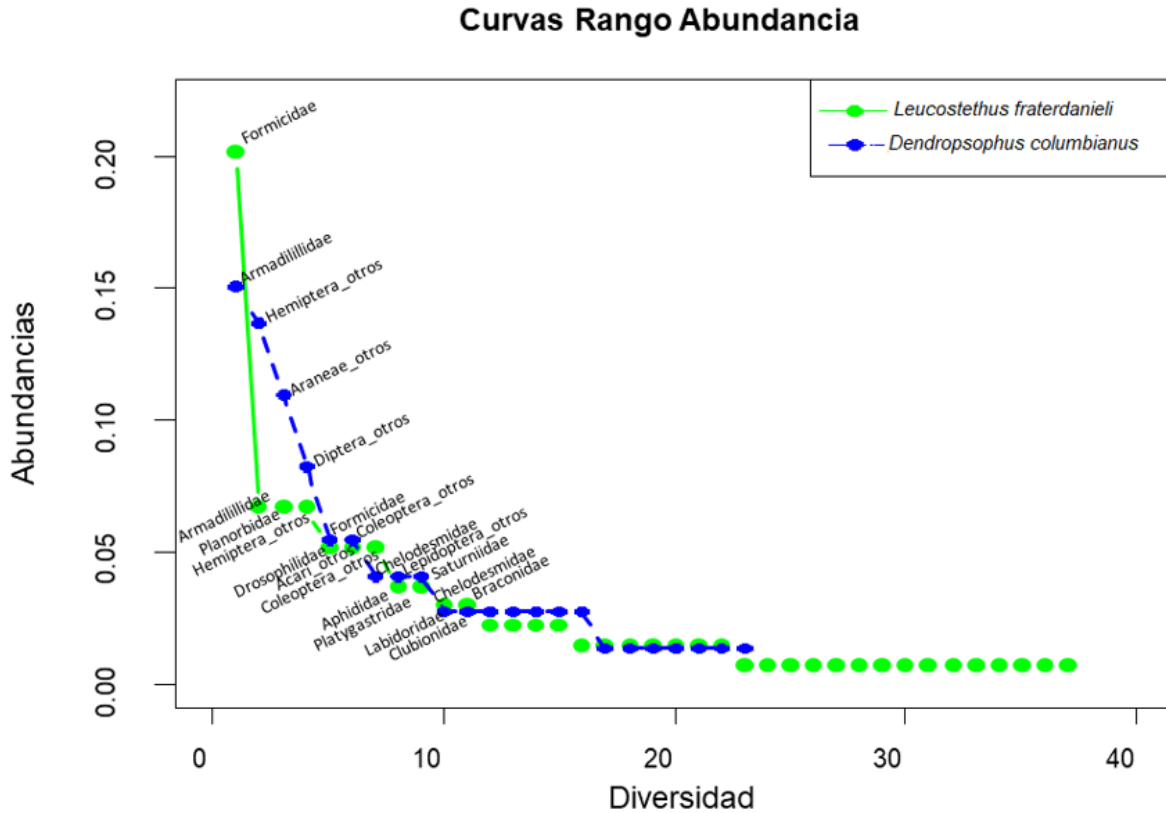


Figura 13. Gráfica de rango-abundancia para las presas consumidas por *Leucostethus fraterdanieli* y *D. columbianus*.

8.1.3 Índice de importancia relativa y porcentaje del volumen de las presas consumidas

A partir del índice de importancia relativa (IRI), las presas que más aportan en la dieta de la especie *D. columbianus* son: Isopoda (24,55%), larvas de Lepidoptera (22,18%), Hemiptera (19,33), Araneae (14,1%), Coleoptera (6,23%) y Diptera (5,12), estos grupos aportaron mayor número de presas consumidas y mayor frecuencia de aparición (Tabla 1), y En el caso de para *L. fraterdanieli* las presas que más aportan a la dieta son Hymenoptera (47,35%), Coleoptera (10,43%), Hemiptera (10,03%), Pulmonata (8,51%), Isopoda (6,74%) y Diptera (5,42%), debido a que son los órdenes que aportan mayor número de presas consumidas y mayor frecuencia de aparición (Tabla 1).

En cuanto, al porcentaje de ocurrencia para la dieta de *D. columbianus* los órdenes con más alto porcentaje fueron Hemiptera con el 18,82%, Araneae (17,37%) e

Isopoda (14,49%), en comparación con los otros órdenes y en el porcentaje volumétrico los órdenes con mayor porcentaje son Lepidoptera (larva) con 53,73% y Coleoptera con 17,76% (Tabla 1). En cambio, el porcentaje más alto de ocurrencia de las presas identificadas en la dieta de *L. fraterdanieli* fue Hymenoptera con 21,57% seguido de Hemiptera 15,7%, Coleoptera 13,72%, Diptera 9,80%, de igual manera estos órdenes aportaron el mayor porcentaje de individuos a la dieta de la especie (Tabla 1). El orden Coleoptera con 41,80% ocupa el porcentaje volumétrico más alto, así como Araneae con el 13,82%.

Tabla 1. Categoría taxonómica a la que pertenecen las presas consumidas por *L. fraterdanieli* y *D. columbianus*, porcentaje de ocurrencia (PO), porcentaje de individuos (PI), porcentaje del volumen (PV) y el índice de importancia relativa (IRI).

Categorías	<i>L. fraterdanieli</i>				<i>D. columbianus</i>			
	Po	Pi	Pv	%IRI	Po	Pi	Pv	%IRI
Diptera								
Drosophilidae	4,90	4,92	1,54	3,64	*	*	*	*
Phoridae	1,96	1,40	2,59	0,90	1,44	1,33	0,05	0,16
Indeterminado	1,96	1,40	2,03	0,77	5,79	8,0	0,34	3,93
Tipulidae	0,98	0,70	1,48	0,11	*	*	*	*
Muscidae	*	*	*	*	1,44	1,33	7,43	1,03
subtotal	9,80	8,42	7,64	5,42	8,67	10,66	7,82	5,12
Hymenoptera								
Formicidae	16,67	23,23	0,48	45,43	5,79	5,33	1,73	3,33
Braconidae	1,96	2,81	0,99	0,85	*	*	*	*
Scelionidae	0,98	0,70	0,47	0,13	*	*	*	*
Platygastridae	0,98	1,40	0,07	0,16	*	*	*	*
Apidae	0,98	0,70	6,22	0,78	1,44	1,33	0,98	0,27
indeterminado	*	*	*	*	*	*	*	*
subtotal	21,57	28,84	8,23	47,35	7,23	6,66	2,71	3,60
Lepidoptera (larva)								
Geometridae	*	*	*	*	2,89	2,66	2,1	1,12
Saturniidae	*	*	*	*	4,34	4	36,57	14,33
indeterminado	3,92	2,81	3,19	2,70	4,34	4,0	15,06	6,73
subtotal	3,92	2,81	3,19	2,70	11,57	10,66	53,73	22,18
Chilopoda								
indeterminado	1,96	1,40	0,58	0,44	*	*	*	*

Scolopendromorpha								
Scolopendridae	0,98	0,70	0,44	0,12	*	*	*	*
Opiliones								
indeterminado	0,98	0,70	0,90	0,18	*	*	*	*
Coleoptera								
Staphylinidae	0,98	0,70	2,04	0,31	*	*	*	*
indeterminado	7,84	5,63	0,04	5,11	5,79	5,33	4,18	4,48
Curculionidae	0,98	0,70	6,01	0,75	*	*	*	*
Nitidulidae	0,98	1,40	15,49	1,90	*	*	*	*
Noteridae	0,98	1,40	0,18	0,18	*	*	*	*
Chrysomelidae	0,98	0,70	0,59	0,14	*	*	*	*
Carabidae	0,98	0,70	17,45	2,04	1,44	1,33	13,58	1,75
subtotal	13,72	11,23	41,80	10,43	7,23	6,66	17,76	6,23
Hemiptera								
Hebiidae	0,98	0,70	0,19	0,10	*	*	*	*
Cicadellidae	1,96	1,40	1,17	0,58	*	*	*	*
Aphididae	2,94	3,52	0,79	1,45	*	*	*	*
indeterminado	8,82	7,04	0,32	7,47	14,49	14,66	0,06	17,34
Coreidae	0,98	0,70	3,15	0,43	*	*	*	*
Miridae	*	*	*	*	2,89	2,66	4,33	1,64
Anthocoridae	*	*	*	*	1,44	2,66	0,32	0,35
subtotal	15,7	13,36	5,62	10,03	18,82	19,98	4,71	19,33
Peduroomorpha								
indeterminado	1,96	2,11	0,02	0,48	*	*	*	*
Hypogastruroidea	1,96	2,11	0,11	0,50	*	*	*	*
subtotal	3,92	4,22	0,13	0,98	0	0	0	0
Acari								
Galumnidae	1,96	1,40	0,32	0,38	*	*	*	*
indeterminado	4,90	4,92	0,15	2,86	*	*	*	*
subtotal	6,86	6,32	0,47	3,24	0	0	0	0
Polydesmida								
Trichopolydesmidae	0,98	0,70	0,12	0,09	*	*	*	*
Chelodesmidae	1,96	2,81	0,21	0,68	4,34	4,00	0,82	1,70
subtotal	2,94	3,51	0,33	0,77	4,34	4,00	0,82	1,70
Dermaptera								
Labiduridae	0,98	0,70	0,39	0,12	2,89	2,66	1,78	1,04
Isopoda								
Armadillillidae	4,90	6,33	5,63	6,74	14,49	16,00	4,85	24,55
Pulmonata								
Planorbidae	6,86	7,74	3,04	8,51	*	*	*	*
Araneae								
Theridiidae	0,98	0,70	8,92	1,08	1,44	1,33	1,98	0,39
Clubionidae	*	*	*	*	2,89	2,66	0,19	0,67

Indeterminado	0,98	0,70	4,90	0,63	13,04	12	0,31	13,04
subtotal	1,96	1,40	13,82	1,71	17,37	15,99	2,48	14,1
Annelida								
Indeterminado	0,98	0,70	0,31	0,11	*	*	*	*
Nematoda								
Indeterminado	0,98	0,70	0,25	0,10	*	*	*	*
Ephemeroptera								
Helicopsychidae	0,98	0,7	7,05	0,87	*	*	*	*
Orthoptera								
Acrididae	*	*	*	*	1,44	1,33	0,3	0,19
Indeterminado	*	*	*	*	2,89	2,66	0,51	0,74
subtotal	0	0	0	0	4,33	3,99	0,81	0,93

8.1.4 Correlación de medidas morfométricas

El análisis de correlación, para *L. fraterdanieli* no mostró una relación significativa entre el largo de la mandíbula con el volumen de las presas consumidas (0,363), tampoco se observó correlación entre el ancho de la mandíbula y el volumen de las presas (0,382), de igual manera para *D. columbianus* no se presentó una correlación entre el largo de la mandíbula (0,286) y el ancho de la mandíbula (-0,020) con respecto al volumen de las presas consumidas (Tabla 2).

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Spearman para *L. fraterdanieli* y *D. columbianus*

	Longitud rostro cloaca	Longitud Mandíbula	Ancho Mandíbula
Coeficiente de correlación de Spearman en <i>L. fraterdanieli</i>	0,426	0,363	0,382
Coeficiente de correlación de Spearman en <i>D. columbianus</i>	-0,202	0,286	-0,020

En el análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) se observa que no existe una diferencia significativa entre el consumo de ítems alimenticios de las especies de estudio, de igual forma se corrobora que no existe una correlación

entre los caracteres morfológicos y el tamaño de las presas consumidas, apoyando el resultado obtenido con el coeficiente de correlación de Spearman. El valor de stress de 0,15 indica que el resultado del modelo presentado es una buena representación de las características evaluadas. De igual forma en la figura 14, se observa que la especie *L. fraterdanieli* presenta un área (línea verde) mayor en relación con la especie *D. columbianus* (línea roja), esto nos muestra que la especie *L. fraterdanieli* consume una mayor diversidad de ítems alimenticios.

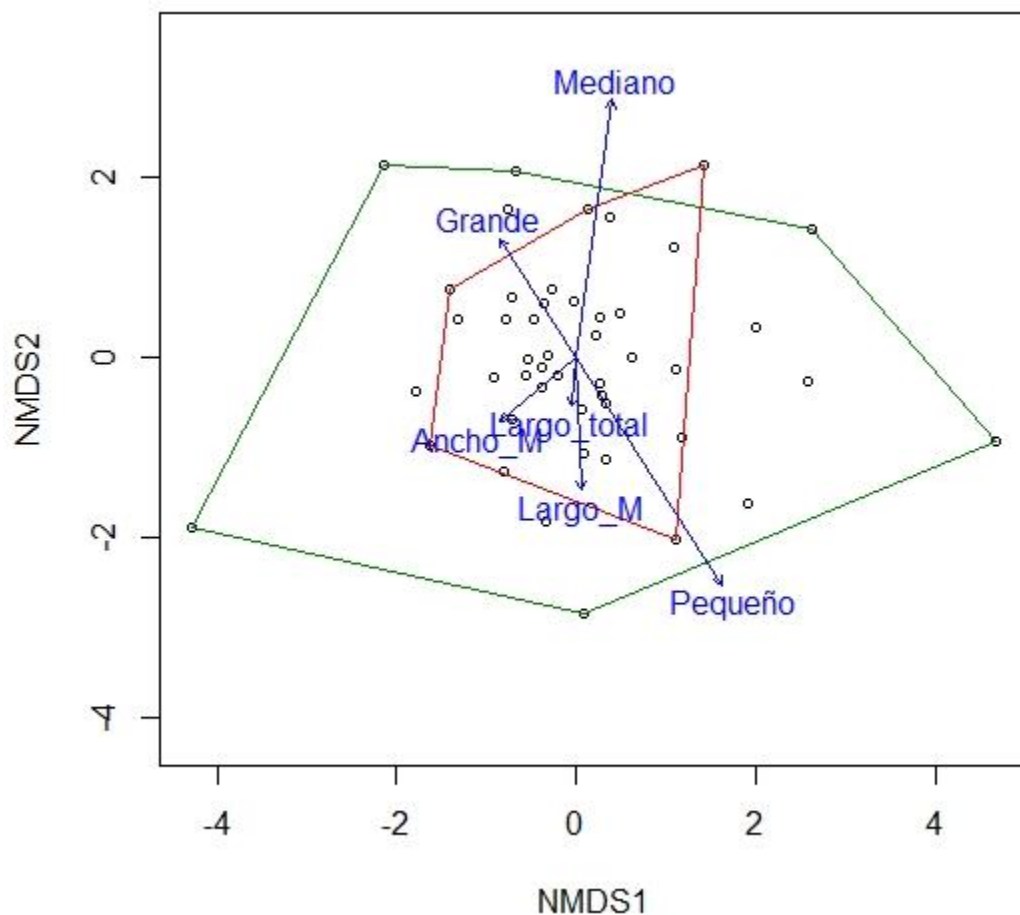


Figura 14. Análisis de Escalamiento Multidimensional No-Métrico (NMDS) para evaluar la relación entre las medidas morfométricas y el volumen de las presas consumidas por ambas especies.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las medidas morfométricas de *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*.

Especie	Carácter Morfológico	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Mediana	Varianza	Desviación estándar
			Límite inferior	Límite superior			
<i>L. fraterdanieli</i>	Longitud rostro-cloaca	19,85	18,98	20,71	20,23	14,21	3,77
	Longitud Mandíbula	6,96	6,73	7,19	6,82	0,98	0,99
	Ancho Mandíbula	6,09	5,82	6,36	5,87	1,37	1,17
<i>D. columbianus</i>	Longitud rostro-cloaca	24,32	23,52	25,12	23,70	8,41	2,90
	Longitud Mandíbula	7,82	7,37	8,27	7,77	2,71	1,64
	Ancho Mandíbula	7,38	7,01	7,75	7,15	1,79	1,33

8.2 Amplitud de nicho trófico e índices de diversidad

La amplitud de nicho para *L. fraterdanieli* fue de 0,85 y para *D. columbianus* fue de 0,87 lo que indica que ambas especies presentan dietas con una variedad de taxones, los índices Shannon y Margalef apoyan estos resultados. Esto también se observa en la figura 14 en el análisis de Análisis de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

Tabla 4. Índices de Shannon, Simpson y Margalef que muestran la diversidad encontrada en la dieta de las especies.

Índice	<i>L. fraterdanieli</i>	<i>D. columbianus</i>
Shannon	2,28	2,16
Simpson	0,85	0,87
Margalef	3,44	2,11

8.3 CONSERVACIÓN EX SITU

8.2.1 Manejo de ejemplares adultos

Las ranas se mantuvieron en cautiverio 2 años, en terrarios con temperatura de 21,6°C y humedad relativa de 86.2 %. Los individuos se alimentaron cada 3 días de la semana con insectos capturados alrededor de las áreas verdes del CIBUC, las ranas mantuvieron un peso constante de aproximadamente 2,0 gramos.

A nivel conductual, se observó que *L. fraterdanieli* prefiere el sustrato de hojarasca como refugio, la especie emplea pequeños troncos como protección, los individuos estuvieron activos entre las 10:00 y 14:00 horas ya que se les escuchó cantar durante este tiempo y a nivel reproductivo se registró dos eventos de deposición de huevos, sobre hojarasca, número promedio de huevos entre 15 a 17, de estos el 40% no sobrevivieron a pesar de que las condiciones ambientales fueron estables y se observó cuidado parental (Figura 15).



Figura 15. *Leucostethus fraterdanieli* A) rana refugiada en una hoja; B) Huevos puestos sobre la hojarasca. Fotografías: Esta Tania Liset Camayo; Karen Lizeth Castillo Chingal.

Respecto a *D. columbianus* a nivel conductual se observó mayor actividad, entre las 17:00 y 21:00 horas se registró una mayor intensidad de cantos, las ranas de mayor tamaño (hembras en su mayoría) mostraron un comportamiento más discreto y se resguardaban dentro de un tronco, los juveniles y los machos se ubicaban sobre ramas desde los cuales emitían cantos.

A nivel reproductivo *D. columbianus* registró cuatro eventos de reproducción exitosos, entre el 30 de octubre del 2019 al 26 de enero del 2021, de modo previo cada pareja activa reproductivamente se mantuvo en amplexo axilar durante 1 a 2 días, las disposiciones de huevos se realizaron en medio acuático, número promedio de huevos varió entre 90 a 110 (Figura 16).



Figura 16. Amplexus axilar de *Dendropsophus columbianus* con sus respectivos huevos. Fotografías: Tania Liset Camayo Camayo.

8.2.2 Conservación *ex situ* en renacuajos

Las condiciones en las que fueron mantenidos los embriones y los renacuajos fueron temperatura de 22,4°C y pH básico. En las puestas mencionadas anteriormente se observó que el 20% de los Oocitos no fueron fertilizados, esto se evidenció al observar que no hubo transformación del huevo y al contrario se tornaron de color oscuro mostrando características de descomposición.

El monitoreo de desarrollo de los renacuajos permitió diferenciar la etapa embrionaria, larvaria y de metamorfosis según lo reportado por Gosner (1960). En la etapa embrionaria se observó la fecundación del huevo, la división del cigoto hasta el estadio 9 y la formación del tubo neural entre el estadio 13-15; en la etapa larvaria se observó el desarrollo de las branquias y a partir del estadio 26 al 41 el crecimiento y desarrollo de las extremidades y finalmente en la metamorfosis la cola comenzó a atrofiarse y las extremidades superiores e inferiores se volvieron

funcionales (Figura 17 - 18). La etapa embrionaria duro 3 días para *D. columbianus* y 8 días para *L. fraterdanieli*, aproximadamente, y la etapa larval duro entre 122 días para ambas especies.

Por otra parte, los renacuajos colectados en campo se encontraban aproximadamente en el estadio 24 según la tabla de desarrollo metamórfico de Gosner (1960). Los especímenes de *D. columbianus* completaron la metamorfosis y llegaron a su etapa adulta, sin embargo, los renacuajos de *L. fraterdanieli* fueron empleados para el estudio denominado: Análisis de los efectos genotóxicos e histopatológicos inducidos por el mercurio en *Leucostethus fraterdanieli* (Anura: Dendrobatidae).



Figura 17. Estadios de desarrollo de *L. fraterdanieli*. **A-D)** etapa embrionaria; **E-G)** etapa larvaria y **H)** Metamorfosis. Fotografías: Karen Lizeth Castillo Chingal; Tania Liset Camayo Camayo.

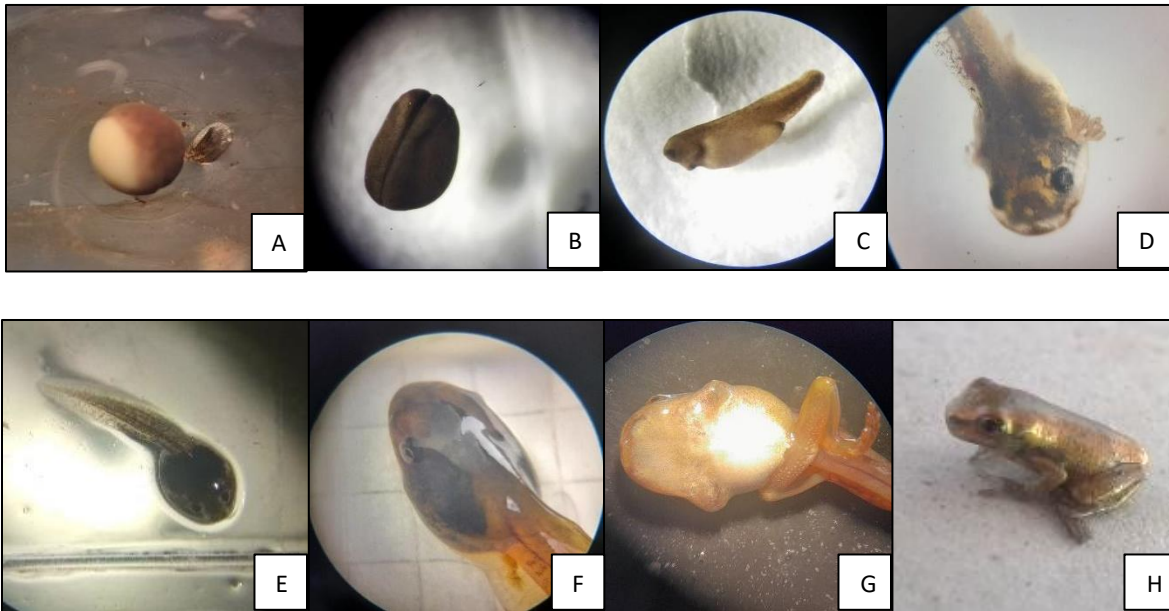


Figura 18. Estadios de desarrollo de *D. columbianus*. **A-D)** etapa embrionaria; **E-G)** etapa larvaria y **H)** metamorfosis completa, estadio 46. Fotografías: Karen Lizeth Castillo Chingal; Tania Liset Camayo Camayo.

En el desarrollo de los renacuajos no se observaron alteraciones morfológicas, sin embargo, durante el período de la cuarentena bajo la declaratoria de la pandemia por COVID-19, se registró una mortalidad del 30% debido a que se reemplazó el agua destilada por agua potable, en consecuencia, de la suspensión de las actividades de los laboratorios que proporcionaban este elemento, esto se restituyó al retomarse las actividades en el laboratorio.

Estadio	<i>Leucostethus fraterdanieli</i>			<i>Dendropsophus columbianus</i>		
	Longitud total	Ancho cuerpo	Largo cabeza	Longitud total	Ancho cuerpo	Largo cabeza
25	19,05	4,33	6,85	17,94	4,23	6,47
26	21,68	5,56	8,35	20,55	4,73	6,83
36	34,79	7,76	11,78	30,62	6,02	9,64
42	35,37	8,35	12,09	31,48	7,50	10,53
45	11,52	3,26	5,29	15,90	4,28	5,38
46	10,62	2,87	4,76	10,14	4,11	4,31

Tabla 5. Promedio de medidas (mm) de 10 renacuajos de *L. fraterdanieli* y *D. columbianus*.

9. DISCUSIÓN

Se analizó la composición de la dieta de dos especies de anuros simpátricos, *Leucostethus fraterdanieli* y *Dendropsophus columbianus*, se estableció una oferta de 29 órdenes en el área de estudio que corresponde a los recursos alimenticios que brinda el ecosistema, las ranas consumen 14 de estos órdenes que representan el 48,27% de los recursos evaluados y disponibles en el hábitat, los órdenes más abundantes en el hábitat fueron Hemiptera, Diptera, Hymenoptera y Coleoptera (Figura 10), la abundancia de estas categorías se vio reflejada en la dieta de ambas especies.

La dieta de *L. fraterdanieli* está conformada por 18 categorías taxonómicas, a nivel de orden Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera y Diptera fueron las presas con mayor frecuencia (Figura 12), reflejando que la especie presenta una dieta generalista en comparación con otros miembros de la familia Dendrobatidae, en los que también Hymenoptera es la categoría más frecuente (Parmelee, 1999; Cajade *et al.*, 2010; Landgref *et al.*, 2019), estos resultados se asemejan a los reportado por Moreno (2008) en el que evalúa la dieta de 8 especies de anuros entre ellas *L. fraterdanieli* en la cuenca del río la Vieja en el departamento del Quindío, en la cual registró siete categorías diferentes, con mayor frecuencia el orden Hymenoptera en comparación con las demás categorías.

Caldwell (1996) menciona que los dendrobátidos se alimentan principalmente de hormigas, esto en relación con su disponibilidad en el hábitat y porque son un recurso fácil para los depredadores por su disposición en colonias y movilidad lenta, sin embargo, poseen bajo contenido nutricional, al ser quitinosas y difíciles de digerir, por ello son consumidas en grandes cantidades (Menéndez, 2001; Domínguez & Rengifo, 2013; Posso *et al.*, 2017). El consumo de hormigas por algunas especies de Dendrobátidos ha sido relacionado con el secuestro y síntesis de alcaloides (Daly *et al.*, 1994; Caldwell, 1996; Rivas & Rengifo, 2019), aunque en el género *Leucostethus* las especies son crípticas y no tóxicas puesto que carecen de alcaloides lipofílicos de la piel (Santos *et al.*, 2003; Gil, 2005).

Por otra parte, el orden Hymenoptera a pesar de ser la presa más importante para *L. fraterdanieli* (47,35 %IRI) presentó bajos porcentajes volumétricos (16,98%), en este caso el orden Coleoptera (21,64%) representó el mayor volumen dentro de la dieta de esta especie, lo cual se relaciona a un mayor tamaño de los individuos en comparación con las hormigas (Menéndez, 2001) (Tabla 1).

La dieta de *D. columbianus* está compuesta por 10 categorías a nivel de orden, de las cuales Hemiptera, Isopoda, Araneae y Lepidoptera (larva) son las categorías más frecuentes (Figura 12), la composición difiere a la reportada por Méndez *et al.*, (2014) en su estudio de dieta y ecología trófica de *D. columbianus* y *L. fragilis* realizado en un área perturbada en el Municipio de Caloto, Cauca, donde Araneae, Hymenoptera y Hemiptera son las presas más frecuentes, las diferencias se pueden relacionar al tipo de hábitat, que en este caso corresponde a un bosque seco tropical influenciado por cultivos y ganadería. El autor no reporta la presencia de la familia Armadillidae dentro de la dieta como se registró en este estudio, que se destacó por presentar el mayor valor de IRI 24,55% (Tabla 1), esta familia se ha reportado como un ítem importante para algunas especies de anfibios de hábitos terrestres, como: *Odontophrynus americanus*, que consume grandes cantidades de isópodos (Cossovich *et al.*, 2011).

L. fraterdanieli y *D. columbianus* tienen dietas similares, compartiendo grupos taxonómicos a nivel de orden; como Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Araneae, Isopoda y Polydesmida, este último no están común encontrarlo, pero si existen registros para otros anuros como por ejemplo los realizados por García *et al.*, 2012 en la especie *Pristimantis jubatus* (Craugastoridae) en un estudio realizado en el parque Nación natural Munchique, donde Polydesmida presenta un 17,2 % de ocurrencia en toda la dieta de la especie.

A nivel de familia, las especies comparten ítems alimenticios, como: Formicidae, Chelodesmidae, Labidoridae, Armadillidae, Carabidae, Apidae y Theridiidae, pero en proporciones diferentes (Figura 13), que se podría atribuir a sus distintas estrategias de alimentación, considerando que *L. fraterdanieli* es una especie diurna, con distribución vertical baja que le permite forrajear en la hojarasca y

generalmente se caracteriza por ser un buscador activo (“*widely foraging*”), en este modo de forrajeo los organismos prefieren presas pequeñas y abundantes como ácaros y hormigas (Toft, 1981; Martínez & Pérez, 2011; Posso *et al.*, 2017), a diferencia de *D. columbianus* que es una especie nocturna, que alcanza una distribución vertical de 2,5 m y presentan una inclinación a la estrategia de sentarse y esperar (“*sit and wait*”), en la cual hay preferencia de presas grandes y solitarias, como: arañas, coleópteros, ortópteros y lepidópteros (Martínez & Pérez, 2011; Méndez *et al.*, 2014). Es decir que, el modo de forrajeo influye sobre el tipo y número de presas que la rana consume (Toft, 1981; Simon & Toft, 1991) por ello, pueden tener un aprovechamiento diferente de presas potenciales, de modo que la competencia por recursos se minimiza (Marcillo, 2019).

Se ha demostrado que además de la dieta, las diferencias en la estrategia de alimentación, la utilización diferencial del microhábitat y la estructura ambiental influyen en la distribución diferencial de recursos entre especies simpátricas (Pianka, 1973; Méndez *et al.*, 2014), por lo cual, estas especies no necesariamente se alimentan de los mismos elementos, como resultado pueden consumir presas de diferente clase y tamaño (Santos *et al.*, 2015; De Oliveira *et al.*, 2019). En la naturaleza, generalmente tiende a suceder una superposición parcial, en la que algunos recursos son compartidos y otros son utilizados únicamente por cada una de las especies, por ello las diferencias ecológicas o diferencias de nicho son necesarias para permitir la coexistencia entre especies (Pianka, 1974; Santos *et al.*, 2015), en este caso, las especies en estudio tienen dietas similares, pero también tienen presas únicas dentro de su dieta, *L. fraterdanieli* consume presas de las categorías, Chilopoda, Opiliones, Poduromorpha, Acari, Scolopendromorpha, Pulmonata y Diplopoda y *D. columbianus* se diferencia por el consumo de presas del orden Orthoptera.

La amplitud de nicho trófico en *D. columbianus* ($B=0,86$) y *L. fraterdanieli* ($B= 0,85$) en cuanto al recíproco de Simpson, muestra que las especies son generalistas para la población del Túnel, Cajibío, Cauca, es decir que la amplitud de nicho trófico es alta (Tabla 4), ambas especies tienden a ser menos selectivas de los recursos a su

disposición, alimentándose de una variedad de organismos reflejando la abundancia de presas en el área de estudio y un mayor rango de acción dentro de su nicho trófico (Marcillo, 2019). En su estudio, Méndez *et al.*, (2014), también consideraron a *D. Columbianus* como especie generalista al registrar 11 categorías a nivel de orden dentro de su dieta, en cuanto *L. fraterdanieli* difiere en comparación con otros dendrobátidos al ser generalista con una tendencia a un mayor consumo de formícidos (Gómez *et. al* 2013)

El análisis morfométrico de las presas consumidas para las especies *L. fraterdanieli* y *D. columbianus*, mostró que la correlación entre las medias y el volumen de las presas es débil (Figura 14; Tabla 3), varios estudios en otros anuros han reportado lo mismo, como: López *et al.*, (2005); Castro *et al.*, (2016); Rivas *et al.*, (2019) y García & Borrego, (2020), dado que en especies generalistas no es muy evidente la relación morfométrica y a pesar de la limitación del tamaño propio de las ranas, ellas consumen presas de diferentes tamaños. Aunque se ha reportado que la longitud y ancho de la mandíbula determinan el tamaño máximo de la presa, ya que los anuros consumen las presas enteras y por ello las medidas sobre talla de los predadores y sus presas son claves en el estudio de la ecología trófica (Pianka, 1974; Martínez & Pérez, 2011; Toledo *et al.*, 2020), se ha establecido que a medida que el individuo crece, el tamaño máximo de sus presas puede aumentar significativamente (Lima & Moreira, 1993; Parmelee, 1999; Cuevas & Martori, 2007; Luría, 2012), pero no es determinante, en estudios realizados por Santos *et al.*, (2015) y Luría *et al.*, (2019) muestran una relación positiva entre las medidas morfométricas y el volumen de las presas, pero para este trabajo no se registraron diferencias significativas, por ello, se puede deducir que el largo y ancho de la mandíbula no influye de manera determinante en el consumo de las presas, al menos en los volúmenes obtenidos en esta investigación (Figura 14), esto podría estar asociado posiblemente con la preferencia de las presas que consume cada especie.

El manejo *ex situ* de las dos especies permitió identificar la viabilidad de las poblaciones en cautiverio, existió una adaptabilidad con un nivel diferenciado, para

D. columbianus se pudo observar que los individuos en fase embrionaria, larvaria y juvenil completaron la metamorfosis de forma exitosa, además los individuos adultos lograron reproducirse en varias ocasiones evidenciado que las condiciones ambientales mantenidas fueron adecuadas para la especie, teniendo en cuenta esto, *D. columbianus* se considera como biomodelo regional, además porque de las dos especies evaluadas *D. columbianus* es de fácil mantenimiento y deposita un gran número de embriones, lo cual permite su seguimiento en el desarrollo embrionario, así como se ha evidenciado en *Dendropsophus labialis* (Sarria, 2010) y en *Xenopus laevis*, la cual es una especie fácil de manipular y producirla en grandes cantidades (Islas, 2017).

Por el contrario, los individuos de *L. fraterdanieli* presentaron mayores dificultades en el manejo en cautiverio respecto a los eventos reproductivos, en los que se registró mortalidad en la fase embrionaria y en los individuos juveniles, además su actividad reproductiva fue baja, lo que puede estar relacionado por la tensión generada en el entorno de cautiverio (Rojas *et al.*, 2021) puesto que los dendrobátidos se consideran organismos territoriales, definen los sitios para actividades como la vocalización, oviposición, cuidado parental y desarrollo larval (Marcillo, 2019), la territorialidad incrementa en épocas reproductivas por lo cual se pudo generar competencia entre machos dentro de los acuarios. Además, se observó la presencia de hembras grávidas, es decir, que son hembras que han ovulado, pero no han ovipositado. Los ovocitos pueden estar en la cavidad abdominal (libres) o dentro del oviducto (Ortegón, 2014; Gil, 2005).

Los renacuajos en cautiverio de *L. fraterdanieli* y *D. columbianus* se desarrollaron de manera adecuada y se observó que aproximadamente entre las etapas 25-38, según la tabla de desarrollo de Gosner (1960), los individuos presentaron un mayor consumo del alimento, que podría estar relacionado con el requerimiento energético que requieren para su desarrollo. Los individuos completaron su desarrollo aproximadamente a los 122 días en ambas especies, para el caso de *L. fraterdanieli* se observó que finalizando la metamorfosis los individuos tenían un tamaño de 10,62 mm en promedio, la velocidad de desarrollo se asemeja a lo descrito por Del

Pino *et al.*, 2004 en *Colostethus machalilla* y para la especie *D. columbianus* al finalizar la metamorfosis los individuos presentaban un tamaño de aproximadamente 16,2 mm, lo que se asemeja a lo reportado por Blandón, (2006), quien estudio aspectos del desarrollo larval de *D. columbianus*.

En cautiverio, las condiciones se restringen a la disponibilidad de los cuidadores, un buen indicador de la aceptación y funcionalidad es la condición corporal de los individuos (De la Ossa *et al.*, 2018), para nuestro estudio se obtuvieron buenos resultados ya que los individuos crecieron y se desarrollaron con éxito bajo las condiciones suministradas en cautiverio, especialmente para los individuos de *D. columbianus*. El desarrollo de los protocolos de cuidado en cautiverio permitió mantener una población de anfibios conformada por renacuajos, juveniles y adultos de *D. columbianus* y solo adultos para *L. fraterdanieli*.

10. CONCLUSIONES

- *L. fraterdanieli* y *D. columbianus* son especies generalistas, su dieta está compuesta principalmente por artrópodos comunes del área de estudio, con mayor preferencia de los órdenes: Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Isopoda, Araneae y Lepidoptera (larva), reflejando la compleja red trófica que los anfibios pueden mantener dentro de los ecosistemas. Por otra parte, la relación de las medidas morfológicas y el volumen de las presas consumidas por ambas especies no fue significativa, por lo cual, el largo y ancho de la mandíbula no influye de manera determinante en el consumo de las presas, al menos en los resultados obtenidos en esta investigación.
- A partir del análisis del contenido estomacal se puede establecer que las especies comparten ítems alimenticios pero que pueden coexistir en el mismo hábitat, debido a que existe una segregación temporal y espacial entre las especies, lo que les permite compartir recursos sin que exista competencia.
- El manejo *ex situ* de *L. fraterdanieli* y *D. columbianus* demostró que es posible el mantenimiento y reproducción de las especies, sin embargo *L. fraterdanieli* presentó pocas puestas en comparación con *D. columbianus* que tuvo mayor éxito reproductivo con alta viabilidad de huevos y renacuajos, por ello esta especie se propone como biomodelo por su alta adaptabilidad en cautiverio.

11. RECOMENDACIONES

Para la identificación taxonómica se sugiere utilizar métodos innovadores como la metagenómica, para obtener información más detallada de las presas consumidas por las especies.

Para el entorno de cautiverio de los individuos en etapa larval, se recomienda implementar diferentes alternativas de alimentación, ya que el tamaño de los individuos en cautiverio es menor en comparación con los individuos en el medio natural.

Realizar más estudios de dieta para ambas especies en diferentes zonas de distribución natural del departamento del Cauca, para conocer si existen diferencias significativas de las presas consumidas dependiendo del sitio de muestreo.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2019). *Lista y mapas de distribución Anfibios Colombia - Lista de Los Anfibios de Colombia*. Consultado en: <https://www.batrachia.com/>
- Aguilar, M., & Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a Procesos de Restauración Ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (23rd ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Álvarez, D., & Nicieza, A. (2002). Effects of temperature and food quality on anuran larval growth and metamorphosis. *Functional Ecology*, 16, 640–648.
- Álvarez, R., Oscoz, J., & Larraz, M. (2012). *Guía de campo Moluscos Acuáticos de la Cuenca del Ebro* (1 Edición).
- Alveal, N., Díaz, P., Henríquez, A., & Vergara, O. (2015). *Aspectos dietarios de Alsodes coppingeri Günther, 1881 (Anura : Alsodidae) en Chile*. 79(1), 5–10.
- Anderson, A., Haukos, D., & Anderson, J. (1999). Diet Composition of Three Anurans from the Playa Wetlands of Northwest Texas Reviewed. *Jstor*, 2, 515–520.
- Anderson, M., & Mathis, A. (1999). Diets of two sympatric neotropical salamanders, *Bolitoglossa mexicana* and *B. rufescens*, with notes on reproduction for *B. rufescens*. *Journal of Herpetology*, 33(4), 601–607. <https://doi.org/10.2307/1565576>
- Angulo, A. (2002). Anfibios y paradojas: Perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, 1.
- Anyelet V, Angela M. Cortés-Gómez & César Augusto Ruiz- Agudelo (2013) Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 9:3,257-272, DOI: 10.1080/21513732.2013.821168
- Arroyo, S., Serrano, V., & Ramírez, M. (2008). Diet, microhabitat and time of activity

in a *Pristimantis* (*Anura* , *Strabomantidae*) assemblage. *Phyllomedusa*, 7(December), 109–119.

Astwood, J., Álvarez, N., Parra, M., Rojas, J., & Nieto, M. (2016). Contenidos estomacales de especies de anuros en reservas naturales del municipio de Villavicencio, Meta, Colombia. *Caldasia*, 38(1), 165–181. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57836>

Barragán, J., Hernández, B., Velarde, M., Pérez, O., Navarrete, J., & Pineda, E. (2021). Feeding habits of *Lithobates megapoda* (*Anura* : *Ranidae*), a threatened leopard frog used for human consumption , in Lake Chapala, Mexico. *Phyllomedusa*, 20(March 2020), 75–88.

Beltrán, N., Martínez, R., & Perales, J. (2016). Guía de anfibios de los parques nacionales españoles. In *España*. https://www.miteco.gob.es/en/red-parques-nacionales/red-seguimiento/pima-adapta/guia_anfibios_imprenta_baja_tcm38-61881.pdf

Blandon, 2006.pdf. (n.d.).universidad de Caldas

Blanco Torres, A. 2009. Repartición de Microhábitats y Recursos Tróficos Entre Especies de *Bufo* y *Leiuperidae* (*Amphibia*: *Anura*) en Áreas con Bosque Seco Tropical de la Región Caribe-Colombia. Tesis presentada para optar el título de Maestría en Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 113pp.

Caldwell, J. (1996). The evolution of myrmecophagy and its correlates in poison frogs (Family *Dendrobatidae*). *Journal of Zoology*, 240(1), 75–101. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1996.tb05487.x>

Cajade, R., Schaefer, E., Duré, M., & Kehr, A. (2010). Trophic and microhabitat niche overlap in two sympatric dendrobatids from La Selva , Costa Rica. *Cuadernos de Herpetología*, 24(2), 81–92.

Castillo, A. (2012). Ecología trófica de dos especies de ranas de desarrollo directo del género *Oreobates* de las Yungas del noroeste de Argentina . Universidad

de Buenos Aires.

Castro, I., Rebouças, R., & Solé, M. (2016). Diet of *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948) (Anura: Hylidae) from a cocoa plantation in southern Bahia, Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 12(1), 159–165.

Consorcio GTZ/FUNDECO/EI. (2001). *Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino*. 1–63. https://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2014/01/Exsitu_TrópicoAndino.pdf

Cooper, N., Bielby, J., Thomas, G. H., & Purvis, A. (2008). Macroecology and extinction risk correlates of frogs. *Global Ecology and Biogeography*, 17(2), 211–221. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00355.x>

Collins, J. (2010). Amphibian decline and extinction: What we know and what we need to learn. *Diseases of Aquatic Organisms*, 92, 93–99. <https://doi.org/10.3354/dao02307>

Cossovich, S., Aun, L., & Martori, R. (2011). Análisis trófico de la herpetofauna de la localidad de Alto Alegre (Depto. Unión, Córdoba, Argentina). *Cuadernos de Herpetología*, 25(1), 11–19. <https://doi.org/10.31017/840>

Cortés, A., Ruiz, C., Valencia, A., & Ladle, R. (2015). *Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review*. 20(2), 229–245. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-2.efna>

Cortés, A., Castro, F., & Urbina, N. (2013). *Small changes in vegetation structure create great changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest*. 6(6), 749–769. <https://doi.org/10.1177/194008291300600604>

Cortés, R., & Gómez, A. (2015). ¿De la especulación a la Endogeneidad Del crecimiento?: anotaciones críticas sobre economía aurífera y Desarrollo regional en el Departamento Del cauca. *Investigación & Desarrollo*, 23(2), 278–311. <https://doi.org/10.14482/indes.23.2.7169>

- Costa, E., Barbosa, R., Marques, M., & Srbek, A. (2020). Diet of *Crossodactylus timbuhy* (Anura: Hylodidae) in the Reserva Biológica Augusto Ruschi, state of Espírito Santo, Brazil. *Biota Neotropica*, 20(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0943>
- Cuevas, M., & Martori, R. (2007). Diversidad trófica de dos especies sintópicas del género *Leptodactylus* (Anura: Leptodactylidae) del sudeste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 21(1), 7–19.
- Daly, J., Gusovsky, F., Myers, C., Yotsu, M., & Yasumoto, T. (1994). First occurrence of tetrodotoxin in a dendrobatid frog (*Colostethus inguinalis*), with further reports for the bufonid genus *Atelopus*. *Toxicon*, 32(3), 279–285. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(94\)90081-7](https://doi.org/10.1016/0041-0101(94)90081-7)
- Darst, C., Menéndez, P., Coloma, L., & Cannatella, D. (2005). Evolution of Dietary Specialization and Chemical Defense in Poison Frogs (Dendrobatidae): A Comparative Analysis. *The American Naturalist*, 165(1), 56. <https://doi.org/10.2307/3473197>
- Del Pino, E., Ávila, M., Pérez, O., Benítez, M., Alarcón I., Noboa, V., & Moya, I. 2004. Development of the dendrobatid frog *Colostethus machalilla*. *The International Journal of Developmental Biology*, 48: 663–670.
- Del Pino, E., Venegas, M., Romero, A., Montenegro, P., Sáenz, N., Moya, I., Alarcón, I., Sudou, N., Yamamoto, S., & Taira, M. 2007. A comparative analysis of frog early development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 11882–11888.
- De La Ossa, J., De la Ossa-Lacayo, A., & Montes, D. (2018). Ex situ dietary behavior of *Dendrobates truncatus* (Cope 1861) (Anura: Dendrobatidae). *Indian Journal of Science and Technology*, 11(21), 1–6. <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i21/123193>
- De Oliveira, R., Schilling, A., & Solé, M. (2019). Trophic ecology of two *Pithecopus* species (Anura: Phyllomedusidae) living in syntopy in southern Bahia, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*.

<https://doi.org/10.1080/01650521.2018.1485313>

Deichmann JL, Mulcahy DG, Vanthomme H, Tobi E, Wynn AH, Zimkus BM, et al. (2017) How many species and under what names? Using DNA barcoding and GenBank data for west Central African amphibian conservation. *PLoS ONE* 12(11): e0187283. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187283>

Dugo, A. (2020). Patrones de diversificación en anfibios neotropicales. Universidad de Sevilla, Sevilla.

Duellman, W. & Trueb, L. 1986. *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill Book Company, USA. 670 p.

Díaz, F. (2014). Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 16(6), 947–957. <https://doi.org/10.15446/rsap.v16n6.45406>

Dodd, C. (1994). The effects of drought on population structure, activity, and orientation of toads (*Bufo quercicus* and *B. terrestris*) at a temporary pond. *Ethology Ecology & Evolution*, March 2015, 37–41. <https://doi.org/10.1080/08927014.1994.9522985>

Domínguez, F., & Rengifo, J. (2013). Dieta De *Phyllobates Aurotaenia* Y *Oophaga Histriónica* (Anura: Dendrobatidae) En El Municipio Del Alto Baudó, Chocó, Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, 29(2), 255–268. <https://doi.org/10.21829/azm.2013.2921104>

Ecuador. (2017). *Anfibios considerados extintos se reproducen en Ecuador | El PNUD en Ecuador*. <https://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/presscenter/articles/2017/06/28/anfibios-considerados-extintos-se-reproducen-en-ecuador.html>

Escárraga A., & Camacho, J. (2019). Composición de anuro-fauna asociada a la cuenca baja del río Bojabá (Cubará-Boyacá, Saravena-Arauca). *Orinoquia*, 23(2), 97–108. <https://doi.org/10.22579/20112629.573>

Espinoza, R. E.; J. J. Wiens & R. C. Tracy. 2004. Recurrent evolution of herbivory in

small, cold- climate lizards: Breaking the ecophysiological rules of reptilian herbivory. *PNAS*, 101 (48): 16819-16824.

Fernández, R., Guerrero, R., & Delsinne, T. (2019). *Hormigas de Colombia* (Primera ed, Issue April). <https://doi.org/10.21676/9789587837650>

Fonseca, K., Molina, C., & Tárano, Z. (2017). Diet of *Dendropsophus microcephalus* and *Scarthyla vigilans* (Anura: Hylidae) at a locality in north-western Venezuela with notes on microhabitat occupation. *Papeis Avulsos de Zoologia*, 57(7), 93–104. <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.07>

Fundación Otonga. (2013, December). *Resumen Ejecutivo Arca sapos 2013 by Centro Jambatu Fundación Otonga - issuu*. Plan Estratégico Para La Conservación de Anfibios Ecuatorianos En Riesgo de Extinción . https://issuu.com/centrojambatu/docs/resumenejecutivoarcasapos_centro_ja

Galeano, S., Urbina, J., Gutierrez, P., Rivera, C., & Páez, V. (2006). *Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento*. En: Informe Nacional Sobre El Avance En El Conocimiento y La Información de La Biodiversidad 1998-2004 (Chávez, M.e & Santamaría M, Eds). Instituto de Incestigaciones Biológicas Alexander von Humboldt, Bogota . https://www.researchgate.net/publication/202248434_Los_anfibios_de_Colombia_diversidad_y_estado_del_conocimiento

Gambale, P., Da Silva, M., Oda, F., & Bastos, R. (2020). Diet and Trophic Niche of Two Sympatric *Physalaemus* Species in Central Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 17(1), 63–70. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-17-00100.1>

García, L., & Borrego, C. (2020). Diet of *Eleutherodactylus atkinsi* (Anura: Eleutherodactylidae) in western Cuba. *Poeyana, Revista Cubana De Zoología*.

García, J., Lucas, L., Cárdenas, H., & Posso, C. (2012). Feeding Ecology of the Endemic Rain Frog *Pristimantis jubatus* (Craugastoridae) in Munchique National Park, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 17(2), 409–418.

- Gil, O. (2005). *Hábitos fosoriales en machos de Dendrobates virolinensis (Anura: Dendrobatidae): Implicaciones ecológicas y comportamentales de la selección de hábitat*, Pontificia Universidad Javeriana.
- Gómez, D., Ríos, C., Vanegas, J., Velasco, J., & González, J. (2017). Estado y prioridades de conservación de los anfibios del departamento del Quindío, Colombia. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 15, 207–223. <https://doi.org/10.32800/amz.2017.15.0207>
- Gómez, D., Castaño S., Fierro, L., Armbrech T., & Asencio, S. Helberg . (2013). A análisis trófico de andinobates minutus (anura: dendrobatidae) en un bosque húmedo tropical de la isla la palma, colombia. *Caldasia*, 35(2), 325-332. Retrieved October 20, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322013000200009&lng=en&tlng=es.
- Gómez, I., Pyron, R., & Wiens, J. (2012). Phylogenetic analyses reveal unexpected patterns in the evolution of reproductive modes in frogs. *Evolution*, 3687–3700. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2012.01715.x>
- González, J., Viquez, L., Belant, J., & Ceballos, G. (2015). *Effectiveness of Protected Areas for Representing Species and Populations of Terrestrial Mammals in Costa Rica*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124480>
- Gosner, K. (1960). A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae with Notes on Identification. *Herpetologica*, 16(3), 183–190.
- Grant, T., & Castro, F. (1998). The Cloud Forest Colostethus (Anura, Dendrobatidae) of a Region of the Cordillera Occidental of Colombia. *Journal of Herpetology*, 32, 378–392.
- Guerrero, J., Coral, E., Rivas, M., Meneses, A., & Ayerbe, S. (2007). Catálogo de los anfibios de la Colección de Referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. *Taller Editorial Universidad Del Cauca, Popayán*, 36.
- Guevara, S., Benitez, E., & Londoño, C. (2017). *Colostethus fraterdanieli (Silverstine*

1971) *Rana silvadora*. 3(2), 14–19.

Guzmán, M. (2021). Ecología trófica de un ensamble de largatijas en un bosque tropical caducifolio al noroeste de Oaxaca. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla- Escuela de Biología*.

Henao, L., Triana Velásquez, T., Galindo Martínez, C., & Bernal Bautista, M. (2021). Toxicity of three organophosphate insecticides in anuran embryos at different temperatures. *Acta Biologica Colombiana*, 26(1), 5–11. <https://doi.org/10.15446/abc.v26n1.78618>

Hernández, O., Castro, F., & Paez, M. (2013). Bioacumulación de mercurio en larvas de anuros en la zona afectada por la minería de oro en el río dagua, buenaventura, valle del cauca, Colombia. *Acta Biol. Colomb*, 18(2), 341–348.

Hooper, D., Chapin, F., Ewel, J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., & Symstad, A. J. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75, 3–35.

Hocking DJ, Babbitt KJ (2014) Contribuciones de los anfibios a los servicios ecosistémicos. *Conservación Herpetológica y Biología*.

Hughes, R. (1993). *Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour*. Blackwell Scientific Publications.

Isaacs, P., & Urbina, J. (2011). Anthropogenic Disturbance and Edge Effects on Anuran Assemblages Inhabiting Cloud Forest Fragments in Colombia. *Natureza & Conservação*, 9(June), 1–8. <https://doi.org/10.4322/natcon.00901001>

Islas, H. (2017). *Xenopus*: bioindicador modelo en pruebas de laboratorio.

IUCN. (2022a). *Dendropsophus columbianus (Boettger's Colombian Treefrog)*. <https://www.iucnredlist.org/species/55454/85899687>

- IUCN. (2022b). *Leucostethus fraterdanieli* (rana cohete de Santa Rita). <https://www.iucnredlist.org/species/55083/85893631>
- Lavilla, E. (2005). Amenaza, Declinaciones Poblacionales y Extinciones de Anfibios Argentinos. Cuadernos de Herpetología, 15(1): 59-82pps
- Lascuráin, M., List, R., Barraza, L., Diaz, E., Gual, F., Maunder, M., Dorantes, J., & Luna, V. (2009). Conservación de especies ex situ. *CONABIO, México, II: Estado*, 517–544.
- Lasmar, C., Queiroz, A., Rabello, A., Feitosa, R., Canedo, E., Schmidt, F., Cuissi, R., & Ribas, C. (2017). Testing the effect of pitfall-trap installation on ant sampling. *Insectes Sociaux*, 0(0), 0. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0558-7>
- Landgraf, P., Oda, F., Mise, F., Rodrigues, D., & Uetanabaro, M. (2019). Diet composition of *Ameerega picta* (Tschudi , 1838) from the Serra da Bodoquena region in central Brazil , with a summary of dietary studies on species of the genus *Ameerega* (Anura : Dendrobatidae). *Bonn Zoological Bulletin*, 68(1), 93–96.
- Leivas, P., Mayer, T., Leivas, F., & Fávoro, L. (2018). Trophic niche of *Dendropsophus minutus* (Anura : Hylidae) in southern Brazil. *Phyllomedusa*, 17(February), 267–272.
- Lima, A., & Moreira, G. (1993). Effects of Prey Size and Foraging Mode on the Ontogenetic Change in Feeding Niche of *Colostethus stepheni* (Anura : Dendrobatidae). *Oecologia*, 95(1), 93–102.
- López, J. (2009). Ecología trófica de anuros en ambientes ribereños de la provincia de Santa Fe (Argentina) y su relación con alteraciones ambientales. *Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Naturales y Museo*.
- López, M. (2015). *Actividad minera en el Choco Biogeografico y su impacto en anfibios*. 3(1), 1–15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.06.056> <https://academic.oup.com/bioin>

formatics/article-abstract/34/13/2201/4852827%0Ainternal
pdf://semisupervised-
3254828305/semisupervised.ppt%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.00
5%0Ahttp://dx.doi.org/10.10

Luría, R. (2012). *Ecología trófica del ensamblaje de anuros riparios de San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra de Puebla, México.*

Luría, R., Oropeza, M., Aguilar, J., Díaz, J., & Pineda, E. (2019). Dieta de la rana de hojarasca *Craugastor rhodopis* (Anura: Craugastoridae): una especie abundante en la región montañosa del este de México. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 196–205. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i1.33135>

Maldonado, J., & Aquino, A. (2016). *Experimentación con biomodelos animales en ciencias de la salud (Experiments biomodels animals in health sciences)*.

Maneyro, R. (2000). *Análisis del nicho trófico de tres especies de anfibios en un grupo de cuerpos de agua lénticos*. Universidad de la República Montevideo.

Marcillo, K. (2019). Solapamiento ecológico de dos especies simpátricas de ranas en el Bosque Protector Jauneche (Los Ríos - Ecuador) Solapamiento ecológico de dos especies simpátricas de ranas en el Bosque Protector Jauneche (Los Ríos - Ecuador). *Universidad de Guayaquil*, 1–59. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39686>

Martínez, M., & Pérez, M. (2011). Composición de la dieta de *Craugastor lineatus* (Anura: Craugastoridae) de Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 27(2), 215–230. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.272749>

Méndez, G. (2020). Variación temporal de la dieta de *Lithobates spectabilis* y *Lithobates zweifeli* en un matorral rosetófilo del Estado de Puebla. *Benemérita Universidad Autónoma De Puebla*, 53.

Méndez, J., Ospina, J., & Wilmar, B. (2014). Diet and trophic ecology of *Leptodactylus fragilis* (Leptodactylidae) and *Dendropsophus columbianus* (Anura: Hylidae) in a disturbed area in southwestern Colombia. *Herpetology*

Notes, 7(January 2016), 299–305.

Menéndez, P. (2001). Ecología trófica de la comunidad de anuros del Parque Nacional Yasuní en la Amazonía Ecuatoriana. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*, 173.

Moore, R., & Church, D. (2008). Implementing the Amphibian Conservation Action Plan. *International Zoo Yearbook*, 42(1), 15–23. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.2007.00041.x>

Moreno, S. (2008). Platicidad ontogénica en la dieta de los anuros (Amphibia) colectados en la Cuenca del río La Vieja en el departamento del Quindío. *Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias*.

Moser, C., Avila, F., Oliveira, M., & Tozetti, A. (2017). Diet composition and trophic niche overlap between two sympatric species of *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae) in a subtemperate forest of southern Brazil. *Herpetology Notes*, 10(January), 9–15.

Muñoz, E., & Palacio, J. (2010). Efectos del Cloruro de Mercurio (HgCl₂) sobre la sobrevivencia y crecimiento de renacuajos de *Dendrosophus Bogerti*. *Actualidades Biológicas*, 32(93), 189–197. <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/actbio/article/view/13814>

Muñoz A, Velásquez Á, Guarnizo CE, Crawford A. (2015). Of peaks and valleys: Testing the roles of orogeny and habitat heterogeneity in driving allopatry in mid-elevation frogs (Aromobatidae: Rheobates) of the northern Andes. *r*;42(1):193-205. <https://doi.org/10.1111/jbi.12409>

Murphy, J., & Roberts, M. (2015). Spider families of the world and their spinnerets. *British Arachnological Society*.

Novo, D., Difranco, M., & Vergara, J. (2003). Comparison between the Predictions of Diffusion-Reaction Models and Localized Ca²⁺ Transients in Amphibian Skeletal Muscle Fibers. *Biophysical Journal*, 85(2), 1080–1097.

[https://doi.org/10.1016/S0006-3495\(03\)74546-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3495(03)74546-9)

- Ostos, O., & Ayala, J. (2011). *Establecimiento de un protocolo de reproducción ex-situ de Dendropsophus labialis como estrategia de manejo para su uso y conservación*. https://issuu.com/emyriiquero/docs/t13.11_o7e/1
- Ortegón, Y. (2014). *Madurez y dimorfismo sexual de la ranita cohete Colostethus aff fraterdanieli (Anura: Dendrobatidae) en una población al este de la cordillera central de Colombia*.
- Paéz, V., Daza, J., Gutierrez, P., & Bock, B. (2014). Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia. *Asociación Colombiana de Herpetología*, 40–46.
- Palacio, J., Muñoz, E., Gallo, S., & Rivera, M. (2006). Anfibios y reptiles del Valle de Aburrá. In *Editorial Zuluaga Ltda.*, <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=BAC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=055331>
- Parmelee, J. (1999). Trophic Ecology of a Tropical Anuran Assemblage. *Scientific Papers, Natural History Museum, University of Kansas*, 51(2), 64–68. <https://doi.org/10.12816/0019153>
- Pérez, M., Rojo, C., & Encinas, M. (2009). Modelos animales en anfibios. *Revista Computense de Ciencias Veterinarias*, 3(2), 315–323.
- Pianka, E. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 20. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000413>
- Pianka, E. (1974). Niche Overlap and Diffuse Competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71(5), 2141–2145.
- Posso, C., Blanco, A., & Gutiérrez, L. (2017). Microhabitat use, daily activity and diet of *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861) (Anura: Dendrobatidae) in tropical dry forest in Northern Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, 33(3)(December), 490–502.

- Quintero, A., Velasco, J., & Osorio, D. (2006). Aspectos reproductivos y desarrollo larval de *Dendropsophus columbianus* (Anura : Hylidae) en una localidad en el Valle del Cauca. *Universidad Del Valle, December*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31950.77121>
- Quinzio, S., Goldberg, J., Cruz, J., Pereyra, M., & Fabrezi, M. (2015). La morfología de los Anuros: pasado, presente y futuro de nuestras investigaciones. *Cuadernos de Herpetología*, 29(1), 51–67. <https://doi.org/10.31017/4926>
- Rafael, J., Melo, G., Casari, S., & Constantino, R. (2012). *Insetos de Brasil, Diversidade e Taxonomia*.
- Ramírez, P., Barrera, G., Gúzman, X., & Barrera, H. (2018). *Ecotoxicología* (Primera Ed).
- Ramírez, P., & Mendoza, A. (2008). *Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo* (P. Edición (ed.)).
- Rice, K., Mazzotti, F., Waddle, J., & Conill, M. (2006). Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de Ecosistemas. *Edis*, 7, 1–5. <https://doi.org/10.32473/edis-uw236-2006>
- Rivas, L., Garcia, J., & Rengifo, J. (2019). Composición dietaria de dos especies del género *Andinobates* (Anura : Dendrobatidae) en el bosque pluvial tropical en el departamento del Chocó , Colombia. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nart*, 23(1), 85–97. <https://doi.org/10.17151/bccm.2019.23.1.5>
- Rodríguez, G., & Corredor, G. (2012). Manejo y reproducción ex situ de la rana venenosa del Cauca *Ranitomeya bombetes* en el Zoológico de Cali, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2(2), 113. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v2i2.60>
- Rojas, H., & Araya, S. (2019). Medidas de conservación ex situ: Un enfoque metapoblacional a partir del modelo clásico de Levins. *Gayana (Concepción)*, 83(1), 46–56. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382019000100046>
- Rojas, J., la Marca, E., & Ramírez, H. (2021). Advertisement call of a population of

the nurse frog *Leucostethus fraterdanieli* (Anura: Dendrobatidae), with notes on its natural history. *Biota Colombiana*, 22(1), 122–132. <https://doi.org/10.21068/C2021.V22N01A08>

Roldán, G. (1998). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento del Antioquia*.

Santos, J., Coloma, L., & Cannatella, D. (2003). Multiple, recurring origins of aposematism and diet specialization in poison frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(22), 12792–12797. <https://doi.org/10.1073/pnas.2133521100>

Sarria, F. (2010). Tabla de desarrollo embrionario de la rana sabanera *Dendropsophus labialis*: Hylidae en cautiverio (Laboratorio biología de desarrollo PUJ). In *Universidad Federal De Juiz De Fora Curso* (Issue 2005, pp. 1–12).

Santos, M., Almeida, M., Oliveira, F., Silva, A., & Rocha, C. (2015). Living in a same microhabitat should means eating the same food? Diet and trophic niche of sympatric leaf-litter frogs *Ischnocnema henselii* and *Adenomera marmorata* in a forest of Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(1), 13–18.

Schad, K. (2007). Guía para el Manejo de Anfibios en Cautiverio. In *Association of Zoos and Aquariums*.

Schiesari L, Werner E, Kling G (2009) Carnívoro y diferenciación de nicho basada en recursos en larvas de anuros: implicaciones para la red alimentaria y la ecología experimental. *Biología de agua dulce* 54:572-586.

Sever, D., Moriarty, E., Rania, L., & Hamlett, W. (2001). Sperm storage in the oviduct of the internal fertilizing frog *Ascaphus truei*. *Journal of Morphology*, 248(1), 1–21. <https://doi.org/10.1002/jmor.1017>

Siavichay, F., Maldonado, G., Mejía, D., Webster, J., Torres, N., & Costa, K. (2016). *Plan de manejo para la conservación de los anfibios urbanos de cuenca*. 66. http://www.zoobioparqueamaru.com/conservacion/publicaciones-cientificas/Plan_Manejo_Anfibios_Cuenca.pdf

- Simon, M., & Toft, C. (1991). Diet Specialization in Small Vertebrates : Mite-Eating in Frogs. *Nordic Society Oikos*, 61, 263–278.
- Solé, M., Beckmann, O., Pelz, B., Kwet, A., & Engels, W. (2005). Stomach-flushing for diet analysis in anurans: An improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40(1), 23–28. <https://doi.org/10.1080/01650520400025704>
- Solé, M., & Rödder, D. (2010). Dietary assessments of adult amphibians. *Methods*.
- Schiesari, L., Werner, E., Kling, G. (2009) Carnívoro y diferenciación de nicho basada en recursos en larvas de anuros: implicaciones para la red alimentaria y la ecología experimental. *Biología de agua dulce* 54:572-586.
- Soto, E., Sallaberry, M., Nuñez, J., & Méndez, M. (2008). *Desarrollo larvario y estrategias reproductivas en anfibios*. July 2015.
- Suleiman, S., Di Fiore, R., Cassar, A., Formosa, M., Pierre, S., & Calleja-Agius, J. (2020). Axolotl *Ambystoma mexicanum* extract induces cell cycle arrest and differentiation in human acute myeloid leukemia HL-60 cells. *Tumor Biology: The Journal of the International Society for Oncodevelopmental Biology and Medicine*, 42(9), 1–10. <https://doi.org/10.1177/1010428320954735>
- Tandon, P., Conlon, F., Furlow, J., & Horb, M. (2016). Expanding the genetic toolkit in *Xenopus*: Approaches and opportunities for human disease modeling. *Developmental Biology*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2016.04.009>
- Toft, C. (1981). Feeding Ecology of Panamanian Litter Anurans : Patterns in Diet and Foraging Mode. *Journal of Cellular Biochemistry*, 15(2), 139–144.
- Toledo, M., Teles, P., Pedrozo, M., Provete, D., & Santana, D. (2020). The effects of morphology , phylogeny and prey availability on trophic resource partitioning in an anuran community. *Basic and Applied Ecology*, 50, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.11.005>
- Tolosa, Y., Molina, C., Restrepo, A., & Daza, J. (2014). Sexual maturity and sexual dimorphism in a population of the rocket-frog *Colostethus aff. fraterdanieli*

(Anura: Dendrobatidae) on the northeastern Cordillera Central of Colombia
Madurez y dimorfismo sexual de la ranita cohete *Colostethus* aff. *fraterdaniel*.
Actualidades Biológicas, 37, 287–294.

Townsend, C., Begon, M., & Harper, J. (2008). *Essentials of Ecology*. In *Blackwell Publishing* (Third Edit, Vol. 92, Issue 3).

Troya, J. (2017). *Evaluación del potencial bioindicador de los anfibios en la laguna Cuicocha Cantón Cotacachi provincia de Imbabura*. 6–18.

Valverde, T., Carabinas, J., Meave, J., & Cano, Z. (2005). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*.

Vargas, V. (2015). Guía de identificación de anfibios y reptiles. *Peru Lng*, 1, 111.

Villalobos, C. (2016). Propuesta de protocolo para el mantenimiento en cautiverio de la rana del Lago Titicaca (*Telmatobius culeus*) basada en experiencias previas. *Tesis*, 49.
[https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/632/Propuesta de protocolo para el mantenimiento en cautiverio de la rana del Lago Titicaca %28Telmatobius culeus%29 basada en experiencias previas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/632/Propuesta%28Telmatobius%20culeus%29%29%20basada%20en%20experiencias%20previas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 236.

Vitt, L., & Caldwell, J. (2009). *Hepertology, An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press, (3rd Editio).

Whiles, M.R., Lips, K.R., Pringle, C.M., Kilham, S.S., Bixby, R.J., Brenes, R., et al., 2006.- The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4: 27-34.

WCS Colombia. (2020, January 23). *Así es el trabajo para evitar la extinción de*

algunas especies de ranas > WCS Colombia. <https://colombia.wcs.org/es-es/WCS-Colombia/Noticias/articleType/ArticleView/articleId/13710/ASI-ES-EL-TRABAJO-PARA-EVITAR-LA-EXTINCION-DE-ALGUNAS-ESPECIES-DE-RANAS.aspx>

Zamora, J., & Ortega, A. (2015). Ecología trófica de la lagartija *Xenosaurus mendozai* (Squamata: Xenosauridae) en el estado de Querétaro, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.011>

Zug, G., Vitt, L., & Caldwell, J. (2001). *Herpetology An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Second Edition. Academic Press. San Diego, California. 630 p.

Zhang, C., Pietras, K., Sferrazza, G., Jia, P., Athauda, G., Maier, J., Dube, D., Lemanski, S., & Lemanski, L. (2007). Molecular and Immunohistochemical Analyses of Cardiac Troponin T During Cardiac Development in the Mexican Axolotl , *Ambystoma mexicanum*. *Journal of Cellular Biochemistry*, 15, 1–15. <https://doi.org/10.1002/jcb.20918>

13. ANEXOS

Anexo 1. Tabla con los órdenes encontrados en el muestreo de referencia

Orden	Abundancia	Porcentaje
Hemiptera	844	38,8
Diptera	405	18,6
Entomobryomorpha	236	10,8
Hymenoptera	183	8,4
Coleoptera	115	5,3
Poduromorpha	62	2,8
Psocoptera	52	2,4
Araneae	49	2,3
Oribatida	46	2,1
Dermaptera	36	1,7
Polydesmida	24	1,1
Lepidoptera	21	1,0
Orthoptera	18	0,8
Pseudoscorpionida	17	0,8
Trombidiformes	13	0,6
Isopoda	12	0,6
Glomeridesmida	9	0,4
Blattaria	8	0,4
Zoraptera	6	0,3
Diplura	5	0,2
Phasmida	4	0,2
Pulmonata	3	0,1
Opiliones	2	0,1
Mantodea	2	0,1
Isoptera	1	0,05
Odonata	1	0,05
Crassiclitellata	1	0,05
Geophilomorpha	1	0,05
Neuroptera	1	0,05
Total	2177	100

Anexo 2. Tabla con los órdenes encontrados en la dietas de *L. fraterdanieli* y *D. columbianus*.

Orden	<i>L. fraterdanieli</i>		<i>D. columbianus</i>	
	Abundancia	Porcentaje	Abundancia	Porcentaje
Hymenoptera	42	30,2	7	9,5
Hemiptera	19	13,7	15	20,3
Coleoptera	16	11,5	5	6,8
Diptera	12	8,6	8	10,8
Isopoda	9	6,5	12	16,2
Acari	7	5,0	0	0
Pulmonata	7	5,0	0	0
Poduromorpha	6	4,3	0	0
Polydesmida	5	3,6	3	4,1
Lepidoptera	4	2,9	8	10,8
Orthoptera	0	0	3	4,1
Chilopoda	2	1,4	0	0
Oribatida	2	1,4	0	0
Araneae	2	1,4	11	14,9
Ephemeroptera	1	0,7	0	0
Opiliones	1	0,7	0	0
Dermaptera	1	0,7	2	2,7
Annelida	1	0,7	0	0
Scolopendromorpha	1	0,7	0	0
Nematoda	1	0,7	0	0
Total	139	100	74	100

Anexo 3. Valor de cada uno de las categorías taxonómicas del contenido estomacal

categoria taxonomica	frecuencias	
	<i>D. columbianus</i>	<i>L. fraterdanieli</i>
Armadillillidae	0.15	0.06
Formicidae	0.05	0.20
Saturniidae	0.04	*
Anthocoridae	0.02	*
Phoridae	0.013	0.01
Apidae	0.013	0.007
Hemiptera_otros	0.13	0.06
Coleoptera_otros	0.05	0.05
Labidoridae	0.02	0.07
Hymenoptera_otros	0.02	*
Acari_otros	0.013	0.05
Carabidae	0.01	0.07
Araneae_otros	0.10	0.007
Chelodesmidae	0.04	0.02
Clubionidae	0.02	*
Orthoptera_otros	0.02	*
Theridiidae	0.013	0.07
Acrididae	0.013	*
Diptera_otros	0.08	0.01
Lepidoptera_otros	0.04	0.02
Geometridae	0.02	*
Miridae	0.02	*
Muscidae	0.013	*
Drosophilidae	*	0.05
platygastridae	*	0.03
Trichopolydesmidae	*	0.02
Galumnidae	*	0.01
Nitulidae	*	0.01
staphylinidae	*	0.07
Colembola_otros	*	0.02
Cicadidae	*	0.014
Noteridae	*	0.01
Annelida_otros	*	0.007
Planorbidae	*	0.06
Braconidae	*	0.02
Chilopoda_otros	*	0.01

Scelionidae	*	0.007
Helicopsychidae	*	0.007
Scolopendridae	*	0.007
Tipulidae	*	0.07
Aphididae	*	0.03
Hyposgastruroidea	*	0.02
Curculionidae	*	0.007
Opiliones_otros	*	0.007
Nematoda	*	0.007
Coreidae	*	0.007

Anexo 4. Contenidos estomacales de *D. columbianus* (6 primeras) y *L. fraterdanieli* vistas bajo el estereoscopio.



