

# Actualización del plan de manejo para la rana venenosa de Lehmann *Oophaga lehmanni*



**Actualización del plan de manejo para la  
rana venenosa de Lehmann  
*Oophaga lehmanni* (Myers y Daly, 1976)**



# Actualización del plan de manejo para la rana venenosa de Lehmann *Oophaga lehmanni* (Myers y Daly, 1976)

## AUTORES

Mónica Gómez-Díaz, Biol.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

Carlos Burbano-Yandi, Biol.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

Wilmar Bolívar-García, Ph.D.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

## EDITORES

Wilmar Bolívar-García, Ph.D.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

Rosa Alexandra Duque Londoño, MSc.  
CVC-DTA

## ASISTENCIA EDITORIAL

María Ximena García González, MSc.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

Ángela María González Colorado, Biol.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

Jorge Torres López, est.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

Camilo Linares Vargas, est.  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL,  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Naturaleza Creativa  
www.naturalezacreativa.org

## IMPRESIÓN

Alfagraphic

ISBN: 978-958-765-933-7

Convenio interadministrativo  
CVC-UV No. 091 de 2016



# Tabla de contenido

## CAPÍTULO 1

### Biología de la rana venenosa de Lehmann

<i>Oophaga lehmanni</i> .....	10
Generalidades .....	11
Sistemática y taxonomía.....	11
Género <i>Oophaga</i> (bauer, 1994) .....	11
Descripción morfológica.....	12
Distribución .....	13
Historia natural.....	14
Vocalización.....	16
Biología reproductiva .....	17
Dieta .....	18
Perfil de alcaloides.....	18

## CAPÍTULO 2

### Parámetros demográficos de dos poblaciones de la rana venenosa de Lehmann (*Oophaga lehmanni*), ubicadas en la reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá .....

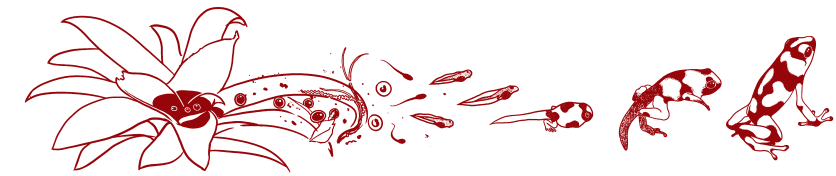
Marco teórico.....	21
Métodos .....	22
Área de estudio.....	22
Métodos de campo .....	22
Análisis poblacional .....	25
Análisis de datos .....	26
Actividades adicionales.....	26
Resultados .....	27
Cuenca Anchicayá-Dagua:	
localidad el placer .....	27
Estructura poblacional y	
dimorfismo sexual .....	27
Dinámica poblacional .....	29
Fitotelmas artificiales.....	32
Cuenca Anchicayá-Buenaventura:	
localidad Agua Clara - La Cascada .....	32
Estructura poblacional y dimorfismo sexual	
Dinámica poblacional .....	34
Fitotelmas artificiales.....	38
Discusión .....	41

## CAPÍTULO 3

### Formulación del plan estratégico de acción para *Oophaga lehmanni* en el Valle del Cauca .....

Estudio de caso de tres comunidades	
unidas por una carretera .....	46
Comunidad de El Placer .....	46
Comunidad de La Cascada.....	49
Comunidad de Agua Clara .....	51
Aprestamiento.....	54
Principios orientadores	
del plan de acción .....	55
Objetivos del plan de acción .....	56
Objetivo general de conservación:.....	56
Objetivos específicos: .....	56
Implementación de la matriz DOFA	
para la formulación del plan de acción .....	57
Resultado de la matriz DOFA .....	57
Potencialidades .....	58
Desafíos .....	59
Riesgos .....	61
Limitaciones .....	62
Formulación de estrategias	
programas y proyectos .....	63
Literatura citada .....	69
Anexos.....	74





## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Características del canto de anuncio de la rana venenosa <i>Oophaga lehmanni</i> en las poblaciones de estudio. Los valores se muestran como promedio $\pm$ SD (rango)..... 16	<b>Tabla 6.</b> Modelos Pradel que describen la probabilidad de supervivencia aparente ( $\phi$ ), la probabilidad de detección ( $p$ ) y la tasa de crecimiento poblacional realizada ( $\lambda$ ) para la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Los parámetros fueron modelados como constantes ( $\cdot$ ), variando en función de la ocasión de muestreo ( $t$ ) o variando en función del sexo ( $g$ ). Se reportan el criterio de información de Akaike corregido para tamaños de muestra pequeños (AICc), la diferencia en la puntuación del AICc de cada modelo con respecto al mejor modelo ( $\Delta$ AICc), la medida del soporte relativo de evidencia para cada modelo en los datos (WAICc) y el número de parámetros calculado por cada modelo ( $k$ )..... 30	<b>Tabla 10.</b> Abundancias ( $n$ ) y proporciones (%) de recapturas registradas para los individuos marcados en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. .... 36	<b>Tabla 13.</b> Estrategias para el plan de conservación de <i>Oophaga lehmanni</i> , con base en las Potencialidades, Limitaciones, Riesgos y Desafíos bajo la perspectiva ambiental, socioeconómico-cultural y político administrativo. .... 64
<b>Tabla 2.</b> Tipos de alcaloides, fuentes y propiedades reportados en <i>Oophaga lehmanni</i> . Tomado de Santos et al. (2016). .... 19	<b>Tabla 7.</b> Promedios globales modelo-ponderados para las tasas vitales ( $\phi$ : probabilidad de supervivencia aparente; $p$ : probabilidad de detección; $\lambda$ : tasa de crecimiento poblacional realizada) estimadas en la población de <i>Oophaga lehmanni</i> de El Placer, Anchicayá-Dagua. .... 30	<b>Tabla 11.</b> Promedios globales modelo-ponderados para las tasas vitales ( $\phi$ : probabilidad de supervivencia aparente; $p$ : probabilidad de detección; $\lambda$ : tasa de crecimiento poblacional realizada) estimadas en la población de <i>Oophaga lehmanni</i> de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. .... 36	<b>Tabla 14.</b> Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 1 del plan de manejo para <i>Oophaga lehmanni</i> . .... 65
<b>Tabla 3.</b> Abundancias ( $n$ ) de individuos observados en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua, durante cada ocasión de muestreo. .... 29	<b>Tabla 8.</b> Abundancias ( $n$ ) de individuos observados en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura, durante cada ocasión de muestreo. .... 35	<b>Tabla 12.</b> Modelos Pradel que describen la probabilidad de supervivencia aparente ( $\phi$ ), la probabilidad de detección ( $p$ ) y la tasa de crecimiento poblacional realizada ( $\lambda$ ) para la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Los parámetros fueron modelados como constantes ( $\cdot$ ), variando en función de la ocasión de muestreo ( $t$ ) o variando en función del sexo ( $g$ ). Se reportan el criterio de información de Akaike corregido para tamaños de muestra pequeños (AICc), la diferencia en la puntuación del AICc de cada modelo con respecto al mejor modelo ( $\Delta$ AICc), la medida del soporte relativo de evidencia para cada modelo en los datos (WAICc) y el número de parámetros calculado por cada modelo ( $k$ ). .... 37	<b>Tabla 15.</b> Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 2 del plan de manejo para <i>Oophaga lehmanni</i> . .... 66
<b>Tabla 4.</b> Morfometría de machos ( $n = 48$ ) y hembras ( $n = 40$ ) de <i>Oophaga lehmanni</i> , en la población de El Placer, Anchicayá, Dagua. LF, longitud del fémur; LT, longitud de la tibia; LHU, longitud del húmero; LA, longitud del antebrazo; AB, abertura bucal; LN, longitud entre narinas; LCR, longitud rostro cloaca; P, peso; X, media; D.E., desviación estándar. .... 29	<b>Tabla 9.</b> Morfometría de machos ( $n = 104$ ) y hembras ( $n = 76$ ) de <i>Oophaga lehmanni</i> , población Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. LF, longitud del fémur; LT, longitud de la tibia; LHU, longitud del húmero; LA, longitud del antebrazo; AB, longitud de la abertura bucal; LN, longitud entre narinas; LCR, longitud rostro cloaca; P, peso; $\bar{x}$ , media; D.E., desviación estándar. .... 36	<b>Tabla 16.</b> Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 3 del plan de manejo para <i>Oophaga lehmanni</i> . .... 67	<b>Tabla 17.</b> Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 4 del plan de manejo para <i>Oophaga lehmanni</i> . .... 68



## Índice de figuras

- Figura 1.** Renacuajo de *Oophaga lehmanni*. A) Vista dorsal de renacuajo en estadio 36. B) Disco oral estadio 36. C) Patrón de coloración en individuo postmetamorfo. Fotografías por: ©Laboratorio de imágenes postgrado Biología Univalle-López-Machado; Mónica Gómez-Díaz. ....13
- Figura 2.** Modelo de distribución potencial para *Oophaga lehmanni* en la cuenca del río Anchicayá. Elaborado por: Angela María González Colorado. ....15
- Figura 3.** Representación gráfica del canto de anuncio de *Oophaga lehmanni*. En la parte superior se muestra el espectrograma y en la parte baja el oscilograma. (A). Serie de notas o “train” con altas tasas de repetición; (ventana de tiempo 25 s); (B) ampliación de dos notas individuales dentro del “train” (ventana de tiempo 1,2 s). Elaborado por: Eliana Barona Cortés. ....16
- Figura 4.** Localidades del monitoreo poblacional para *Oophaga lehmanni*, en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá. Elaborado por: Angela María González Colorado. ....23
- Figura 5.** Medición de variables morfométricas en *Oophaga lehmanni*. (A) estimación de la LRC, (B) cálculo del peso. Fotografías por: Jorge Torres López. ....24
- Figura 6.** Análisis de recapturas de *Oophaga lehmanni* mediante la técnica de foto-identificación. ....25
- Figura 7.** Fitotelmas artificiales dispuestas en los trayectos de monitoreo poblacional en las localidades de estudio. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz. ....26
- Figura 8.** Área de estudio en la localidad de El Placer, Anchicayá-Dagua. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz. ....27
- Figura 9.** Individuos observados en la localidad de El Placer, por efecto de la traslocación. A) *Oophaga sylvatica*. B) *Oophaga histrionica*. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz. ....28
- Figura 10.** Número de individuos por sexo registrados durante cada evento de monitoreo en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Negro=hembras; Rojo=machos; Blanco=juveniles. ....28
- Figura 11.** Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de supervivencia aparente según el sexo en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras. ....31
- Figura 12.** Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de detección según la ocasión de muestreo en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras. ....31
- Figura 13.** Promedios modelo-ponderados para la tasa de crecimiento poblacional realizada, según el intervalo entre las ocasiones de muestreo en la población El Placer, Anchicayá-Dagua. La línea punteada indica el límite en la tasa de crecimiento poblacional en el cual la población es estable o a partir del cual crece. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. ....32
- Figura 14.** Fitotelma artificial con renacuajo de *Oophaga lehmanni*, registrado durante el monitoreo en la Localidad de El Placer, Anchicayá-Dagua. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz. ....33
- Figura 15.** Área de estudio en la localidad Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz. ....34
- Figura 16.** Número de individuos por sexo registrados durante cada evento de monitoreo en la población Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Negro=hembras; Rojo=machos. ....35
- Figura 17.** Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de supervivencia aparente según el sexo en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras. ....38
- Figura 18.** Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de detección según la ocasión de muestreo en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras. ....39
- Figura 19.** Promedios modelo-ponderados para la tasa de crecimiento poblacional realizada, según el intervalo entre las ocasiones de muestreo en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. La línea punteada indica el límite en la tasa de crecimiento poblacional en el cual la población es estable o a partir del cual crece. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. ....39
- Figura 20.** Fitotelmas artificiales instaladas en la localidad de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura, usadas por *Oophaga lehmanni* para depositar sus renacuajos. En cabezas de flecha se indican los huevos infértiles depositados por las hembras como alimento para el renacuajo. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz. ....40
- Figura 21.** Asistentes al taller para la actualización del Plan de Conservación de la rana venenosa de Lehmann, *Oophaga lehmanni*. Fotografía por: Francisco López-Machado. ....54
- Figura 22.** Conferencias magistrales, plenarias y discusiones a cargo de los asistentes al taller. Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz, Jorge Torres López. ....55

## Agradecimientos

**A Todas** las Entidades que de diferentes maneras ayudaron y participaron durante este proceso. Especialmente a las comunidades de la vereda El Placer y el corregimiento de La Cascada y el consejo comunitario de Agua Clara, quienes nos permitieron el acceso a su territorio y apoyaron durante las salidas de campo. A Jennifer López, Andrés Gómez Figueroa, Melisa Alegría, Lilyam Neira y Stefania Izquierdo, biólogos y estudiantes de biología, quienes participaron en las jornadas de campo. A Eliana Barona Cortés por el apoyo en los análisis acústicos y a Juan Pablo Sánchez por el apoyo en la modelación de la distribución potencial de la especie. A la Dirección Técnica Ambiental, grupo Biodiversidad, en particular al Comité técnico del convenio N° 091 de 2016, Paola Arango, Martha Cecilia Salazar y Edward Sevilla. Al personal de la oficina de Extensión de la Universidad del Valle por la gestión y disposición especialmente a Katherine Muñoz y Jackeline Echeverri. Al personal de Parques Nacionales Naturales Farallones de Cali que participaron en algunas de nuestras reuniones con las comunidades, especialmente a Luis Carlos Mamian, Alvaro Fierro, Danny L. Mora, Oscar Martínez, Juliana Cerón, Adriana Sarria y Jaime Celis. A la Universidad del Valle, departamento de Biología y al laboratorio de imágenes del postgrado en Ciencias-Biología. Finalmente, a todos los investigadores y expertos por sus valiosos aportes.



## Presentación

**Las ranas** provocan sentimientos encontrados en las personas que las observan. En los niños, generalmente provocan fascinación y cuando divisan una rana inmediatamente quieren recogerla, pero los adultos generalmente las observamos con cierto recelo y en ocasiones hasta con desagrado. Lamentablemente, estos organismos se encuentran en alto riesgo de desaparición. Son muchos los factores externos que están día a día presionan la supervivencia de las ranas en todos y cada uno de los hábitats que ocupan. Entre otros, las quemas, la deforestación, las prácticas agrícolas irresponsables (uso de pesticidas), el uso inadecuado del recurso agua, las especies invasoras y el tráfico ilegal de especies silvestres, están arrinconando poco a poco las poblaciones de estos organismos.



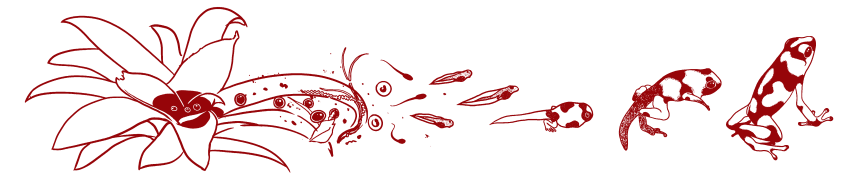
Promover las condiciones que permitan la preservación de las especies no es responsabilidad de solamente un grupo de personas interesadas o de la autoridad ambiental, debe ser el compromiso de toda una comunidad y por supuesto de toda una sociedad. Sin embargo, un principio básico es el hecho de que “se necesita conocer lo que queremos conservar”. En este sentido, se hace imperativo conocer todos los aspectos relacionados con la biología y ecología de estos organismos. Para esto los investigadores pretendemos dar respuesta a preguntas básicas como ¿Cuándo se reproducen?, ¿en dónde se reproducen?, ¿en dónde ponen los huevos?, ¿Cuántos huevos ponen?, ¿cómo se desarrollan los huevos?, ¿Cuántos huevos eclosionan? ¿cómo crecen los renacuajos?, ¿de qué se alimentan las ranas?, ¿Cómo se comunican? y ¿Cómo utilizan los recursos que les ofrece el hábitat?. Dar respuesta a estas preguntas permite cerrar los vacíos de conocimiento específico que se requiere para poder construir una estrategia de conservación con la colaboración directa del conocimiento tradicional, conocimiento que es aportado por las comunidades que en su quehacer diario interactúan con estos organismos.

La actualización del plan de manejo para la rana venenosa de Lehmann *Oophaga lehmanni* (Myers y Daly, 1976), reúne y actualiza la información técnica y tradicional sobre esta especie, que se encuentra hasta los 600 m de altura en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental de Colombia, particularmente en la cuenca de río Anchicayá, Valle del Cauca. No tengo dudas de que este documento se convierte en un aporte fundamental al conocimiento de una especie de rana particularmente colorida, que habita únicamente en nuestro territorio y que por su vulnerabilidad requiere de medidas, estrategias y acciones específicas que incrementen la viabilidad de las pocas poblaciones que han sido registradas. Finalmente, considero importante destacar el trabajo en conjunto del grupo de investigación en Ecología Animal de la Universidad del Valle, la comunidad y la autoridad ambiental regional (CVC) para lograr este documento. Es el trabajo en conjunto de todos los actores involucrados los que permiten obtener resultados como el presente.

**Alan Giraldo**  
Director  
GRUPO INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA ANIMAL  
UNIVERSIDAD DEL VALLE

# CAPÍTULO 1

## Biología de la rana venenosa de Lehmann, *Oophaga lehmanni*



### Generalidades

**La familia** Dendrobatidae Cope, 1865 (1850) comprende más de 300 especies distribuidas naturalmente a lo largo de las regiones tropicales de Centroamérica y Sudamérica (Frost et al., 2006; Santos et al., 2009). Se consideran un grupo con hábitos diurnos, terrestres y un rango altitudinal entre 200 y 2000 m (Grant et al., 2006; Santos, Tarvin y O'Connell, 2016). Sus comportamientos reproductivos son complejos puesto que implican el transporte de renacuajos en el dorso y/o la provisión de oocitos para consumo larval; depositan las posturas en la hojarasca o en sitios que permiten la acumulación de agua lluvia conocidas como fitotelmas (Grant et al., 2006). Aproximadamente el 35 % de los dendrobátidos poseen coloraciones aposemáticas y compuestos defensivos principalmente de tipo alcaloide, mientras el restante ~ 65 % son considerados no tóxicos y crípticos (Vences et al., 2003; Santos et al., 2016).

### Sistemática y taxonomía

La súper familia Dendrobatoidea Cope, 1865 (1850) es un grupo monofilético compuesto por las familias Aromobatidae (Grant et al., 2006) y Dendrobatidae. Las especies incluidas en Aromobatidae se caracterizan por la ausencia de sustancias tóxicas o nula evidencia de la capacidad de secuestrar alcaloides, mientras que las especies de la familia Dendrobatidae son consideradas como las verdaderas ranas venenosas (Grant et al., 2006). Tres subfamilias comprenden a Dendrobatidae: Hyloxalinae (Grant et al., 2006), Colostethinae Cope, 1967 y Dendrobatinae Cope, 1865 (1850). A esta última pertenecen las comúnmente conocidas como ranas dardo venenosas debido al uso de sus exudados por parte de algunas etnias indígenas en prácticas de caza con cerbatana (Myers, Daly y Malkin, 1978). De acuerdo con Grant et al. (2017)

la subfamilia Dendrobatinae está constituida por el género *Phyllobates* Bibron in la Sagra, 1840, el grupo "*Colostethus*" *ruthveni* Grant et al., 2017 y la tribu Dendrobatini Grant et al., 2017 que agrupa a su vez siete géneros teniendo en cuenta la carencia de dientes y diez sinapomorfias fenómicas: *Adelphobates* Grant et al., 2006, *Andinobates* Twomey et al., 2011, *Dendrobates* Wagler, 1830, *Excidobates* Twomey y Brown, 2008, *Minyobates* Myers, 1987, *Oophaga* Bauer, 1986 y *Ranitomeya* Bauer, 1986.

### Género *Oophaga* (Bauer, 1994)

El epíteto genérico proviene de la unión de dos elementos griegos *ōon* (huevo) + *phagos* (para comer) cuyo significado es *que se alimenta de huevos*. Esto debido al comportamiento característico del grupo, donde las hembras suministran *oocitos* a sus larvas en desarrollo (Grant et al., 2006; Kahn et al., 2015; Pröhl y Willink, 2015). La monofilia del género está bien soportada y su diagnosis se basa en las siguientes características: papilas marginales agrandadas en el estadio larval, una única hilera anterior y posterior de queratodontes en el estadio larval, canto tipo "*chirp*", contacto cloacal durante el cortejo/oviposición, cuidado parental por parte de la hembra, omosternum enteramente cartilaginoso, proyección anterior supraescapular fuertemente calcificada, sacrum y vértebra 8 fusionados, vértebras 2 y 3 fusionadas, presencia de lehmizidina y piperidinas 2,6-disustituidas en sus secreciones dérmicas (Grant et al., 2006). Comprende 12

especies reconocidas: *O. histrionica* (Berthold, 1845); *O. speciosa* (Schmidt, 1857); *O. sylvatica* (Funkhou-





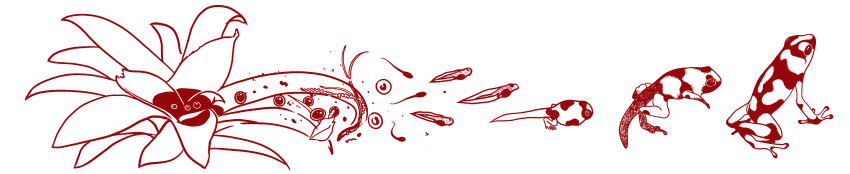
ser, 1956); *O. pumilio* (Schmidt, 1857); *O. granulifera* (Taylor, 1958); *O. occultator* (Myers y Daly, 1976); *O. lehmanni* (Myers y Daly, 1976); *O. arborea* (Myers, Daly y Martínez, 1984); *O. vicentei* (Jungfer, Weygoldt y Juraske, 1996); *O. anchicayensis* Posso-Terranova y Andrés, 2018; *O. andresi* Posso-Terranova y Andrés, 2018; *O. solanensis* Posso-Terranova y Andrés, 2018.

El epíteto específico *lehmanni* y el nombre común “rana venenosa de Lehmann” son epónimos que honran a Federico Carlos Lehmann, un reconocido ornitólogo colombiano que contribuyó sustancialmente al conocimiento de la fauna del Pacífico colombiano y la creación del Parque Nacional Natural Farallones de Cali. Inicialmente, se consideró a *O. lehmanni* como un morfotipo de *O. histrionica* (Silverstone, 1975). No obstante, en 1976 Myers y Daly la describen como una especie válida (*Dendrobates lehmanni*) teniendo en cuenta la composición de sus alcaloides y el canto; características que actualmente se utilizan con precaución en taxonomía debido a la influencia de la dieta en el perfil de alcaloides de las especies (Saporito et al., 2004) y de los factores ambientales en los cantos (Valetti y Martino, 2012). Bauer (1994) propone su ubicación en el género *Oophaga*, lo cual es sopor-

tado posteriormente por Grant et al. (2006), Pyron y Wiens (2011) y Grant et al. (2017). En los últimos años, investigadores como Medina, Wang, Salazar y Amézquita (2013) han sugerido la existencia de un linaje híbrido entre *O. histrionica* y *O. lehmanni* teniendo en cuenta la presencia de frecuencias alélicas de microsátelites.

## Descripción morfológica

Entre los dendrobátidos, *O. lehmanni* es considerada una especie de tamaño medio con registros de longitud rostro-cloaca (LRC) promedios iguales a 35,3 mm (Myers y Daly, 1976),  $36,8 \pm 1,95$  mm para una población en el Parque Nacional Natural Farallones de Cali (Betancourth-Cundar y Palacios-Rodríguez, 2018) y  $31,97 \pm 0,67$  mm en poblaciones ubicadas en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá, de acuerdo con los resultados obtenidos durante la ejecución del Convenio No 091 de 2016 entre la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Universidad del Valle. Carece de dentición maxilar y mandibular, el esternón es corto por ausencia del segmento del homioesternon, los ojos son moderadamente prominentes con iris café oscuro, el diámetro de las órbitas es ligeramente menor que la longitud del hocico, y la cabeza es un poco más estrecha que el cuerpo en la parte anterior (Rueda, Lynch y Amézquita, 2004). La piel es lisa con una coloración y un patrón variable; generalmente con dos bandas dorsales transversales de color rojo, naranja o amarillo que pueden encontrarse incompletas, reducidas o agrandadas (Kahn et al., 2015). Asimismo, en las extremidades anteriores presenta un brazalete con alguno de los colores mencionados (Castro y Bolívar, 2010). Los discos de los dedos terminan en un par escudetes dérmicos que pueden o no ser de color blanco. La longitud de los dedos en las extremidades anteriores es I<II<IV<III, y en las extremidades posteriores es I<II<V<III<IV (Betancourth-Cundar y Palacios-Rodríguez, 2018). No presenta dimorfismo sexual evidente.

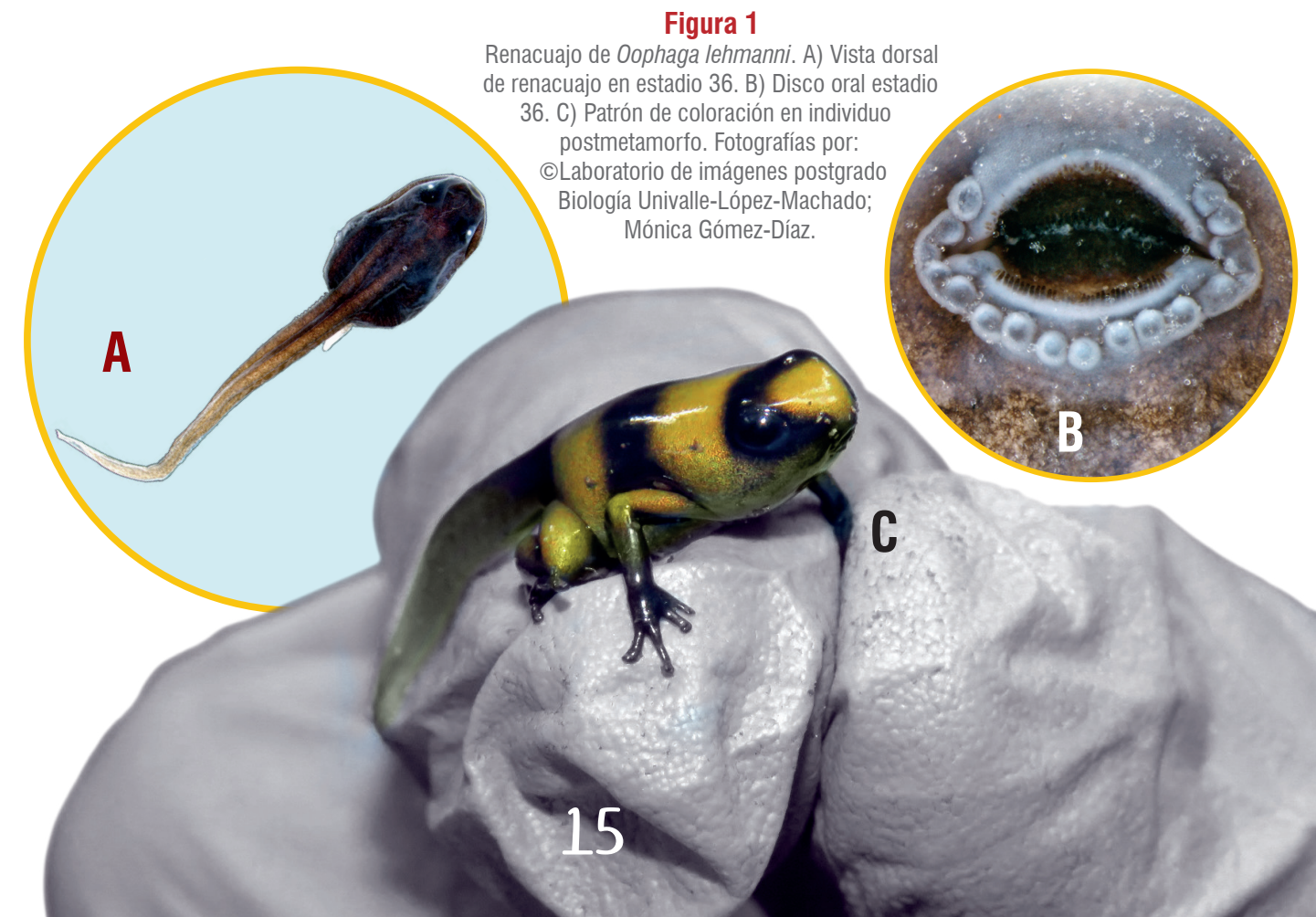


Las larvas presentan una coloración oscura (Negro-Gris), forma ovalada y deprimida, más larga que ancha (**Figura 1A**); rostro redondeado en vista dorsal y lateral; ojos medianos en la zona anteriomedial del dorso; narinas situadas anterodorsalmente y más cercanas al extremo hocico que al ojo; espiráculo sinistral; tubo cloacal ventral en posición medial. La musculatura de la cola es robusta y los miotomos se encuentran bien demarcados; la punta de la cola es estrechamente redondeada. El aparato oral de *Oophaga* se caracteriza por un disco oral anteroventral no emarginado, con ausencia de papilas en la zona anterior; mandíbulas grandes, aserradas y fuertemente queratinizadas para alimentarse de huevos (**Figura 1B**) (Kahn et al., 2015; Grant et al., 2017). Los renacuajos en estados avanzados de desarrollo ya presentan el patrón de bandas de los adultos (Silverstone, 1975) (**Figura 1C**).

## Distribución

*Oophaga lehmanni* es endémica del Valle del Cauca, Colombia. Se localiza sobre la vertiente occidental de la Cordillera Occidental, cuenca del río Anchicayá. Actualmente, se han confirmado poblaciones dentro del PNN Farallones de Cali (Betancourth-Cundar y Palacios-Rodríguez, 2018) y la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá. La especie se encuentra bajo una elevación mínima de 600 m (Rueda et al., 2004; Castro y Bolívar, 2010; Kahn et al., 2015) y máxima de 1300 m (Obs. per.).

Como parte de los resultados del Convenio No. 091 de 2016 CVC-Universidad del Valle, se realizó un modelo de distribución potencial para *O. lehmanni*, utilizando el algoritmo de máxima entropía por medio del software Maxent (versión 3.3.3K) (**Figura 2**); el cual es con-



**Figura 1**

Renacuajo de *Oophaga lehmanni*. A) Vista dorsal de renacuajo en estadio 36. B) Disco oral estadio 36. C) Patrón de coloración en individuo postmetamorfo. Fotografías por: ©Laboratorio de imágenes postgrado Biología Univalle-López-Machado; Mónica Gómez-Díaz.



siderado como uno de los métodos que mejor predice la distribución de las especies empleando sólo datos de presencia (Phillips et al., 2006; Elith et al., 2011; Chacón-Pacheco et al., 2017). Este algoritmo usa los registros georreferenciados para predecir las áreas que potencialmente pueden ocupar las especies seleccionadas para la modelación, e indica los valores de probabilidad de encontrarla (idoneidad de hábitat) a lo largo del área predicha. Los valores de idoneidad de hábitat obtenidos en el modelo de distribución se convirtieron en valores binarios de presencia y ausencia, tomando como umbral la probabilidad mínima de entrenamiento ( $p = 0,363$ ).

En la elaboración del modelo se incluyó información producto de numerosas expediciones por los sectores donde la comunidad observaba con frecuencia o alguna vez observó la rana. Asimismo, se incorporaron datos de publicaciones científicas y registros georreferenciados en diferentes bases de datos en línea, como Global Biodiversity Information Facility database (GBIF; [www.gbif.org](http://www.gbif.org)), Distributed databases with backbone (VertNet; [www.vertnet.org](http://www.vertnet.org)) y Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB; [www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net)). Se tuvo en cuenta como área a modelar la parte media de la cuenca del río Anchicayá, entre los 500 y 1500 m de elevación. Se seleccionaron las variables bioclimáticas relevantes para la biología y ecología de la especie, que a su vez no se encontraran correlacionadas entre sí, como la temperatura media anual (BIO1), la estacionalidad de la temperatura (BIO4), la precipitación anual (BIO12) y la precipitación del cuarto más cálido (BIO18); obtenidas a partir de Worldclim (<http://www.worldclim.org/bioclim>) (Hijmans et al., 2005).

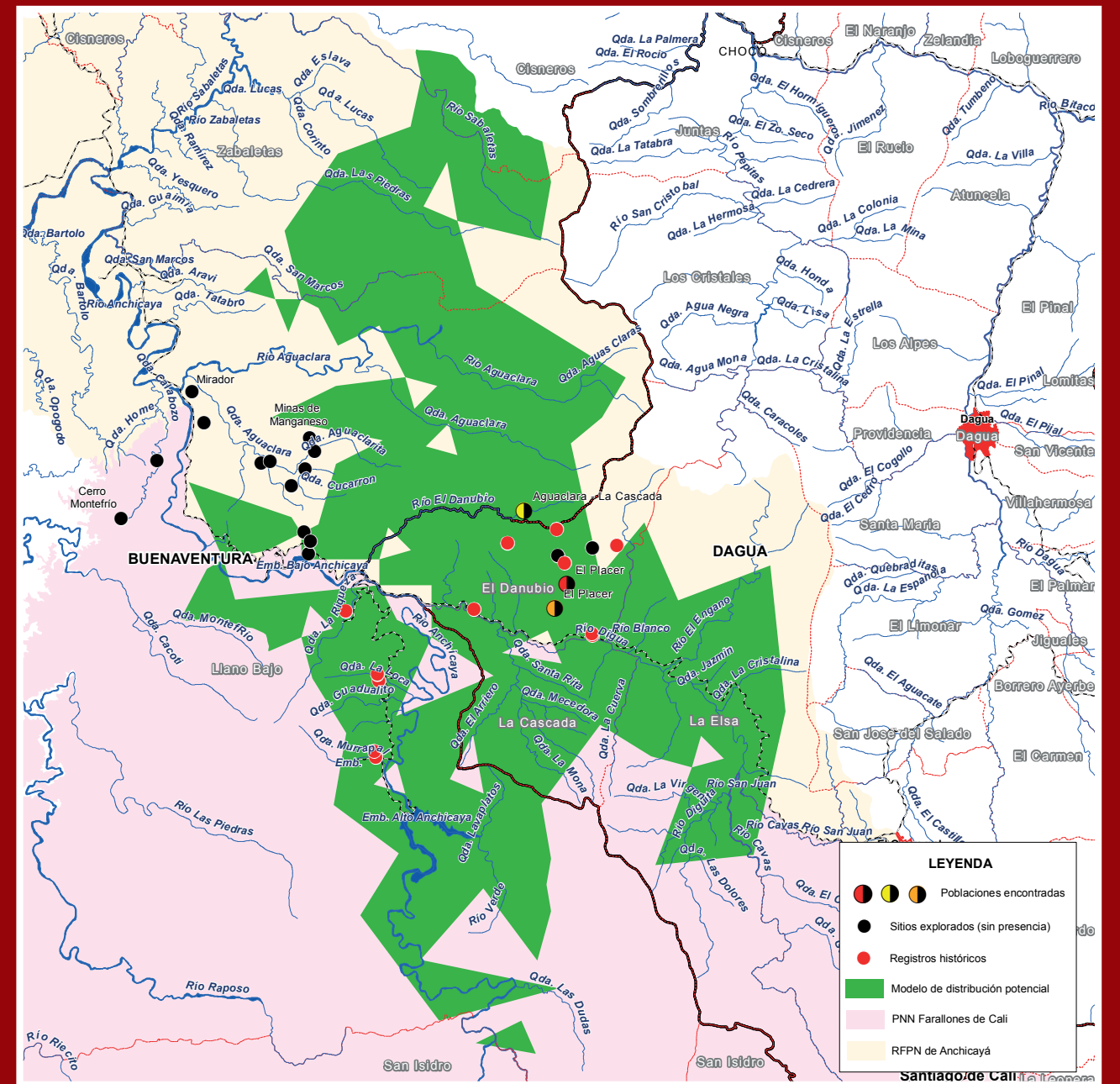
El modelo predice alta probabilidad de ocurrencia en la cuenca media del río Anchicayá, cubriendo un área de 298.3 Km<sup>2</sup>. Incluyendo las cuencas altas de los ríos Digua, Blanco, El Danubio, Agua Clara y Sabaletas, que son tributarios del río Anchicayá. Toda el área predicha se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), encontrando hábitat potencialmente disponible para la especie dentro de la RFPN de Anchicayá y el PNN Farallones de Cali, esto representa un panorama óptimo para la especie, ya que casi el 95 % de su área de acceso corresponde a bosque denso alto de tierra firme, según la información de coberturas de la tierra a escala 1:50.000 de la CVC. Este modelo refleja la distribución potencial más precisa hasta el momento, dado que consideró datos de presencia confirmados en campo, cotejados con investigadores y prescindió de reportes erróneos; caso de los registros en el Alto del Oso, Chocó, que corresponden a *O. histrionica* (como se cita en Betancourth-Cundar y Palacios-Rodríguez, 2018).

## Historia natural

Se encuentra en bosques conservados o secundarios en recuperación, con áreas levemente intervenidas por cultivos o tala. Puede ser observada entre los espacios dejados por raíces, en troncos caídos, sobre la hojarasca, posadas en las rocas al borde de quebradas, en arbustos o paredes rocosas con inclinaciones mayores a 80° (Betancourth-Cundar y Palacios-Rodríguez, 2018; Obs. pers.), y eventualmente en árboles a una altura de hasta 5 m. Los machos presentan un comportamiento de territorialidad que incluye una serie de señales acústicas



Figura 2. Modelo de distribución potencial para *Oophaga lehmanni* en la cuenca del río Anchicayá.



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
**DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL**  
**GRUPO SISTEMAS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL**  
**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**CONVENIO 091 DE 2016**

**MODELO DISTRIBUCIÓN POTENCIAL**  
*Oophaga lehmanni*

Escala de plano: 1:80.000  
 Un centímetro en el mapa equivale a 800 metros en terreno

**CONVENIONES**

<b>CONSTRUCCIONES</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>HIDROGRAFÍA</b>
Área construida	Carretera pavimentada de dos o más calzadas	Sanco de arena
Construcción	Carretera sin pavimentar de dos o más calzadas	Canal doble
Cerca de alambre	Carretera pavimentada angosta	Canal sencillo
Establecimiento educativo	Carretera sin pavimentar angosta	Laguna
Hospital	Carretable	Embalse
Iglesia	Camino	Presas, dique
Cementerio	Sendero	Drenaje doble
Inspección de policía		Drenaje
Aeropuerto		Pantano - Ciénaga

**RELIEVE**

Curva de nivel índice  
 Curva de nivel intermedia

**INFRAESTRUCTURA**

Red de alta tensión  
 Puente, viaducto  
 Tubería  
 Túnel  
 Vía férrea, metro

**ABREVIATURAS**

Ay. Arroyo  
 Br. Brazo  
 Ca. Caño  
 Crda. Cañada  
 Qda. Quebrada  
 Emb. Embalse  
 Br. Brazo

**INFORMACIÓN DE REFERENCIA**

Sistema de referencia: Magna GRS80  
 Elipsoide: Gauss - Kruger  
 ORIGEN DE LA ZONA: Oeste 4° 35' 46" - 32 Latitud Norte  
 77° 04' 39" - 03 Longitud Oeste  
 1:000.000 metros Norte  
 1:000.000 metros Este

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Cartografía Básica: Corporación Autónoma del Valle del Cauca. Escala 1:10.000  
 Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Escala 1:25.000

**Cartografía Temática:**  
 Direcciones Ambientales Regionales: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Escala 1:25.000  
 Año 2011

Nota: Se solicita a los usuarios que encuentren errores u omisiones en este mapa, señalarlos correcciones y enviarlas a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, C. 95 No. 11-36, Grupo Sistemas de Información Ambiental, Santiago de Cali. El mapa se será sustituido.

**CARTOGRAFÍA TEMÁTICA AMBIENTAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 Derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de la cartografía temática ambiental, por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización expresa de la CVC, bajo las sanciones establecidas por la ley 23 de 1982.

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA**  
 Elaboró: Ángela M. González-Colorado, Grupo de Investigación en Ecología Animal, Universidad del Valle



de delimitación y competencia por éxito reproductivo (Rueda et al., 2004). Estos sitios de canto pueden estar expuestos o escondidos, como raíces, bejucos, roca, ramas y hojas (Pröhl y Willink, 2015).

## Vocalización

Dentro de los tipos de vocalizaciones descritas para las especies de la familia Dendrobatidae, la especie *Oophaga lehmanni*, presenta un canto tipo “chirp” (Myers y Daly, 1976), el cual se caracteriza por contener una serie larga de notas uniformes, con banda de frecuencia amplia, poca modulación y alta tasa de pulsación (Figura 3A). Las series de notas o “train” contienen entre 8 y 36 repeticiones ( $X= 17,45 \pm 9,90$ ) y son emitidas a una tasa de 3,2 notas /segundo (SD= 0,16; rango= 2,91 – 3,51) (Tabla 1, Figura 3B). Este número varía con relación al contexto acústico en el cual se encuentre el macho. Ob-

servaciones realizadas en las localidades de estudio apoyan la hipótesis de que altas tasas de repetición de las notas se constituyen en un elemento de territorialidad, ya que machos confinados en bolsas plásticas con otros individuos (machos o hembras) tienden a aumentar el número de cantos por segundo (Silverstone, 1973).

Estos cantos de anuncio son ruidosos y usualmente recorren grandes distancias en el bosque, incluso se han escuchado individuos vocalizando hasta 50 m de distancia (Obs. pers.), los cuales emiten una serie continua de cantos que puede durar entre 2,63 – 12,36 s. Como es ampliamente reconocido en dendrobátidos, los machos defienden un territorio, por lo cual, los cantos de anuncio son emitidos en solitario y nunca en agrupaciones o coros (Myers y Daly, 1976).

Al igual que lo reportado por otros investigadores (Vargas-Salinas y Amézquita, 2013) cada nota puede

contener en promedio 30,7 pulsos (SD= 4,30; rango 23 - 37), los cuales se repiten a una tasa de 0,24 pulsos/segundo (SD= 0,04; rango 0,14 – 0,31). La frecuencia dominante es baja, oscilando entre 2497,9 – 3014,6 Hz ( $X=2699,4$ ; SD=106,4), sin embargo, esta varía con relación al ambiente acústico donde se encuentre el macho vocalizador. Poblaciones cercanas a quebradas poseen frecuencias dominantes más altas si se comparan con aquellas encontradas al interior del bosque (Vargas-Salinas y Amézquita, 2013).

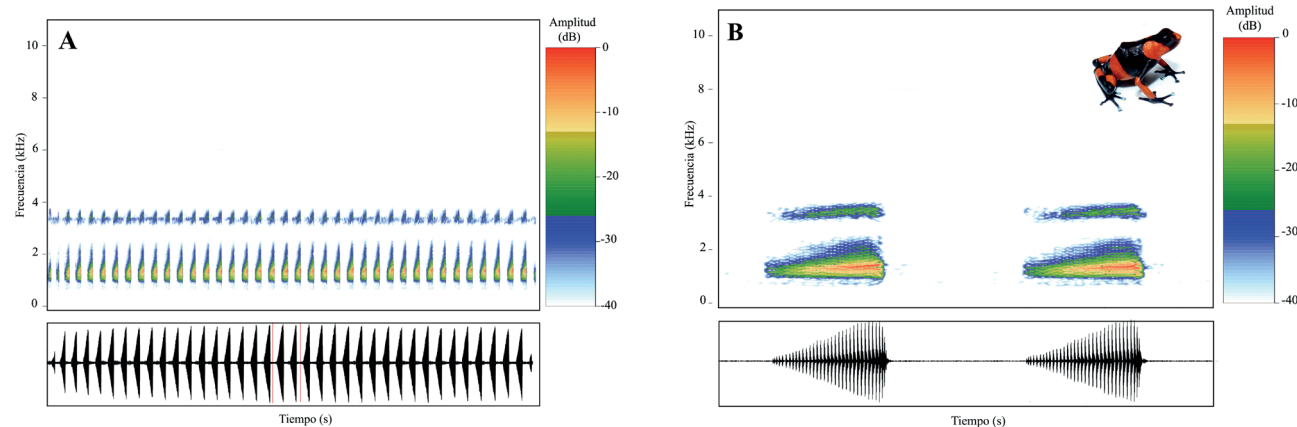
## Biología reproductiva

La actividad reproductiva es continua (Kahn et al., 2015). Hecho que se corroboró durante los monitoreos poblacionales realizados en el marco del Convenio 091 de 2016 CVC-Universidad del Valle y de lo cual se discutirá en el capítulo II. Los individuos presentan largos periodos de cortejo generalmente dirigidos por el macho, donde se pueden observar intercambios de señales visuales y táctiles; el cortejo precede la oviposición y la fertilización (Zimmermann y Zimmermann, 1981). La actividad de cantos reproductivos de los machos parece depender de la combinación de una alta humedad en el ambiente y temperaturas cálidas (Kahn et al., 2015). Presentan aposición cloacal al momento de la oviposición reproductiva, normalmente las posturas comprenden de cuatro a seis huevos, cubiertos en la hojarasca, en las hojas o en las axilas de las bromelias. Al eclosionar la hembra transporta cada uno de los renacuajos a fitotelmas individuales y les proporciona oocitos para la alimentación (Grant et al., 2017). Se ha dicho que las larvas presentan oofagia obligada, ya que, si no se les provee este tipo de alimento durante su desarrollo, mueren (Kahn et al., 2015). Es pertinente adelantar investigaciones enfocadas a la biología reproductiva, ya que aún quedan algunos campos inexplorados y sin precisar.



**Figura 3.**

Representación gráfica del canto de anuncio de *Oophaga lehmanni*. En la parte superior se muestra el espectrograma y en la parte baja el oscilograma. (A). Serie de notas o “train” con altas tasas de repetición; (ventana de tiempo 25 s); (B) ampliación de dos notas individuales dentro del “train” (ventana de tiempo 1,2 s). Elaborado por: Eliana Barona Cortés.



**Tabla 1.**

Características del canto de anuncio de la rana venenosa *Oophaga lehmanni* en las poblaciones de estudio. Los valores se muestran como promedio  $\pm$  SD (rango).

Duración de nota (ms).	Número de notas por grupo de notas	Número de pulsos por nota	Duración del “train” de notas	Tasa de repetición de pulso (pulse/second)	Tasa de repetición de nota (notes/second)	Intervalo entre dos notas (ms)	Frecuencia dominante (Hz)
134,82 $\pm$ 16,10 (101 - 185)	17,45 $\pm$ 9,90 (8- 36)	30,75 $\pm$ 4,30 (23- 37)	5516,09 $\pm$ 3323,67 (2633 - 12363)	0,24 $\pm$ 0,04 (0,14 – 0,31)	3,20 $\pm$ 0,16 (2,91 – 3,51)	170,35 $\pm$ 14,35 (132 - 196)	2699,40 $\pm$ 106,4 (2497,9 – 3014,6)

## Dieta

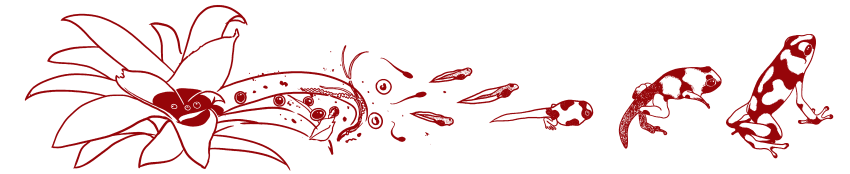
Estudios dietarios realizados para la familia han reportado que los ítems con mayor representatividad son las hormigas, los ácaros y los escarabajos (Silverstone 1975; Caldwell 1996; Biavati, Wiederhecker y Colli 2004; Valderrama, Ramírez y Serrano 2009; Mebs et al., 2010; Osorio, Valenzuela y Bermudez, 2015). En los análisis desarrollados para *O. lehmanni* se han registrado contenidos estomacales con una alta presencia de hormigas pertenecientes a las subfamilias Myrmicinae, Formicinae y Ponerinae (aprox. 80 %) y ácaros (aprox. 10 %). Siendo considerada especialista en comparación con otras especies del género (Arenas y Amézquita 2010; Betancourth-Cundar y Palacios-Rodríguez 2018; Kahn et al., 2015).

## Perfil de alcaloides

Una de las principales características de las ranas venenosas es poseer sustancias tóxicas, nocivas o desagradables que son segregadas a través de las glándulas granulares presentes en la piel (Toledo y Jared, 1995). Entre estas sustancias se encuentran los alcaloides lipófilos que son compuestos de anillo orgánico y nitrogenado solubles en alcohol y a menudo con actividad farmacológica (Saporito et al., 2011). Para los dendrobátidos se han reportado alrededor de 850

alcaloides, que en su mayoría son obtenidos por medio de la dieta (Daly et al., 1994; Saporito et al., 2004; Daly, Spande y Garraffo 2005; Grant et al., 2006; Saporito et al., 2011). En el género *Oophaga* se pueden encontrar las siguientes clases de compuestos: piperidinas, piperidinas, indolizidinas 5,8-disustituidas, indolizidinas 5,6,8-trisustituidas, indolizidinas 3,5-disustituidas, quinolizidinas, pirrolizidina 3,5-disustituida, lehmizidinas, pumiliotoxinas/allopumiliotoxinas, decahidroquinolinas, histrionicotoxinas, ciclopentaquinolizidinas, espiropirrolidinas, gefirotoxinas, alcaloides piridínicos, alcaloides indólicos (Santos et al., 2016).

Para *O. lehmanni* específicamente, Myers y Daly (1976) reportaron la presencia de pumiliotoxina A, pumiliotoxina B y otros compuestos no definidos pero discriminados por su peso molecular. Actualmente dentro del perfil de alcaloides para la especie se reconoce la lehmizidina 275A, las homopumilotoxinas 251R y 265N, allopumilotoxinas, pirrolizidina 3,5-disustituida, indolizidinas deshidro-5,8-disustituidas, indolizidinas 5,6,8-trisustituidas, quinolizidinas 4,6-disustituidas, quinolizidinas 1,4-disustituidas, piperidinas 2,6-disustituidas, y piridinas (Daly, Garraffo y Spande 1999; Daly et al., 2005; Garraffo et al., 2001; Kahn et al., 2015; Santos et al., 2016). En la **Tabla 2** se recopila la información suministrada por Santos et al. (2016) acerca de la fuente y propiedades de estos compuestos. 🐸



**Tabla 2.**

Tipos de alcaloides, fuentes y propiedades reportados en *Oophaga lehmanni*. Tomado de Santos et al. (2016).

Alcaloide	Fuente del alcaloide	Propiedades defensivas
Lehmizidina	Posiblemente de Hormigas	Posiblemente amargo
Homopumiliotoxina	Desconocida	Muy Tóxico
Pumiliotoxina	Hormigas y termitas	Muy Tóxico; Repelente; Antibiótico y Anti fúngico
Allopumiliotoxina	Hormigas y termitas	Muy Tóxico y Repelente
Pirrolizidinas 3,5-disustituidas	Hormigas	Posiblemente amargo
Indolizidinas deshidro- 5,8 - disustituidas	Hormigas y termitas	Muy Tóxico; Posiblemente Repelente y Antibiótico
Indolizidinas 5,6,8 -trisustituidas	Termitas	Posiblemente amargo
Quinolizidinas 4,6-disustituidas	Hormigas y termitas	Posiblemente amargo
Quinolizidinas 1,4-disustituidas	Termitas	Posiblemente amargo
Piperidinas 2,6-disustituidas	Desconocida	Desconocida
Piridinas	Desconocida	Desconocida



## CAPÍTULO 2

# Parámetros demográficos de dos poblaciones de la rana venenosa de Lehmann (*Oophaga lehmanni*), ubicadas en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá



### Marco teórico

**El término** población se entiende como “la unidad primaria de estudio ecológico, cuyo grupo de organismos pertenece a la misma especie, son interfértiles, capaces de producir descendencia fértil y conviven en el mismo lugar y al mismo tiempo” (Curtis et al., 2008). Entre las propiedades asociadas a dicho concepto se encuentran los patrones de crecimiento, la mortalidad, la migración, la estructura etaria, la densidad y la distribución espacial. Entender estas propiedades es entonces fundamental para determinar la existencia de fluctuaciones poblacionales positivas o negativas.

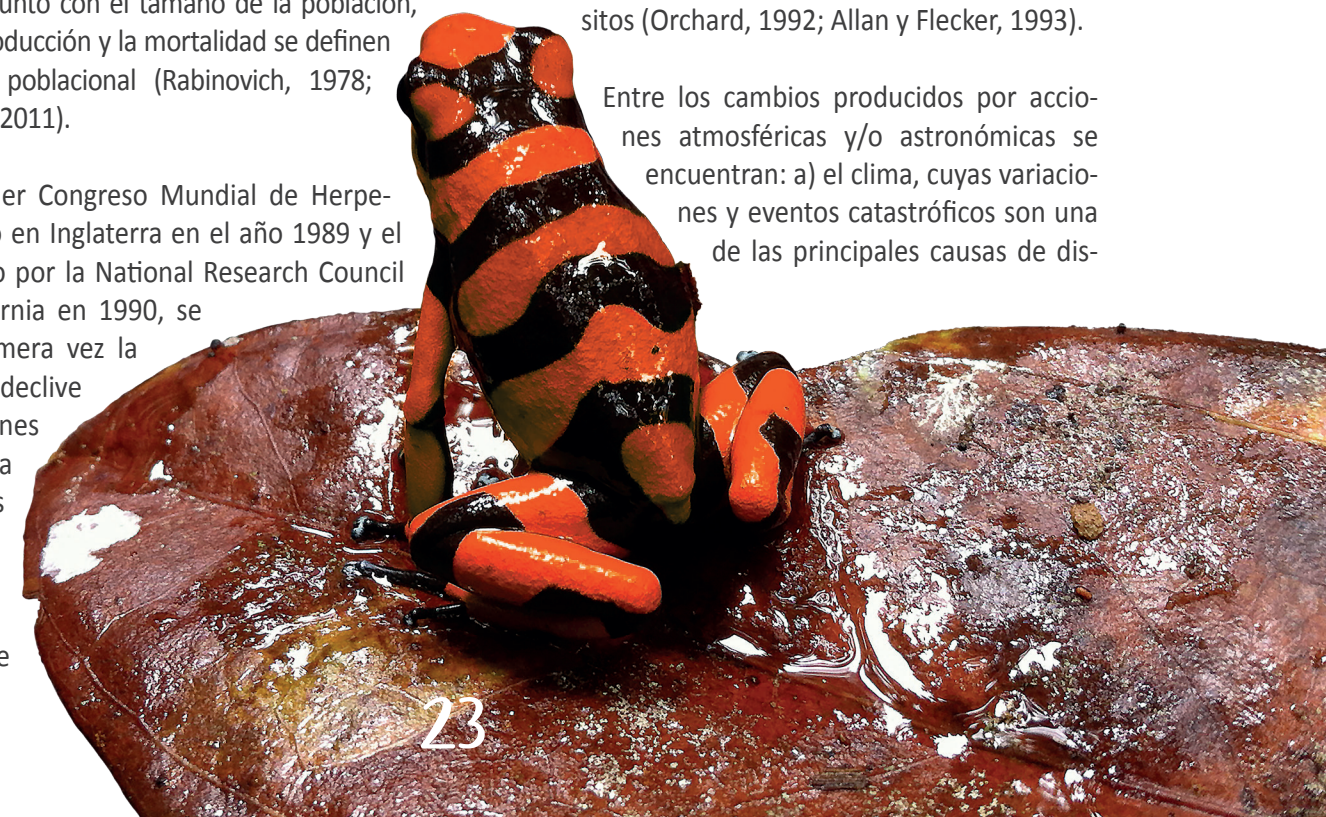
La densidad poblacional es dependiente de la tasa de natalidad, mortalidad y migración (Krebs, 1985). La actividad reproductiva, en particular la fecundidad, determina la tasa de natalidad, mientras que la mortalidad y la migración están influenciadas por factores del medio, como las variaciones ambientales, la competencia y la disponibilidad de recursos (Rabinovich, 1978; García-González, 2011). La proporción de sexos y edades se entiende como la estructura poblacional (Lincoln et al., 1998; Monge, 2008), por lo tanto, la variación de ésta, junto con el tamaño de la población, las tasas de reproducción y la mortalidad se definen como dinámica poblacional (Rabinovich, 1978; García-González, 2011).

Durante el Primer Congreso Mundial de Herpetología realizado en Inglaterra en el año 1989 y el taller organizado por la National Research Council en Irvine, California en 1990, se reportó por primera vez la tendencia al declive de las poblaciones de anfibios y la extinción de los mismos en varias regiones geográficas. El gran número de

especies amenazadas, la escala y la aparente velocidad a la cual se efectúan estas disminuciones sugieren que la causa probable está relacionada con un cambio ambiental global, sin embargo, también se encuentran involucradas causas antropogénicas y un grado de influencia por parte de las especies en riesgo (Molina y Péfaur, 2010). Teniendo en cuenta lo anterior, las causas asociadas al declive poblacional de los anfibios se han dividido en dos categorías principales: 1) cambios como consecuencia de la actividad humana, cuyas repercusiones generalmente son locales, y 2) cambios producidos por acciones atmosféricas y/o astronómicas, las cuales repercuten globalmente (Stebbins y Cohen, 1995; Molina y Péfaur, 2010).

En el primer grupo se consideran: a) la destrucción y/o transformación de hábitats, ya sea con fines agropecuarios, forestales, mineros, urbanos o de reservorios de agua, b) la contaminación, pues los anfibios por su condición de permeabilidad, desarrollo de estadios tempranos en ambientes acuáticos y posición dentro de la cadena trófica se encuentran expuestos a contaminantes transportados vía aérea y acuática (Crawshaw, 1992; Bishop y Pettit, 1992), y c) el tráfico ilegal y la introducción de especies exóticas, pues las especies nativas se ven afectadas por depredación, competencia o transmisión de enfermedades y parásitos (Orchard, 1992; Allan y Flecker, 1993).

Entre los cambios producidos por acciones atmosféricas y/o astronómicas se encuentran: a) el clima, cuyas variaciones y eventos catastróficos son una de las principales causas de dis-



minuciones poblacionales drásticas y extinciones de algunas especies, y b) la radiación ultravioleta (UV-B), pues hay evidencias de que los actuales niveles (280-320 nanómetros) en algunas regiones templadas han contribuido a la declinación de aquellas especies de anuros más susceptibles, en especial aquellas que ponen sus huevos en aguas abiertas y artificiales (Blaustein y Bancroft, 2007; Molina y Péfaur, 2010). Estos factores pueden actuar sobre las poblaciones de manera independiente y/o sinérgica.

Se ha sugerido que muchos de los cambios en las abundancias de algunas especies de anfibios que han sido denominadas disminuciones, son solo fluctuaciones que se encuentran dentro del intervalo natural de las variaciones del tamaño poblacional (Green, 2003). No obstante, para distinguir si se trata de una variación natural o un impacto externo, se requieren monitoreos de las poblaciones por un periodo de tiempo adecuado. Dichos monitoreos son entonces imprescindibles para la creación de planes de manejo y conservación de las especies pues generan información sobre la dinámica de las poblaciones demostrando si estas son estables; pueden estar extintas localmente durante un período de tiempo determinado; o si poseen la capacidad de recolonizar.

Con el objetivo de monitorear y estimar parámetros demográficos de las poblaciones de *O. lehmanni* distribuidas en localidades del departamento del Valle del Cauca, la CVC y la Universidad del Valle celebraron el Convenio 091. Este estudio comprendió numerosas expediciones para confirmar la presencia de la especie; en los sectores con

encuentros positivos se establecieron trayectos y

se llevaron a cabo monitoreos en el tiempo con los que fue posible recopilar información primaria para los análisis poblacionales.

## Métodos

### Área de estudio

El área de estudio abarcó dos localidades en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá (Figura 4). La primera se ubicó en la vereda El Placer, corregimiento La Cascada, municipio de Dagua; en el ecosistema de Bosque medio húmedo en montaña fluvio-gravitacional de acuerdo con la clasificación GeoCVC (2010). La segunda se localizó en el Consejo Comunitario de Agua Clara, municipio de Buenaventura, en límites con el corregimiento de La Cascada, municipio de Dagua, razón por la cual a lo largo del documento se denotará como Agua Clara-La Cascada; este ecosistema correspondió a un Bosque cálido muy húmedo en montaña fluvio-gravitacional (GeoCVC, 2010). Ambas localidades hacen parte de la cuenca del río Anchicayá, sin embargo, por cuestiones administrativas internas de la CVC, se considerará como cuenca Anchicayá-Dagua la localidad de El Placer y como Anchicayá-Buenaventura la localidad de Agua Clara-La Cascada. Las zonas abarcan una franja altitudinal entre 600 y 1300 m. Presentan una temperatura media anual que varía entre 26 y 28 °C y un régimen de precipitación sostenida en el tiempo con poca variación mensual (Jaramillo-Robledo y Chaves-Córdoba, 2000), cuya media anual oscila entre 5.500 y 7.000 mm.

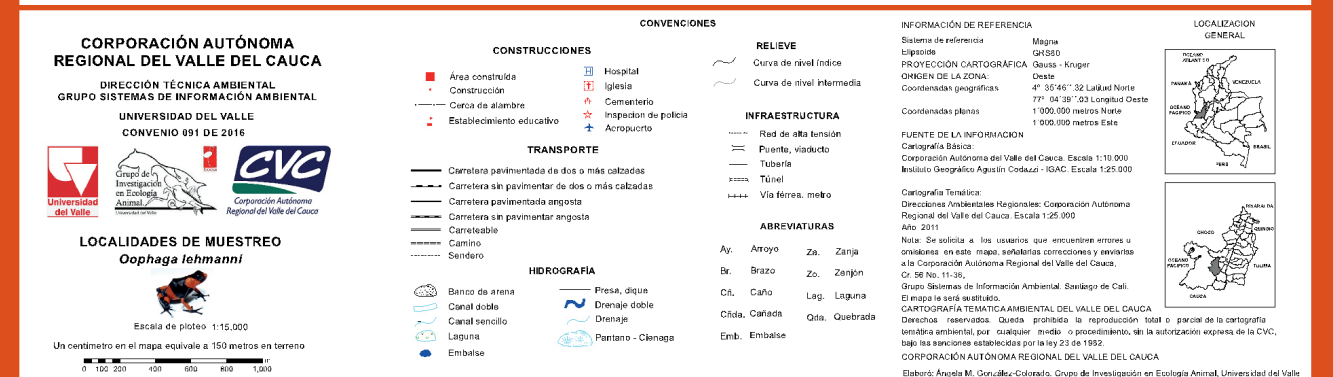
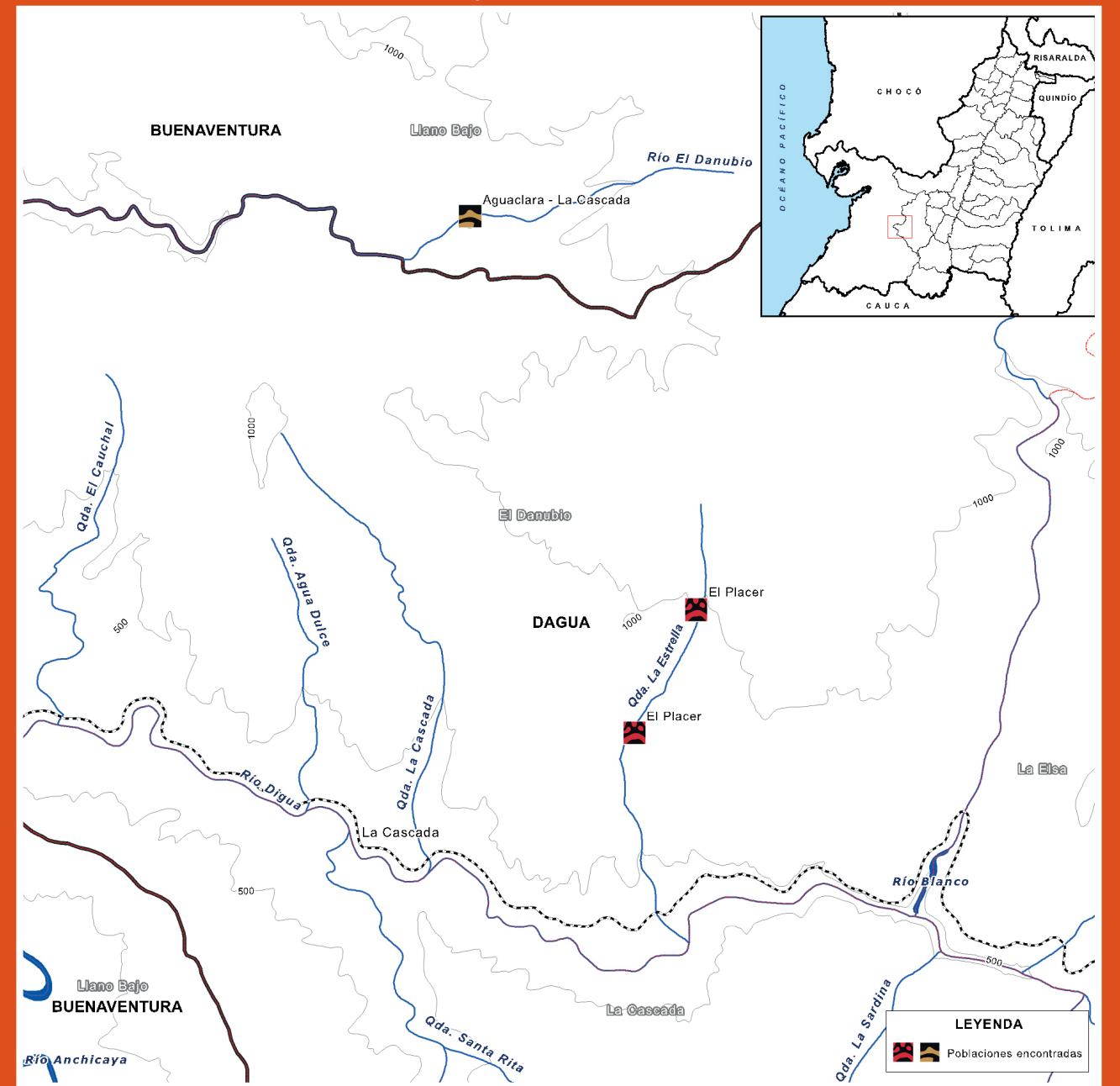
### Métodos de campo

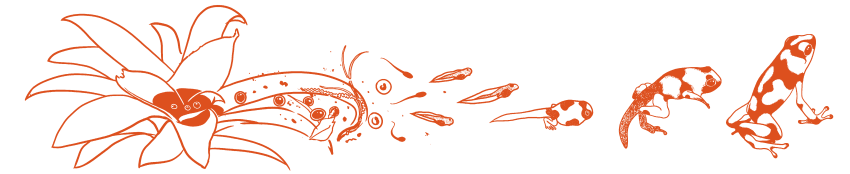
Los monitoreos se llevaron a cabo entre mayo de 2017 y agosto de 2018. El registro de los individuos se efectuó mediante el método de relevamiento por encuentro visual (REV) (Angulo et al., 2006), en un diseño de muestreo con trayectos permanentes de banda fija de 1000 m<sup>2</sup> cada uno (100 m de largo x 10 m de ancho) (Rueda et al., 2006). Dada la complejidad del terreno, la localidad de El Placer contó con 6 tra-



Figura 4.

Localidades del monitoreo poblacional para *Oophaga lehmanni*, en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá.





**Figura 5.**

Medición de variables morfométricas en *Oophaga lehmanni*. (A) estimación de la LRC, (B) cálculo del peso.

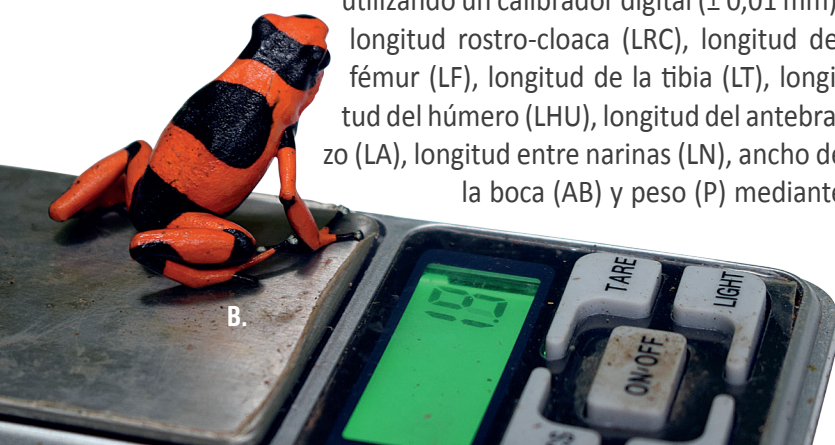


yectos de monitoreo (6000 m2) mientras que la localidad Agua Clara-La Cascada contó con 8 trayectos (8000 m2). El inspeccionamiento de cada uno se realizó una vez por visita, destinando 2,5 horas/hombre.

La densidad poblacional se estimó mediante conteos por unidad de área, y la diferenciación sexual, para establecer la estructura poblacional se determinó mediante observación directa de hendiduras vocales; las cuales se encuentran presentes en machos y ausentes en hembras. Con el objetivo de evaluar dimorfismo sexual en la especie a partir de características morfométricas, se midieron las siguientes variables utilizando un calibrador digital ( $\pm 0,01$  mm): longitud rostro-cloaca (LRC), longitud del fémur (LF), longitud de la tibia (LT), longitud del húmero (LHU), longitud del antebrazo (LA), longitud entre narinas (LN), ancho de la boca (AB) y peso (P) mediante

una gramera digital ( $\pm 0,1$  mm) (Figura 5).

Asimismo, y para efectos de un adecuado análisis poblacional se aplicó el método de captura-marca-recaptura (CMR), individualizando mediante la técnica foto-identificación (Donnelly et al., 1994), dado que *O. lehmanni* presenta característicos patrones de pigmentación que permiten aplicar este método exitosamente. Se utilizó una cámara digital Canon® PowerShot SX60 HS; las ranas fueron fotografiadas ventral y dorsalmente sobre un fondo de contraste de color blanco, con una escala de medición en mm y una numeración consecutiva. Una vez culminado el procedimiento, fueron liberados en el mismo lugar de captura, con el fin de generar el mínimo impacto sobre su patrón real de distribución espacial. En algunas ocasiones se tomaron muestras de tejido, entre otras cosas, como una estrategia futura para rastreo genético de individuos.



A partir de los registros fotográficos se construyó una base de datos, la cual se analizó periódicamente utilizando el software Wild-ID versión 1.0.1; dicho programa hace uso del algoritmo SIFT (Scale Invariant Feature Transform) para caracterizar patrones dentro de las imágenes y seleccionar entre las mismas cuales podrían pertenecer al mismo individuo (Figura 6). Se corroboró manualmente que las imágenes candidatas a coincidencias arrojadas por el programa efectivamente pertenecieran al mismo individuo, de modo que, al finalizar cada ocasión de muestreo fue posible obtener datos de recaptura y construir historias de encuentro.

### Análisis poblacional

Usando las historias de encuentro individuales y estructurando la población según el sexo, dado que podrían experimentar diferencias en sus tasas vitales. Se llevó a cabo el análisis utilizando un modelo Pradel de supervivencia y crecimiento poblacional ("Pradel Survival and Lambda") (Pradel, 1996) bajo un enfoque de máxima verosimilitud, implementado en el programa MARK versión 8.1 (White y Burnham, 1999). Se estimó la probabilidad de supervivencia

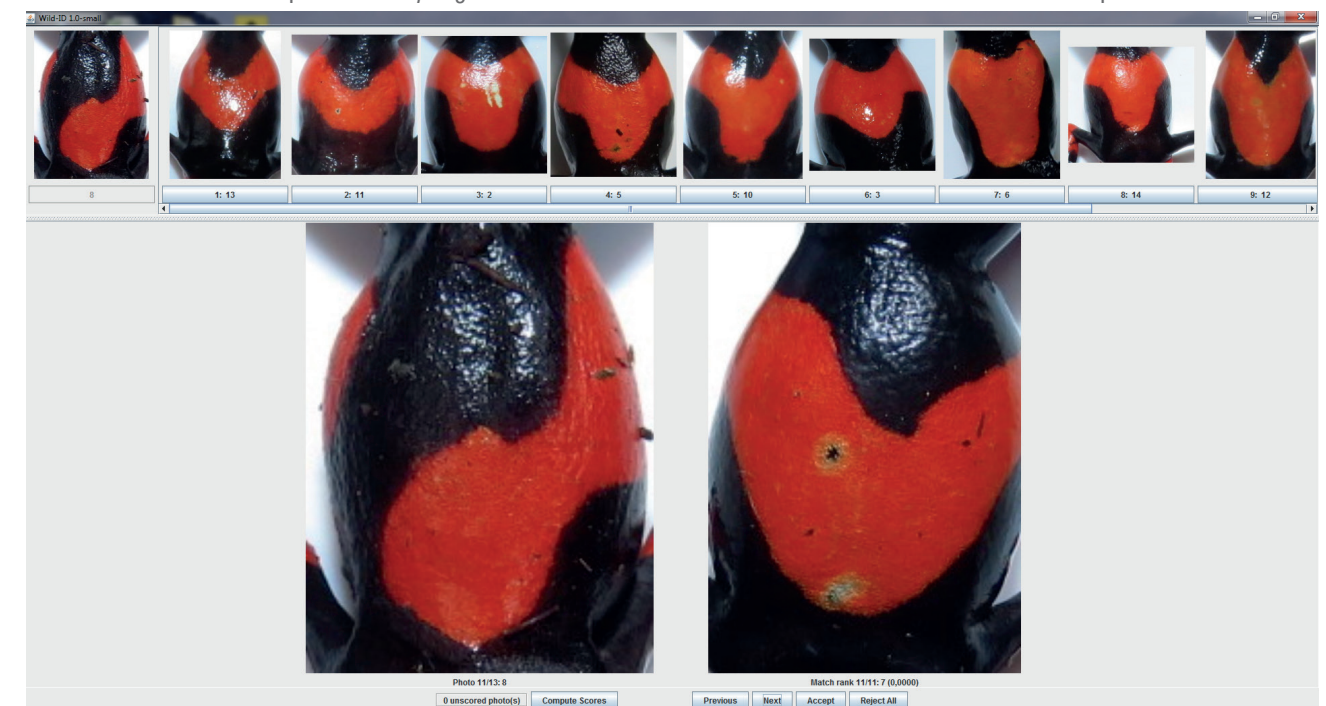
aparente ( $\phi$ ) para cada intervalo entre las ocasiones de muestreo. Debido a que se usó un modelo abierto de marcaje-recaptura, se designó la supervivencia como "aparente", teniendo en cuenta que no fue posible distinguir los individuos que murieron de aquellos que emigraron permanentemente (Lebreton et al., 1992; Brownie et al., 1993; Amstrup et al., 2005). Se estimó también la probabilidad de detección ( $p$ ) para cada ocasión de muestreo y la tasa de crecimiento poblacional realizada ( $\lambda$ ) para cada intervalo entre las ocasiones de muestreo.

La tasa de crecimiento poblacional realizada mide el cambio en el número de individuos presentes en el grupo de sexo, a partir del cual se derivaron las historias de encuentro entre las ocasiones de muestreo (Pradel, 1996). Aunque este parámetro no es necesariamente equivalente a la tasa de crecimiento de la población, es una buena aproximación (Pradel, 1996; Nichols et al., 2000).

Los parámetros  $\phi$ ,  $p$  y  $\lambda$  fueron evaluados siendo constantes, cuya simbología es (.) o variando en fun-

**Figura 6.**

Análisis de recapturas de *Oophaga lehmanni* mediante la técnica de foto-identificación. Análisis poblacional



ción de las ocasiones de muestreo o de los intervalos entre ellos (t). Para  $\phi$  y p se consideró también la variación en función del sexo (g). La selección del mejor modelo se realizó usando el criterio de información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) corregido para tamaños de muestra pequeños (AICc) (Akaike, 1973; Burnham y Anderson, 2002), cuya puntuación más baja indica el modelo con el mejor ajuste a los datos de marcaje-recaptura. Sin embargo, se considera que aquellos modelos con una diferencia en sus puntuaciones de AICc ( $\Delta AICc$ ) inferior a dos tienen un soporte similar en los datos, por tanto, un  $\Delta AICc$  superior a dos ya indica una diferencia significativa (Johnson y Omland, 2004).

Se obtuvieron los pesos de Akaike específicos para los modelos (WAICc), que miden el soporte relativo de evidencia de cada modelo en los datos (todos los pesos suman uno para el conjunto completo de modelos) (Amstrup et al., 2005). En todos los casos, se calcularon los promedios ponderados para  $\phi$ , p y  $\lambda$  de acuerdo con los pesos de AICc de cada modelo competitivo (Burnham y Anderson, 2004), donde los modelos con un mayor peso tienen una mayor influencia sobre dichos promedios. Estas estimaciones ponderadas incorporan la incertidumbre tanto en el proceso de estimación de los parámetros como en la selección del modelo y, por lo tanto, son más robustas que las derivadas de cualquier modelo único (Burnham y Anderson, 2004; Johnson y Omland, 2004).

### Análisis de datos

Se calculó la proporción sexual observada asumiendo que los individuos se distribuyen homogéneamente y se comparó con una proporción hipotética esperada 1:1 por medio de una prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste. Para los datos morfométricos se evaluó normalidad mediante la prueba Anderson-Darling y homogeneidad de varianza aplicando el estadístico F. Se estimaron diferencias significativas de las variables entre sexos usando Test-T cuando se cumplieron los supuestos y la prueba no paramétrica Mann-Whitney en el caso contrario.

### Actividades adicionales

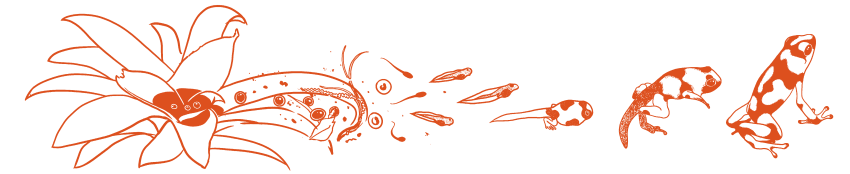
Basados en la investigación realizada por Stynoski (2009) se instalaron 10 vasos plásticos de manera aleatoria en los trayectos de monitoreo establecidos en cada localidad, variando la altura entre 50, 100, 300 y 500 cm (Figura 7). Esto con el objetivo de observar si las ranas usarían dichas fitotelmas artificiales para depositar sus renacuajos, de modo que, en un futuro y evaluando la metodología adecuadamente, podría generarse una estrategia en esta fase reproductiva para la especie.

Figura 7.

Fitotelmas artificiales dispuestas en los trayectos de monitoreo poblacional en las localidades de estudio.



Fotografía: Mónica Gómez-Díaz.



## Resultados

### Cuenca Anchicayá-Dagua: localidad El Placer

El área de estudio correspondió a un bosque secundario en recuperación que estuvo dominado por potreritos 20 años atrás. La zona se caracteriza por presentar pendientes mayores a 65° y un suelo pedregoso, que junto a las numerosas fuentes de agua generan continuos deslizamientos (Figura 8). Parches de bosque conservan frondosos árboles mayores a 20 m y en otros predominan los arbustos con abundantes raíces. Cuatro de los seis trayectos aquí establecidos se encontraban asociados a fuentes de agua, y fue en estos donde se reportó el mayor número de ranas durante los eventos de monitoreo.

Para esta localidad es importante considerar que las poblaciones de *O. lehmanni* han sido sometidas a la extracción ilegal intensiva durante un par de décadas, capturando cerca de 100 individuos durante las jornadas de ranqueo ilegal según los relatos de la comunidad. Actualmente, aunque no en las mismas proporciones este panorama persiste y representa el mayor riesgo para la conservación de la especie, puesto que ha llevado a la extinción algunas poblaciones. Por otro lado, durante esta investigación se observaron individuos de *O. sylvatica* y *O. histrionica* lo cual evidencia eventos de traslocación y una gran amenaza para la especie nativa (Figura 9).

- Estructura poblacional y dimorfismo sexual

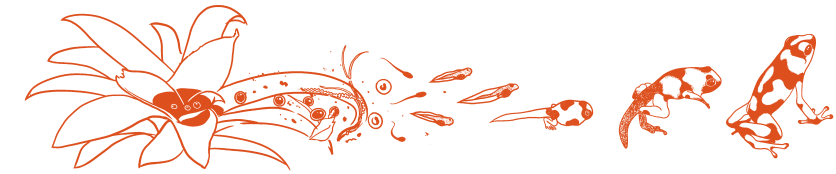
El monitoreo permitió registrar 229 capturas de 171 individuos marcados, obteniendo una densidad de 29 individuos/ha. El 52,05 % fueron machos, el 40,94 % hembras y el restante 7,56 % juveniles; en la Figura 10 se presenta la proporción sexual de las capturas realizadas durante cada evento de muestreo. El número más alto de individuos capturados en un monitoreo fue 40 y la mayor cantidad de individuos nuevos registrados fue 31 (Tabla 3).

Figura 8.

Área de estudio en la localidad de El Placer, Anchicayá-Dagua.

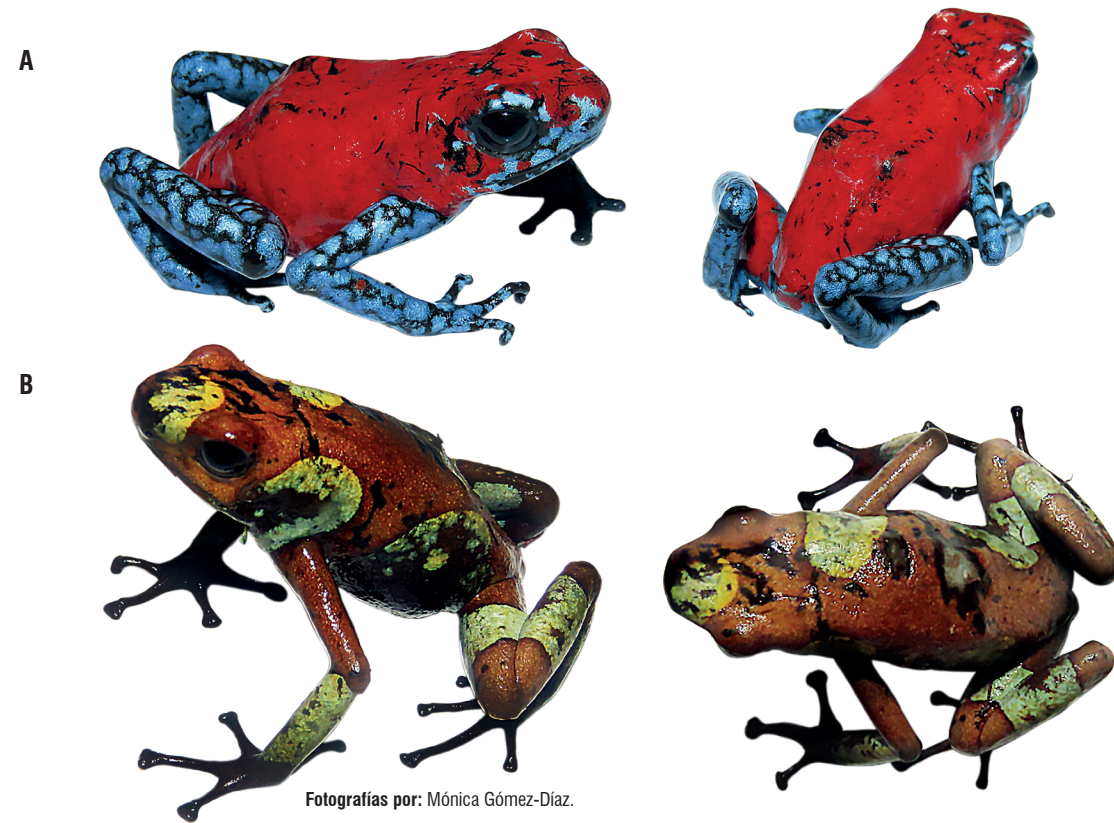


Fotografías por: Mónica Gómez-Díaz.



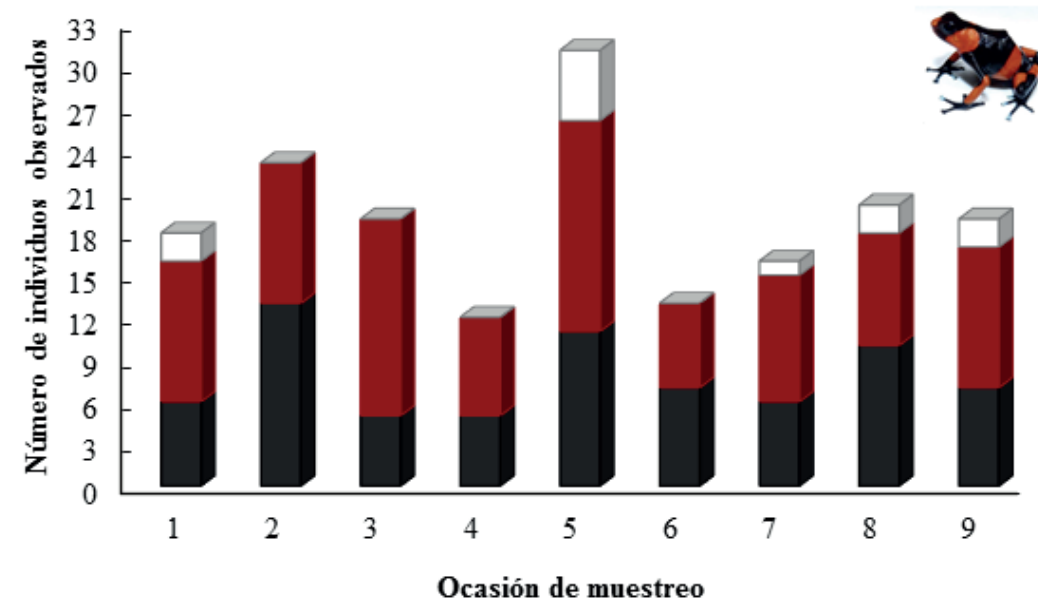
**Figura 9.**

Individuos observados en la localidad de El Placer, por la traslocación. A) *Oophaga sylvatica*. B) *Oophaga histrionica*.



**Figura 10.**

Número de individuos por sexo registrados durante cada evento de monitoreo en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Negro=hembras; Rojo=machos; Blanco=juveniles.



**Tabla 3.**

Abundancias (n) de individuos observados en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua, durante cada ocasión de muestreo.

Ocasión de muestreo	(n) total	Marcas nuevas	Recapturas
1	18	18	0
2	26	23	3
3	23	19	4
4	15	12	3
5	37	31	6
6	19	13	6
7	20	16	4
8	31	20	11
9	40	19	21
Total	229	171	58
%	100	74,67	25,33

La proporción sexual observada fue igual a 1,0:0,9 (macho: hembra) y no difirió significativamente de la proporción hipotética esperada 1:1 ( $\chi^2(1) = 2,270$ ;  $p = 0,131$ ). Por lo que se estima, que en esta población por cada macho se encuentra un hembra. Respecto a las variables morfométricas evaluadas, se encontraron diferencias significativas entre sexos para la longitud de la tibia, la longitud del antebrazo, el ancho de la boca y el peso, siendo para todos los casos mayor en los machos (Tabla 4).

• **Dinámica poblacional**

De acuerdo con el método de foto-identificación, el porcentaje de individuos residentes o recaptu-

rados al menos una vez fue de 24,55 %. Siendo cuatro el número máximo de recapturas para un mismo individuo. La población flotante, que corresponde a los individuos que se marcaron y no fueron observados en una segunda ocasión representó el 75,44 %; evidenciando posiblemente alta dinámica en la migración (Tabla 5).

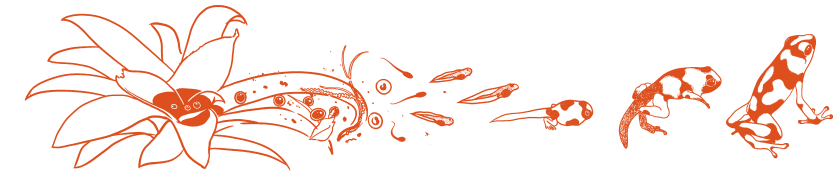
Las historias de captura construidas a partir de los datos CMR permitieron generar un análisis en el que cuatro modelos presentaron un buen ajuste ( $\Delta AICc < 2$ ) y un WAICc acumulado igual a 0,84 (Tabla 6). En el primer modelo tanto la supervivencia aparente como la tasa de crecimiento poblacional realizada fueron constantes ( $\phi(\cdot)$ ),

**Tabla 4.**

Morfometría de machos (n = 48) y hembras (n = 40) de *Oophaga lehmanni*, en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. LF, longitud del fémur; LT, longitud de la tibia; LHU, longitud del húmero; LA, longitud del antebrazo; AB, abertura bucal; LN, longitud entre narinas; LCR, longitud rostro cloaca; P, peso;  $\bar{X}$ , media; D.E., desviación estándar.

Característica	♀				♂				Estadístico
	$\bar{X}$	D.E.	Mín.	Máx.	$\bar{X}$	D.E.	Mín.	Máx.	
LF (mm)	13,19	1,32	9,39	15,43	13,42	2,08	0,52	15,56	U=808 p=0,204
LT (mm)	14,69	1,26	10,14	16,46	15,1	1,03	10,1	16,76	U= 680 p=0,019
LHU (mm)	10,37	1,17	6,08	11,75	10,63	1,09	7,93	12,28	U=849 p=0,354
LA (mm)	9,39	0,8	7,19	10,86	9,93	2,03	0,69	19,34	U=582 p=0,001
AB (mm)	8,67	0,55	7,09	9,85	9,11	0,43	8,06	9,89	t <sub>(86)</sub> = -4,216 p=<0,05
AN (mm)	3,87	0,93	2,53	9,13	3,81	0,26	2,91	4,27	U=862 p=0,413
LRC (mm)	31,14	1,34	27,22	32,65	31,72	1,16	29,6	34,56	U=813,5 p=0,221
Peso (mm)	2,48	0,36	1,5	3,1	2,66	0,23	2,2	3,3	t <sub>(86)</sub> = -2,85 p=<0,05





**Tabla 5.**

Abundancias (n) y proporciones (%) de las recapturas registradas para los individuos marcados en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua.

	Totales	No recapturados	1 recaptura	2 recapturas	3 recapturas	4 recapturas
n	171	129	29	11	1	1
%	100	75,44	16,96	6,43	0,58	0,58

**Tabla 6.**

Modelos Pradel que describen la probabilidad de supervivencia aparente ( $\phi$ ), la probabilidad de detección ( $p$ ) y la tasa de crecimiento poblacional realizada ( $\lambda$ ) para la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Los parámetros fueron modelados como constantes ( $\cdot$ ), variando en función de la ocasión de muestreo ( $t$ ) o variando en función del sexo ( $g$ ). Se reportan el criterio de información de Akaike corregido para tamaños de muestra pequeños (AICc), la diferencia en la puntuación del AICc de cada modelo con respecto al mejor modelo ( $\Delta$ AICc), la medida del soporte relativo de evidencia para cada modelo en los datos (WAICc) y el número de parámetros calculado por cada modelo ( $k$ ).

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	WAICc	k
$\phi(\cdot) p(t)\lambda(\cdot)$	1100,93	0,00	0,30	11
$\phi(\cdot) p(\cdot)\lambda(\cdot)$	1100,94	0,01	0,30	3
$\phi(\cdot) p(g)\lambda(\cdot)$	1102,65	1,72	0,13	4
$\phi(g) p(\cdot)\lambda(\cdot)$	1102,85	1,93	0,11	4
$\phi(g) p(t)\lambda(\cdot)$	1102,99	2,07	0,11	12
$\phi(g) p(g)\lambda(\cdot)$	1104,73	3,80	0,04	5
$\phi(\cdot) p(\cdot)\lambda(t)$	1108,65	7,72	0,01	11
$\phi(\cdot) p(g)\lambda(t)$	1110,52	9,59	0,00	12
$\phi(g) p(\cdot)\lambda(t)$	1110,72	9,80	0,00	12
$\phi(t) p(t)\lambda(\cdot)$	1111,94	11,02	0,00	19
$\phi(g) p(g)\lambda(t)$	1112,77	11,84	0,00	13
$\phi(\cdot) p(t)\lambda(t)$	1113,54	12,62	0,00	19
$\phi(t) p(\cdot)\lambda(\cdot)$	1115,05	14,12	0,00	11
$\phi(g) p(t)\lambda(t)$	1115,77	14,84	0,00	20
$\phi(t) p(g)\lambda(\cdot)$	1116,94	16,01	0,00	12
$\phi(t) p(\cdot)\lambda(t)$	1122,40	21,48	0,00	19
$\phi(t) p(g)\lambda(t)$	1124,50	23,57	0,00	20
$\phi(t) p(t)\lambda(t)$	1127,10	26,18	0,00	27

$\lambda(\cdot)$ ) mientras que la probabilidad de detección presentó variación en función del tiempo  $p(t)$ . El segundo modelo indicó que todos los parámetros fueron constantes  $\phi(\cdot)p(\cdot)\lambda(\cdot)$ . Para el tercer modelo se observó que la probabilidad de de-

tección varió de acuerdo con el grupo  $p(g)$  y los parámetros restantes se conservaron constantes ( $\phi(\cdot), \lambda(\cdot)$ ). Finalmente, un cuarto modelo indicó que la supervivencia aparente varió en función del grupo  $\phi(g)$ , entretanto la probabilidad de detección y la tasa de crecimiento poblacional realizada fueron constantes ( $p(\cdot), \lambda(\cdot)$ ). Realizando un ponderado de los estimados promedios para cada parámetro se tiene que la probabilidad de supervivencia aparente no presentó variación en el tiempo ni entre sexos, arrojando un porcentaje del 97 % (Tabla 7) (Figura 11).

Respecto a la probabilidad de detección no se encontró diferencia estadística entre sexos. Sin embargo, se observó una ligera variación entre las ocasiones de muestreo presentando valores más elevados en los monitoreos 5 ( $\bar{X} = 0,114 \pm 0,027$ ), 8 ( $\bar{X} = 0,119 \pm 0,031$ ) y 9 ( $\bar{X} = 0,134 \pm 0,036$ ) que corresponden a los meses de diciembre, julio y agosto; relacionados con la temporada seca del año (Figura 12). Pese a esta tendencia, el acumulado WAICc de los modelos que muestran variación en la probabilidad de detección en función del tiempo es igual a 0,41 mientras que los acumulados que indican dicho parámetro como constante es 0,42 (Tabla 6). Por lo tanto, resulta razonable asu-

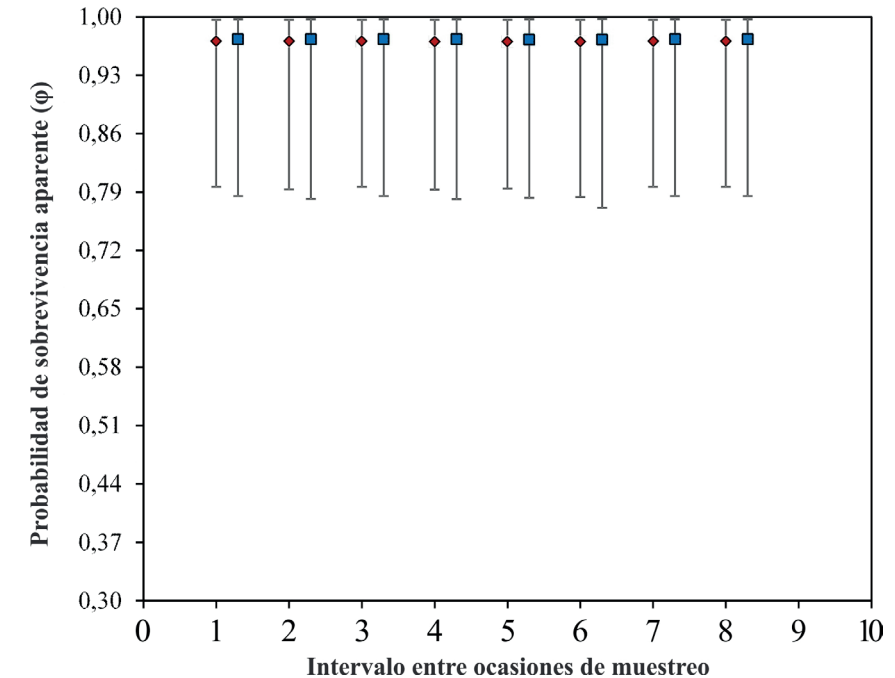
**Tabla 7.**

Promedios globales modelo-ponderados para las tasas vitales ( $\phi$ : probabilidad de supervivencia aparente;  $p$ : probabilidad de detección;  $\lambda$ : tasa de crecimiento poblacional realizada) estimadas en la población de *Oophaga lehmanni* de El Placer, Anchicayá-Dagua.

Población	$\Phi$		$p$		$\lambda$
	♀	♂	♀	♂	
El Placer	0,973	0,971	0,104	0,101	1,00

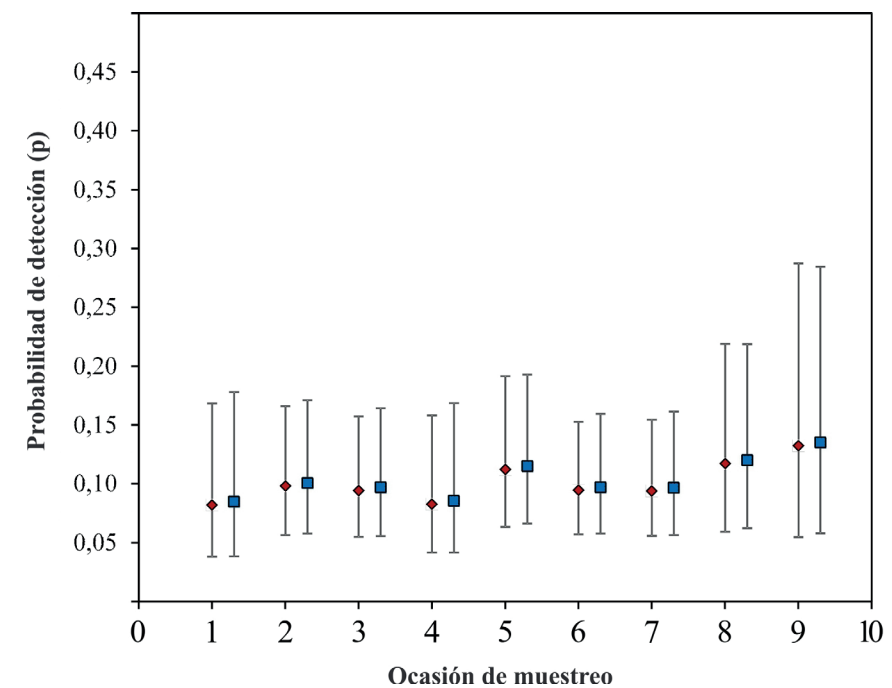
**Figura 11.**

Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de supervivencia aparente según el sexo en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras.



**Figura 12.**

Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de detección según la ocasión de muestreo en la población de El Placer, Anchicayá-Dagua. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras.



mir que la diferencia hallada entre las ocasiones de muestreos no es significativa. La probabilidad de detección para la localidad de El Placer fue del 10%; entre otras cosas, como reflejo del pequeño tamaño poblacional.

Por último, la tasa de crecimiento poblacional realizada permaneció constante para todos los intervalos entre las ocasiones de muestreo, con estimados cercanos al valor de referencia de 1,00 ( $\bar{X} = 1,006 \pm 0,022$ ) (Figura 13). Lo cual permite considerar que la población de *O. lehmanni* ubicada en la localidad de El Placer permaneció relativamente estable, al menos durante el tiempo de estudio.

- **Fitotelmas artificiales**

De las diez fitotelmas artificiales instaladas en esta localidad, dos fueron utilizadas por *O. leh-*

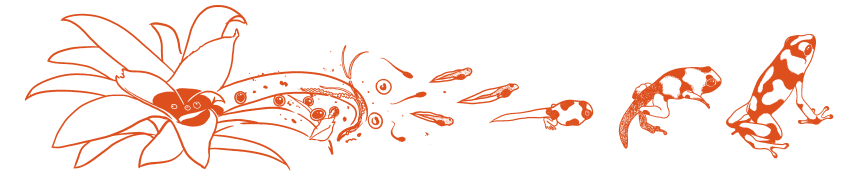
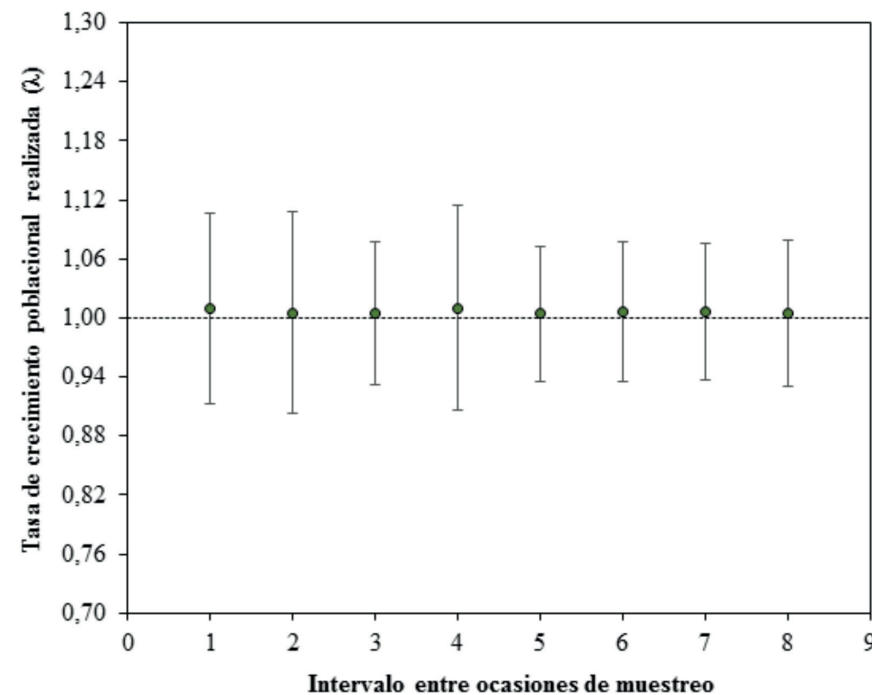
*manni* para depositar sus renacuajos, encontrando con ellos, de uno a tres huevos infértiles (Figura 14). Una de dichas fitotelmas se encontró ocupada en múltiples ocasiones por renacuajos en sus primeros estadios de desarrollo.

### Cuenca Anchicayá-Buenaventura: localidad Agua Clara - La Cascada

El área de estudio en esta localidad correspondió a parches de bosque natural denso rodeados por matrices de cultivos y zonas intervenidas. Se caracterizó por la presencia de cuerpos de agua permanentes con amplitud de al menos 3 m, pendientes de aproximadamente 30° y abundante hojarasca (Figura 15). No se encontró diferencia en la cantidad de individuos observados en los trayectos cercanos a cuerpos de agua y en interior de bosque.

**Figura 13.**

Promedios modelo-ponderados para la tasa de crecimiento poblacional realizada, según el intervalo entre las ocasiones de muestreo en la población El Placer, Anchicayá-Dagua. La línea punteada indica el límite en la tasa de crecimiento poblacional en el cual la población es estable o a partir del cual crece. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %.

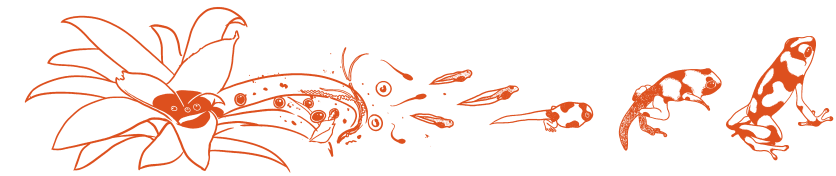


**Figura 14.**

Fitotelma artificial con renacuajo de *Oophaga lehmanni*, registrado durante el monitoreo en la localidad de El Placer, Anchicayá-Dagua.



Fotos: Mónica Gómez-Díaz.



**Figura 15.**

Área de estudio en la localidad Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura.



Fotos: Mónica Gómez-Díaz.

• **Estructura poblacional y dimorfismo sexual**

Un total de 478 capturas de 281 individuos fueron realizadas durante el estudio en esta localidad, obteniendo una densidad de 35 individuos/ha. El 57,65 % correspondieron a machos y el 42,35 % a hembras. En la **Figura 16** se presenta la proporción sexual de los registros durante cada monitoreo. El número más alto de capturas efectuadas durante una ocasión de muestreo fue de 76 y la mayor cantidad individuos nuevos registrados durante una ocasión de muestreo fue 41 (**Tabla 8**).

La proporción sexual observada fue de 1,1:0,8 (macho: hembra), lo cual difirió significativamente de la proporción hipotética esperada 1:1 ( $\chi^2(1) = 6,580$ ;  $p = 0,010$ ). Respecto a las variables morfológicas evaluadas, a excepción del peso con una variación mínima, no se encontraron diferencias significativas entre sexos (**Tabla 9**).

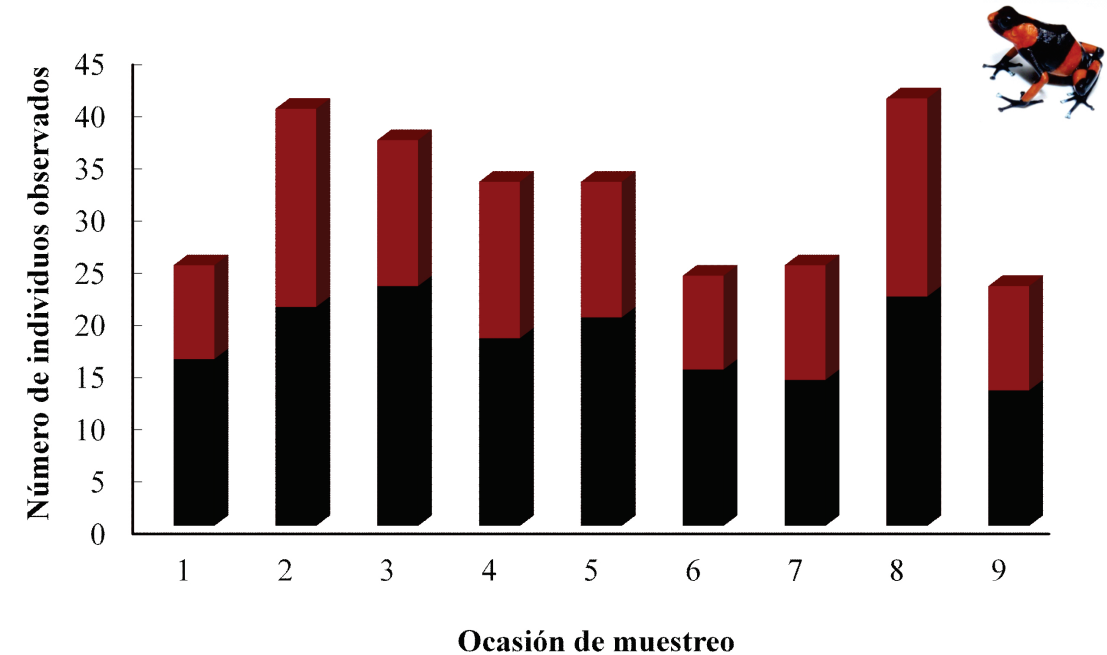
• **Dinámica poblacional**

El porcentaje de recapturas para esta población fue de 37,72 %. Siendo seis el número máximo de recapturas obtenidas para un mismo individuo. Esto refleja la alta territorialidad en esta localidad y la fidelidad de percha, pues algunos individuos se encontraron ocupando la misma zona en repetidas ocasiones de muestreo. La población flotante en este caso representó el 62,28 % (**Tabla 10**).

Los datos de CMR permitieron realizar un análisis que arrojó cuatro modelos con buen ajuste ( $\Delta AICc < 2$ ) (**Tabla 11**), los cuales presentaron alta variación entre sí. En el primer modelo la probabilidad de supervivencia aparente fue constante ( $\phi(.)$ ), la probabilidad de detección varió en función del sexo ( $p(g)$ ) y la tasa de crecimiento poblacional realizada varió en función del tiempo ( $\lambda(t)$ ). En el segundo modelo tanto la probabilidad de supervivencia aparente como la tasa de crecimiento poblacional realizada fueron constantes ( $\phi(.)\lambda(.)$ ) mientras la probabilidad de detección varió en función del tiempo ( $p(t)$ ). El tercer modelo, indicó

**Figura 16.**

Número de individuos por sexo registrados durante cada evento de monitoreo en la población Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Negro=hembras; Rojo=machos.



**Tabla 8.**

Abundancias (n) de individuos observados en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura, durante cada ocasión de muestreo.

Ocasión de muestreo	(n) total	Marcas nuevas	Recapturas
1	25	25	0
2	50	40	10
3	50	37	13
4	54	33	21
5	53	33	20
6	41	24	17
7	63	25	38
8	76	41	35
9	66	23	43
Total	478	281	197
%	100	58,79	41,21



**Tabla 9.**

Morfometría de machos (n = 104) y hembras (n = 76) de *Oophaga lehmanni*, población Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. LF, longitud del fémur; LT, longitud de la tibia; LHU, longitud del húmero; LA, longitud del antebrazo; AB, longitud de la abertura bucal; LN, longitud entre narinas; LCR, longitud rostro cloaca; P, peso;  $\bar{X}$ , media; D.E., desviación estándar.

Característica	♀				♂				Estadístico
	$\bar{X}$	D.E.	Mín.	Máx.	$\bar{X}$	D.E.	Mín.	Máx.	
LF (mm)	13,41	1,34	9,52	16,82	13,5	1,34	9,12	16,75	U=3661,5 p=0,401
LT (mm)	14,87	1,38	10,14	17,57	15,06	1,42	8,52	17,26	U=3449,5 p=0,146
LHU (mm)	11,14	1,67	4,13	15,22	11,15	1,43	5,99	13,32	U=4059,5 p=0,756
LA (mm)	9,83	0,74	7,82	11,6	9,93	0,91	6,56	12,7	U=3658,5 p=0,396
AB (mm)	9,3	0,46	7,83	10,15	9,37	1,02	2,29	10,73	U=3315,0 p=0,065
AN (mm)	3,92	0,56	2,95	7,7	4,07	0,9	2,69	10,45	U=3376,5 p=0,095
LRC (mm)	32,58	1,45	27,73	36,47	32,46	1,03	30,42	35,63	$t_{(178)} = 0,609$ p=0,543
Peso (mm)	2,97	0,35	1,8	4,4	3,06	0,26	2,2	3,6	U=3273 p=0,05

**Tabla 10.**

Abundancias (n) y proporciones (%) de recapturas registradas para los individuos marcados en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura.

	Totales	No recapturados	1 recaptura	2 recapturas	3 recapturas	4 recapturas	5 recapturas	6 recapturas
n	281	175	61	18	14	9	2	2
%	100	62,28	21,71	6,41	4,98	3,20	0,71	0,71

**Tabla 11.**

Promedios globales modelo-ponderados para las tasas vitales ( $\phi$ : probabilidad de supervivencia aparente; p: probabilidad de detección;  $\lambda$ : tasa de crecimiento poblacional realizada) estimadas en la población de *Oophaga lehmanni* de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura.

Población Agua Clara-La Cascada	$\Phi$		p		$\lambda$
	♀	♂	♀	♂	
	0,959	0,962	0,198	0,228	1,05

que la probabilidad de supervivencia aparente y la probabilidad de detección fueron constantes ( $\phi(\cdot)$  p( $\cdot$ )), entretanto la tasa de crecimiento poblacional realizada fue diferente en el tiempo ( $\lambda(t)$ ). En el cuarto modelo, la tasa de crecimiento poblacional realizada permanece variando en función del tiempo ( $\lambda(t)$ ) y las probabilidades de supervivencia aparente y detección cambian dependiendo del sexo ( $\phi(g)$  p(g)). En conjunto los cuatro modelos presentan un WAICc acumulado igual a 0,63.

De acuerdo con los ponderados de los estimados promedios para cada parámetro (Tabla 12), se

tiene que la probabilidad de supervivencia aparente no presentó variación en el tiempo ni entre sexos, siendo su promedio estimado igual a 96 % (Figura 17).

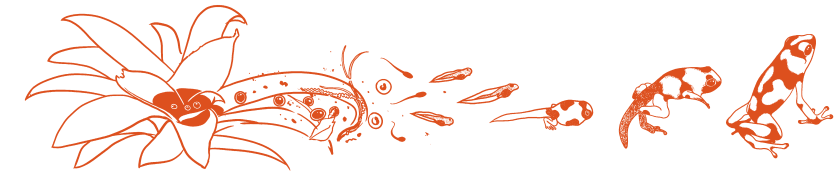
La probabilidad de detección por su parte presentó variación entre sexos, estando los estimados más altos relacionados con los machos ( $\bar{X} = 0,228 \pm 0,060$ ) respecto a las hembras ( $\bar{X} = 0,198 \pm 0,060$ ) (Figura 18). Esta tendencia se soporta teniendo en cuenta que el acumulado WAICc para los modelos que presentan variación en la probabilidad de detección en función del sexo es igual a 0,51 (Tabla 11).

**Tabla 12.**

Modelos Pradel que describen la probabilidad de supervivencia aparente ( $\phi$ ), la probabilidad de detección (p) y la tasa de crecimiento poblacional realizada ( $\lambda$ ) para la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Los parámetros fueron modelados como constantes ( $\cdot$ ), variando en función de la ocasión de muestreo (t) o variando en función del sexo (g). Se reportan el criterio de información de Akaike corregido para tamaños de muestra pequeños (AICc), la diferencia en la puntuación del AICc de cada modelo con respecto al mejor modelo ( $\Delta AICc$ ), la medida del soporte relativo de evidencia para cada modelo en los datos (WAICc) y el número de parámetros calculado por cada modelo (k).

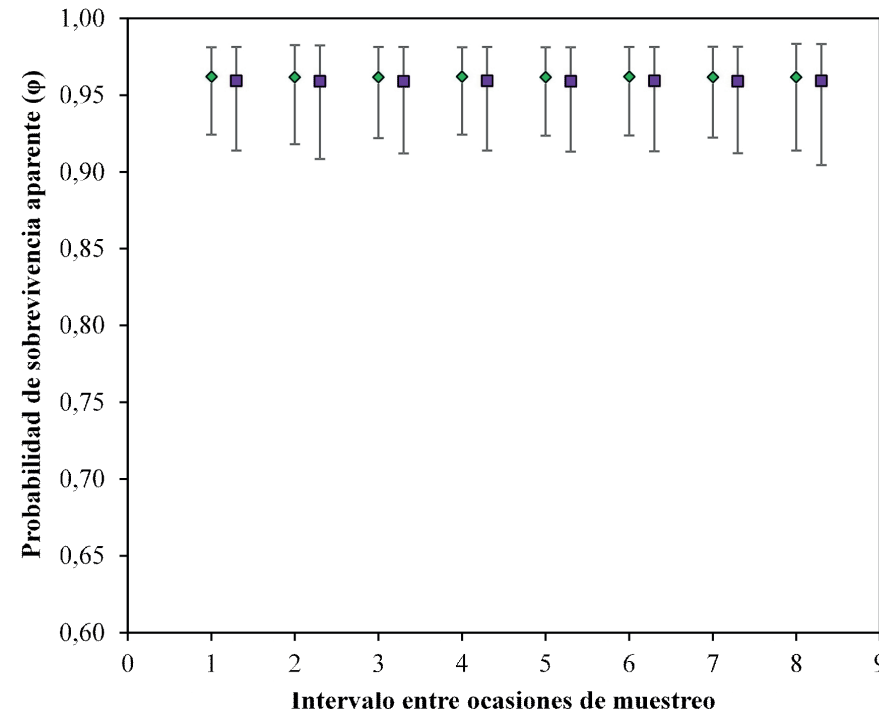
Modelo	AICc	$\Delta AICc$	WAICc	k
$\phi(\cdot) p(g) \lambda(t)$	2286,73	0,00	0,27	12
$\phi(\cdot) p(t) \lambda(\cdot)$	2288,20	1,47	0,13	11
$\phi(\cdot) p(\cdot) \lambda(t)$	2288,37	1,64	0,12	11
$\phi(g) p(g) \lambda(t)$	2288,69	1,96	0,10	13
$\phi(\cdot) p(g) \lambda(\cdot)$	2288,90	2,17	0,09	4
$\phi(g) p(t) \lambda(\cdot)$	2288,92	2,19	0,09	12
$\phi(g) p(\cdot) \lambda(t)$	2289,34	2,61	0,07	12
$\phi(g) p(g) \lambda(\cdot)$	2290,82	4,09	0,04	5
$\phi(\cdot) p(\cdot) \lambda(\cdot)$	2291,29	4,56	0,03	3
$\phi(g) p(\cdot) \lambda(\cdot)$	2291,85	5,12	0,02	4
$\phi(\cdot) p(t) \lambda(t)$	2292,60	5,87	0,01	19
$\phi(g) p(t) \lambda(t)$	2293,47	6,74	0,01	20
$\phi(t) p(g) \lambda(t)$	2297,32	10,59	0,00	20
$\phi(t) p(t) \lambda(\cdot)$	2298,58	11,85	0,00	19
$\phi(t) p(\cdot) \lambda(t)$	2298,88	12,15	0,00	19
$\phi(t) p(g) \lambda(\cdot)$	2299,37	12,64	0,00	12
$\phi(t) p(\cdot) \lambda(\cdot)$	2301,33	14,60	0,00	11
$\phi(t) p(t) \lambda(t)$	2303,46	16,73	0,00	27





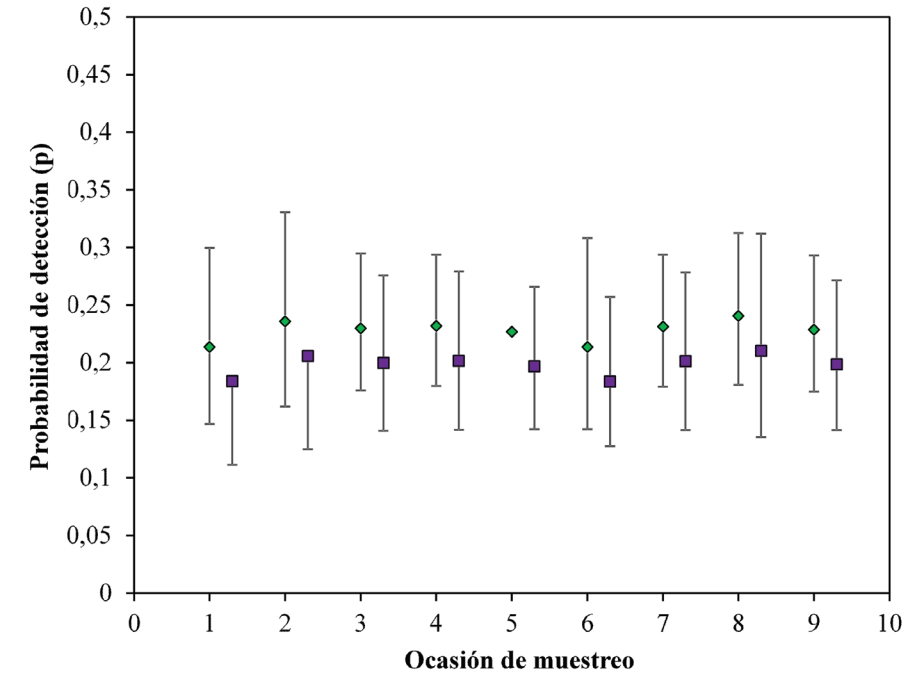
**Figura 17.**

Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de supervivencia aparente según el sexo en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras.



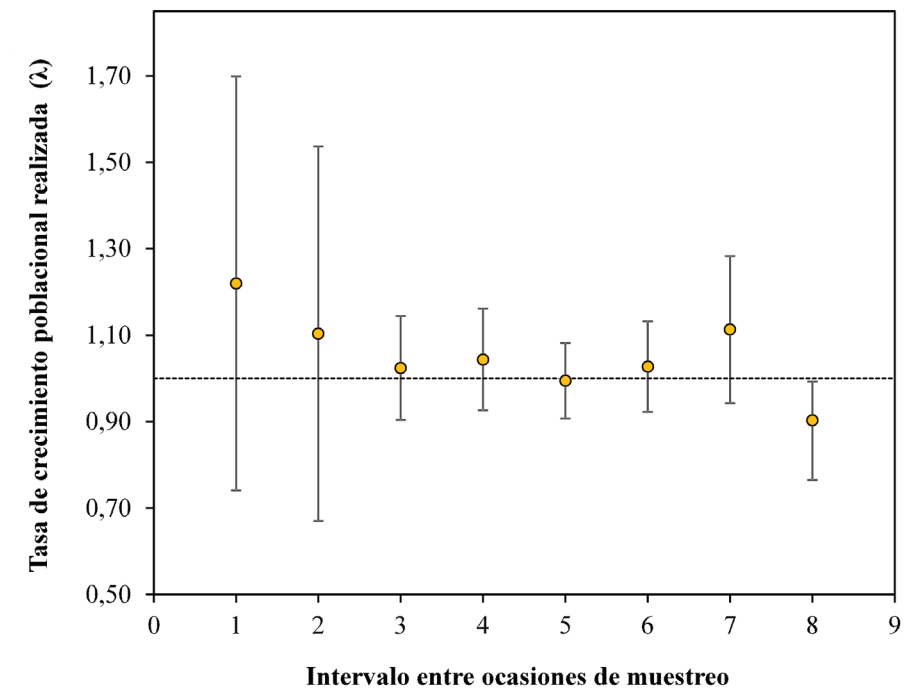
**Figura 18.**

Promedios modelo-ponderados para la probabilidad de detección según la ocasión de muestreo en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %. Rombos = machos; Cuadrados = hembras.



**Figura 19.**

Promedios modelo-ponderados para la tasa de crecimiento poblacional realizada, según el intervalo entre las ocasiones de muestreo en la población de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura. La línea punteada indica el límite en la tasa de crecimiento poblacional en el cual la población es estable o a partir del cual crece. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95 %.



Finalmente, la tasa de crecimiento poblacional realizada evidenció una alta variación en el tiempo, con estimados promedios cercanos o por debajo del valor de referencia en los intervalos entre ocasiones de muestreo 5 ( $\bar{X} = 0,994 \pm 0,029$ ) y 8 ( $\bar{X} = 0,902 \pm 0,053$ ) que corresponden a los meses de enero-febrero y julio-agosto respectivamente; los cuales se encuentran entre las temporadas secas del año (Figura 19).

• **Fitotelmas artificiales**

En esta localidad la utilización de las fitotelmas artificiales fue superior, puesto que, de los diez vasos instalados, se encontraron renacuajos e individuos postmetamórficos en seis (Figura 20). Se registró el uso de dichos recursos artificiales durante todos los monitoreos, es decir, de mayo de 2017 a agosto de 2018; lo que permite inferir que su reproducción es continua. Hubo una prevalencia en el uso de las ubicadas a 50 cm o menos.



**Figura 20.**

Fitotelmas artificiales instaladas en la localidad de Agua Clara-La Cascada, Anchicayá-Buenaventura, usadas por *Oophaga lehmanni* para depositar sus renacuajos. En cabezas de flecha se indican los huevos infértiles depositados por las hembras como alimento para el renacuajo.



Fotos: Mónica Gómez-Díaz.



## Discusión

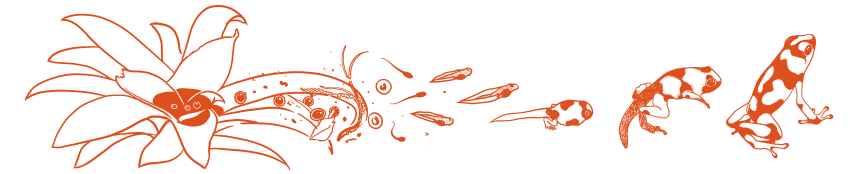
La rana venenosa de Lehmann se encontró asociada a parches de bosque maduro y secundario en recuperación, con abundante hojarasca, troncos en descomposición y fuentes de agua pequeñas y/o grandes. En los casos donde estas áreas estuvieron en límites con zonas de cultivo, solo en eventos fortuitos las ranas fueron encontradas sobre el borde del bosque, un 95 % de las ranas fueron registradas en el interior del bosque. El número de individuos marcados fue mayor en la población de Agua Clara-La Cascada respecto a la población de El Placer, con densidades de 35 individuos/ha y 29 individuos/ha respectivamente. De acuerdo con la reseña histórica generada por las comunidades, este resultado está principalmente influenciado por la práctica de tráfico ilegal que tuvo mayor prevalencia e incidencia en la población de El Placer.

La proporción sexual encontrada en las poblaciones de estudio difirieron entre sí, siendo una distribución equitativa en El Placer, frente a una no ajustada con mayor representatividad de machos en Agua Clara-La Cascada. Este último resultado puede obedecer a la abundancia registrada, dado que al existir un mayor número de individuos la probabilidad de observarlos aumenta. Asimismo, los machos a razón de su alta territorialidad y actividad de vocalización tienden a ser detectados con más facilidad. Esto coincide con lo encontrado en investigaciones poblaciones para *Andinobates bombetes*, *Oophaga granulifera* y *Oophaga pumilio* (Crump, 1972; Bunnell, 1973; Pröhl, 2005; Marín-Gómez y Gómez-Hoyos, 2011). Respecto a las variables morfológicas evaluadas para determinar dimorfismo sexual, los resultados arrojaron diferencias significativas entre los individuos adultos de *O. lehmanni* pertenecientes a la población de El Placer. Con valores medios de longitud de la tibia, longitud del antebrazo, apertura de la boca y peso mayores en los machos respecto a las hembras. Esto podría estar relacionado con el fa-

vorecimiento en los combates físicos entre machos y la capacidad de desplazamiento (Carothers, 1984). Por otro lado, Reinhard et al. (2015) proponen que el ancho de la mandíbula tiende a ser mayor en los machos posiblemente para reducir la competencia intersexual por recurso alimenticio.

La evaluación de parámetros demográficos es de vital importancia para comprender el estado de las poblaciones y orientar las estrategias de conservación. Principalmente en especies como *O. lehmanni* donde las poblaciones se encuentran aisladas entre sí, incrementando el potencial de extinción por eventos estocásticos (Wells, 2010). Las probabilidades de supervivencia aparente estimadas para las poblaciones de estudio fueron altas y similares en el tiempo, con promedios de 96 % en Agua Clara-La Cascada y 97 % en El Placer; no obstante, estas condiciones podrían cambiar si hay eventos como extracción ilegal o enfermedades emergentes por traslaciones. Tres aspectos fundamentales pueden explicar el comportamiento de este parámetro, la alta territorialidad de la especie, característica de la familia Dendrobatiidae, que permite el registro de un mismo individuo en múltiples ocasiones (Summers, 1989; Guimarães et al., 2014). La condición de aposematismo, puesto que al ser impalatables y/o tóxicos el número de depredadores puede ser menor y por lo tanto su tasa de supervivencia aumenta (Molina-Zuluaga et al., 2014). Finalmente, la repro-





ducción continúa, la cual se corroboró mediante las fitotelmas artificiales que fueron usadas por *O. lehmanni* durante un año de monitoreo. Resultados similares en la probabilidad de supervivencia aparente estimada fueron obtenidos por Richards-Zawacki et al. (2013) para *Oophaga pumilio* con promedios de 60 - 80 %. Asimismo, Molina-Zuluaga et al. (2014) determinaron que este parámetro fue alto y constante a lo largo del tiempo para *Colostethus aff. fraterdanieli* y *Dendrobates truncatus*, con 98 % en ambos casos y Loaiza-Piedrahíta et al. (2016) encontraron que *Andinobates opisthomelas* presentó estimados promedios de 63 %.

La probabilidad de detección se ve afectada por la conspicuidad de la especie, la territorialidad, la densidad, el hábitat y la capacidad del observador (Mazerolle et al., 2007). Para la población de El Placer este parámetro fue variable en el tiempo arrojando un

estimado promedio del 10 % con incrementos mínimos ( $\pm 0,1$ ) en los meses de diciembre, julio y agosto. Esta baja detectabilidad también fue reportada por Molina-Zuluaga et al. (2014) para *Colostethus aff. fraterdanieli* cuyo estimado fue del 15 %. Teniendo en cuenta lo observado durante los monitoreos, se considera que los resultados obtenidos para este parámetro están relacionados con la baja densidad de la población y posiblemente con la capacidad del observador dadas las dificultades del terreno. Para la población de Agua Clara-La Cascada se encontró una marcada diferencia de detectabilidad entre sexos, con estimados promedios de 22 % en machos frente al 19 % en hembras. Esta tendencia es esperada, puesto que los comportamientos reproductivos de los machos, tales como vocalizaciones en sitios elevados dentro del bosque, facilitan la propagación de sus cantos, y la fidelidad de percha, crean un sesgo hacia una mayor detectabilidad en este grupo. Asimismo,

se ha documentado para *Oophaga granulifera* y *Oophaga pumilio* que las hembras poseen rangos de acción más grandes (Pröhl y Willink, 2015) que hacen menos probable detectarlas en la misma zona repetidas ocasiones.

Por último, la tasa de crecimiento poblacional realizada ( $\lambda$ ) difirió entre poblaciones. Para la población de El Placer, se observó una tasa constante en el tiempo, pero muy cercana al valor de referencia; lo cual puede estar evidenciando el esfuerzo de la población por recuperarse (crecer), frente a las incesantes acciones antropogénicas como el tráfico ilegal (extracción de individuos) y la traslocación de especies (competencia interespecífica). El patrón de crecimiento poblacional temporalmente estable, ha sido detectado para otras especies de la familia como *Colostethus aff. fraterdanieli* y *Dendrobates truncatus* (Molina-Zuluaga et al. 2014). Para la población de Agua Clara-La Cascada el parámetro resultó altamente variable en el tiempo, de modo que evidentemente existe algún factor de perturbación. Según la información obtenida durante las socializaciones con esta comunidad, las extracciones ilegales no son frecuentes en la zona; por lo que evaluando otras posibilidades y teniendo en cuenta los meses donde se observan las tasas de crecimiento poblacional realizadas más bajas, la variación puede

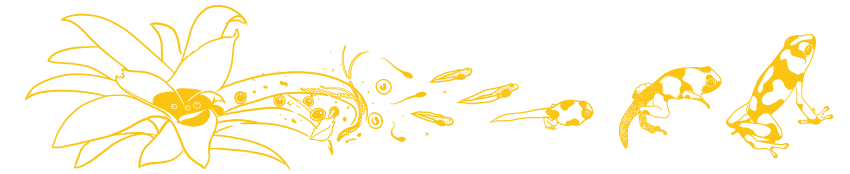
estar relacionada con las épocas secas donde la reproducción disminuye y hay muy poca actividad de canto (Pröhl, 1997; Pröhl y Willink, 2015). Cabe destacar que dichas variaciones generan preocupación pues las poblaciones tienden a enfrentar mayores riesgos de extinción por estocasticidad demográfica y ambiental (Green, 2003).

Los resultados sugieren que las poblaciones de estudio tienen potencial para permanecer en el tiempo, puesto que hay reproducción, sus probabilidades de supervivencia son altas y sus tasas de crecimiento poblacional realizadas se encuentran por encima del valor de referencia. No obstante, en ambas localidades existen amenazas permanentes que se convierten en un obstáculo para su conservación. Resulta imprescindible continuar con monitoreos que permitan evaluar parámetros como la viabilidad de la población y establecer con mayor precisión los estimados en esta investigación. Asimismo, es importante considerar llevar a cabo eventos de reintroducción de individuos, los cuales provengan de un proceso de cría en cautiverio, en aquellas localidades donde hubo extirpaciones por efectos de la extracción ilegal. Este proceso estaría directamente relacionado con el mejoramiento de la diversidad genética de la especie, debido a que existe una pérdida de la misma (Amézquita com pers). 🦊



# CAPÍTULO 3

## Formulación del plan estratégico de acción para *Oophaga lehmanni* en el Valle del Cauca



**Los autores** queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las personas listadas a continuación, ya que, gracias a su tiempo, contribuciones, apreciaciones y discusiones durante el taller, fue posible lograr los alcances que serán mencionados en adelante. Los cuales, esperamos que tanto ustedes como los demás lectores vean reflejados en los siguientes textos y cuadros.

Participante	Institución
Adolfo Amézquita Torres	Universidad de los Andes
Álvaro Javier Fierro Perdomo	PNN Farallones de Cali
Álvaro José Aguilar Cáceres	Guardabosques para la Paz-CVC
Amparo Uruña de Batero	Comunidad El Placer
Ana Jency Banguera Vernaza	Comunidad Agua Clara
Ana María Andrade Hidalgo	Universidad del Valle
Andrés Balcázar Salazar	Investigador independiente
Andrés Posada Ruiz	DAGMA
Anhorán Sossa	DAGMA
Camilo Andrés Linares Vargas	Universidad del Valle
Carlos Andrés Galvis Rizo	Fundación Zoológico de Cali
Carlos Eduardo Burbano Yandi	Universidad del Valle
Claudia Luz Rodríguez	MADS
Dairo Antonio Última Gaspar	Comunidad La Cascada
Dalia Sinisterra Velásquez	Comunidad Agua Clara
Diego Mauricio Diaz Manzano	ANLA
Eduardo Velasco Abad	CVC
Fabio Cuero Sinisterra	Comunidad Agua Clara
Fernando Vargas Salinas	Universidad del Quindío
Francisco López Machado	Investigador independiente
Freddy Rebolledo Tenorio	Comunidad El Placer
Germán Forero Medina	WCS
Gumerindo Quiñones	CVC
Gustavo Alberto Trujillo Barrientos	CVC
Henry Nelson Vargas Lozano	EPSA-CELSIA
Iván E. Ramos V.	Tesoros de Colombia Sustainable Farm
Iván Lozano Ortega	Tesoros de Colombia Sustainable Farm

Durante las socializaciones y en común acuerdo con las comunidades, se construyó un breve relato de su historia, con un enfoque hacia el momento en que conocieron la existencia de la rana venenosa de Lehmann, su tráfico ilegal y cuál es el pensamiento hacia la conservación de la misma en la actualidad. A continuación, se presentan los que se han denominado estudios de caso, para cada comunidad involucrada en este proceso.

Participante	Institución
Janith Vanessa Orozco	Comunidad Queremal
Jennifer Dayana López Barrera	Universidad del Valle
Jorge Kelvin Torres López	Universidad del Valle
Jorge Leonardo Herrera	Guardabosques para la Paz-CVC
Juan Carlos Moreno Benavides	DAGMA
Juan de Jesús Salazar	CVC
Luis Carlos Mamian	PNN Farallones de Cali
Luz Adriana Pabón Grisales	Guardabosques para la Paz-CVC
Luz Henith Vergara Rodallega	Comunidad Agua Clara
María Elena Figueroa M.	Guardabosques para la Paz-CVC
María Ximena García González	Universidad del Valle
Melisa Alegría Valencia	Universidad del Valle
Mileidy Betancourth Cundar	Universidad de los Andes
Mónica Andrea Gómez Díaz	Universidad del Valle
Neiger Ávila Argüello	DIJIN-Policía Nacional de Colombia
Oscar Fernando Martínez Álvarez	PNN Farallones de Cali
Paola Andrea Arango Quiroga	CVC
Rodolfo Rengifo Quiñonez	Comunidad El Placer
Rosa Alexandra Duque Londoño	CVC
Tatiana García Lozada	Guardabosques para la Paz-CVC
Viviana Andrea Santamaría	Fundación Zoológico de Cali
Waldiz Angulo Caicedo	Comunidad Agua Clara
Wilmar Bolívar García	Universidad del Valle
Yaneth Hernández Montoya	EPSA-CELSIA
Yesid Gómez Giraldo	CVC
Yolima Rueda Bravo	Guardabosques para la Paz-CVC
Yuly Paulín Guevara Ortiz	EMAVI-FAC





## Estudio de caso de tres comunidades unidas por una carretera



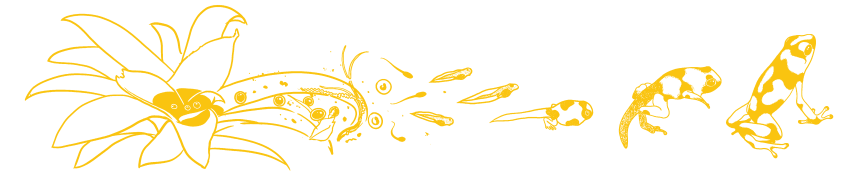
### Comunidad de El Placer

#### Historia de su poblamiento

Pocos son los sitios donde se puede encontrar la rana venenosa de Lehmann; siendo uno de estos lugares la vereda de El Placer, ubicada en el municipio de Dagua. Destino al que solo puede accederse por la carretera Simón Bolívar y cuyo trayecto final desemboca al mar. Este territorio fue habitado desde el año 1920, inicialmente por comunidades campesinas mestizas y tiempo después, por personas provenientes de la costa pacífica de Cauca y Nariño.

En los años 80's, ya se había consolidado el proceso de poblamiento y sus selvas poco a poco habían sido exploradas; los habitantes conocían las montañas, ya habían dado nombre a cerros, quebradas y ríos. Incluso, su conocimiento sobre la fauna, iba más allá de los animales de caza. Desde ese entonces, algunas personas sabían sobre la existencia de la rana, reconociéndola por ser vista en horas del día y presentar colores "naranja y negro" contrastantes con el verde del paisaje.

Un elevado número de individuos de *O. lehmanni* eran observados en sitios como el alto de Yunda, el



alto de la Amapola, el cerro la Cruceta y el cerro La Floresta, mientras que en la parte alta de la cuenca del río Blanco; en el alto de la Virgen hacia el sector del Engaño y en el cerro de la Estrella la cantidad era menor, pero existían poblaciones. Hasta ese momento, la rana no tenía mayor utilidad para la comunidad, solo era observada cuando se hacían recorridos. Sin embargo, algunos de los colonos demostraron un interés inusual en esta especie y en algunos otros animales "rastreros", como las serpientes Talla X (*Bothrops asper*) y el Verrugoso (*Lachesis acrochorda*) que eran comunes en ese territorio. Para la comunidad esta excéntrica actividad no generaba mayores inquietudes.

### Conociendo el tráfico ilegal de la rana de Lehmann

Hacia 1992, se hizo evidente el tráfico ilegal de la rana de Lehmann en el territorio. Aquella práctica no era muy popular, pero sí lucrativa para quien la realizara; de acuerdo con los relatos, quienes lo propiciaron fueron personas extranjeras. Efectuando la labor mediante personas de la comunidad con capacidad de internarse en la montaña y encontrar las poblaciones de esta especie para su captura, llevarlas posteriormente cerca de la carretera y esperar la llegada del traficante por el codiciado tesoro.

A pesar de lo impetuoso del clima y las abruptas condiciones orográficas del territorio; prontamente, la demanda de esta especie en el comercio ilegal llevó a aumentar los periodos en los que se realizaba su captura, llegando a extraer por ocasión entre 50 y 100 individuos; cuyo pago era de aproximadamente \$3000 mil pesos cada uno. Esta renta hizo que en algunas familias, padres e hijos participaran del tráfico ilegal, puesto que el dinero resultante podría costear al menos 15 días de buen mercado. Aún queda en la memoria de los habitantes, cuáles eran los principales sitios donde se extraía esta rana.

Con el transcurrir de los años, el contexto en el que este tráfico ilegal ocurría se hacía cada vez más dra-

mático. Pues difícilmente se podía tener presencia institucional y de las autoridades ambientales, a causa del conflicto armado. No había forma de divulgar el conocimiento sobre esta especie y su importancia; mucho menos existía la capacidad de ejercer control sobre este flagelo. Sin duda, el desconocimiento de estos habitantes sobre los daños que se causaban a esta especie, dejaba que esta práctica se popularizara y no se dimensionaran sus efectos negativos sobre la misma.

### La rana de Lehmann: Su conservación, un acierto para la comunidad

A finales de la primera década del año 2000, las autoridades ambientales acrecentaron su presencia en el territorio y se mejoró el relacionamiento con los distintos actores comunitarios, esto conllevó a un avance en las acciones de conservación dentro del territorio. Ahora la comunidad conocía sobre la especie y su importancia para conservarla. De este modo, el tráfico ilegal empezó a cuestionarse, a ser cada vez más clandestino y menos popular. Para el año 2016, con la firma del convenio No 091 entre CVC y Universidad del Valle, se inició con la comunidad un proceso de monitoreo para evaluar aspectos demográficos en las poblaciones de esta especie. Este trabajo permitió recorrer cada uno de los cerros donde anteriormente se observaba la rana y donde se había efectuado



asiduamente su tráfico, encontrando que en la mayoría había desaparecido o su observación se hacía difícil porque ya era escasa. El cerro la Cruceta, fue uno de estos sitios donde se enfocaron los esfuerzos de monitoreo, registrándose una densidad de 29 individuos/ha; cifra que es baja y puede ser riesgosa para una población donde aún hay eventos de extracción ilegal, que a pesar de ser esporádicos superan esa cantidad. Pese a que este estudio encontró que no hubo un marcado descenso de la población durante el tiempo de monitoreo, resulta preocupante que, ante la continuidad de eventos de extracción o cualquier otro evento estocástico de la naturaleza, la declinación sería inminente. Teniendo en cuenta lo anterior, la comunidad de El Placer, la academia y la



autoridad ambiental han doblegado esfuerzos para su conservación. Actualmente, las comunidades han tomado posición en contra del tráfico ilegal de la rana y están a favor del control que puedan realizar las autoridades ambientales y policivas.

## Construyendo el futuro para la conservación de la rana de Lehmann

La comunidad busca nuevas alternativas económicas y de manejo del territorio que permitan impactar positivamente en la conservación de la rana de Lehmann y su hábitat. Se busca trabajar en mejorar los lazos con las autoridades ambientales y demás actores que interaccionan positivamente con el territorio y pretenden la conservación del mismo. Por ejemplo, de la academia se espera la construcción y fomento de iniciativas de investigación que se desarrollen en conjunto con ellos. En definitiva, un primer inicio sería motivar la participación directa de la comunidad en el monitoreo de la especie, para conocer en tiempo real el estado de la población y permita anticiparse a las amenazas.

De igual forma, la comunidad espera que se realice la implementación de programas de reintroducción de esta especie en los sitios donde alguna vez se observaron. El éxito de esta acción radicaría en el apoyo de los propietarios que deben garantizar las condiciones naturales de los bosques donde se llevaría a cabo este proceso, el resto de la comunidad junto con la autoridad ambiental mantendrían el control de las actividades perjudiciales para la especie y su hábitat. No obstante, se requiere del apoyo de otros actores, con los que se podría trabajar la reproducción en cautiverio con el fin de generar el stock de individuos necesarios para hacerlo.

Finalmente, la comunidad de la mano con las autoridades ambientales está ejecutando un proceso en su territorio que los ha conducido a vislumbrarse como un lugar de conservación, en el que otras personas puedan ir a apreciar y disfrutar de toda la biodiver-

sidad. En su mente esta la conformación de una empresa que sea capaz de brindar de forma organizada y conforme a las normativas vigentes, actividades de turismo de naturaleza. Se piensa que uno de los símbolos que atraería a un público selecto sería la rana de Lehmann, convirtiendo esta en la oportunidad perfecta para enseñar a los turistas sobre su importancia y lo perjudicial que es el tráfico ilegal para su conservación.

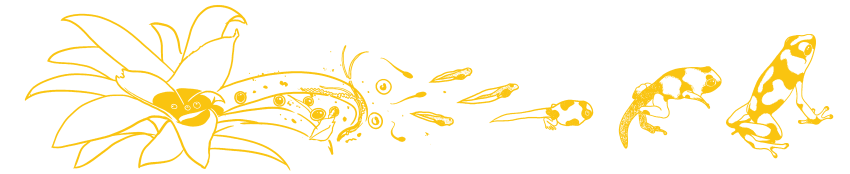
## Comunidad de La Cascada

### Historia del poblamiento

Hacia el año 1900, solo un camino de herradura unía a la capital del Valle del Cauca, con su puerto marítimo en el océano pacífico; siendo este el camino para que algunos colonos sentarían su futuro en estas tierras. Es así, como nace el corregimiento de La Cascada, el cual, fue el punto de encuentro para las personas que vivían a lo largo de esta carretera y el punto de partida para la construcción de las centrales hidroeléctricas del Alto y Bajo Anchicayá.

Su consolidación como centro poblado inició en 1920, incluso antes de haberse construido la carretera Simón Bolívar, la cual reemplazaría el camino de herradura y daría paso al tránsito de carga pesada y del comercio que entraba por el puerto de Buenaventura. Esto propició que su crecimiento como corregimiento fuera veloz y para el 8 de noviembre de 1961, La Cascada ya contaba con Junta de Acción Comunal, Inspección de Policía, Centro de Salud, escuela, entre otros servicios que brindaban a su vez a corregimientos cercanos.

Desde ese entonces, las personas gozaban de prolijas tierras y su economía se basaba en la tala de madera, minería, agricultura y caza de subsistencia. Muchos de estos productos llegaban a la ciudad y poco se requería de lo que venía de esta. Pero hacia mediados de los años 80's, el corregimiento fue escenario del



conflicto armado, impactando la vida de sus habitantes como su memoria colectiva. Tal fue el impacto que las expectativas de vida se redujeron hasta el punto de afectar el proyecto de muchos que soñaban una vida ahí, propiciando el desplazamiento hacia otros territorios.

## El tráfico ilegal de la rana de Lehmann

Las problemáticas que ocurrían en el corregimiento ocasionaron la caída del comercio, la vida se tornaba difícil y pocas actividades generaban ingresos. Sin embargo, surgiría entre algunas personas de la comunidad una nueva actividad que llegaba con la promesa de generar ganancias, siendo esta opción su participación en el tráfico ilegal de *Oophaga lehmanni*. Lamentablemente, la comunidad coincide en haber conocido a esta rana debido a dicha actividad. Como la práctica era tan popular, se desarrolló sin control alguno, durante mucho tiempo.



Seguir

Incautamos 216 ranas venenosas evaluadas en el mercado ilegal en más de 1.200 millones de pesos 🐸💰❌

En conjunto con #PolicíaAmbientaMeBog incautamos en el aeropuerto El Dorado 216 anfibios que iban rumbo a Europa camufladas en frascos de rollo fotográfico



5:02 - 7 nov. 2018

Solo hasta el año 1998, líderes indígenas de la zona realizaron acciones en oposición, decomisando 150 especímenes a un habitante de la comunidad. A pesar de este tipo de controles, no se ha logrado frenar esta práctica; la cual, continúa realizándose de forma clandestina pues difícilmente se ha podido restringir el acceso al territorio, por los múltiples caminos que atraviesan la montaña y que van a dar a corregimientos aledaños. Situación que ha sido aprovechado por los traficantes, quienes han entrado y salido con ranas del territorio sin que la comunidad se percate.

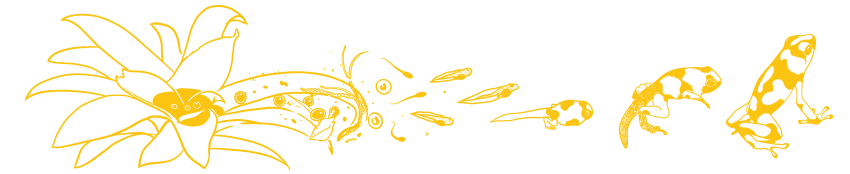
### Hacia una conservación efectiva de la rana de Lehmann

Para el año 2016 y durante la ejecución del convenio No 091; la comunidad formó parte del equipo de monitoreo de la especie, realizando recorridos por el territorio e identificando los lugares donde se conservaban poblaciones. El estudio se enfocó hacia la parte alta del río Danubio, en límites con el Consejo Comunitario de Agua Clara; donde se demostró que existe una población que se mantuvo estable durante

un año de monitoreo y que presenta una densidad de 35 individuos/ha. Hecho que es positivo para un sitio en donde han sacado centenares de estos animales para el tráfico ilegal. Los resultados de este estudio permitieron sugerir que la población aún tiene el potencial para permanecer en el tiempo y que, sin duda, los esfuerzos que se realicen para su recuperación podrían notarse en un corto plazo.

Por otra parte, la intervención directa de la comunidad en este proceso llevó a que estas personas identificaran las diversas variaciones cromáticas que presenta esta especie, entre otras características morfológicas y comportamentales que le diferencian. Además, les permitió conocer rasgos particulares de su historia natural, como es el caso de su reproducción. Por ejemplo, con la comunidad se trabajó a lo largo de un año con la utilización de recipientes plásticos que hacían de fitotelmas y en todas las ocasiones que fueron revisadas habían sido utilizadas para depositar huevos. Al parecer, la reproducción de esta especie es continua y quizá, esta sea una fortaleza. Sin duda alguna, la comunidad entiende que la implementación de una estrategia de enriquecimiento de hábitat con fitotelmas naturales podría estar dentro de las propuestas exitosas para mejorar la población de esta especie.

Finalmente, la comunidad espera que este conocimiento que han ganado contribuya a cimentar lazos de colaboración con la autoridad ambiental y al mismo tiempo influya en el control de la especie. De igual forma, que el trabajo realizado sirva para impactar positivamente en la economía de los habitantes de este corregimiento, quienes ven en los atractivos paisajísticos una oferta turística sin igual, con la que esperan generar dividendos de actividades legales y reguladas por la ley. La comunidad no descarta la oportunidad de que grupos de personas puedan tener un acercamiento con la especie diferente a lo que resulta del tráfico ilegal y así tener la posibilidad de informarles sobre su conservación e importancia que ahora representa para el territorio.



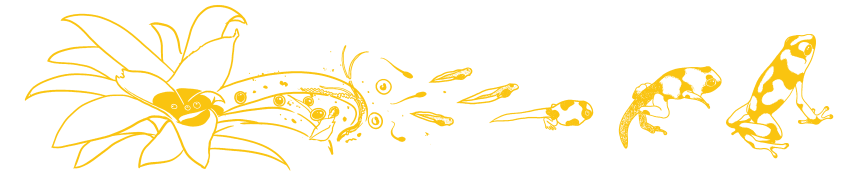
## Comunidad de Agua Clara

### Historia del poblamiento

En el Valle del Cauca, a 28 kilómetros del puerto de Buenaventura, se encuentra el territorio colectivo del Consejo Comunitario de Agua Clara. El cual, lleva el nombre de uno de los afluentes del río Anchicayá y es el tesoro de sus habitantes. Este majestuoso lugar, sorprende por sus cristalinas aguas, rodeadas siempre por densos bosques húmedos y paisajes montañosos, que en su espesura esconden variedad de animales y plantas, ofreciendo una belleza escénica sin igual.

El territorio del Consejo comunitario de Agua Clara comenzó su poblamiento hacia 1926, cuando se dio inicio a la construcción de la carretera “Simón Bolívar”, la cual unió el puerto de Buenaventura con el interior del país. Esto sin duda, generó un impacto económico grande en la región y localmente conllevó a nuevas oportunidades para que las comunidades pudiesen asentarse a lo largo de la carretera. Fue así, como se dio la colonización incluso desde otros lugares del pacífico, como Guapi, Timbiquí, Naya, y Raposo. En 1946, se llevó a cabo la apertura de la carretera y para ese entonces ya se había conformado como un territorio poblado. Ancestralmente, los habitantes han usado los recursos naturales; por ejemplo, actividades de caza, pesca, extracción maderera, lianas, medicinas, minería artesanal y cultivos de pan coger.





El producto de dichas actividades solía venderse en la carretera; en algunos casos las mujeres salían con chontaduro y chancacas, hasta el Danubio o la misma Buenaventura. Así, poco a poco el paso de la carretera empezó a propiciar el desarrollo de la comunidad.

Aquel tiempo era prospero con el vaivén de la carga y el comercio generado por las personas que transitaban la carretera. Sin embargo, esto fue interrumpido debido a eventos inesperados que empezaron a hacer rezagar el desarrollo de la comunidad. Actividades como la Pesca, la agricultura, la entresaca de madera y minería quedaron estancadas; también, disminuyó drásticamente el tránsito por la carretera “Simón Bolívar”, ya que fue construida la vía “Alejandro Cabal Pombo” que acercaba alternamente a Buenaventura con el interior del país. De esta manera, la antigua carretera al mar fue cayendo en el abandono y el desarrollo de las comunidades tuvo que tomar otro rumbo. Ahora, el uso de los recursos naturales se haría cada vez más importante para la subsistencia de la comunidad.

### El Tráfico ilegal: Un enemigo inesperado

Para esta comunidad negra, la biodiversidad de su territorio tiene un valor muy alto, ya que gran parte de sus actividades depende de su uso y aprovechamiento. Sin embargo, nunca se percataron que en otros lugares del mundo algunas personas les habían otorgado un valor a estos componentes e incluso ya habían sido capaces de fijar un precio. Así fueron llegando de repente personas con un interés inusual por una especie de anfibio, *Oophaga lehmanni*.

Según los relatos de algunas personas de la comunidad, los anfibios no han sido animales ignorados, al contrario, han sido reconocidos por sus beneficios a la salud ya que son utilizados para el tratamiento de enfermedades. Algunos, afirman que con solo sobarse una especie de sapo se podían curar fácilmente la erisipela. No obstante, estos beneficios obtenidos del uso de estas especies no eran vistos como un producto comerciable y por tanto no tenía precio.

Para la comunidad de Agua Clara, la rana de Lehmann hacía parte de su entorno y cotidianidad. Las personas que asiduamente visitaban la montaña cuentan que eran fácilmente observables e identificables, debido a su canto y color vistoso. A pesar de lo anterior, en su territorio la extracción de esta especie sucedía antes del año 2000 y desde entonces pasaba desapercibida, aunque se hiciese de forma indiscriminada.

En la comunidad, el tráfico de la rana de Lehmann tuvo poca aceptación y en el territorio pocos llegaron a facilitar la actividad, siendo atribuida mayormente a personas foráneas, quienes recogían estos animales del medio natural para su posterior venta a personas de otras regiones del país y/o extranjeras. Estos últimos, los clientes más asiduos y apetecidos para estos traficantes. Se menciona que las jornadas para capturar estos animales debieron ser largas y dificultosas, pues debían ser extraídos de las zonas de alta montaña; como el Cerro Monte frío, las minas de Manganeso y el sector de las Lagunas, entre otros cerros; cuyas lejanías hace que las distancias a estos destinos se cuenten en días de camino.

Estos lugares fueron visitados durante los años 2017 y 2018, con el fin de verificar la permanencia de esta especie. La intrépida tarea, fue liderada por personas de la comunidad de Agua Clara e integrantes del Grupo de Investigación en Ecología Animal de la Universidad del Valle. La travesía abarcó caminatas por el bosque y a través de senderos de piedra que evidenciaban el trasegar del hombre. Inevitablemente, una gran parte del tiempo hubo que remontar fuertes corrientes de aguas cristalinas, que en momentos se estrechaban por paredes de piedra que se alzaban imponentes, siendo expectantes de lo que pasaba bajo su lecho. El espesor de la selva filtraba tímidamente los rayos del sol, que incansablemente buscaban asirse a la tierra. Montaña, tras montaña quedaron atrás, sin que fuese posible corroborar la presencia de esta especie, hasta que, al fin, en lo alto de la micro cuenca del río Danubio, colindando con el corregimiento de La Cascada, se logró constatar.

Si bien, fueron realizadas estas exploraciones, aún no es posible ser concluyente sobre la desaparición de las poblaciones registradas históricamente en el territorio colectivo, lo que si es claro es que el efecto del tráfico ilegal ha tenido implicaciones directas en la pérdida de poblaciones de otras especies de ranas venenosas y en nuestro caso, este flagelo pudo haber afectado las poblaciones de esta especie. Quizá, exista una posibilidad de que la especie se encuentre confinada en lugares más recónditos del territorio, por lo que esta es una campaña que se deberá continuar por más tiempo.

### El Consejo Comunitario de Agua Clara y su determinación por la conservación del territorio de *Oophaga lehmanni*.

La conformación del CC de Agua Clara fue un paso decisivo para confrontar la problemática de extracción de recursos naturales que sucedía en su territorio, su autonomía ha permitido la implementación de reglamentos y normas, con las que se ha podido frenar estas actividades extractivas. Esto también ha significado el cambio de las actividades económicas de la mayoría de sus habitantes, los cuales han retomado las prácticas ancestrales y culturales de uso de los recursos naturales. Ahora, la conservación del territorio es una responsabilidad de cada uno de los habitantes, que entienden del valor de la biodiversidad y los efectos negativos que traería la pérdida de alguno de



sus componentes. Por tal razón, en este territorio colectivo, se ha llegado a designar un área montañosa del territorio para la conservación del hábitat de la *Oophaga lehmanni*, donde se restringe el ingreso al bosque y la extracción de fauna y flora.

Actualmente, el consejo comunitario de Agua Clara adelanta un proceso de conservación coordinado con las autoridades ambientales. Esto ha sido facilitado por una de las tantas fortalezas de este territorio colectivo, que cuenta con una parte incluida dentro del Parque Nacional Natural Farallones de Cali y otra dentro de la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá. Estas áreas son administradas por diferentes entidades ambientales, como la Unidad Administrativa de Parques Nacionales Naturales y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Ambas, son áreas protegidas, que blindan el territorio de amenazas y aseguran que las actividades desarrolladas estén destinadas a cumplir con objetivos de conservación de nivel nacional.

Sin duda, el camino para mejorar la interacción de los habitantes con la naturaleza circundante ha iniciado con la intención inquebrantable del CC de Agua Clara por salvaguardar su territorio. Este objetivo de la comunidad, se espera haga parte del compromiso de las autoridades ambientales, para que en conjunto sigan fortaleciendo esta labor de conservación. Nuevos horizontes se abren paso en medio de la selva, surcando la carretera Simón Bolívar, casi absorbida y atrapada en el tiempo. Así, nuevas oportunidades brindan la posibilidad de realizar turismo de naturaleza. Con

esto la comunidad espera generar dividendos, de la apreciación de sus recursos naturales y pretende instruir a las personas foráneas sobre la cultura y el cuidado de la biodiversidad de este territorio colectivo.

## Aprestamiento

Desde hace 12 años, en el Valle del Cauca se ha planificado alrededor de la conservación de *O. lehmanni*; direccionando los esfuerzos en conocer el estado de sus poblaciones y su hábitat, así como controlar, mitigar y/o erradicar sus principales amenazas en el departamento (CVC 2007). De igual forma, subsecuentes acciones fueron propuestas por Corredor et al. (2010) en el “Plan de Acción para la Conservación de los Anfibios del departamento del Valle del Cauca”, el cual se enfocó en el conocimiento de la historia natural de la especie y la problemática ocasionada por el tráfico ilegal. Dichas estrategias han proporcionado una base para lograr la protección de la especie, no obstante, resulta indispensable actualizar e identificar aspectos prioritarios a los que se debe hacer frente.

Con este objetivo, se llevó a cabo el “Taller para la actualización del Plan de Conservación de la rana venenosa de Lehmann, *Oophaga lehmanni*”. Evento liderado por la Universidad del Valle y la CVC, que contó con representantes del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible (MADS), Parque Nacional Natural Farallones de Cali, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), Departamento Administrativo de Gestión del Medio

Ambiente (DAGMA), Comité Interinstitucional de Fauna y Flora, Wildlife Conservation Society (WCS), Universidad de los Andes, Universidad del Quindío, Tesoros de Colombia Sustainable Farm, investigadores científicos independientes, EPSA-CELSIA, Fundación Zoológica de Cali, Fuerza Aérea Colombiana (FAC), Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL de la Policía Nacional, Programa Guardabosques para la Paz, los actores comunitarios de las veredas de El Placer, La Cascada y el Consejo Comunitario de Agua Clara, pertenecientes a la cuenca Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura (Figura 21).

El taller tuvo especial énfasis en los siguientes temas:

- Evaluación conceptual de los planes y acciones que se han realizado para la conservación de la especie en el Valle del Cauca.
- Actualización del estado poblacional de la especie y de factores que amenazan su conservación.
- Construcción de elementos claves entre Instituciones gubernamentales, Academia, ONG’s, empresa privada, actores étnicos, comunitarios e investigadores privados para generar sinergias que faciliten la implementación de nuevas acciones de conservación.

La metodología implementada estuvo constituida por conferencias magistrales, plenarias y discusiones en grupos de trabajo, donde se compartió toda la información jurídica, científica, tradicional y vivencial disponible sobre *Oophaga lehmanni* (Figura 22). De esta manera, se construyó un panorama actualizado sobre su biología, estado de algunas de sus poblacio-

nes, aspectos socioeconómicos, normativos, políticos y amenazas. Asimismo, se examinaron los documentos de planificación existentes, concluyendo que, pese a la investigación y el aumento de conciencia en los últimos años, los esfuerzos por mitigar amenazas como el tráfico ilegal, han sido insuficientes y se necesita una mayor atención sobre problemáticas como el cambio climático, presencia de cultivos de uso ilícito y un eventual turismo desmedido. Por lo tanto, el plan de acción deberá propender por incrementar la capacidad del accionar de las autoridades ambientales y policivas, sin dejar de lado la promoción de iniciativas de desarrollo con las comunidades que impliquen una influencia positiva.

## Principios orientadores del plan de acción

Estos principios orientadores fueron adaptados de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (2012):

1. La prioridad vital de la biodiversidad: La vida es el valor supremo. La supervivencia de *O. lehmanni*, en el planeta depende de la protección de los componentes tangibles e intangibles de la biodiversidad y de la comprensión de su carácter dinámico.

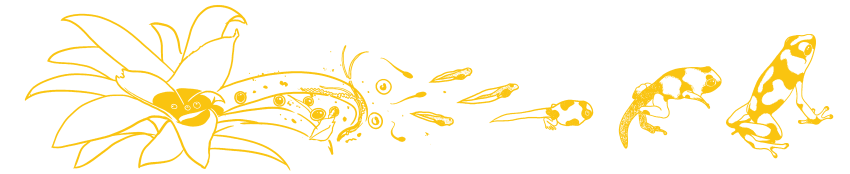


Figura 21.

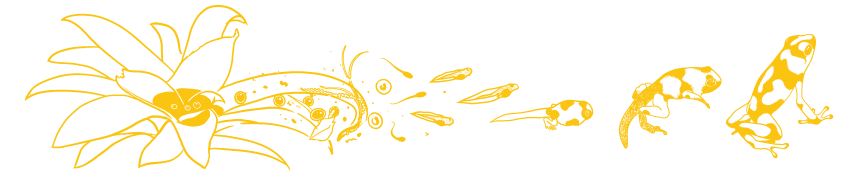
Asistentes al taller para la actualización del Plan de Conservación de la rana venenosa de Lehmann, *Oophaga lehmanni*.



Figura 22.

Conferencias magistrales, plenarias y discusiones a cargo de los asistentes al taller





- Los ecosistemas donde habita *O. lehmanni*, son la fuente, base y garantía del suministro de servicios ecosistémicos, indispensables para el desarrollo sostenible, la adaptación ante los cambios ambientales globales y el bienestar de las comunidades locales.
- El bienestar de las comunidades locales y el mejoramiento de su calidad de vida: La calidad de vida de las comunidades esta recíproca e indisolublemente relacionada con la conservación de todos los componentes de la biodiversidad.
- El principio de integralidad y complementariedad: La biodiversidad debe entenderse desde una perspectiva integral que significa incluir elementos internos y externos de las instituciones y las comunidades humanas.
- La corresponsabilidad: La gestión de la biodiversidad es una responsabilidad compartida pero diferenciada entre todos los miembros de la sociedad. La distribución de los riesgos y beneficios derivados de la gestión ambiental debe ser democrática, justa y equitativa.
- El principio de precaución: Ante situaciones de incertidumbre en la gestión, debe seguirse el principio de precaución.

7. La sostenibilidad: Los ecosistemas donde habita *O. lehmanni* poseen un carácter dinámico y están en permanente transformación, a la vez que requieren la preservación de la base natural que los sustenta y el uso racional de sus componentes para asegurar su viabilidad

8. La intersectorialidad: La gestión eficiente de los componentes de la biodiversidad requiere la concurrencia de todos los sectores y de los actores públicos y privados que derivan su sustento de las actividades económicas, sociales o culturales asociadas con su uso y su protección.
9. La Equidad: Al ser la biodiversidad un patrimonio nacional, fuente de servicios ecosistémicos, y de beneficios para la sociedad en general, y al tener todos los ciudadanos colombianos los mismos derechos constitucionales, la gestión integral de la biodiversidad debe tener como base la generación de equidad social entre los diferentes sectores, actores e individuos que habitan este territorio.

## Objetivos del plan de acción

### Objetivo general de conservación:

Mantener poblaciones viables y genéticamente saludables de la especie *Oophaga lehmanni*, en la cuenca Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura, Valle del Cauca.

### Objetivos específicos:

- Prevenir la extinción local de poblaciones de *O. lehmanni* en la cuenca Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura, a través de la investigación y la aplicación de prácticas de conservación que disminuyan sus amenazas.
- Impedir la pérdida de diversidad genética en las poblaciones de *O. lehmanni*, ubicadas en la cuenca Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura.
- Aumentar el conocimiento y fomentar el empoderamiento de las comunidades locales que cuentan actualmente con poblaciones conocidas en sus territorios, para la conservación de *O. lehmanni*,

compatibilizando su conservación con el crecimiento y desarrollo socioeconómico y cultural del territorio.

- Fortalecer las actividades y la institucionalidad regional y local de control, monitoreo y vigilancia al tráfico y comercialización ilegal de la especie, así como también su manejo post decomiso.

## Implementación de la matriz DOFA para la formulación del plan de acción

En la aplicación de la matriz DOFA, La identificación del escenario interno: Corresponde a la precisión y valoración de los aspectos o circunstancias que son inherentes a la especie, representados en Fortalezas y Debilidades. Estas también se refieren a aquellos elementos sobre los cuales se tiene posibilidades de interferir directamente.

- Debilidades: Aspectos negativos de funcionamiento interno o inherente a la conservación de la especie, que limitan su dinámica natural y que es necesario superar para alcanzar los objetivos del plan.
- Fortalezas: Aspectos positivos internos o inherentes a la conservación de la especie y que pueden ser aprovechados, es decir potencializados para el logro de los objetivos del plan.

La identificación del escenario externo: Hace referencia a los factores incidentes en la dinámica ambiental, sociocultural y económica para la conservación de la especie que representan oportunidades y amenazas.

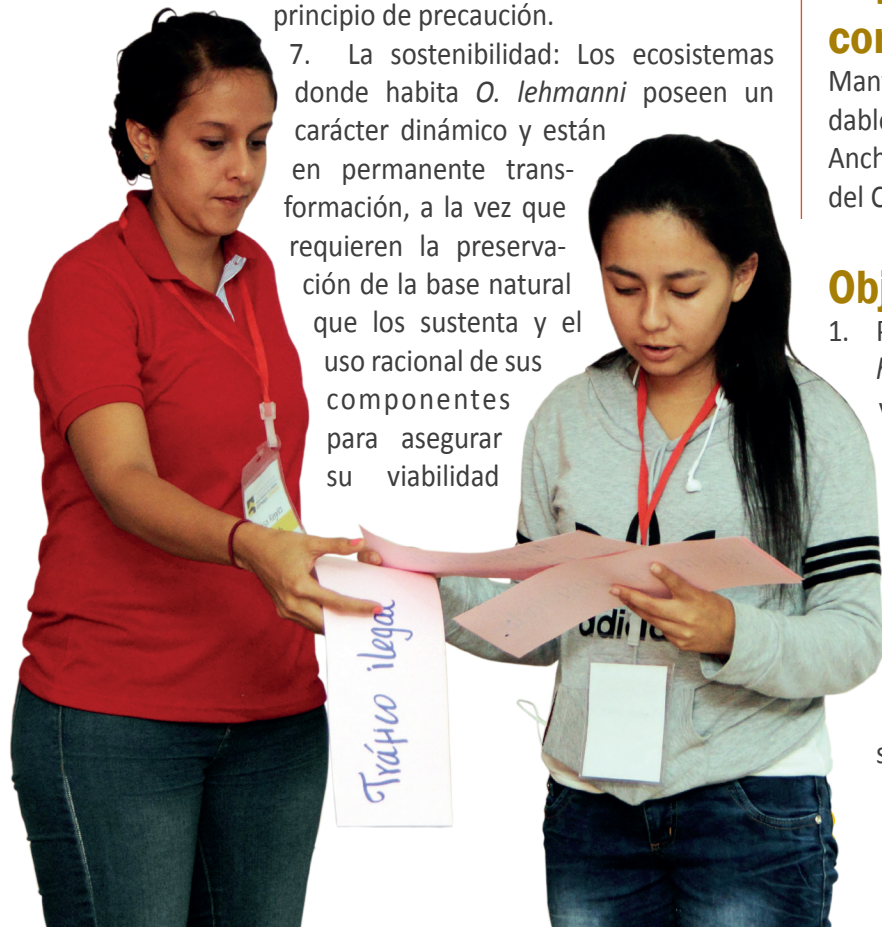
- Oportunidades: Aspectos positivos que se manifiestan desde el entorno externo y que ayudan o favorecen el cumplimiento de los objetivos del plan y por lo tanto pueden ser aprovechados con ese fin.
- Amenazas: Aspectos negativos del entorno de conservación de la especie, cuya ocurrencia representa un obstáculo para el logro de los objetivos del plan y por lo tanto pueden dificultar el cumplimiento de lo que se propone lograr.

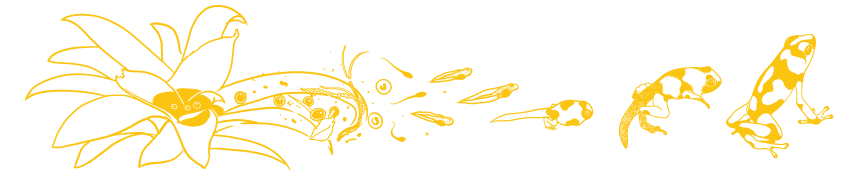
A partir de la identificación de los anteriores escenarios se facilitó la elección de estrategias que desaparecieran amenazas, minimizaran debilidades, potenciarán fortalezas y aprovecharán las oportunidades del entorno, con el fin de lograr la conservación efectiva de la especie. Este diseño conjunto e integrado garantizará el cumplimiento de los objetivos de este plan de acción.



## Resultado de la Matriz DOFA

El desarrollo y construcción de la matriz DOFA, puso en consideración tres ejes de identificación y análisis que fueron el ambiental, socioeconómico-cultural y político-administrativo (**Anexos 1, 2, 3**). Con los





cuales, se posibilitó precisar cuatro determinantes:

- **Potencialidades:** Contenido en las fortalezas y oportunidades
- **Riesgos:** Derivado de las Debilidades y Oportunidades
- **Desafíos:** Advertidos en las Fortalezas y Amenazas
- **Limitaciones:** Contenidas en las Debilidades y Amenazas

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de estos determinantes en la planeación estratégica:

## Potencialidades

El primer análisis que se efectuó tuvo como objetivo reconocer las potencialidades para la conservación de *Oophaga lehmanni*. Para evidenciar esto, se compararon las Fortalezas que afirman el éxito del objetivo del plan y las Oportunidades que dejan entrever las potencialidades. Dando como resultado del análisis (**Anexo 4**), lo siguiente:

- A partir del conocimiento de línea base construido sobre *O. lehmanni* y con la comunidad científica interesada en su conservación, se podrá dar continuidad a los programas de monitoreo y manejo que se planteen en este plan de acción para evaluar la efectividad en las acciones implementadas.
- Facilidad de la comunidad científica para construir y ejecutar proyectos de investigación que permitan entender aspectos intrínsecos de la biología de *O. lehmanni*. Así como, abordar nuevas preguntas de investigación que aumentarán el conocimiento sobre la especie, posibilitará la adaptabilidad y mejorará la efectividad de las acciones de conservación de este plan.
- El conocimiento ex situ que se ha generado sobre la biología reproductiva de *O. lehmanni*, facilitará la implementación de estrategias de conservación y aumentará las posibilidades de éxito en la realización de estrategias in situ, como posibles programas de reintroducción de individuos a poblaciones silvestres.
- Aprovechar el endemismo tan marcado y la necesidad de conservación de *O. lehmanni* y su territorio, para promocionarla como un objeto valor

de conservación que permita captar fondos nacionales y extranjeros, para la implementación de las acciones del plan.

- El ecosistema donde se encuentra *O. lehmanni* se encuentra en buen estado de conservación lo que contribuye al éxito en las acciones de conservación que se implementen, como translocación de individuos entre poblaciones o reintroducción de individuos nacidos en cautiverio mediante programas de reproducción ex situ.

De otro lado, las potencialidades desde la perspectiva socioeconómicas-culturales (**Anexo 5**), fueron:

- Participación e interés de las comunidades locales en que se construyan en sinergia con los diversos actores institucionales, académicos, empresa privada y ONG, diversos proyectos de conservación con *O. lehmanni*.
- La especie posee el potencial de impulsar recursos para su conservación. Lo que también puede generar y fortalecer vínculos entre instituciones y comunidades locales que tengan este mismo objetivo.
- *O. lehmanni* es una especie carismática que posibilita el desarrollo de procesos de conservación, siendo uno de esos impactos benéficos la visualización del trabajo conservacionista que desarrollan las comunidades locales y demás actores.

En cuanto a las potencialidades desde la perspectiva político-administrativa (**Anexo 6**), el resultado fue el siguiente:

- Presencia de *O. lehmanni* en áreas protegidas puede ser una oportunidad para desarrollar actividades reguladas como el turismo de naturaleza sin que se afecte el éxito de las acciones de conservación de estas áreas.
- Priorización de *O. lehmanni* en las estrategias de conservación de orden nacional y regional, permiten la llegada de inversión en el territorio para la conservación de la especie.
- Posibilidad de promover dentro de las acciones de manejo, su uso como criterio para ser utilizada en la reglamentación y ordenamiento del turismo de naturaleza comunitario a través de la construc-



ción conjunta con las autoridades ambientales.

- La continuidad en los planes de manejo de *Oophaga lehmanni*, permiten seguir avanzando en la participación conjunta de los actores interesados en la conservación de la especie. Algunos de estos actores pueden llegar a generar un relacionamiento con la comunidad local que propendan por buscar opciones de desarrollo socioeconómico como mercados y sellos verdes, turismo de naturaleza y comercio legal.
- Creación de espacios de participación interinstitucional que posibilita la ejecución de actividades del plan de manejo de la mano con las autoridades ambientales, las comunidades y actores interesados en la conservación de *O. lehmanni*.
- Desarrollo de programas de reproducción ex situ, que permitan generar y/o fortalecer alternativas de desarrollo socioeconómico con las comunidades, con las que se puedan fomentar el comercio legal de la especie e impactar en la disminución de la presión por tráfico ilegal.

## Desafíos

Para el análisis de los desafíos desde lo ambiental dentro de la matriz DOFA, se contrastaron las Fortalezas y las Amenazas. Los resultados de este contraste (**Anexo 7**) permitieron reconocer lo siguiente:

- A pesar de la existencia de una línea base del conocimiento, se continúa sin conocer los posibles efectos del cambio climático en la especie, afectando la toma de decisiones y la pertinencia de las mismas en el manejo de conservación.
- A pesar del conocimiento que se tiene sobre la reproducción ex situ de *Oophaga lehmanni* puede surgir una enfermedad. Para la cual, las herramientas desarrolladas en la actualidad no sean suficientes para controlarla.
- Transformación de bosques a cultivos, en zonas donde habita *O. lehmanni*, perjudicando la estabilidad de sus poblaciones.
- Crecimiento de zonas con cultivos de uso ilícito en el territorio, que afecten el estado del ecosistema y el hábitat *O. lehmanni*.

- A pesar de la existencia en el territorio de áreas naturales en buen estado de conservación, es posible que se realicen acciones antrópicas que produzcan un proceso de fragmentación en las poblaciones de *O. lehmanni*.

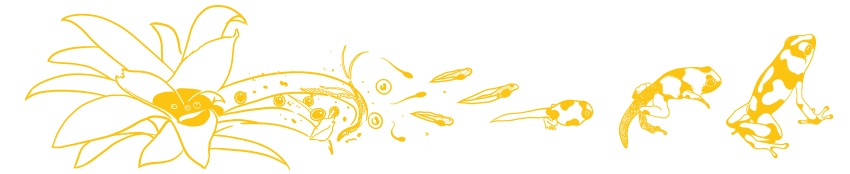
Por otra parte, el resultado de este análisis de los desafíos desde lo socioeconómico-cultural (**Anexo 8**) fue el siguiente:

- Existencia de personas de la comunidad que no participan ni les interesa la conservación y realicen actividades de intervención en el hábitat donde existan poblaciones de *O. lehmanni*.
- Los recursos gestionados no sean suficientes para implementar acciones de conservación que permitan afrontar amenazas, como: la intervención antrópica, el turismo descontrolado y el tráfico ilegal.
- Personas de la comunidad realizan turismo informal y descontrolado afectando la oportunidad de visibilizar adecuadamente los procesos de conservación que realiza la comunidad.
- Personas de la comunidad facilitan la extracción de *O. lehmanni* de su hábitat natural, para beneficio tráfico ilegal.

- El tráfico ilegal de la especie afectará el éxito en las acciones de conservación que se realicen con las comunidades en el territorio. Por ejemplo: si se llegasen a implementar programas de translocación y reintroducción de la especie.

En cuanto al análisis de las variables para advertir los desafíos desde la perspectiva político-administrativa (**Anexo 9**), permitió determinar lo siguiente:

- Aunque la especie se encuentra dentro de un Parque Nacional Natural y una Reserva Forestal Protectora Nacional, para esta última figura, existe la posibilidad de realizar proyectos de orden nacional que pueden generar impactos negativos en la especie.
- Los planes de manejo de *O. lehmanni*, no contemplan los riesgos de realizar proyectos de orden nacional que requieran sustracciones de áreas en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá que generan impacto ambiental en el territorio.
- Promoción en las comunidades de un turismo sin control, que perjudique la implementación



- y ejecución de las estrategias de conservación en el territorio de *O. lehmanni*.
- Carencia de normativas y reglamentaciones en el territorio de *O. lehmanni*, que regule la manipulación y captura de individuos de esta especie con distintos fines, entre los más frecuentes: el tráfico ilegal.

## Riesgos

En cuanto al análisis de los riesgos ambientales en la matriz DOFA, se construyeron los escenarios de acuerdo al contraste entre las Debilidades y las Oportunidades. El resultado del análisis de estas variables para identificar los riesgos desde lo ambiental (**Anexo 10**), fue el siguiente:

- Dificultad para realizar investigaciones que profundicen el conocimiento sobre la biología de la especie y los factores que la hacen más vulnerable a las amenazas.
- Procesos de reintroducción de poblaciones posiblemente afectados por el bajo potencial reproductivo y ciclo de vida complejo de *O. lehmanni*.

- Dificultad para ejecutar programas de reintroducción o translocación a su hábitat natural por su baja variabilidad genética.

En cuanto a los riesgos desde la perspectiva socioeconómica-cultural (**Anexo 11**), el cruce de estas variables evidenció lo siguientes:

- Actores no unen esfuerzos para implementar estrategias de educación, comunicación y divulgación del conocimiento hacia la comunidad, ocasionando baja visibilidad de las acciones de conservación realizadas sobre la especie.
- Poca capacidad de los actores para construir alternativas de conservación que disminuyan las amenazas de la especie e impacten positivamente en el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales.
- Baja generación de vínculos entre instituciones y la comunidad local que permitan el desarrollo de estrategias de conservación, como el turismo de naturaleza encaminado para cumplir con los objetivos de conservación de la especie y las áreas protegidas donde habita.





De igual forma, el cruce de las debilidades y oportunidades para conocer los riesgos desde lo político-administrativo (**Anexo 12**), arrojó lo siguiente:

- Falta de espacios de participación interinstitucional y comunitarios no permiten la gestión del territorio, impidiendo aunar esfuerzos para ejecutar las acciones del plan de acción.
- Falta de espacios de participación interinstitucional y comunitaria, que permitan unir esfuerzos para disminuir el tráfico ilegal de la especie, hacer control y prevención de este flagelo en el territorio, educación ambiental y aplicación de incentivos de conservación para las comunidades.
- Poco trabajo cooperativo de investigación para dar continuidad a los procesos de conservación y generar información que permita la adaptabilidad de las acciones del plan.
- Falta de direccionalidad en las alternativas productivas con las comunidades locales, para disminuir el impacto de amenazas como el comercio y tráfico ilegal, sin la posibilidad de generar un comercio legal con esta especie.

## Limitaciones

El análisis de las limitaciones contrastó las Debilidades y Amenazas en cada uno de los ejes que se determinaron (**Anexo 13**), como se muestra a continuación iniciando desde la perspectiva ambiental:

- El complejo ciclo de vida de la especie, la hace más vulnerable a los efectos ocasionados por el cambio climático, la transformación de los bosques, las enfermedades emergentes y el uso de agrotóxicos en cultivos de uso ilícito, pudiendo ocasionar problemas en la dinámica de sus poblaciones, entre otros efectos aún por investigar.
- Si se continúa la transformación de los bosques para la apertura de actividades agropecuarias se reduciría el área mínima para el establecimiento de poblaciones, afectando así la viabilidad para mantener poblaciones de esta especie y aumentar su variabilidad genética.
- Ya que es una especie endémica a la cuenca Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura, los efectos que puede ocasionar la fragmentación de

sus poblaciones y el surgimiento de una enfermedad podrían acarrear serios problemas para su conservación en vida silvestre.

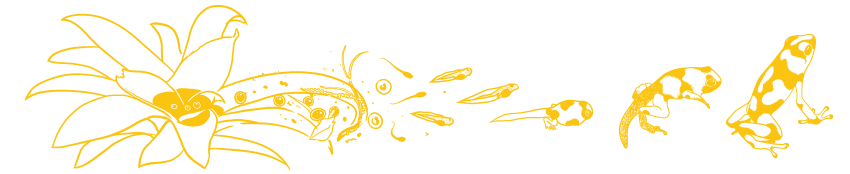
- La baja variabilidad genética, relacionada con el complejo ciclo de vida de *Oophaga lehmanni*, se puede agravar debido a la continua fragmentación de sus poblaciones. Impidiendo el éxito en las acciones de conservación.

Para la determinación de las limitaciones socioeconómicas-culturales el cruce de las variables (**Anexo 14**), arrojó los siguientes resultados:

- La falta de educación y conocimiento en la comunidad sobre *O. lehmanni*, facilita el tráfico ilegal de la especie.
- La falta de empoderamiento y alternativas para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales, propicia la realización de actividades de turismo informal y otras intervenciones antrópicas en el hábitat de la especie, incluidas el tráfico y comercio ilegal.

De igual forma, el contraste entre las variables analizadas desde lo político-administrativo (**Anexo 15**), permitió identificar lo siguiente:

- Ya que es posible desarrollar proyectos de orden nacional dentro de la Reserva, ya sea por sustracción de áreas, los recursos de compensación que pueden resultar de estos proyectos difícilmente se direccionan para la implementación de acciones de conservación, por la falta de gestión institucional.
- El turismo descontrolado podría tener un efecto positivo dentro del tráfico ilegal de la especie al dificultar las labores de control y vigilancia.
- La poca capacidad y normativas para el manejo de *Oophaga lehmanni*, impide que se lleven a cabo estrategias de conservación para la manipulación de individuos silvestres y en condiciones ex situ.
- La falta de claridad en los roles y procesos de las instituciones que tienen inferencia en el territorio de la especie, no permite que estas puedan realizar a cabalidad todas sus funciones, facilitando que se lleven a cabo prácticas como el turismo sin que tenga un control.



- La falta de continuidad y adaptabilidad de los procesos de conservación en el territorio de la especie no genera garantías de la eficacia de las acciones de conservación.
- La falta de ordenamiento y zonificación de la Reserva, facilita que se desarrollen proyectos de impacto ambiental que afecten a la especie y/o su hábitat.
- La falta de presencia e implementación de acciones por parte de los actores institucionales, academia entre otros, que puedan generar impactos en la cultura y desarrollo no permite generar alternativas para las comunidades que beneficien la conservación de la especie. 🐸



## Formulación de estrategias programas y proyectos

La construcción de estrategias se basó en el estricto cumplimiento de los objetivos de conservación del plan, teniendo en cuenta el análisis de las Potencialidades, Limitaciones, Riesgos y Desafíos por cada uno de los ejes: ambiental, socioeconómico cultural y político administrativo, tal como se muestra a continuación:



**Tabla 13.**

Estrategias para el plan de conservación de *Oophaga lehmanni*, con base en las Potencialidades, Limitaciones, Riesgos y Desafíos bajo la perspectiva ambiental, socioeconómico-cultural y político administrativo.

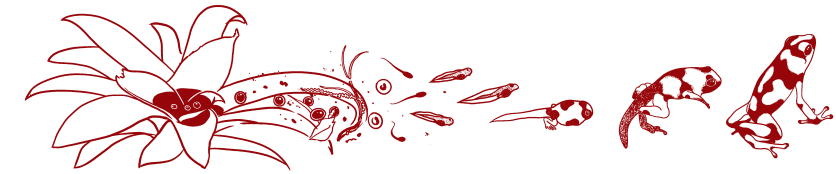
Objetivo general	Objetivos específicos	Estrategia desde			
		Potencialidades	Desafíos	Riesgos	Limitaciones
Mantener poblaciones viables y genéticamente saludables de la especie <i>O. lehmanni</i> , en las cuencas Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura, Valle del Cauca.	1. Prevenir la extinción local de poblaciones de la especie <i>O. lehmanni</i> en las cuencas Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura, a través de la investigación y la aplicación de prácticas de conservación que disminuyan sus amenazas.	Fortalecer y fomentar la investigación científica como fundamento para la gestión del conocimiento y generación de información que permita orientar y sustentar la toma de decisiones respecto a las acciones de conservación, posibilitando la adaptabilidad y mejora continua del plan de conservación de la especie.	Inclusión y armonización de las prioridades de conservación de la especie <i>O. lehmanni</i> con los planes de manejo de las áreas protegidas, territorios colectivos y zonas campesinas que se encuentran en el área de distribución de la especie.	Promover y fortalecer la capacidad de gestión y la articulación intra e interinstitucional e intersectorial para aumentar su capacidad de construir alternativas de conservación que disminuyan las amenazas de la especie e impacten positivamente en el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales.	Identificación de las áreas óptimas para la preservación de poblaciones de la especie <i>O. lehmanni</i> con el fin de que se direccionen hacia estas zonas las actividades de compensación ambiental vinculada al licenciamiento ambiental, de forma que se oriente el ordenamiento territorial hacia la conservación de su hábitat, permitiendo que se mantenga la resiliencia al cambio climático y que se mitiguen los efectos adversos en la especie.
	2. Impedir la pérdida de diversidad genética en las poblaciones de <i>O. lehmanni</i> , ubicadas en las cuencas Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura.	Fortalecer y articular acciones de conservación y manejo in situ y ex situ de <i>O. lehmanni</i> , a través de la investigación aplicada y la implementación de tácticas de preservación que contemplen el establecimiento de nuevas poblaciones, tanto en áreas silvestres como en paisajes transformados con el fin de mantener la conectividad entre las poblaciones y mejorar su diversidad genética	Promover y fortalecer las actividades de recuperación, protección y conservación in situ y ex situ de <i>O. lehmanni</i> , para aumentar el éxito en las acciones de conservación que busquen disminuir amenazas y mejorar la capacidad de manejo de las poblaciones ante el surgimiento de enfermedades emergentes.	Reconocimiento e incorporación de los conocimientos adquiridos sobre la biología de la especie en los programas de conservación de sus poblaciones, de manera tal que permitan aumentar su diversidad genética.	Incorporar y mantener sistemas de conservación de la biodiversidad en sistemas productivos y extractivos, como estrategia para mantener preservado el hábitat de la especie y mejorar la conectividad de sus poblaciones, incrementando a su vez la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para la calidad de vida de las comunidades locales.
	3. Aumentar el conocimiento y fomentar el empoderamiento de la comunidad local que se encuentra en la cuenca Anchicayá-Dagua y Anchicayá-Buenaventura, para la conservación de la especie <i>O. lehmanni</i> , compatibilizando su conservación con el crecimiento y desarrollo socioeconómico y cultural del territorio.	Promover y fortalecer la capacidad de gestión de la comunidad local junto con la articulación intra e interinstitucional e intersectorial que permitan gestionar recursos de entidades financiadoras para la implementación de acciones coordinadas y conjuntas que posibiliten el desarrollo de actividades de conservación en el territorio	Identificar e implementar procesos de estructuración ecológica del territorio que habita <i>O. lehmanni</i> , con el fin de que se oriente el ordenamiento de estas zonas a la conservación de los recursos biológicos, para la distribución justa y equitativa de sus beneficios, sin que se perjudique la implementación y ejecución de las estrategias de conservación de la especie.	Fortalecimiento de los mecanismos y oportunidades de participación social de las comunidades locales e instituciones públicas y privadas que permitan afianzar vínculos y garantizar el desarrollo de las acciones de conservación para la especie	Fortalecer las alianzas entre la comunidad local, los sectores público y privado así como la articulación intra e inter institucional e inter sectorial, para posicionar la conservación de la especie <i>O. lehmanni</i> como elemento estratégico en las políticas económicas y sectoriales del territorio.
	4. Erradicar y prevenir el tráfico y comercio ilegal de la especie, mejorando a la vez su manejo post decomiso.	Fortalecimiento de procesos de monitoreo de <i>O. lehmanni</i> , a través del equipamiento técnico de las comunidades locales y la colección y evaluación de esta información para que sea utilizada para su manejo y que además pueda contribuir al control de problemáticas como el tráfico y comercio ilegal.	Fortalecer las actividades y la institucionalidad nacional, regional y local para el control, monitoreo y vigilancia al aprovechamiento, tráfico y comercialización ilegal de la especie <i>O. lehmanni</i> , así como su manejo post decomiso.	Fortalecer las actividades e institucionalidad relacionada con la posibilidad de generar un comercio legal de la especie	Fortalecimiento, articulación y acompañamiento en la implementación de la normativa relacionada con el control de actividades antrópicas que generan una amenaza a la conservación de la especie o influya negativamente en el desarrollo del plan de acción.

Con el desarrollo de estas estrategias, se han propuesto para cada objetivo de conservación los programas y proyectos encaminados a garantizar la factibilidad del Plan de Acción para el cumplimiento de los objetivos de conservación de este plan de manejo.

**Tabla 14.**

Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 1 del plan de manejo para *Oophaga lehmanni*.

Objetivo de conservación 1		
Estrategias	Programas	Proyectos
Fortalecer y fomentar la investigación científica como fundamento para la gestión del conocimiento y generación de información que permita orientar y sustentar la toma de decisiones respecto a las acciones de conservación, posibilitando la adaptabilidad y mejora continua del plan de conservación de la especie.	Investigación y gestión del conocimiento	1. Construcción y ejecución de proyectos de investigación que permitan entender aspectos intrínsecos de la biología de <i>O. lehmanni</i>
Incluir y armonizar las prioridades de conservación de la especie <i>O. lehmanni</i> con los planes de manejo de las áreas protegidas, territorios colectivos y zonas campesinas que se encuentran en el área de distribución de la especie.	Planificación territorial para la conservación	2. Evaluación de los posibles efectos del cambio climático en la biología de <i>O. lehmanni</i> , priorizando en aquellos procesos que puedan afectar la toma de decisiones y su manejo adaptativo
Promover y fortalecer la capacidad de gestión y la articulación intra e interinstitucional e intersectorial para aumentar su capacidad de construir alternativas de conservación que disminuyan las amenazas de la especie e impacten positivamente en el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales.	Empoderamiento de actores para la gestión de alternativas de conservación	3. Capacitación y empoderamiento de actores públicos y privados que permitan el desarrollo de alternativas de conservación
Identificación de las áreas óptimas para la preservación de poblaciones de <i>O. lehmanni</i> con el fin de que se direccionen hacia estas zonas las actividades de compensación ambiental vinculadas al licenciamiento ambiental, de forma que se oriente el ordenamiento territorial hacia la conservación de su hábitat, permitiendo que se mantenga su resiliencia al cambio climático y que se mitiguen los efectos adversos en la especie.	Ordenamiento territorial como eje fundamental para mitigar los efectos del Cambio Climático	4. Identificación y evaluación de áreas óptimas para la preservación de la especie y la realización de acciones de compensación ambiental vinculadas al licenciamiento ambiental



**Tabla 15.**

Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 2 del plan de manejo para *Oophaga lehmanni*.

Objetivo de conservación 2		
Estrategia	Programa	Proyecto
Fortalecer y articular acciones de conservación y manejo in situ y ex situ de <i>O. lehmanni</i> , a través de la investigación aplicada y la implementación de prácticas de conservación que contemplen el establecimiento de nuevas poblaciones, tanto en áreas silvestres como en paisajes transformados, con el fin de mantener la conectividad entre las poblaciones y mejorar su diversidad genética	Conservación de la diversidad genética	<p>Evaluar la factibilidad de desarrollar un programa de reintroducción de individuos criados en cautiverio a poblaciones silvestres.</p> <p>Estudio de viabilidad y generación de protocolo para la translocación de individuos entre poblaciones silvestres</p>
Promover y fortalecer las actividades de recuperación, protección y conservación in situ y ex situ de <i>O. lehmanni</i> , para aumentar el éxito en las acciones de conservación que busquen disminuir amenazas y mejorar la capacidad de manejo de las poblaciones ante el surgimiento de enfermedades emergentes.	Cuidado y atención a enfermedades emergentes	<p>Implementación de monitoreo epidemiológico en poblaciones silvestres</p> <p>Generación de línea base sobre los posibles agentes patógenos para entender sus efectos en las poblaciones y facilite la creación de protocolos de atención y respuesta a este tipo de emergencias por patógenos.</p>
Reconocimiento e incorporación de los conocimientos adquiridos sobre la biología de la especie en los programas de conservación de sus poblaciones, de manera tal que permitan aumentar su diversidad genética.	Investigación de la diversidad genética	<p>Evaluar los posibles efectos ocasionados por el bajo potencial reproductivo y ciclo de vida complejo de la especie, en los programas de reintroducción y translocación que puedan ser implementados durante este plan</p> <p>Involucrar a la comunidad local y otros actores, en el desarrollo de actividades de planificación del territorio en el que se direccionen las actividades productivas en torno a la conservación de la especie y su hábitat</p>
Incorporar y mantener sistemas de conservación de la biodiversidad en sistemas productivos y extractivos, como estrategia para mantener preservado el hábitat de la especie y mejorar la conectividad de sus poblaciones, incrementando a su vez la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para la calidad de vida de las comunidades locales.	Planificación, Gestión y uso sostenible de la biodiversidad para la conservación de la especie	<p>Desarrollo de un esquema e instrumento de valoración integral (económicos y no económicos) de las áreas naturales y transformadas donde habita la especie, que permita orientar el ordenamiento territorial y reconocer la importancia de estos sitios para garantizar la sostenibilidad productiva de las comunidades</p> <p>Desarrollo de un mecanismo de transferencia de tecnologías y recursos monetarios entre los actores públicos y privados que permita la conservación de la especie en sistemas naturales y transformados.</p> <p>Incorporación de prácticas de silvicultura y agroforestería en los sistemas productivos ubicados en las áreas donde están establecidas las poblaciones</p>

**Tabla 16.**

Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 3 del plan de manejo para *Oophaga lehmanni*.

Objetivo de conservación 3		
Estrategia	Programa	Proyecto
Promover y fortalecer la capacidad de gestión de la comunidad local junto con la articulación intra e interinstitucional e intersectorial que permitan gestionar recursos de entidades financiadoras para la implementación de acciones coordinadas y conjuntas que posibiliten el desarrollo de actividades de conservación en el territorio	Gestión integral de recursos financieros para la conservación	3. Creación de un banco común de proyectos vinculados a las estrategias propuestas en este plan, que contenga una estrategia de sostenibilidad financiera y un portafolio de posibles fuentes de financiación.
Identificar e implementar procesos de estructuración ecológica del territorio que habita <i>O. lehmanni</i> , con el fin de que se oriente el ordenamiento de estas zonas a la conservación de los recursos biológicos, para la distribución justa y equitativa de sus beneficios, sin que se perjudique la implementación y ejecución de las estrategias de conservación la especie.	Estructura ecológica principal para el ordenamiento	<p>Identificación de los principales componentes de la estructura ecológica principal de las áreas donde se encuentran las poblaciones de esta especie</p> <p>Evaluación del estado de conservación de la estructura ecológica principal e inclusión de esta información en el ordenamiento de áreas protegidas, territorios colectivos y zonas campesinas, donde se encuentra las poblaciones de esta especie</p>
Fortalecimiento de los mecanismos y oportunidades de participación social de las comunidades locales e instituciones públicas y privadas que permitan afianzar vínculos y garantizar el desarrollo de las acciones de conservación para la especie	Participación e inclusión de actores públicos y privados en la conservación de la especie	Creación de un grupo de asesores, conformados por distintos actores ligados al territorio que permita afianzar vínculos y ayudar a direccionar la implementación de las acciones de conservación en la especie
Fortalecer las alianzas entre la comunidad local, los sectores público y privado así como la articulación intra e interinstitucional e intersectorial, para posicionar la conservación de la especie como elemento estratégico en las políticas económicas y sectoriales del territorio.	Fomento de herramientas políticas, económicas y sectoriales del territorio	<p>Construcción de acuerdos de conservación que envuelvan actores públicos y privados interesados en la protección de la especie</p> <p>Evaluación de la factibilidad de los productos generados en las zonas donde habita la especie para obtener el sello ambiental colombiano y certificaciones ecológicas que vayan acordes al Plan Nacional de Eco etiquetados del país, como una estrategia comercial y una ventaja competitiva del territorio.</p>



## Literatura citada

**Tabla 17.**  
Programas y proyectos propuestos para el objetivo de conservación 4 del plan de manejo para *Oophaga lehmanni*.

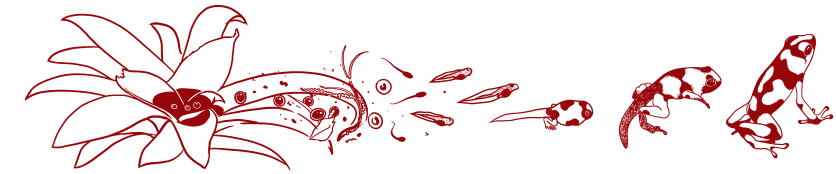
Objetivo de conservación 4		
Estrategia	Programa	Proyecto
Fortalecimiento de procesos de monitoreo de <i>O. lehmanni</i> , a través del equipamiento técnico de las comunidades locales y la colección y evaluación de esta información, para que sea utilizada en el manejo, y que además pueda contribuir al control de problemáticas como el tráfico y comercio ilegal.	Monitoreo y manejo adaptativo	Involucrar a los actores públicos y privados en la recopilación de información que permita mejorar las acciones de manejo de poblaciones y control de problemáticas como el tráfico y comercio ilegal
Fortalecer las actividades y acciones provenientes de la institucionalidad a nivel nacional, regional y local para el control, monitoreo y vigilancia al aprovechamiento, tráfico y comercialización ilegal de la especie, así como también su manejo post decomiso.	Prevención, control, monitoreo y vigilancia	Implementación de actividades de control, monitoreo y vigilancia al aprovechamiento, tráfico y comercialización ilegal de la especie, así como su manejo post decomiso. Construcción de un protocolo de manejo post decomiso de la especie, en concordancia con las normas actuales y la participación de la institucionalidad que tenga directa responsabilidad
Fortalecer las actividades e institucionalidad relacionada con la posibilidad de generar un comercio legal de la especie	Uso sostenible	Investigación sobre los posibles efectos ambientales, socioeconómicos y culturales que se generen de la posibilidad de que la comunidad local realice un comercio legal de la especie. Ordenamiento y control del turismo de naturaleza, para que se desarrolle acorde a la normatividad vigente y no perjudiquen la conservación de la especie
Fortalecimiento, articulación y acompañamiento en la implementación de la normatividad relacionada con el control de actividades antrópicas que generan una amenaza a la conservación de la especie o influya negativamente en el desarrollo del plan de acción.	Aplicación de instrumentos normativos para la conservación	Implementación de campañas de sensibilización al público en general a través de campañas de información Creación de un grupo asesor que facilite la aplicación de la normatividad en los procesos de prevención, control, vigilancia y sancionatorios a las actividades antrópicas que impactan negativamente en la conservación de la especie.

- Akaike H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Págs. 267-281 en: Petrov B. N., F. Csaki. (Eds.), Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory. Akademiai Kiado. Budapest, Hungary.
- Allan, J. D., y Flecker, A. S. (1993). Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, 43(1), 32-43.
- Amstrup, S. C., McDonald, T. L., & Manly, B. F. (Eds.). (2010). Handbook of capture-recapture analysis. Princeton University Press.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., y La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. *Conservación Internacional*.
- Arenas, L. M., y T. Amézquita. (2010). Dietary specialization predicts toxicity in recently diverged lineages of poison frogs. Unpublished MSc thesis, Universidad de los Andes.
- Bauer, L. (1985). Remarks on relationship and names of dart poison frogs with description of a new genus *Ranitomeya*. *RIPA April 1985*: 1-3.
- Bauer, L. (1986). A new genus and a new specific name in the dart poison frog family (Dendrobatidae, Anura, Amphibia). *Ripa. Netherlands, 1986 (November)*, 1-12.
- Bauer, L. (1994). New names in the family Dendrobatidae (Anura, Amphibia). *RIPA Fall, 1994*, 1-6.
- Betancourth, M., y Palacios, P. (2018). Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. *Asociación Colombiana de Herpetología*, 4(1), 45 - 51.
- Biavati, G. M., Wiederhecker, H. C., & Colli, G. R. (2004). Diet of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) in a Neotropical savanna. *Journal of Herpetology*, 38(4), 510-518.
- Bishop, C., & Pettit, K. E. (1992). Declines in Canadian amphibian populations. *Canadian Wildlife Service*.
- Blanckenhorn, W. U. (2005). Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism. *Ethology*, 111(11), 977-1016.
- Blaustein, A. R., & Bancroft, B. A. (2007). Amphibian population declines: evolutionary considerations. *AIBS Bulletin*, 57(5), 437-444.
- Brownie, C., Hines, J. E., Nichols, J. D., Pollock, K. H., & Hestbeck, J. B. (1993). Capture-recapture studies for multiple strata including non-Markovian transitions. *Biometrics*, 1173-1187.
- Bunnell, P. (1973). Vocalizations in the territorial behavior of the frog *Dendrobates pumilio*. *Copeia*, 277-284.
- Burnham, K. P., y Anderson, D. R. (2002). Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Second edition. New York, USA. Springer-Verlag. 488p.
- Burnham, K. P. y Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological methods y research*, 33(2), 261-304.
- Caldwell, J. P. (1996). The evolution of myrmecophagy and its correlates in poison frogs (Family Dendrobatidae). *Journal of Zoology*, 240(1), 75-101.
- Carothers, J. H. (1984). Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards. *The American Naturalist*, 124(2), 244-254.
- Castro-Herrera, F., & García, W. B. (2010). Libro rojo de los anfibios del Valle del Cauca. *Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca*.
- Chacón-Pacheco, J., Figel, J., Rojano, C., Racero-Casarrubia, J., Humanez-López, E. y Padilla, H. (2017). Actualización de la distribución e identificación de áreas prioritarias para la conservación de una especie olvidada: el hormiguero gigante en Colombia. *Edentata*, 18: 12 – 25.
- Corredor, L. G., Velásquez, E. B., Velasco, V. J. A., Castro, F., Bolívar, W., & Salazar, V. M. L. (2010). Plan de acción para la conservación de los anfibios del departamento del Valle del Cauca. *CVC. Colombia*.
- Crawshaw, G. J. (1992). The role of disease in amphibian decline. *Occasional paper. Canadian Wildlife Service. Ottawa ON [OCCAS. PAP. CAN. WILDL. SERV.]*. 1992.
- Curtis, H., Sue Barnes, N., Schnek, A., & Massarini, A. B. (2008). Séptima edición en español. *Santiago de Chile, Chile. Editorial Médica Panamericana*.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2007). Planes de manejo para 18 vertebrados amenazados del Valle del Cauca, Colombia.
- Daly, J. W., Garraffo, H. M., Spande, T. F., Jaramillo, C., & Rand, A. S. (1994). Dietary source for skin alkaloids of poison frogs (Dendrobatidae)? *Journal of Chemical Ecology*, 20(4), 943-955.
- Daly, J. W., Garraffo, H. M., & Spande, T. F. (1999). Alkaloids from amphibian skins (Vol. 13, pp. 1-161). *Pergamon Press: Amsterdam*.
- Daly, J. W., Spande, T. F., & Garraffo, H. M. (2005). Alkaloids from amphibian skin: a tabulation of over eight-hundred compounds. *Journal of natural products*, 68(10), 1556-1575.
- Donnelly, M. A., Guyer, C., Juterbock, E. J., & Alford, R. A. (1994). Techniques for marking amphibians. en: Heyer, R., Donnelly, M. A., Foster, M., & McDiarmid,



Actualización del plan de manejo para la rana venenosa de lehmann *Oophaga lehmanni*

- R. (Eds.). (2014). Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution.
- Dubois, A., Frétey, T., & Ohler, A. (2016). The nomenclatural status of the amphibian nomina published by Luuc Bauer from 1985 to 1994, with comments on the Rules of the Code concerning the techniques of printing. *Bionomina*, 10(1), 22-54.
  - Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and distributions*, 17(1), 43-57.
  - Espinal, T., Sigifredo, L., & Montenegro, M. (1963). Formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico (No. QH541 E8).
  - Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R. H., Haas, A., Haddad, C. F., ... & Raxworthy, C. J. (2006). The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of natural History*, 1-291.
  - Garraffo, H. M., Jain, P., Spande, T. F., Daly, J. W., Jones, T. H., Smith, L. J., & Zottig, V. E. (2001). Structure of Alkaloid 275A, a Novel 1-Azabicyclo [5.3.0] decane from a Dendrobatid Frog, *Dendrobates lehmanni*: Synthesis of the Tetrahydrodiastereomers. *Journal of Natural Products*, 64(4), 421-427.
  - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC – Fundación Agua Viva Funagua. (2010). Aunar esfuerzos técnicos y económicos para realizar el análisis preliminar de la representatividad ecosistémica, a través de la recopilación, clasificación y ajuste de información primaria y secundaria con rectificaciones de campo del mapa de ecosistemas de Colombia, para la jurisdicción del Valle del Cauca.
  - García-González, M. X. (2011). Estructura poblacional, uso nocturno de hábitat y dieta de *Anolis ventrimaculatus* (Squamata: Polychrotidae) en un bosque de niebla sobre la cordillera Occidental de Colombia. Trabajo de Grado de Pregrado. Cali, Colombia. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología. 88p.
  - Grant, T., Frost, D. R., Caldwell, J. P., Gagliardo, R. O. N., Haddad, C. F., Kok, P. J., ... & Wheeler, W. C. (2006). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). *Bulletin of the American Museum of natural History*, 1-262.
  - Grant, T., Rada, M., Anganoy-Criollo, M., Batista, A., Dias, P. H., Jeckel, A. M., ... & Rueda-Almonacid, J. V. (2017). Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives revisited (Anura: Dendrobatoidea). *South American Journal of Herpetology*, 12(s1), S1-S90.
  - Green, D. M. (2003). The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological conservation*, 111(3), 331-343.
  - Guimarães, M., Doherty Jr, P. F., & Munguía-Steyer, R. (2014). Strengthening population inference in herpetofaunal studies by addressing detection probability. *South american journal of herpetology*, 9(1), 1-8.
  - Haas, A. (2003). Phylogeny of frogs as inferred from primarily larval characters (Amphibia: Anura). *Cladistics*, 19(1), 23-89.
  - Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15), 1965-1978.
  - ICZN. (1999). International Code of Zoological Nomenclature, 4th ed. International Trust for Zoological Nomenclature 1999, London.
  - Jaramillo, A., & Chaves, B. (2000). Distribución de la precipitación en Colombia analizada mediante conglomeración estadística.
  - Jiménez de la Espada, M. (1870). Zoología. 1. Faunae neotropical is species quaedam nondum cognitae. *Amphibia. J. Sei. Math. Phys. Nat. Lisboa*, 9, 57-65.
  - Johnson, J. B., & Omland, K. S. (2004). Model selection in ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, 19(2), 101-108.
  - Kahn, T.R., La Marca, E., Lotters, S., Brown, J.L., Twomey, E., y Amézquita, A. (Eds). (2015). Aposematic Poison Frogs (Dendrobatidae) of the Andean Countries: Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru and Venezuela. Conservation International Tropical Field Guide Series, Conservation International, Arlington. USA. xxiii + 588pp.
  - Krebs, C. J. (1985). *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia* (No. 574.5 K92e). México, MX: Edit. Harla.
  - Lebreton, J. D., Burnham, K. P., Clobert, J., & Anderson, D. R. (1992). Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological monographs*, 62(1), 67-118.
  - Lincoln, R. J. (1998). A dictionary of ecology, evolution and systematics (No. C/574.5 L5).
  - Loaiza-Piedrahíta, J. D., Bock, B. C., & Páez, V. P. (2016). Demography of the Andean Dart Frog (*Andinobates opisthomelas*, Dendrobatidae) in Eastern Antioquia, Colombia. *South american journal of herpetology*, 11(2), 81-88.
  - Marín-Gómez, O. H., & Gómez-Hoyos, D. A. (2011). Estado Actual de *Ranitomeya bombetes* (Anura: Dendrobatidae): Plan de manejo y conservación para las poblaciones de *Ranitomeya bombetes* (Myers y Daly 1980) en Quindío, Colombia. Editorial Académica Española.
  - Mebs, D., Jansen, M., Köhler, G., Pogoda, W., & Kauer, G. (2010). Myrmecophagy and alkaloid sequestration in amphibians: a study on *Ameerega picta* (Dendrobatidae) and *Elachistocleis* sp. (Microhylidae) frogs. *Salamandra*, 46(1), 11-15.
  - Mebs, D., Pogoda, W., Batista, A., Ponce, M., Köhler, G., & Kauer, G. (2008). Variability of alkaloid profiles in *Oophaga pumilio* (Amphibia: Anura: Dendrobatidae) from western Panama and southern Nicaragua. *Salamandra*, 44(24), 247.
  - Mazerolle, M. J., Bailey, L. L., Kendall, W. L., Andrew Royle, J., Converse, S. J., & Nichols, J. D. (2007). Making great leaps forward: accounting for detectability in herpetological field studies. *Journal of Herpetology*, 41(4), 672-689.
  - Medina, I., Wang, I. J., Salazar, C., & Amézquita, A. (2013). Hybridization promotes color polymorphism in the aposematic harlequin poison frog, *Oophaga histrionica*. *Ecology and evolution*, 3(13), 4388-4400.
  - Molina, César R. y J.E. Péfaur. (2010). Declinación de poblaciones de anfibios: una revisión bibliográfica comentada (1960 - 2000) *Rev. Ecol. Lat. Am.* 15(3):31-46.
  - Molina-Zuluaga, C., Restrepo, A., Flechas, S. V., & Daza, J. M. (2014). Short-term population dynamics of three frog species in the Northern Andes, Colombia. *South american journal of herpetology*, 9(3), 200-206.
  - Monge, J. (2008). Estructura poblacional y actividad reproductiva de la rata de campo (*Sigmodon hirsutus*) durante un ciclo de producción de maní (*Arachis hypogaea*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 32(2).
  - Myers, C. W., y Daly, J. W. (1976). Preliminary evaluation of skin toxins and vocalizations in taxonomic and evolutionary studies of poison-dart frogs (Dendrobatidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 157, 175-262.
  - Myers, C. W., Daly, J. W., y Malkin, B. (1978). A dangerously toxic new frog (*Phyllobates*) used by Emberá Indians of western Colombia, with discussion of blowgun fabrication and dart poisoning. *Bulletin of the AMNH*; v. 161, article 2.
  - Myers, C. W., Daly, J. W., y Martínez, V. (1984). An Arboreal Poison Frog (*Dendrobates*) from Western Panama. *American Museum Novitates*, 2783, 1-20.
  - Nichols, J. D., Hines, J. E., Lebreton, J. D., & Pradel, R. (2000). Estimation of contributions to population growth: a reverse-time capture-recapture approach. *Ecology*, 81(12), 3362-3376.
  - Orchard, S. A. (1992). Amphibian population declines in British Columbia. Occasional paper. Canadian Wildlife Service. Ottawa ON [OCCAS. PAP. CAN. WILD. SERV.]. 1992.
  - Osorio, D., Valenzuel, L., Bermudez-Rivas, C., & Castaño, S. (2015). Descripción de la dieta de una población de *Oophaga histrionica* (Athesphatanura: Dendrobatidae) en un enclave seco del Valle del Cauca, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 5 (1 Ene-Jun), 29-35.
  - Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259.
  - Posso-Terranova, A., & Andrés, J. (2018). Multivariate species boundaries and conservation of harlequin poison frogs. *Molecular ecology*, 27(17), 3432-3451.
  - Pradel, R. (1996). Utilization of capture-mark-recapture for the study of recruitment and population growth rate. *Biometrics*, 703-709.
  - Pröhl, H. (1997). Patrón reproductivo en *Dendrobates pumilio* (Anura: Dendrobatidae). *Revista de biología tropical*, 45(4), 1669-1676.
  - Pröhl, H. (2005). Territorial behavior in dendrobatid frogs. *Journal of Herpetology*, 39(3), 354-365.
  - Pröhl, H., & Willink, B. (2015). Ecología y comportamiento de las ranas venenosas del género *Oophaga* en Costa Rica y Panamá. *Alytes*, 32.
  - Pyron, R. A., & Wiens, J. J. (2011). A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61(2), 543-583.
  - Rabinovich, J. E. (1980). Introducción a la ecología de poblaciones animales. In *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. CECSA.
  - Reinhard, S., Renner, S., & Kupfer, A. (2015). Sexual dimorphism and age of Mediterranean salamanders. *Zoology*, 118(1), 19-26.
  - Richards-Zawacki, C. L., Yeager, J., & Bart, H. P. (2013). No evidence for differential survival or predation between sympatric color morphs of an aposematic poison frog. *Evolutionary Ecology*, 27(4), 783-795.
  - Rueda, J., Amézquita, A., y Lynch, J. (2004). Libro rojo de especies amenazadas de Colombia (1st ed., pp. 162 - 167). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
  - Rueda-Almonacid, J. V., Castro, F., & Cortez, C. (2006). Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Bogotá: Conservación Internacional, 135-171.
  - Santos, J. C., Coloma, L. A., Summers, K., Caldwell, J. P., Ree, R., & Cannatella, D. C. (2009). Amazonian amphibian diversity is primarily derived from late Miocene Andean lineages. *PLoS biology*, 7(3), e1000056.
  - Santos, J. C., Tarvin, R. D., & O'Connell, L. A.



- (2016). A review of chemical defense in poison frogs (Dendrobatidae): ecology, pharmacokinetics, and autoresistance. In *Chemical signals in vertebrates 13* (pp. 305-337). Springer, Cham.
- Saporito, R. A., Garraffo, H. M., Donnelly, M. A., Edwards, A. L., Longino, J. T., & Daly, J. W. (2004). Formicine ants: an arthropod source for the pumiliotoxin alkaloids of dendrobatid poison frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8045-8050.
  - Saporito, R. A., Isola, M., Maccachero, V. C., Condon, K., & Donnelly, M. A. (2010). Ontogenetic scaling of poison glands in a dendrobatid poison frog. *Journal of Zoology*, 282(4), 238-245.
  - Saporito, R. A., Norton, R. A., Andriamaharavo, N. R., Garraffo, H. M., & Spande, T. F. (2011). Alkaloids in the mite *Scheloriobates laevigatus*: further alkaloids common to oribatid mites and poison frogs. *Journal of chemical ecology*, 37(2), 213-218.
  - Schulte, L. M., Saporito, R. A., Davison, I., & Summers, K. (2017). The palatability of Neotropical poison frogs in predator-prey systems: do alkaloids make the difference? *Biotropica*, 49(1), 23-26.
  - Shine, R. (1979). Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, 297-306.
  - Silverstone, P. A. (1973). Observations on the behavior and ecology of a Colombian poison-arrow frog, the Kôkoé-Pá (*Dendrobates histrionicus* Berthold). *Herpetologica*, 295-301.
  - Silverstone, P. A. (1975). A revision of the poison-arrow frogs of the genus *Dendrobates* Wagler. *Revisión de las ranas venenosas del género Dendrobates* Wagler. *Natural History*, 21, 1-55.
  - Stebbins, R. C., y Cohen, N. W. (1995). *A Natural History of Amphibians.* (Princeton University Press: Princeton, NJ).
  - Stynoski, J. L. (2009). Discrimination of offspring by indirect recognition in an egg-feeding dendrobatid frog, *Oophaga pumilio*. *Animal Behaviour*, 78(6), 1351-1356.
  - Summers, K. (1989). Sexual selection and intra-female competition in the green poison-dart frog, *Dendrobates auratus*. *Animal Behaviour*. 37: 797-805.
  - Toledo, R. D., & Jared, C. (1995). Cutaneous granular glands and amphibian venoms. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 111(1), 1-29.
  - Twomey E., Brown J.L., Amézquita A., Mejía-Vargas D. (2011). *Andinobates* Twomey, Brown, Amézquita & Mejía-Vargas, gen. nov in Brown, J. L., Twomey, E., Amézquita, A., Souza, M. D., Caldwell, J. P., Loetters, S., ... & Pepper, M. (2011). A taxonomic revision of the Neotropical poison frog genus *Ranitomeya* (Amphibia: Dendrobatidae). *Zootaxa*, 3083, 1-120.
  - Valderrama-Vernaza, M., Ramírez-Pinilla, M. P., & Serrano-Cardozo, V. H. (2009). Diet of the Andean frog *Ranitomeya virolinensis* (Athesphatanura: Dendrobatidae). *Journal of Herpetology*, 114-123.
  - Valetti, J. A., & Martino, A. L. (2012). Temperature effect on the advertisement call of *Pleurodema tucumanum* (Anura: Leiuperidae). *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 11(2), 125-134.
  - Vargas-Salinas, F., & Amézquita, A. (2013). Stream noise, hybridization, and uncoupled evolution of call traits in two lineages of poison frogs: *Oophaga histrionica* and *Oophaga lehmanni*. *PLoS one*, 8(10), e77545.
  - Vences, M., Kosuch, J., Boistel, R., Haddad, C. F., La Marca, E., Lotters, S., & Veith, M. (2003). Convergent evolution of aposematic coloration in Neotropical poison frogs: a molecular phylogenetic perspective. *Organisms Diversity & Evolution*, 215-226.
  - Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2014). *Amphibians and Reptiles Herpetology*.
  - Wells, K. D. (2010). *The ecology and behavior of amphibians*. University of Chicago Press.
  - White, G. C., & Burnham, K. P. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study*, 46(sup1), S120-S139.
  - Willaert, B., Suyesh, R., Garg, S., Giri, V. B., Bee, M. A., & Biju, S. D. (2016). A unique mating strategy without physical contact during fertilization in Bombay Night Frogs (*Nyctibatrachus humayuni*) with the description of a new form of amplexus and female call. *PeerJ*, 4, e2117.
  - Zimmermann, H., & Zimmermann, E. (1988). Etho-Taxonomie und zoogeographische artengruppenbildung bei pfeilgiftfröschen (Anura: Dendrobatidae). *Salamandra*, 24(2-3), 125-160.



# Anexos



## Anexo 1.

Matriz DOFA que detalla el eje estratégico Ambiental construido en grupos con los participantes del taller.

Eje estratégico/ Grupos de trabajo	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
AMENAZAS	Susceptibilidad de <i>O. lehmanni</i> al Cambio climático	El cambio climático y sus efectos negativos sobre <i>O. lehmanni</i>	Enfermedades emergentes en <i>O. lehmanni</i>	Cultivos de uso ilícito	Fragmentación de poblaciones de la especie <i>O. lehmanni</i>
	Enfermedades emergentes en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	Erosión de suelos y apertura de bosques para ampliar zona de cultivo en el territorio donde habita <i>O. lehmanni</i>	Cambio climático y sus efectos nocivos sobre <i>O. lehmanni</i>	Deforestación y fragmentación del hábitat de la especie	patógenos emergentes sobre las poblaciones de la especie <i>O. lehmanni</i>
	Transformación de bosques a cultivos en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	Cultivos de uso ilícitos (agrotóxicos y deforestación) en el territorio de <i>O. lehmanni</i>		Cambio climático y sus impactos negativos sobre <i>O. lehmanni</i>	Vulnerabilidad de la especie <i>O. lehmanni</i> , al cambio climático
DEBILIDADES	Bajo potencial reproductivo de <i>O. lehmanni</i>	Ciclo de vida de <i>O. lehmanni</i> que la hace más vulnerable		Pérdida de diversidad genética de <i>O. lehmanni</i>	
	Falta de variabilidad genética, relacionado con el complejo ciclo de vida de <i>O. lehmanni</i>			Especie restringida y endémica, con poblaciones aisladas	
FORTALEZAS	Conocimiento de línea base (demografía y mapa de distribución) sobre <i>O. lehmanni</i>	Información biológica sobre <i>O. lehmanni</i> , disponible al público general	Endemismo de <i>O. lehmanni</i>		Experiencia de reproducción exitosa en cautiverio en la especie <i>O. lehmanni</i>
	Conocimiento en reproducción ex situ <i>O. lehmanni</i>	Existe una gran experiencia en reproducción ex situ, sobre <i>O. lehmanni</i>	Buen estado de conservación del ecosistema donde se encuentra <i>O. lehmanni</i>		
				Investigación y conocimiento que se tiene hasta el momento sobre la biología de <i>O. lehmanni</i>	
OPORTUNIDADES	Interés de la comunidad científica de aumentar el conocimiento sobre la especie <i>O. lehmanni</i>	Calidad de hábitat para reintroducción de poblaciones de la especie <i>O. lehmanni</i>	Investigación de los beneficios de los alcaloides que presenta la especie <i>O. lehmanni</i>		Existencia de estudios previos sobre la especie <i>O. lehmanni</i>
		Investigación en características intrínsecas de <i>O. lehmanni</i> , como sus Toxinas, etc.			



### Anexo 2.

Matriz DOFA que detalla el eje estratégico socioeconómico y cultural construido en grupos con los participantes del taller.

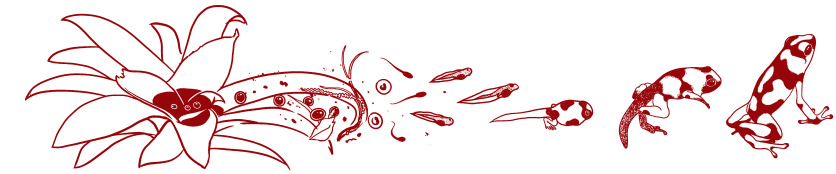
Eje estratégico/ Grupos de trabajo	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
AMENAZAS	Uso de pesticidas agrícolas en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	Tráfico y comercio ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Tráfico y comercio ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Tráfico y comercio ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Alteración del uso del suelo
	Tráfico y comercio ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Intervención antrópica del hábitat de <i>O. lehmanni</i>			Tráfico y comercio ilegal de la especie <i>O. lehmanni</i>
	Turismo informal realizados por personas de la comunidad local				
DEBILIDADES	Desconocimiento de la comunidad sobre <i>O. lehmanni</i>	Falta de conocimiento y articulación entre actores para la conservación de <i>O. lehmanni</i>	Falta de educación y conocimiento sobre <i>O. lehmanni</i>	Desconocimiento de la comunidad sobre la existencia de <i>O. lehmanni</i> en el territorio	Falta de conocimiento y divulgación de la especie <i>O. lehmanni</i> con la comunidad
	Falta de apropiación de las comunidades sobre la importancia de <i>O. lehmanni</i> para el territorio	Falta de alternativas para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales	Falta de empoderamiento de las comunidades locales	Falta de comunicación y articulación constante entre actores involucrados en la conservación de <i>O. lehmanni</i>	Falta de articulación entre la comunidad local y las Instituciones
			Poca articulación entre la academia, la autoridad ambiental y las comunidades locales		
			Bajo desarrollo socioeconómico de las comunidades locales		
			Promoción del ecoturismo informal por personas de la comunidad		
FORTALEZAS	Participación e interés de las comunidades en conservar la <i>O. lehmanni</i>	Es una especie que genera la posibilidad de adquirir recursos para su conservación	Interés de la comunidad por la conservación de <i>O. lehmanni</i>	Interés de las comunidades locales por la conservación de <i>O. lehmanni</i>	
		Es una especie que permitiría la visualización de las comunidades locales que trabajen por su conservación		Promoción del territorio a través de la conservación de <i>O. lehmanni</i>	
OPORTUNIDADES	Diversos actores aunando esfuerzos para la conservación de <i>O. lehmanni</i>	Generación de vínculos entre instituciones y la comunidad local		Diferentes autores aunando esfuerzos para la conservación de <i>O. lehmanni</i>	

### Anexo 3.

Matriz DOFA que detalla el eje estratégico político y administrativo construido en grupos con los participantes del taller.

Eje estratégico/ Grupos de trabajo	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
AMENAZAS		Proyectos de orden nacional para explotación de hidrocarburos	Sustracción de áreas en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá para desarrollo de proyectos que generan impacto ambiental en el territorio de la especie <i>O. lehmanni</i>	Megaproyectos de interés nacional que generan impacto ambiental en la especie	Turismo sin control en el territorio
			Turismo descontrolado en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	Manipulación de individuos sin permisos de autoridad ambiental	
			Obras de infraestructura realizadas por el estado que perjudican el hábitat de <i>O. lehmanni</i>		
DEBILIDADES	Diversidad de rutas en el territorio para el tráfico ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Falta claridad en los roles y procesos de las instituciones para ejecutar acciones de conservación en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	Faltan responsables en el plan de manejo de <i>O. lehmanni</i>	Falta de protocolos para incautación y liberación de <i>O. lehmanni</i>	Poca presencia institucional en el territorio
	Escasa gestión institucional para la implementación de acciones de conservación sobre <i>O. lehmanni</i> .	Falta de continuidad y adaptabilidad de los procesos de conservación en el territorio donde habita <i>O. lehmanni</i> .	Inexistencia del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas, para el territorio donde habita <i>O. lehmanni</i> .	Falta de ordenamiento y zonificación de áreas del territorio donde habita <i>O. lehmanni</i> .	Falta de incentivo a la conservación de la especie <i>O. lehmanni</i> , no necesariamente reflejado en recursos económicos sino también de saberes, tecnológicos, etc.
	Poca capacidad y normativas para manejar poblaciones ex situ de <i>O. lehmanni</i> .	Poco fomento de la educación ambiental por parte de las instituciones			Falta de recursos económicos para investigación, proyectos productivos y divulgación para las comunidades del territorio
		Falta de financiación y planificación para dar continuidad a los procesos de conservación de <i>O. lehmanni</i>			Pocas alternativas productivas para las comunidades locales que habitan el territorio
					Poca educación ambiental sobre la especie <i>O. lehmanni</i>





	Presencia de <i>O. lehmanni</i> en áreas protegidas y de acceso restringido	Especie carismática para la conservación	Distribución de <i>O. lehmanni</i> en dos áreas protegidas	Priorización de <i>O. lehmanni</i> en las estrategias de conservación de orden nacional y regional	La distribución de <i>O. lehmanni</i> está en dos áreas protegidas de carácter nacional
FORTALEZAS	Planes de manejo de <i>O. lehmanni</i> existentes y actualizándose para su conservación			La conservación de <i>O. lehmanni</i> , es del interés de múltiples actores	Posibilidad de ser utilizada para reglamentar y ordenar el ecoturismo comunitario en el territorio
				<i>O. lehmanni</i> , se encuentra en áreas protegidas	Posibilidad de ser utilizada como "especie bandera" para la conservación de su territorio
					Fortalecimiento del ecoturismo por lo carismática que es la especie <i>O. lehmanni</i>
OPORTUNIDADES	Mercados verdes, turismo de naturaleza y sellos verdes a partir de la conservación de <i>O. lehmanni</i>		Promoción de mercados verdes para incursionar con un Sello de conservación de <i>O. lehmanni</i>	Especie endémica que representa un valor objeto de conservación para el territorio	Creación de espacios de participación interinstitucional y comunitaria
	Posibilidades de inversión para la conservación de <i>O. lehmanni</i> a raíz del post conflicto		Plan de manejo de <i>O. lehmanni</i> en marcha	Posibilidad de acceder a mercados verdes por la conservación de <i>O. lehmanni</i>	Trabajo cooperativo de conservación ex situ para la especie <i>O. lehmanni</i>
			Comunidades interesadas en aclarar los vacíos de la ley para que se pueda hacer uso sostenible de <i>O. lehmanni</i>	Aumento del turismo de naturaleza y sellos verdes para la conservación del territorio	Comercio legal de la especie <i>O. lehmanni</i>

#### Anexo 4.

Análisis de las Potencialidades desde la perspectiva ambiental.

	Fortalezas	Oportunidades
Potencialidades	Conocimiento de línea base (demografía y mapa de distribución real) de <i>O. lehmanni</i> .	Interés de la comunidad científica de aumentar el conocimiento de <i>O. lehmanni</i> .
	Conocimiento sobre reproducción ex situ de <i>O. lehmanni</i> .	Calidad de hábitat para reintroducción de individuos en poblaciones silvestres de <i>O. lehmanni</i> .
	Endemismo de <i>O. lehmanni</i> , que representa un valor objeto de conservación para el territorio	Investigación en características intrínsecas de <i>O. lehmanni</i> , como sus Toxinas, etc.
	Buen estado de conservación del ecosistema donde se encuentra <i>O. lehmanni</i>	

#### Anexo 5. Análisis de las Potencialidades desde la perspectiva socioeconómica-culturales.

	Fortalezas	Oportunidades
Potencialidades	Interés y participación de las comunidades en conservar a <i>O. lehmanni</i>	Diversos actores aunando esfuerzos para la conservación de <i>O. lehmanni</i>
	Es una especie que genera la posibilidad de adquirir recursos para su conservación	Generación de vínculos entre instituciones y la comunidad local
	Es una especie que permitiría la visualización de las comunidades locales que trabajen por su conservación	Especie carismática para diversos actores

#### Anexo 6. Análisis de las Potencialidades desde lo Político-Administrativo.

	Fortalezas	Oportunidades
Potencialidades	Presencia de <i>O. lehmanni</i> en áreas protegidas y de acceso restringido	Mercados verdes, turismo de naturaleza y sellos verdes a partir de la conservación de <i>O. lehmanni</i>
	Priorización de <i>O. lehmanni</i> en las estrategias de conservación de orden nacional y regional	Posibilidades de inversión para la conservación de <i>O. lehmanni</i> a raíz del post conflicto
	Posibilidad de ser utilizada para reglamentar y ordenar el ecoturismo comunitario en el territorio	Comunidades interesadas en aclarar los vacíos de la ley para que se pueda hacer uso sostenible de <i>O. lehmanni</i>
	Planes de manejo de la especie <i>O. lehmanni</i> existentes y actualizándose para su conservación	Creación de espacios de participación interinstitucional y comunitaria
	Comercio legal de la especie <i>O. lehmanni</i>	Trabajo cooperativo de conservación ex situ para <i>O. lehmanni</i>

#### Anexo 7.

Análisis de los Desafíos desde la perspectiva ambiental.

	Fortalezas	Amenazas
Desafíos	Conocimiento de línea base (demografía y mapa de distribución) de <i>O. lehmanni</i>	Susceptibilidad de <i>O. lehmanni</i> al Cambio climático
	Conocimiento en reproducción ex situ de <i>O. lehmanni</i>	Enfermedades emergentes en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Endemismo de <i>O. lehmanni</i>	Transformación de bosques a cultivos en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Buen estado de conservación del ecosistema donde se encuentra <i>O. lehmanni</i>	Cultivos de uso ilícitos (agro tóxicos y deforestación) en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
		Fragmentación de poblaciones de <i>O. lehmanni</i>

### Anexo 8.

Análisis de los desafíos desde la perspectiva socioeconómico-cultural.

	Fortalezas	Amenazas
Desafíos	Participación e interés de las comunidades en conservar a <i>O. lehmanni</i>	Intervención antrópica del hábitat (uso de agro tóxicos) de <i>O. lehmanni</i>
	Es una especie que genera la posibilidad de adquirir recursos para su conservación	Tráfico y comercio ilegal de <i>O. lehmanni</i>
	Es una especie que permitiría la visualización de las comunidades locales que trabajen por su conservación	Turismo informal realizados por personas de la comunidad local

### Anexo 9.

Análisis de los Desafíos desde la perspectiva político y administrativo.

	Fortalezas	Amenazas
Desafíos	Presencia de <i>O. lehmanni</i> en áreas protegidas y de acceso restringido	Proyectos de orden nacional para explotación de hidrocarburos
	Planes de manejo de <i>O. lehmanni</i> existentes y actualizándose para su conservación	Sustracción de áreas en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá para desarrollo de proyectos que generan impacto ambiental en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Priorización de <i>O. lehmanni</i> en las estrategias de conservación de orden nacional y regional	Turismo descontrolado en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Posibilidad de ser utilizada para reglamentar y ordenar el ecoturismo comunitario en el territorio	Manipulación de individuos sin permisos de la autoridad ambiental

### Anexo 10.

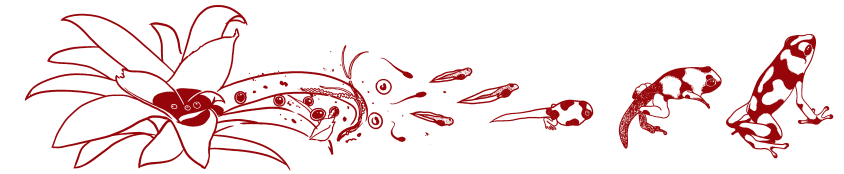
Análisis de los Riesgos desde la perspectiva ambiental.

	Debilidades	Oportunidades
Riesgos	Bajo potencial reproductivo de <i>O. lehmanni</i>	Interés de la comunidad científica de aumentar el conocimiento sobre <i>O. lehmanni</i>
	Falta de variabilidad genética, relacionado con el complejo ciclo de vida de <i>O. lehmanni</i>	Calidad de hábitat para reintroducción de poblaciones de <i>O. lehmanni</i>
	Ciclo de vida de <i>O. lehmanni</i> que la hace más vulnerable	Investigación en características intrínsecas de <i>O. lehmanni</i> , como sus Toxinas, etc.
	Especie restringida y endémica, con poblaciones aisladas	Existencia de estudios previos sobre la biología de <i>O. lehmanni</i>

### Anexo 11.

Análisis de los Riesgos desde la perspectiva socioeconómica-cultural.

	Debilidades	Oportunidades
Riesgos	Falta de educación y conocimiento en la comunidad sobre <i>O. lehmanni</i>	Diversos actores aunando esfuerzos para la conservación de <i>O. lehmanni</i>
	Falta de alternativas para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales	Generación de vínculos entre instituciones y la comunidad local
	Promoción del ecoturismo informal por personas de la comunidad	
	Falta de empoderamiento de las comunidades locales	



### Anexo 12.

Análisis de Riesgos desde la perspectiva político-administrativa.

	Debilidades	Oportunidades
Riesgos	Diversidad de rutas en el territorio para el tráfico ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Creación de espacios de participación interinstitucional y comunitaria
	Escasa gestión institucional para la implementación de acciones de conservación sobre <i>O. lehmanni</i>	Trabajo cooperativo de conservación ex situ para <i>O. lehmanni</i>
	Poca capacidad y normativas para manejar poblaciones ex situ de <i>O. lehmanni</i>	Comercio legal de <i>O. lehmanni</i>
	Falta claridad en los roles y procesos de las instituciones para ejecutar acciones de conservación en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	
	Falta de continuidad y adaptabilidad de los procesos de conservación en el territorio donde habita <i>O. lehmanni</i>	
	Poco fomento de la educación ambiental por parte de las instituciones	
	Falta de ordenamiento y zonificación de áreas del territorio donde habita <i>O. lehmanni</i>	
	Falta de incentivo a la conservación de <i>O. lehmanni</i> , no necesariamente reflejado en recursos económicos sino también de saberes, tecnológicos, etc.	
	Falta de recursos económicos para investigación, proyectos productivos y divulgación para las comunidades del territorio	
	Pocas alternativas productivas para las comunidades locales que habitan el territorio	

### Anexo 13.

Análisis de las Limitaciones desde la perspectiva ambiental.

	Debilidades	Amenazas
Limitaciones	Bajo potencial reproductivo de <i>O. lehmanni</i>	Susceptibilidad de <i>O. lehmanni</i> al Cambio climático
	Falta de variabilidad genética, relacionado con el complejo ciclo de vida de <i>O. lehmanni</i>	Enfermedades emergentes en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Ciclo de vida de <i>O. lehmanni</i> que la hace más vulnerable	Transformación de bosques a cultivos en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Especie restringida y endémica, con poblaciones aisladas	Cultivos de uso ilícitos (agro tóxicos y deforestación) en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
		Fragmentación de poblaciones de <i>O. lehmanni</i>

### Anexo 14.


Análisis de las Limitaciones desde la perspectiva socioeconómicas-culturales.

	Debilidades	Amenazas
Limitaciones	Falta de educación y conocimiento en la comunidad sobre la especie <i>O. lehmanni</i>	Intervención antrópica del hábitat (uso de agrotóxicos) de la especie <i>O. lehmanni</i>
	Falta de alternativas para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales	Tráfico y comercio ilegal de <i>O. lehmanni</i>
	Promoción del ecoturismo informal por personas de la comunidad	Turismo informal realizados por personas de la comunidad local
	Falta de empoderamiento de las comunidades locales	

### Anexo 15.

Análisis de las Limitaciones desde la perspectiva político-administrativo.

	Debilidades	Amenazas
Limitaciones	Diversidad de rutas en el territorio para el tráfico ilegal de <i>O. lehmanni</i>	Proyectos de orden nacional para explotación de hidrocarburos
	Escasa gestión institucional para la implementación de acciones de conservación sobre <i>O. lehmanni</i>	Sustracción de áreas en la Reserva Forestal Protectora Nacional de Anchicayá para desarrollo de proyectos que generan impacto ambiental en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Poca capacidad y normativas para manejar poblaciones ex situ de <i>O. lehmanni</i>	Turismo descontrolado en el territorio de <i>O. lehmanni</i>
	Falta claridad en los roles y procesos de las instituciones para ejecutar acciones de conservación en el territorio de <i>O. lehmanni</i>	Manipulación de individuos sin permisos de autoridad ambiental
	Falta de continuidad y adaptabilidad de los procesos de conservación en el territorio donde habita <i>O. lehmanni</i>	
	Poco fomento de la educación ambiental por parte de las instituciones	
	Falta de ordenamiento y zonificación de áreas del territorio donde habita <i>O. lehmanni</i>	
	Falta de incentivo a la conservación de <i>O. lehmanni</i> , no necesariamente reflejado en recursos económicos sino también de saberes, tecnológicos, etc.	
	Falta de recursos económicos para investigación, proyectos productivos y divulgación para las comunidades del territorio	
	Pocas alternativas productivas para las comunidades locales que habitan el territorio	

A close-up photograph of a frog with a black body and a bright orange stripe running along its back and sides. The frog is perched on a thin, moss-covered branch. The background is a blurred forest floor with various shades of brown, green, and grey, suggesting a natural, moist habitat. The text is overlaid on the upper right portion of the image.

**Actualización del**  
**para la rana vene**  
*Oophaga*